

L. Antons

Lietiskā FIZIKĀ

2. daļa



ZVAIGZNE ABC

GARUMA VIENĪBAS

Metri	Centimetri	Collas	Pēdas	Verstis	Jūdzes	Kilometri
1	100	39,38	3,28			
0,01	1	0,39	0,03			
0,03	2,54	1	0,08			
0,31	30,48	12	1			
1068	106 800	42 047,2	3500	1	0,14	1,07
7476	747 600	294 330	24 527,6	7	1	7,48
1000	100 000	39 370,1	3280,8	0,94	0,13	1

TILPUMA VIENĪBAS

Kubikmetri	Litri	Stopi	Hektolitri
1	1000	813	10
0,001	1	0,813	0,01
0,00123	1,23	1	0,0123
0,1	100	81,3	1

MASAS VIENĪBAS

Kilogrami	Vācu mārciņas	Pudi	Birkavi	Centneri
1	2	0,06	0,006	0,01
0,5	1	0,03	0,003	0,005
16,38	32,76	1	0,1	0,16
163,8	327,6	10	1	1,64
100	200	6,11	0,61	1

ZEMES PLATĪBU VIENĪBAS

Kvadrātmetri	Hektāri	Pūrvietas	Akri	Desetīnas
1	0,0001			
10 000	1	2,69	2,471	0,915
3650	0,365	1	0,899	0,340
4050	0,405	1,11	1	0,370
10 920	1,092	2,94	2,7	1

ANGLU

NEMETRISKĀS LAUKUMA VIENĪBAS

Kvadrātjūdze (*statute square mile, ASV*) = 2,59 km²

Akrs (*acre*) = 4046,86 m²

Kvadrātjards (*square yard*) = 0,84 m²

Kvadrātpēda (*square foot*) = 929,03 cm²

KRIEVIJĀ LIETOTĀS

NEMETRISKĀS LAUKUMA VIENĪBAS

Kvadrātversts = 1,14 km²

Desetīna = 10 925,4 m²

Kvadrātass = 4,55 m²

LATVIJĀ LĪDZ 19. GADSIMTA VIDUM

LIETOTĀS LAUKUMA VIENĪBAS

Rīgas olekšu kvadrātmērrīkste = 14,16 m²

Rīgas 7,5 olekšu kvadrātmērrīkste = 16,25 m²

Reinas kvadrātmērrīkste = 14,18 m²

94-4
L 41

L
53

L. Antons

Lietiškā FIZIKĀ

2. daļa

EKSPERIMENTĀLS MĀCĪBU LĪDZEKLIS

ATĻĀVUSI LIETOT LATVIJAS REPUBLIKAS
IZGLĪTĪBAS, KULTŪRAS UN ZINĀTNES
MINISTRIJA



ZVAIGZNE ABC

530.1 (075.3)
An 916

Latvian National
BIBLIOTĒKA

~~95.16.106~~
0305076933

FIZIKĀ

LICĒISKĀ

2. daļa

EXPERIMENTĀLS MĀCĪBU LĪDZĒKĻIS

ATĀVUSI LIETOT LATVIJAS REPUBLIKAS
IZGLĪTĪBAS, KULTŪRAS UN ZINĀTNES
MINISTRIJAS

Recenzents A. Valters
Redaktore A. Strode

Grāmata izgatavota tipogrāfijā «Rota»

ISBN 9984-04-155-7



© 1995, apgāds «Zvaigzne ABC»

SATURS

20. Spēku līdzsvars	5
21. Ķermeņi ar nekustīgu rotācijas asi	38
22. Darbs, jauda, enerģija	73
23. Laukums	168
24. Spiediēns	173
25. Arhimēda spēks	214
26. Bernulli likums	242
27. Enerģētika	265
28. Cilvēks un viņa uzturs	316

Paskaidrojumi signālzīmējumiem



Dailliteratūras fragmenti, kuros rakstnieki, droši vien par to īpaši nedomājot, likuši «skanēt fizikai» dzīvē, ikdienā, darbā, atpūtā



Atmiņas, publicistika, vēsturiski fakti, kam sakars ar fiziku



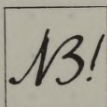
Redzu, ka matemātika kalpo fizikai un arī praktiskajai dzīvei.
Esi sveicināta, matemātika!



Domādams neizdomāsi!
Izteicieni un «domu graudi» no skolēnu atbildēm. Tātad – «pašu ražots!» Arī citi ērmoti izteicieni, kāda anekdote



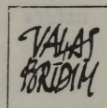
Fragments no G. F. Stendera «Augstas gudrības grāmatas»



Nota bene! (latīņu val.) – ievēro labi!



Fragments no J. Bankina grāmatas «Īsa fizika»



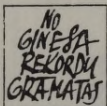
Mājās veicami eksperimenti ar sadabūtiem vai pašgatavotiem rīkiem. Fizikas olimpiāžu uzdevumi. Lasāmviela



Problemātiski un tāpēc ļabi pārdomājami jautājumi. Tos nevarēs «laist gar ausīm»



Vārna mēģinās Jūs «izsist no sliedēm». Vārnai tāda «programma»



Sporta sasniegumi, brīžiem visai ērmoti, padara fiziku krāsaināku. Arī citi rekordi, kam sakars ar fiziku



Pūce latviešu mitoloģijā ir gudrības simbols.



Sensacionālas un pārsteidzošas ziņas

Ticiet pūcei!



Uzdevumi



Ierosinājums noklausīties mūzikas sacerējumu



20. SPĒKU LĪDZSVARS

*Bij' man divu dzirnaviņu
Maltuvides dibenā;
Pie to divu dzirnaviņu
Vajag sešu malējiņu.*

- () *«AB ORIGINE!»*
- () STATIKA
- () SLĪPĀ PLAKNE
- () *«QUI SCRIBIT, BIS LEGIS»*
- () SLĪPĀS PLAKNES «FIZIKA UN MATEMĀTIKA»
- () «KALNI RUNĀ»
- () «LIDOJOŠAIS KILOMETRS»
- () CĪŅA PRET AUGSNES NOGRUVUMIEM
- () SLĪPĀ PLAKNE DOD SPĒKA IETAUPTĪJUMU
- () CEĻŠ UZ AIPETRI
- () UZDEVUMS PAR PAŠIZGĀZĒJU AUTOMOBILI
- () BERZES SPĒKA ATKARĪBA NO PLAKNES SLĪPUMA
LEŅĶA

- () SLĪPĀ PLAKNE — TRANSPORTIERIS
- () SKRŪVE
- () ĶĪLIS
- () VAIRĀKĀS SAITĒS PIEKĀRTS ĶERMENIS
- () PARALĒLU SPĒKU LĪDZSVARS
- () PARALĒLU SPĒKU SASKAITĪŠANA
- () SPĒKA SADALĪŠANA DIVOS PARALĒLOS SPĒKOS
- () SVARCĒLĀJS
- () ĶERMEŅA SMAGUMA CENTRS
- () KĀ ŠOFERIS VAR «IZVILKT AUTOMOBILI»
NO BEDRES
- () UZDEVUMS PAR PIEKĀRTU ĶERMENI



() «AB ORIGINE!»*

Atcerēsimies pirmo Ņūtona likumu. Tas aplūko situācijas, kad apkārtnes spēki, kas darbojas uz pētāmo ķermeni, savā starpā līdzsvarojas. Spēku līdzsvaram iespējamas divējādas sekas:

1) ķermenis paliek miera stāvoklī (saglabājas miera stāvoklis);

* Latīņu «Ab origine!» — «No paša sākumā!»

2) ķermenis turpina kustēties inerces dēļ ar nemainīgu ātrumu taisnā virzienā (saglabājas vienmērīga taisnvirziena kustība).

Jāatceras, ka pirmais Ņūtona likums ir spēkā tikai *inerciālā atskaites sistēmā*. Pati izplatītākā inerciālā atskaites sistēma ir saistīta ar Zemi — pētāmā ķermeņa «uzvedību» aplūko attiecībā pret Zemi. Nekas nemainās, ja atskaitēi izvēlas kādu priekšmetu, kas ir nekustīgs attiecībā pret Zemi, piemēram, koks, stabs, ēka.

Šajā nodaļā dažādas situācijas vērtētas attiecībā pret Zemi vai arī attiecībā pret tiem ķermeņiem, kas nekustīgi saistīti ar Zemi.

Varam sacīt, ka pirmā Ņūtona likuma situācijās uz ķermeni nekāds spēks neiedarbojas, jo apkārtnes spēki cits citu ir «iznīcinājuši».

Ja tā nav noticis, tad situāciju aplūko, izejot no otrā Ņūtona likuma.

Atcerēsimies arī otro Ņūtona likumu.

Ja spēki, kas darbojas uz pētāmo ķermeni, savā starpā nelīdzsvarojas, tad rezultējošais spēks $F_{rez} \neq 0$ un šī spēka virzienā ķermenis iegūst paātrinājumu.

Ko tas nozīmē? Iespējami vairāki gadījumi.

1. Ķermenis sāk kustēties taisnā virzienā (nesaglabā iepriekšējo miera stāvokli).

2. Taisnvirziena kustībā pieaug ķermeņa ātruma skaitliskā vērtība.

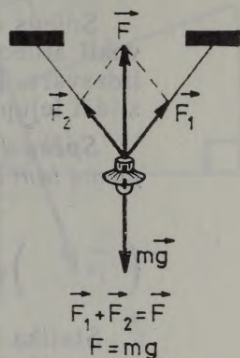
3. Taisnvirziena kustībā samazinās ķermeņa ātruma skaitliskā vērtība.

1. un 2. gadījumā nelīdzsvarotā (rezultējošā) spēka virziens sakrīt ar ķermeņa ātruma virzienu, bet 3. gadījumā šī spēka virziens ir pretējs ķermeņa ātruma virzienam.

4. Ja nelīdzsvarotā spēka virziens ir perpendikulārs ķermeņa ātruma virzienam, tad ķermenis sāk kustēties pa liklīnijas trajektoriju, iegūstot *centrtieces paātrinājumu*.

Visas sekas, kas izriet no pirmā un otrā Ņūtona likuma situācijām, ir vienlīdz svarīgas. Ir gadījumi, kad ķermenis jāiekustina, piemēram, automobilim jāsāk braukt. Šīs situācijas pretstats ir bremsēšana.

Citā gadījumā tikpat svarīgi ir, lai ķermenis nesāktu kustēties, piemēram, pie griestiem piekārtā lustra nedrīkst nokrist.



Sniegs uz namu slīpajiem jumtiem ziemā ir miera stāvoklī attiecībā pret Zemi un pret jumtiem, jo pastāv spēku līdzsvars. Taču pavasarī spēku līdzsvars zūd — sniegs sāk slidēt lejup un apdraud gājējus.

Spēku līdzsvaram zūdot, sāk kustēties ķermenis, kurš pirms tam atradās miera stāvoklī.

() STATIKA

Statika ir mehānikas nozare, kas aplūko ķermeņus līdzsvara stāvokļos un pēta to līdzsvara nosacījumus.

Nosacījumi, šķiet, ir vienkārši. Tie ietverti pirmajā Ņūtona likumā: *apkārtnes spēki savstarpēji līdzsvarojas un pētāmais ķermenis turpina palikt miera stāvoklī.*

Taču statika spēj atbildēt arī uz šādu jautājumu: kādiem nosacījumiem izpildoties var sākties ķermeņa kustība, piemēram, apgāzties celtnis, sagrūt tilts, pārtrūkt trose, ielūzt noliktavas griesti? Tās ir nopietnas avārijas, kuru novēršana arī ir statikas uzdevums.

Statikai ir sena vēsture. Jau antīkajā pasaulē, piemēram, celtniekam bija jāzina, vai akmens blūķis nenovelsies no piramīdas. Taču vēl svarīgāk bija zināt, kā jārikojas, lai šo akmeni pārvietotu vajadzīgajā virzienā. Tāds bija «senā inženiera» galvenais uzdevums.

Mūsdienu statika cenšas «no kustības norobežoties». Svarīgāki šķiet nosacījumi ķermeņa miera stāvoklim. Tomēr, kā zināms no pirmā Ņūtona likuma, spēku līdzsvars nodrošina arī ķermeņa vienmērīgu taisnvirziena kustību.

Mēs aplūkosim tikai dažas situācijas, kurās ķermeņi saglabā līdzsvaru (miera stāvokli). Taču nepaiesim garām arī vienmērīgas taisnvirziena kustības iespējai, izpildoties tiem pašiem nosacījumiem.

Ar statiku pamatīgāk jūs iepazīsieties, ja studēsiet tehniskajā augstskolā.

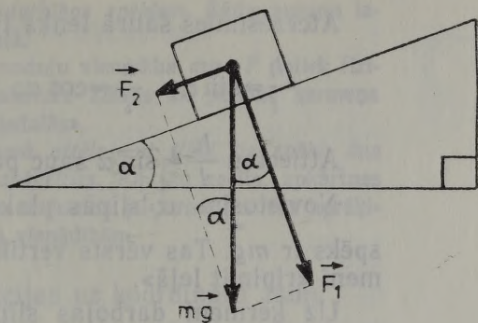
() SLĪPĀ PLAKNE

Mums visapkārt ir daudz slīpās plaknes piemēru. Labi zināms slēpju nobrauciens no kalna un arī tas, cik grūti tikt atpakaļ kalnā augšā. Slīpie jumti, kalnu ceļi, sniega un ledus trases Olimpiskajās spēlēs — tās visas ir slīpās plaknes.

→
Ķermeņa smaguma spēku mg uz slīpās plaknes var sadalīt divās sastāvdaļās — komponentēs. Viena kompo-

nente \vec{F}_1 darbojas perpendikulāri slīpajai plaknei, un to līdzsvaro plaknes elastības spēks. Otrā kom-

ponente \vec{F}_2 vērsta paralēli slīpajai plaknei lejup. Varētu sacīt, ka tā ir «smaguma spēka palieka». Smaguma spēka sadalīšana komponentēs notiek pēc *paralelograma likuma*: smaguma spēks ir paralelograma diagonāle, bet komponentes — tā malas. Aplūkotais paralelograms ir taisnstūris.

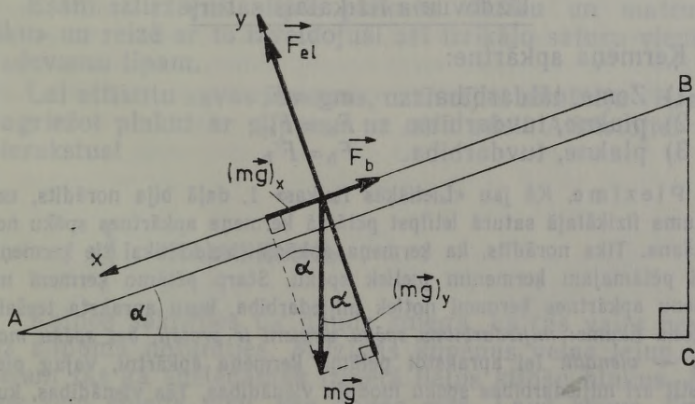


() «QUI SCRIBIT, BIS LEGIS»*

Ņemiet papīru un zīmuli! Zīmējiet, pārdomājiet, pierakstiet! Tāpat, kā līdz šim. Noteikti būsiet ieguvēji!

() **SLĪPĀS PLAKNES «FIZIKA UN MATEMĀTIKA»**

Zīmējumā redzamo slīpo plakni raksturo šādi lielumi:



AC — slīpās plaknes pamats, kas ir horizontāls.

$AC = a$;

BC — slīpās plaknes augstums. $BC = h$;

AB — slīpās plaknes garums. $AB = l$;

α — plaknes slīpuma leņķis.

* Latīņu «Qui scribit, bis legis» — «Kurš pieraksta, tas labāk iegaumē» (seno romiešu gudrība).

Atcerēsimies šaurā leņķa trigonometriskās funkcijas:

$$\frac{h}{l} = \sin \alpha; \quad \frac{a}{l} = \cos \alpha; \quad \frac{h}{a} = \operatorname{tg} \alpha; \quad \frac{a}{h} = \operatorname{ctg} \alpha.$$

Attiecību $\frac{h}{l} = \sin \alpha$ sauc par *plaknes slīpumu*.

Novietosim uz slīpās plaknes ķermeni, kam smaguma spēks ir mg . Tas vērsts vertikāli lejup. Nesteigsimies ķermeni «ripināt lejā».

Uz ķermeni darbojas slīpās plaknes elastības spēks \vec{F}_{el} , kas ir perpendikulārs plaknei un vērsts uz augšu.

Tagad jānovelk koordinātu asis. x asi izdevīgi zīmēt paralēli slīpajai plaknei. Tās pozitīvo virzienu izvēlamies lejup — ķermeņa iespējamās kustības virzienā. Koordinātu sistēmas sākumpunktu novietojam ķermeņa smaguma (masas) centrā (sk. 29.—30. lpp.). Pozitīvo y ass virzienu izvēlamies uz augšu. Ķermeni uz plaknes notur berzes spēks \vec{F}_b . Attēlojam to iespējamai ķermeņa kustībai pretējā virzienā. Pieņemam, ka ķermeņa miera stāvoklī berzes spēks ir pietiekami liels, lai ķermenis nesāktu slīdēt lejup. Tātad miera stāvoklī ir spēku līdzsvars. Statika. Pirmā Ņūtona likuma situācija.

Uzdevuma fizikālais saturs

Ķermeņa apkārtne:

- 1) Zeme, tāldarbība. $mg = F$;
- 2) plakne, tuvdarbība. $F_{el} = F_{sp}$;
- 3) plakne, tuvdarbība. $F_b = F'_b$.

Piezīme. Kā jau «Lietišķās fizikas» 1. daļā bija norādīts, uzdevuma fizikālajā saturā ietilpst pētāmā ķermeņa apkārtnes spēku noteikšana. Tika norādīts, ka ķermeņa apkārtni veido tikai tie ķermeņi, kuri pētāmajam ķermenim pieliek spēku. Starp pētāmo ķermeni un ikvienu apkārtnes ķermeni notiek mijiedarbība, kuru apraksta trešais Ņūtona likums: *mijiedarbības spēku virzieni ir pretēji, bet spēku moduļi — vienādi*. Isi aprakstot pētāmā ķermeņa apkārtni, vajag pierakstīt arī mijiedarbības spēku moduļu vienādības. Tās vienādības, kuras būs vajadzīgas uzdevuma risinājumā, sanumurē. Šīs vienādības risinājumā kļūst par papildu sakarībām, bez kurām uzdevumu nevar atrisināt. Tālāk dotajos uzdevumu paraugos Jūs to redzēsiet.

Ievērojot «Lietišķās fizikas» 1. daļā ieteikto norunu, tos spēkus, kuri rodas, ja pētāmais ķermenis ar kādu apkārtnes ķermeni mijiedarbojas tiešā saskarē, saucim par *tuvdarbības spēkiem*. Tas darīts tādēļ, lai jūs pierastu pie fizikālo lauku spēkiem, kuri uz ķermeni iedarbojas no attāluma. Pretstatā tuvdarbības spēkiem Zemes gravitā-

cijas lauka spēki nosaukti par *tāldarbības spēkiem*. Šāda noruna izpildīta arī «Lietišķās fizikas» 2. daļā.

Mehānikas uzdevumos spēku moduļu vienādība $mg = F$ paliek fizikālā satūra līmenī. Šī sakarība raksturo Zemes un pētāmā ķermeņa mijiedarbību, taču risinājumā «nepiedalās».

Vienmēr jāatceras, ka *zimējumā attēlojami tikai tie spēki, kas pētāmajam ķermenim pielikti no apkārtnes*. Kā jau sacīts, apkārtnes ķermeņiem pielikto «atbildes spēku» lielumus jeb moduļus var aprēķināt no mijiedarbības spēku moduļu vienādībām.

Uzrakstīsim spēku projekcijas uz koordinātu asīm:

$$(\vec{F}_b)_x = -F_b; \quad (\vec{F}_{el})_x = 0 \quad (mg)_x = mg \sin \alpha;$$

$$(\vec{F}_b)_y = 0; \quad (\vec{F}_{el})_y = F_{el}; \quad (mg)_y = -mg \cos \alpha.$$

Izpētiet taisnleņķa trijstūrus un leņķu vienādību tajos!

Spēku projekciju vienādojums pa x asi:

$$mg \sin \alpha - F_b = 0 \quad (1. \text{ Ņūtona likuma situācija}).$$

Spēku projekciju vienādojums pa y asi:

$$-mg \cos \alpha + F_{el} = 0 \quad (1. \text{ Ņūtona likuma situācija}).$$

Esam iztīrījuši slīpās plaknes «fiziku un matemātiku» un reizē ar to izveidojuši arī fizikālo saturu vienam uzdevumu tipam.

Lai attīstītu savas iemaņas, uzzīmējiet situāciju vēlreiz, pagriežot plakni ar slīpumu uz otru pusi! Atkārtojiet arī pierakstus!

() «KALNI RUNĀ»

Kalnus sakrājies tik daudz sniega, ka tas vairs nevar uz slīpuma noturēties. Milzīgas kupenas veļas lejup. Pa ceļam tās kā spēlēdamās izmētā lielus klinšu blukus. Aprok zem sniega visu, kas gadās ceļā. Lauž kokus. Smaguma spēks «strādā», pareizāk sakot, «strādā» smaguma spēka sastāvdaļa $mg \sin \alpha$. No kalniem nāk rūkoņa. «Kalni atkal runā,» saka vietējie iedzīvotāji un ieklausās tālajā troksnī.

Ir zudis spēku līdzsvars sniegam. Berzes spēks nespēj līdzsvarot smaguma spēka sastāvdaļu $mg \sin \alpha$.

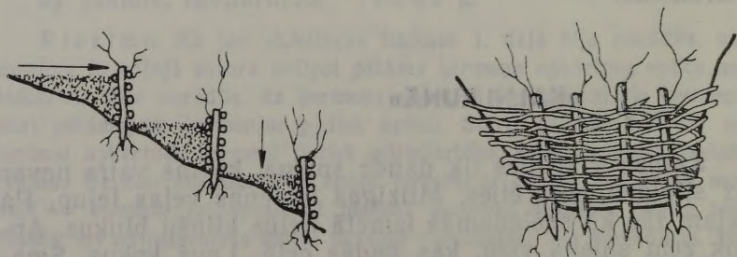
() «LIDOJOŠAIS KILOMETRS»

Albervilas trasēs 1992. gada ziemas Olimpiskajās spēlēs slēpotājiem bija neparasti stāvs nobrauciens: kalna slīpums apmēram 67° . Sportistu velk lejup spēks $mg \sin 67^\circ = 0,92 mg$. Nobrauciens būtu gandrīz brīvais kritiens, ja nedarbotos gaisa pretestības spēks. Nobrauciena beigās saņemtais ātrums ir apmēram 230 km/h. Tā ir ātruma robeža cilvēka kritienam gaisā. Bremzējošais gaisa pretestības spēks, kas ir tieši proporcionāls ātruma kvadrātam, nobrauciena beigās jau ir līdzsvarojis spēku $0,92 mg$. Var sacīt, ka trases beigu daļā kustība notiek ar gandrīz nemainīgu ātrumu.

Sportista kļūmīgs kritiens var izraisīt nelaimi, jo lielais ātrums «jālikvidē» īsā laika sprīdī. Pieņemsim, ka bremzēšanas laiks ir 0,5 s. Tad paātrinājums (tā projekcija pa x asi) ir -126 m/s^2 . Trieciens pret šķērslī izraisa 12,6-kārtīgu pārslodzi. Ja bremzēšanas laiks ir vēl īsāks, tad pārslodze rodas vēl lielāka.

() CĪŅA PRET AUGSNES NOGRUVUMIEM

Uz slīpuma augsni notur berzes spēks. Ja kūst sniegs vai ir nolijis lietus, tad miera stāvokļa berzes spēks starp augsnes daļiņām samazinās. Smaguma spēka sastāvdaļu $mg \sin \alpha$ berzes spēks vairs nespēj līdzsvarot. Sākas augsnes slīdēšana lejup. Sausā laikā slīdēšana pierimst, bet



pēc lietus tā sākas no jauna. Veidojot uz slīpuma zaru pīnumus un stādot kokus, var izveidot terases un ar laiku slīpo nogāzi var sākt izmantot lietderīgi. Šauru gravu var pavisam aizaudzēt.



Agentūra «Krēsla» ziņo, ka pagājušās nedēļas beigās Latvijas zemessardze kopā ar muitas departamenta darbiniekiem veica liela mēroga operāciju uz Madonas un Ogres rajona ekonomiskās robežas, lai novērstu sniega kontrabandu no Gaiziņkalna uz Zilokalnu.

Operācijas gaitā tika konfiscēts viens mūlis — pajūga vilcējs un pilns portfelis ar sniegu.

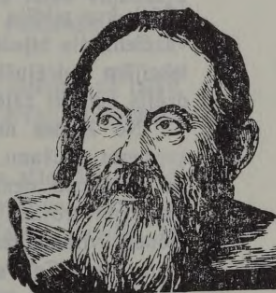
Pēc «Krēslas» ekspertu domām, šādas operācijas būtu jāriko biežāk. Muitnieki gan sūdzas, ka viņiem nav pietiekami lielu saldētavu, kur uzglabāt konfiscēto sniegu.

(Laikraksts «Diena». 1992, 3. marts.)

Galileo Galilejs dzimis 1564. gada 18. februārī Itālijas pilsētā Pizā (dienā, kad no dzīves šķīrās lielais Mikelandželo).

Tēvs, būdams mūziķis, prātoja, kādu ceļu dzīvē dēlam izvēlēties. Galileo bija dotības mūzikā, taču tēvs gribēja, lai viņš apgūtu «kaut ko pamatīgāku».

1581. gadā, sasniedzis 17 gadu vecumu, Galileo tomēr izlēma studēt medicīnu. Studijas maksāja dārgi, taču tad nākotne varētu būt nodrošināta. Galileo sāka medicīnas studijas Pizas universitātē. Tajā laikā medicīnas mācīšana «sākās ar Aristoteli». Sengrieķa atziņas tika pasniegtas dogmu veidā bez jebkādiem spriedumiem un pierādījumiem. Galilejs no Aristoteļa visvairāk mācījās fiziku. Jaunais mediķis vēlāk rakstīja: «Aristotelis mani iemācīja prātu apmierināt tikai ar to, ko var iegūt pārdomu ceļā.»



Medicīna viņam drīz vien palika otrajā plānā. Students aizrāvās ar matemātiku un fiziku. Pateicoties ieteikumam, Galileo Galilejs pēc Pizas universitātes beigšanas 1589. gadā (25 gadu vecumā) kļuva par šīs universitātes matemātikas profesoru.

Trīs profesora darba gados viņš izdarīja tādus atklājumus fizikā, kuri ir pamats mūsdienu mehānikai un eksperimentālajai fizikai. Kas ir šie atklājumi?

Brīvās krišanas likumi, slīpā sviediena teorija, kustība pa slīpo plakni. Tika izteikts inerces likums, kas 100 gadu vēlāk kļuva par pirmo Ņūtona likumu.

Galilejs izvirzīja ideju par *kustības un miera stāvokļa relativitāti* (Galileja relativitātes princips). Šo atziņu skolas fizikas kursā izmantojam, lietojot *atskaites sistēmu*.

Nodaļā par svārstībām minēsim Galileja atklājumus svārstu teorijā. Viņš izgudroja arī termoskopu — mūsdienu termometra priekšteci.

Kad Galilejs veicis eksperimentus, metot akmeņus lejup no slīpā Pizas torņa, ļauzu pūlis torņa pakājē sajūsminājies par spēcīgajiem

studentiem, kuri svieduši akmeņus atkal augšā. Profesora «izdarības» novērotājiem bijušas gluži vienaldzīgas.

Straujais un īsais ķermeņa kritiens no Pizas torņa zinātniekam neļāva parādību izpētīt kā nākas. Tādēļ Galilejs sāka veikt mēģinājumus ar slīpo plakni. Arī šajā gadījumā uz ķermeņa darbojas smaguma spēks un kustība ir paātrināta, taču viss notiek lēnāk. Var izmērīt kustības laiku un ķermeņa veikto ceļu.

Galileja aizsāktie eksperimenti izveidoja zinātnes metodi «jautājiet dabai». Tas nozīmē, ka dabas likumi jāatklāj pētījumos un izgudrojumi jāpārbauda mēģinājumos. Tāpēc itāļu zinātnieks ir *eksperimentālās fizikas pamatlicējs*.

Metode «jautājiet dabai» tagad, protams, ir visu dabaszinātņu metode.

Pēc trim darba gadiem Galilejs pārgāja darbā uz Padujas universitāti, kur pildīja profesora vietu 18 gadus. Pēc paša Galileo Galileja vārdiem, tie bijuši laimīgākie un ražīgākie gadi viņa mūžā. Uz viņa lekcijām pulcējušies tik daudz zinātkāro studentu, ka lekcijas vajadzējis noturēt zālē, kur varēja sīti vai tūkstots klausītāju.

No Zemes mehānikas pētījumiem zinātnieks pārgāja uz debess ķermeņu pētīšanu. 1609. gadā viņš uzbūvēja pasaulē pirmo teleskopu. Šo teleskopu demonstrēja Venēcijā Svētā Marka tornī. Debess ķermeņu novērojumi sagrāva Aristoteļa mācību par «ideālajām sfērām». Mēness virsma izrādījās pārklāta ar kalniem un izraibināta ar krāteriem, Piena Ceļš sadalījās atsevišķās zvaigznēs, Saulei parādījās plankumi.

Galilejs atklāja četrus Jupitera pavadoņus, Veneras fāzes, Saules rotāciju ap asi.

1610. gadā Venēcijā iznāca Galileja darbs «Zvaigžņu vēstnesis». Tur bija aprakstīti minētie atklājumi, kuri sagrāva Ptolemaja pasaules uzbūves sistēmu un apstiprināja Kopernika teoriju.

Galilejs bija Kopernika uzskatu piekritējs jau sen.

Atklājumi vairoja zinātnieka slavu un atzinību. Venēcijas Republikas Padome nolēma Galileo Galileju apstiprināt par Padujas universitātes profesoru uz mūžu, maksājot viņam 1000 zelta guldeņu lielu algu. Tomēr profesors ilgojās pēc mierīgākas vietas, kur nebūtu vairs jāstrādā pasniedzēja darbs un līdz ar to varētu vairāk laika ziedot zinātnei. Tāda izdevība radās.

Dzimtā pilsēta Piza aicināja Galileju atpakaļ, dodot viņam profesora vietu universitātē un piešķirot «Lielhercoga pirmā filozofa» goda titulu. Lekcijas lasīt vairs nebija pienākums, bet «tiesības».

Arvien vairāk pieauga katoļu baznīcas neapmierinātība ar Galileja atklājumiem, jo tie runāja preti Ptolemaja pasaules uzbūves sistēmai. Taču vēl ilgi nekas tieši Galilejam nedraudēja. Lielhercogs pats rūpējās par zinātnieku, atļāva viņam pavadīt rudenis un ziemas savās pilīs, izrādīja interesi par atklājumiem astronomijā.

1611. gada pavasarī Galilejs spēra drošu soli — devās uz Romu, lai pārliecinātu baznīcas augstākās iestādes par savu atklājumu pareizību. Roma zinātnieku uzņēma grezni.

Tomēr atzišana Kopernika mācībai no baznīcas augstākajām instancēm netika dabūta. Turklāt vēl izraisījās strīds ar jezuītu priesteri par Saules plankumiem, tā rezultātā zinātnieks ieguva visai bīstamu jezuītu kolēģijas ienaidu.

Sekoja liktenīgs solis — 1632. gadā nāca klajā Galileja grāmata «Dialogs par divām galvenajām pasaules sistēmām». Tajā autors apraksta diskusiju starp diviem Kopernika mācības pārstāvjiem — Salviati un Sagredo — un vienu Ptolemaja pasaules sistēmas aizstāvi — Simplicio. Pēdējais vienmēr tiek «piespiests pie sienas» un savu uzskatu aizstāvībā nonāk līdz absurdam. Darbs uzrakstīts ar smalku ironiju un ir asa satīra.

«Dialoga» iznākšana bija «tilta sadedzināšana aiz sevis». Romas pāvests, iedomādamies sevi Simplicio lomā, pavēlēja uzsākt izmeklēšanu. Sirmajam zinātniekam 69 gadu vecumā ziemas laikā vajadzēja uzņemties ceļojumu uz Romu. Pēc vairākkārtējas «izklausināšanas» tika nolasiēts spriedums:

«Darbs aizliegts, autors notiesāts ar ieslodzījumu cietumā uz laiku, kas nosakāms pēc mūsu ieskata, paturot tiesību ar grēku nožēlošanu sodu samazināt, grozīt, visu to vai pa daļai atlaist.»

Uz ceļiem stāvot, Galileo Galilejam bija jānolasa atteikšanās zvērests. Leģenda stāsta, ka viņš esot izrunājis lepnos vārdus: «*Eppur si muove*» (tulk, no latīņu val.: «Un tomēr viņa griežas»). Izrādās, ka Galilejs šos vārdus nav teicis.

Cienījamā vecuma zinātnieks, būdams noguris un ilgodamies pēc miera, darīja visu, ko no viņa prasīja. Viņš apliecināja, ka nekādā ziņā neatzīst Kopernika pasaules uzbūves sistēmu, jo Džordāno Bruno liktenis rēgojās acu priekšā kā šausmīgs brīdinājums.

Pēc tiesas procesa Galilejam atļāva uzturēties savā villā Florences tuvumā, kur viņš klusā mierā nodzīvoja līdz 1642. gada 8. janvārim. Viņa pēdējā vēlēšanās bija — atdusēties Florences panteonā *Santa Croce* blakus Mikelandželo. Šo zinātnieka vēlējumu izpildīja daudz gadu vēlāk — 1737. gadā.

() SLĪPĀ PLAKNE DOD SPĒKA IETAUPTĪJUMU

Paņemiet zīmuli un papīru!

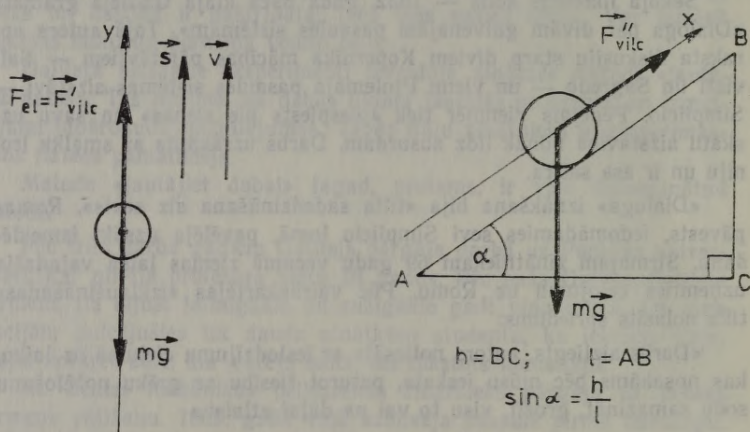
Jums jāpaceļ ķermenis ar masu m augstumā h . Ja to dara pa vertikāli un turklāt vienmērīgi, tad spēku projekciju vienādojums pa y asi ir šāds:

$$-mg + F'_{\text{vīlc}} = 0 \quad (1. \text{ Ņūtona likuma situācija}).$$

Tātad $mg = F'_{\text{vīlc}}$. No šejienes redzam, ka ķermenis ceļams ar spēku, kura modulis vienāds ar smaguma spēka



moduli. Ķermeņa izkustināšanai (paātrinājuma piešķiršanai) vajadzīgs vēl lielāks spēks. Taču spriedumu vienkāršības nolūkā pieņemam, ka kustība ir vienmērīga.



To pašu ķermeni var pacelt augstumā h pa slīpo plakni ar garumu l . Uzrakstīsim spēku projekciju vienādojumu pa x asi:

$$-mg \sin \alpha + F''_{vilc} = 0 \quad (1. \text{ Ņūtona likuma situācija}).$$

No šejienes redzam, ka $F''_{vilc} = mg \sin \alpha$. Salīdzinām abus vilcējspēkus:

$$\frac{F'_{vilc}}{F''_{vilc}} = \frac{mg}{mg \sin \alpha}.$$

Sāisīnot ar mg un ievērojot, ka $\sin \alpha = \frac{h}{l}$, iegūstam

$$\frac{F'_{vilc}}{F''_{vilc}} = \frac{l}{h}.$$

Ja kustība pa slīpo plakni ir vienmērīga un berzes spēku neņem vērā, tad teorētiski ietaupa spēku tik reizes, cik reizes plaknes garums l ir lielāks par tās augstumu h .

Piemērs. Muca, kuras masa 200 kg, jāieceļ kravas automobiļi. Autobiļa kravas kastes augstums $h = 1,5$ m. Ja mucu ceļ «ar rokām», tad vajag 2000 N lielu spēku (sākot mucas celšanu, vajadzīgs nedaudz lielāks spēks paātrinājuma piešķiršanai). Lai atvieglotu mucas iecelšanu, pie automobiļa kravas kastes pieslien dēli, kura ga-

rums $l=6$ m. Slīpā plakne dod spēka ietaupījumu $6:1,5=4$ reizes. Mucu ievēl kravas kastē, pieliekot spēku $2000:4=500$ N.

Spēka ietaupījums ir «teorētisks» tāpēc, ka praksē berzes spēka līdzsvarošanai būs vajadzīgs lielāks vilcējspēks nekā šādi aprēķinātais. Tas spēka ietaupījumu samazinās. Kaut arī ir šāds «neizbēgams spēka zaudējums», slīpo plakni lieto plaši, jo kopumā spēka ietaupījumu tomēr iegūst. Ar slīpo plakni atvieglo smagumu pacelšanu. (Pie slīpās plaknes vēl atgriezīsimies, iztīrājot darbu.)

Nemainot kravas pacelšanas augstumu h , varam ņemt plakni ar lielāku garumu l . Tad spēka ietaupījums būs vēl lielāks.

Līdzīga situācija ir uz kāpnēm. Jo slīpākas kāpnes starp stāviem, jo vieglāk pa tām uzkāpt. Jo stāvākas kāpnes, jo kāpšana ir grūtāka — kāpņu garums l tuvojas augstumam h .

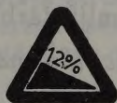
Ir arī vertikālas kāpnes. Ja rodas izdevība, pamēģiniet kāpt pa šādām kāpnēm! Spēka ietaupījuma nav, kāpšana ir visai grūta, jo katrā solī «kājās jābūt» tādām spēkam, kas pēc moduļa vienāds ar jūsu smaguma spēku, un pat vēl lielākam spēkam, jo soļa sākumā kustība ir paātrināta.



() CEĻŠ UZ AIPETRI

Ja gadās būt Jaltā (Krimas Republika), tad izejiet Aipetri kalnā pa līkloču ceļu. Kāpums šim ceļam ir nepārtraukts, taču nav liels. «Slīpās plaknes» garums ir 21 km, bet kopējais pacēlums (plaknes augstums) ir krietni mazāks — apmēram viens kilometrs.

Ceļa pirmās divas trešdaļas vijas pa ne visai stāvā Mogabi kalna nogāzi. Pēc tam ceļš pāriet Aipetri kraujā izbūvētajā terasē, kas met cilpas, pagriežoties pat par 180° (pretējā virzienā).



12m kritums
100m garā ceļā



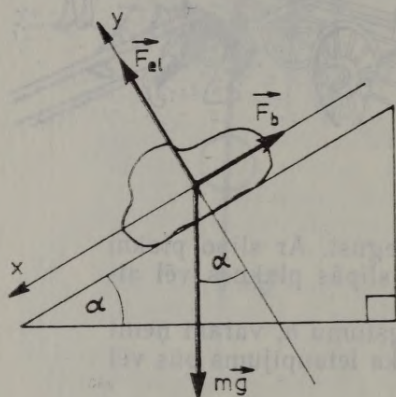
12m kāpums
100m garā ceļā



UZDEVUMS PAR PAŠIZGĀZĒJU AUTOMOBILI

Atrisināsim uzdevumu.

Kādā leņķī jāsašķiebj pašizgāzēja automobiļa kravas kaste, lai no tās izslīdētu betona blūķis? Miera stāvoklī berzes koeficients starp betona blūķi un metāla kravas kasti ir 0,65.



Uzdevuma fizikālais saturs

Pašizgāzēja kravas kaste sašķiebjas aizvien stāvāk, taču betona blūķis sāk slīdēt lejup tikai tad, ja ir sasniegts noteikts kravas kastes slīpums.

Betona blūķis pirms tam neslid lejup tāpēc, ka smaguma spēka komponenti $mg \sin \alpha$ līdzsvaro miera stāvokļa berzes spēks, kas pastāv starp betona blūķi un kravas kasti.

Noteiktā kravas kastes slīpuma leņķī miera stāvokļa berzes spēks ir sasniedzis savu maksimālo vērtību un vairs nespēj līdzsvarot aizvien pieaugošo «vilcējspēku» $mg \sin \alpha$. Betona blūķis iegūst paātrinājumu.

Uzdevumu risināsim, izejot no miera stāvokļa maksimālā berzes spēka, taču vēl pirmā Ņūtona likuma ietvaros — pirms kravas kustības sākuma.

Kravas apkārtne:

- 1) Zeme, tāldarbība. $mg = F;$
 - 2) kravas kaste, tuvdarbība. $F_{el} = F_{sp};$
 - 3) kravas kaste, tuvdarbība. $F_b = F'_b.$
- (1)

Pie apkārtnes spēkiem pieder smaguma spēks \vec{mg} , elastības spēks \vec{F}_{el} un berzes spēks \vec{F}_b . Šo spēku moduļi vienādi ar pret darbības spēku moduļiem, jo starp kravu un apkārtni notiek mijiedarbība pēc trešā Ņūtona likuma.

Spēku projekciju vienādojums pa x asi:

$$mg \sin \alpha - F_b = 0 \quad (1. \text{ Ņūtona likuma situācija}). \quad (2)$$

Spēku projekciju vienādojums pa y asi:

$$-mg \cos \alpha + F_{el} = 0 \quad (1. \text{ Ņūtona likuma situācija}). \quad (3)$$

Risinājums

Kā zināms no 1. daļas, berzes koeficients

$$\mu = \frac{F_b}{F_{sp}}. \quad (4)$$

Izmantojot vienādojumus (1) un (3), no formulas (4) atrodam sakarību

$$F_b = \mu mg \cos \alpha. \quad (5)$$

Ievietojot formulu (5) vienādojumā (2), atrodam

$$mg \sin \alpha - \mu mg \cos \alpha = 0.$$

Saīsinot ar mg , iegūstam

$$\sin \alpha - \mu \cos \alpha = 0.$$

Dalot ar $\cos \alpha$, atrisina vienādojumu šādi:

$$\frac{\sin \alpha}{\cos \alpha} - \mu = 0;$$

$$\operatorname{tg} \alpha = \mu;$$

$$\alpha = \operatorname{arctg} \mu;$$

$$\alpha = \operatorname{arctg} 0,65 = \underline{\underline{33^\circ}}.$$

BERZES SPĒKA ATKARĪBA NO PLAKNES SLĪPUMA LEŅĶA



Sakarību $F_b = \mu mg \cos \alpha$, kuru ieguvām, risinot iepriekšējo uzdevumu, derētu iegaumēt. Tā ir *slīpās plaknes berzes spēka formula*.

Izpētīsim, kā mainās berzes spēks atkarībā no plaknes slīpuma leņķa α . Pieaugot leņķim α , $\cos \alpha$ vērtība samazinās (tas zināms no matemātikas). Tāpēc uz stāvākas plaknes arī berzes spēks ir mazāks.

Turpretim $mg \sin \alpha$, ko varētu saukt par «vilcējspēku», palielinās, ja slīpuma leņķis pieaug ($\sin \alpha$ vērtība palielinās, pieaugot leņķim α).

Var sacīt, ka stāvs kalns slēpotāja ātruma palielināšanos veicina divējādi: samazinās berzes spēks un palielinās smaguma spēka nelīdzsvarotā sastāvdaļa $mg \sin \alpha$.

Ja kalns pārvēršas vertikālā sienā, t. i., $\alpha = 90^\circ$, tad $F_b = \mu mg \cos 90^\circ = \mu mg \cdot 0 = 0$. Tātad vairs nav berzes spēka, kas radās smaguma spēka dēļ. Ja $\alpha = 90^\circ$, tad smaguma spēka sastāvdaļa $mg \sin 90^\circ = mg \cdot 1 = mg$. Kustība

lejup pārvēršas par brīvo kritienu, ja neievēro gaisa pretestību.

Albervilas «lidojošais kilometrs» ir kalns ar 67° lielu slīpuma leņķi. Aprēķināsim berzes spēku 67° slīpumā:

$$F_b = \mu mg \cos \alpha.$$

Kokam slīdot pa sniegu, berzes koeficients ir 0,04. Tad $F_b = 0,04 \cdot mg \cdot 0,39 = 0,02 mg$. Redzam, ka berzes spēks slēpotājam nobraucienā ir tikai 2% no viņa smaguma spēka.

Aprēķināsim, kāds spēks slēpotāju velk lejup: $mg \sin 67^\circ = mg \cdot 0,92 = 0,92 mg$.

Slēpotāja nobrauciens ir visai tuvs kritienam. Iepriekš jau aplūkojām situāciju «lidojošā kilometrā», kur galvenais bremsējošais spēks ir gaisa pretestības spēks.

No Albervilas kraujas pāriesim uz Latvijas lēzenajiem pakalniem. Ja kalna slīpums pakāpeniski samazinās, tad $\cos \alpha$ vērtība tuvojas 1, bet $\sin \alpha$ vērtība tuvojas nullei (matemātika!).

Tas nozīmē, ka berzes spēks mazākā slīpumā pieaug, bet smaguma spēka komponente $mg \sin \alpha$ — «vilcējspēks» samazinās. Jāsecina, ka lēzenie pakalni ātro nobraucienus cienītājus «apbēdina dubulti».

Robežgadījumā, kad $\alpha = 0^\circ$, tad $F_b = \mu mg \cdot 1 = \mu mg$ un $mg \sin \alpha = mg \sin 0^\circ = mg \cdot 0 = 0$ («vilcējspēka», ko rada slīpums, vairs nav!).

Ar slēpēm pa akmeņiem

Slēpošanu pa akmeņainām Alpu kalnu nogāzēm pirmoreiz sarīkoja Šveices sieviešu kalnu slēpošanas komandas bijušais treneris Ervins Cenkluzens. Viņš sameklēja vairākus drošsirdīgus puīšus, kuri bija ar mieru riskēt. Tā 1976. gadā Grehenes ciemata tuvumā ziņkārīgajiem tūristiem par labu samaksu tika demonstrēts sensacionāls slaloms pa akmeņiem.

Kopš tā laika oriģinālais slēpošanas šovs notiek regulāri. Skatītāju netrūkst.

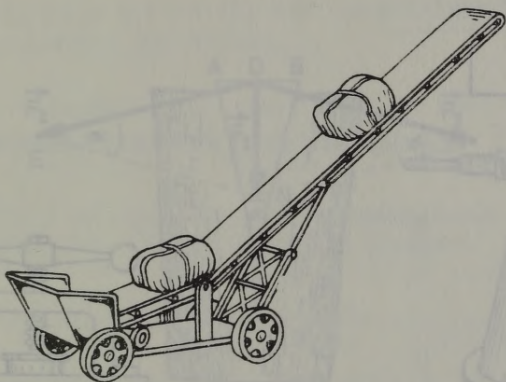
Vienam no slēpotāju grupas vadītājiem pajautāja, vai viņi nav jukuši, ka brauc pa akmeņiem, kad jebkurā brīdī var notikt kritiens uz šiem akmeņiem, nevis uz glābjoša sniega. Atbilde skanēja šādi: «Kalnu slēpotāji, kas ātrāk nekā ar 100 kilometriem stundā traucas pa apledojušām nogāzēm, riskē pat vairāk nekā mēs. Jo mēs tik ātri nebraucam...»

Slēpošana pa akmeņainām nogāzēm acimredzot tā arī paliks «cirka» līmenī un neiegūs sporta veida statusu. Bet... ko var zināt?



() SLĪPĀ PLAKNE — TRANSPORTIERIS

Ja miera stāvoklī berzes spēks starp transportiera lenti un kravu ir pietiekami liels, tad krava pa lenti lejup neslīd. Ir spēku līdzsvars — statika. Slīdošā lente ceļ kravu augšup.



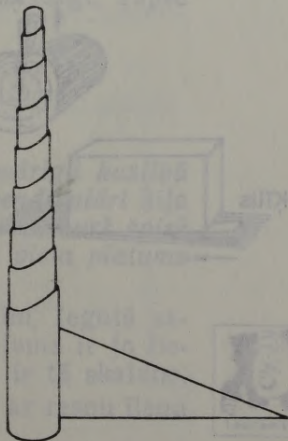
() SKRŪVE

Ipašs slīpās plaknes paveids ir skrūve. Pavirši vērojot, ir grūti saskatīt skrūvē slīpo plakni.

Skrūve ir vienkāršais mehānisms, kas, tāpat kā slīpā plakne, dod spēka ietaupījumu. Pati skrūve ir cilindrs, uz kura virsmas izveidota *vītnes līnija*. Skrūvei uzskrūvē *uzgriežņi*, kam ir tieši tāda pati vītnes līnija, tikai tā izveidota urbuma iekšpusē.

Ja skrūves cilindram «tin apkārt» slīpo plakni — taisnleņķa trijstūri, tā pamats «aptinas» cilindram vairākkārt, bet hipotenūza veido vītnes līniju.

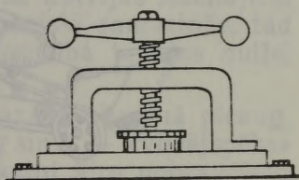
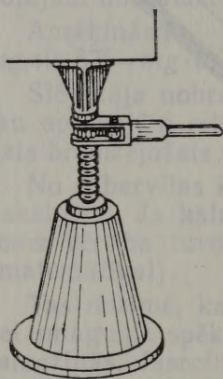
Lai vieglāk izprastu, kā darbojas skrūve, izgrieziet no papīra taisnleņķa trijstūri, kura pamata garums vienāds ar kāda cilindra, piemēram, pudeles, apkārtmēru! Uztiniet šo trijstūri un, vēl labāk, pielīmējiet cilindram! Tad hipo-



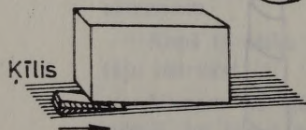
tenūza uz cilindra virsmas veidos vītnes līniju, bet šaurā leņķa pretkatete — skrūves *solī*. Jo mazāks solis, jo lielāku spēka ietaupījumu dod skrūve.

Uz skrūves principa pamata izveidots domkrats — ierīce smagu kravu pacelšanai. To lieto, piemēram, lai paceltu automobili un nomainītu tam riteni.

Skrūvi plaši izmanto arī spiednēs. Šāda spiedne noder, piemēram, sulas izspiešanai no augļiem un ogām.



() **ĶĪĻIS**



Ķīlis, tāpat kā skrūve, ir slīpās plaknes paveids. Ir ķīļi, kuru garenriezums veido taisnleņķa trijstūri. Taču vēl plašāk izplatīti ir tādi ķīļi, kas it kā salikti no diviem taisnleņķa trijstūra ķīļiem.

Pēc ķīļa principa izveidoti visi griežamie un duramie rīki — naži, dakšiņas, šķēres, cirvji, īleni, kalti, ēveles, arklus lemeši.

Ķīļi izmanto, lai iespiestos apstrādājamā materiāla iekšienē.

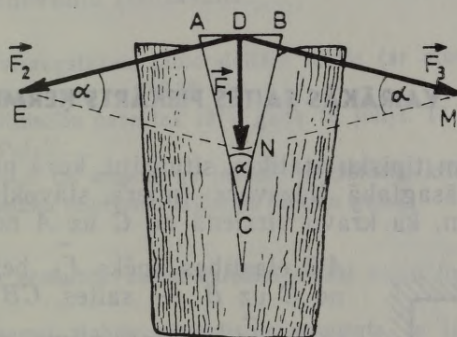
Zīmējumā redzami šādi ķīļa elementi:

$AB = h$ — ķīļa pieta platums;

$AC = BC = l$ — ķīļa skaldnes garums.



Perpendikulāri pietam ķīlis saņem trieciena spēku \vec{F}_1 . Šis spēks pēc paralelograma likuma sadalās divos skaldnēm AC un BC perpendikulāros spēkos \vec{F}_2 un \vec{F}_3 , turklāt $F_2 = F_3$. Šie spēki trieciena momentā pārvarējuši materiāla (koka) pretestības spēkus un atbīdījuši kluča daļas vienu no otras.



Ķīlis paliek iestrēdzis klucī, jo starp koku un ķīļa skaldnēm ir pietiekami liels berzes spēks. Ja nebūtu berzes, tad koks izstumtu ķīli ārā. Tā notiek arī tad, ja berzes spēks ir neliels.

Nākošā trieciena spēks ķīli iebīdīs dziļāk.

Trijstūru ABC un EDN leņķi ir attiecīgi vienādi, jo to malas ir savstarpēji perpendikulāras.

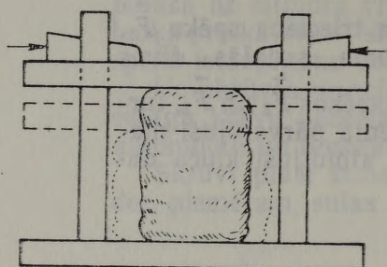
Leņķu vienādība liecina, ka trijstūri ir līdzīgi. Tāpēc varam uzrakstīt attiecīgo malu proporciju:

$$\frac{F_2}{F_1} = \frac{l}{h}.$$

Lai ķīlis būtu miera stāvoklī vai vienmērīgā kustībā bez berzes, tad spēkam, kas darbojas perpendikulāri ķīļa pietam, ir jābūt tik reižu mazākam par spēku, kurš spiež perpendikulāri ķīļa skaldnei, cik reižu ķīļa pieta platums ir mazāks par tā skaldnes garumu.

Tāds ir spēku līdzsvara nosacījums ķīlim. Iegūtā sakarība rāda, ka, lietojot ķīli, spēka ietaupījums ir jo lielāks, jo šaurāks ir ķīļa piets un jo garāka ir tā skaldne.

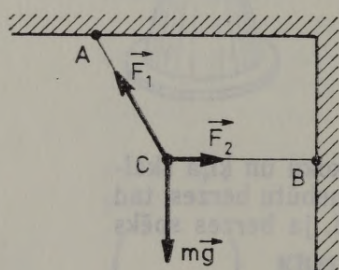
Tāpēc ir grūti cirst ar strupu cirvi, durt ar resnu ilenu un griezt ar biezu nazi.



Ķīli izmanto arī detaļu sa-
stiprināšanai celtniecībā. Ar
ķīli nostiprina cirvja kātu. Ķīli
lieto arī spiednēs. Ir svarīgi,
lai berze starp ķīli un virsmu,
ar kuru tas saskaras, būtu pie-
tiekami liela. Materiāls nedrīkst
ķīli izbīdīt ārā.

() VAIRĀKĀS SAITĒS PIEKĀRTS ĶERMENIS

Aplūkosim tipisku statikas situāciju, kurā piekārtajam ķermenim jā saglabā līdzsvars (miera stāvoklis). Zīmējumā redzam, ka kravu virzienā no C uz A notur saites

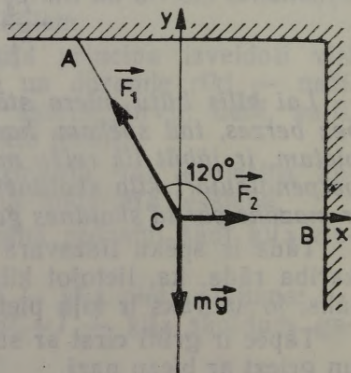
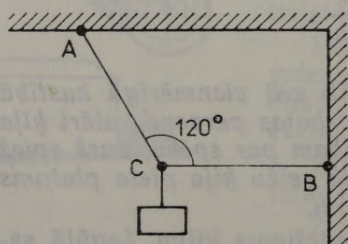


AC elastības spēks \vec{F}_1 , bet virzienā no C uz B — saites CB elastības spēks \vec{F}_2 . Jau no pirmā acu uzmetiena var nojaust, ka visi trīs spēki, kas pielikti punktā C , savā starpā līdzsvarojas.

Nākošajā zīmējumā attēlota tā pati situācija, tikai spēki nav norādīti.

Šādā vairāku saišu piekarē izpaužas spēku līdzsvara nosacījums:

piekārtais ķermenis (pareizāk, sistēma) ir līdzsvarā (miera stāvoklī), ja pielikto spēku projekciju summa pa jebkuru asi ir vienāda ar nulli.



Uzzīmēsim koordinātu asi. x asi vēršīsim virzienā no C uz B , bet y asi — caur punktu C vertikāli uz augšu.

Spēku projekciju vienādojums pa x asi:

$$-F_1 \cos 60^\circ + F_2 = 0 \quad (1. \text{ Ņūtona likuma situācija}). \quad (1)$$

Spēku projekciju vienādojums pa y asi:

$$-mg + F_1 \cos 30^\circ = 0 \quad (1. \text{ Ņūtona likuma situācija}). \quad (2)$$

Vienādojumus (1) un (2) var izmantot par izejas sakarībām uzdevumu risināšanā.

Pasaulē visaugstākais radioraidītāja tornis (ar atsaitēm) ir Varšavā. Torņa augstums — 646,38 m.

Torņa celtniecību pabeidza 1974. gada 18. jūlijā. Tā masa ir 550 t. Autors Jans Polaks.

Šis tornis ir tik augsts, ka jebkurš priekšmets, kritot no augšas, sasniedz vislielāko iespējamo krišanas ātrumu gaisā.

Harisona postulāts: katrai darbībai atbilst tikpat liela pret darbīga kritika.

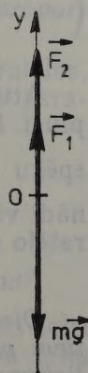
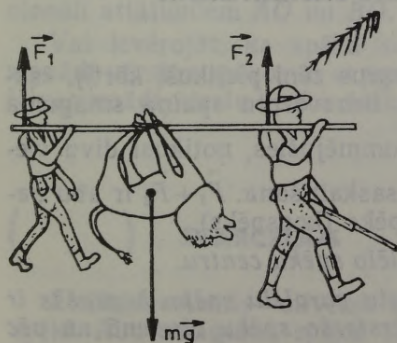
Kona likums: stabils stāvoklis ir sasniegts, ja jūs vienā laidī tērējat laiku, lai atskaitītos par «nekā nedarišanu».

NO
GINEŠA
REKORDU
GRAMATAJ



() PARALĒLU SPĒKU LĪDZSVARS

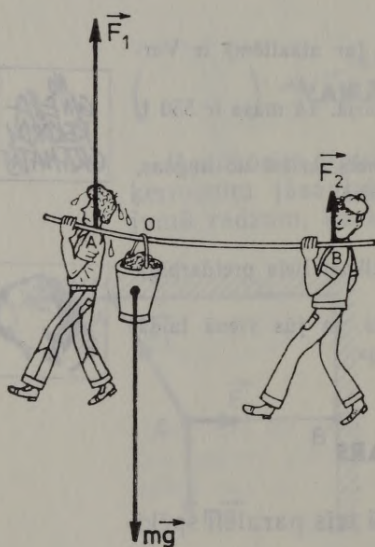
Zīmējumos varam izsekot, kādā veidā trīs paralēli spēki savā starpā līdzsvarojas. Medījuma smaguma spēks mg saglabā miera stāvokli attiecībā pret Zemi, jo smaguma spēku līdzsvaro divi elastības spēki F_1 un F_2 .



Novilksim y asi vertikāli caur medījuma smaguma centru, pozitīvo virzienu izvēloties uz augšu. Spēkus \vec{F}_1 un \vec{F}_2 paralēli pārnesīsim uz y ass pozitīvo daļu.

Spēku projekciju vienādojums pa y asi:

$$-mg + F_1 + F_2 = 0 \quad (1. \text{ Ņūtona likuma situācija}).$$



Ja smaguma spēks mg pielikts vienādos attālumos no spēku \vec{F}_1 un \vec{F}_2 pielikšanas punktiem, tad abu līdzsvarojošo spēku moduļi ir vienādi. Abiem nesējiem ir «vienādi grūti» nest.

Ja turpretim smaguma spēka pielikšanas punkts neatrodas vienādos attālumos no līdzsvarojošo spēku pielikšanas punktiem (sk. spaiņa nešanu), tad abu līdzsvarojošo spēku summai tāpat jālīdzsvaro smaguma spēks, taču līdzsvarojošie spēki nav vienādi. Abu līdzsvarojošo spēku moduļu summa, protams, ir vienāda ar smaguma spēka moduli. Līdzsvarojošo spēku samēru nosaka attālumu AO un OB attiecība: spēki ir apgriezti proporcionāli šiem attālumiem.

() PARALĒLU SPĒKU SASKAITĪŠANA

Attēlā spēki \vec{F}_1 un \vec{F}_2 , kurus zēni pielikuši kārtij, «saplūst kopā» punktā O , lai līdzsvarotu spaiņa smaguma spēku mg . Spēku moduļi summējušies, notikusi divu vienādi vērstu paralēlu spēku saskaitīšana. $\vec{F}_1 + \vec{F}_2$ ir abu paralēlo spēku rezultējošais spēks (kopspēks).

Punktu O sauc par *paralēlo spēku centru*.

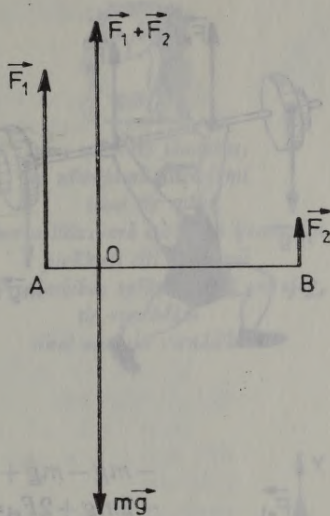
Divu vienā virzienā vērstu paralēlu spēku kopspēks ir tiem paralēls spēks, kas vērstis šo spēku virzienā un pēc lieluma vienāds ar šo spēku moduļu summu.

Kopspēka pielikšanas punkts atrodas starp abu spēku pielikšanas punktiem un daļa attālumu starp šiem punktiem divās daļās, kas apgriezti proporcionālas spēku moduļiem.

Izejot no attēla, uzrakstām šo proporciju:

$$\frac{AO}{BO} = \frac{F_2}{F_1}.$$

Ja abi paralēlie spēki ir vienādi, kā tas redzams zīmējumā, kur vīri nes medījumu, tad kopspēka pielikšanas punkts ir vidū starp abu paralēlo spēku pielikšanas punktiem.



() SPĒKA SADALĪŠANA DIVOS PARALĒLOS SPĒKOS

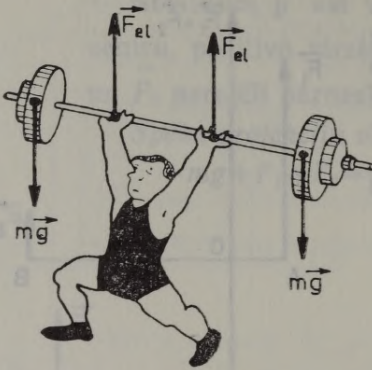
Palūkosimies vēlreiz attēlos, kuros redzama smagumu nešana. Medījuma smaguma spēks sadalījies divās vienādās daļās: vienādi spēki spiež uz abu nesēju pleciem. Otrā attēlā spaiņa smaguma spēks sadalījies divās dažādās daļās un smaguma spēka lielākā daļa «pienākas» nosvīdušajam zēnam.

Smaguma spēka mg nevienādo sadalījumu nosaka attālumu AO un BO attiecība: smaguma spēks mg sadalās divos spiediena spēkos, kuru moduļi ir *apgriezti proporcionāli* attālumiem AO un BO .

Vai ievērojāt, ka spēka sadalīšanās divos paralēlos, vienādi vērstos spēkos ir «apgriezts uzdevums» divu paralēlu, vienādi vērstu spēku saskaitīšanai?

() SVARCĒLĀJS

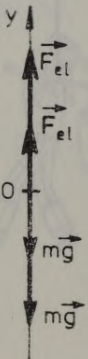
Sistēmā «stienis—cilvēks» savstarpēji līdzsvarojas četri spēki. Abu smaguma spēku summu līdzsvaro abu roku elastības spēki. y asi izvēlamies caur stieņa viduspunktu.



Atcerēsimies vēlreiz, ka spēku līdzsvars nozīmē miera stāvokli un arī vienmērīgu taisnvirziena kustību.

Kamēr stieni ar atsvariem uzceļ augšā virs galvas, strādā kāju un roku muskulatūras elastības spēki un te par spēku līdzsvaru nevar būt nekāda runa, jo notiek kustība ar paātrinājumu.

Aplūkosim situāciju, kad stienis atrodas virs galvas un rezultāts ir sasniegts. Tad ir spēku līdzsvars:



$$-mg - mg + F_{el} + F_{el} = 0 \quad (1. \text{ Ņūtona likuma situācija});$$

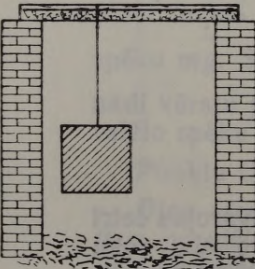
$$-2mg + 2F_{el} = 0.$$

Analizējot stieņa pacelšanas posmus, var noteikt arī citus līdzsvara momentus, kad stienis apstājas un sportists sagatavojas nākošai — paātrinātai kustībai. Paātrinātā kustībā visu elastības spēku summa, kas vērsta uz augšu, ir lielāka par abu atsvaru smaguma spēku summu. Tad spēku līdzsvara nav.

**VALAS
BĒRĪMĀ**

Pārzīmējiet attēlā redzamo situāciju burtniecā! Izvēlieties piekārtā ķermeņa masu, novērtējiet attālumus! Iezīmējiet koordinātu asis! Attēlojiet apkārtnes spēkus!

Aprēķiniet, kā sadalās piekārtā ķermeņa smaguma spēks divās sastāvdaļās (tie ir spiediena spēki uz ķieģeļu kolonnām)! Pārdomājiet, kuri ir līdzsvarojošie spēki, kur notiek spēka sadalīšanās un kur — paralēlu spēku saskaitīšana!



Pavērojiet, kur mehāniskajā darbniecā ir paralēlu spēku situācijas! Izvērtējiet tās! Uz zīmējiet! Uzrakstiet spēku projekciju vienādojumus!

Izvērtējiet paralēlos spēkus ratos, ragavās, arklā vai ecēsās iejūgtam zirgam! Sameklējiet te līdzsvarā esošo ķermeni, kam pielikti apkārtnes spēki!

Izpētiēt šūpoles, vagonu, automobili no paralēlu spēku viedokļa! Attēlojiet spēkus zīmējumā!



() ĶERMEŅA SMAGUMA CENTRS

Jums vienmēr jāatceras,
ka zīmējumā attēlojami
tikai tie spēki,

kurus līdzsvarā esošajam ķermenim
pielikuši citi ķermeņi!
Pretdarbības spēkus zīmēt nevajag,
tie «parādās»
tikai moduļu vienādībās.

Smaguma spēkus, kas darbojas uz ķermeņa atsevišķām daļiņām, var uzskatīt par paralēliem spēkiem. Ja šos atsevišķos spēkus saskaita pakāpeniski pa pāriem, dabū visa ķermeņa smaguma spēku. So paralēlo spēku summārā spēka pielikšanas punktu sauc par *ķermeņa smaguma centru*.

Smaguma centram ķermenī ir noteikta vieta neatkarīgi no tā, kā ķermenis pagriezts. Ķermeņa smaguma centru nosaka ķermeņa izmēri un forma.

Visai vienkārši smaguma centrs nosakāms viendabīgiem ģeometriskas formas ķermeņiem. Tā, piemēram, lodei smaguma centrs sakrīt ar tās ģeometrisko centru, ja lode ir viendabīga (homogēna): tajā nav tukšumu, tā piepildīta ar vienu un to pašu vielu. Lode var būt arī «tukša», taču tās apvalkam jābūt homogēnam — veidotam no vienas vielas un visur vienāda biezuma.

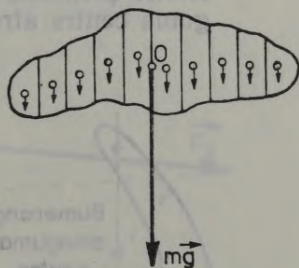
Taisnstūra paralēlskaldnim un kubam, ja tie ir homogēni, smaguma centrs atrodas diagonāļu krustpunktā.

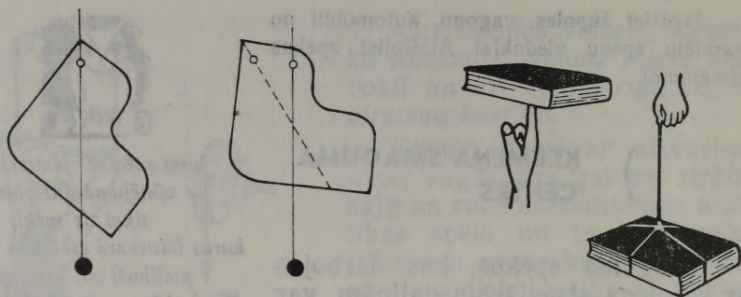
Kādā punktā brīvi piekārts ķermenis vienmēr nostājas tā, ka svērtenis, kas arī piekārts tajā pašā punktā, iet caur ķermeņa smaguma centru.

So likumsakarību izmanto, lai noteiktu smaguma centru jebkuras formas plakanai figūrai: vismaz divas reizes figūru kopā ar svērtēni brīvi piekar, katru reizi novelkot svērtēņa līniju. So līniju krustpunktā ir plakanās figūras smaguma centrs.

Telpiskam ķermenim, protams, šis paņēmieni ir grūtāk izmantojams.

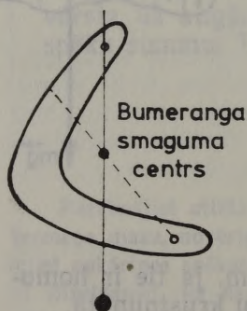
Ja ķermeni piekar vai atbalsta smaguma centrā, tad ķermenis ir līdzsvarā — saites vai atbalsta elastības spēks līdzsvaro ķermeņa smaguma spēku.





Ķermenis ir līdzsvarā arī tad, ja atbalsta punkts un smaguma centrs atrodas uz vienas vertikālas taisnes.

Iespējami arī tādi ķermeņi, kuriem sarežģītās formas dēļ smaguma centrs atrodas ārpus paša ķermeņa. Tad līdzsvara gadījumā situācija var izskatīties visai neparasti. Kad esat cirkā, pavērojiet, kā žonglieri izmanto šīs neparastās situācijas. Taču visam pamatā ir iepriekš sa-
cītais: ķermenis ir līdzsvarā, ja atbalsta punkts un sma-
guma centrs atrodas uz vienas vertikālas taisnes.



Cilvēkam smaguma centrs ir apmēram zem krūšu kurvja (iekšpusē), kuņģa apvidū.

Teorētiski ir izdevīgi pieņemt, ka arī visa ķermeņa masa atrodas vienā punktā — tajā pašā smaguma centrā. Tā radijs smaguma centra otrs nosaukums — *ķermeņa masas centrs*.

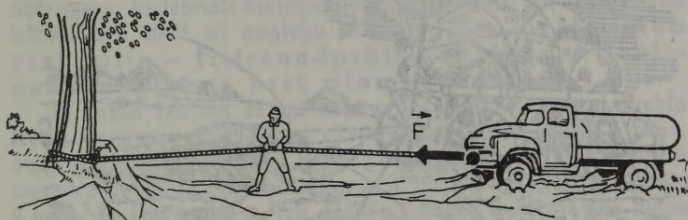
Masa nosaka ķermeņa inerces lielumu, tāpēc smaguma centram ir arī trešais nosaukums — *ķermeņa inerces centrs*.

Nākamajā nodaļā atgriezīsimies pie ķermeņu līdzsvara pētījumiem, aplūkojot šo situāciju plašāk.

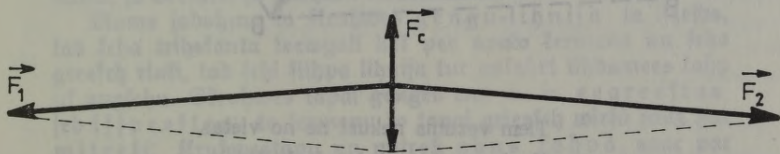
() KĀ ŠOFERIS VAR «IZVILKT AUTOMOBILI» NO BEDRES



Lai izvilktu automobili no bedres, tuvumā jābūt kokam vai kādam citam ķermenim, kuru attiecībā pret Zemi nevar izkustināt. Arī trosi jābūt pietiekami garai.



Trosi nedaudz paceļot, veidojas spēku paralelograms ar visai niecīgu vienu diagonāli — rezultējošo spēku, kuru izraisa cilvēks. Attēlosim situāciju zīmējumā.



Spēks F_1 mijedarbojas ar koka elastības spēku, bet spēks F_2 — ar automobili, izraisīdams spēku \vec{F} (pirmais zīmējums). Šis spēks summējas ar motora vilcējspēku. Abu spēku summa var izrādīties pietiekama, lai automobīlis sāktu kustību.

Līdaka, Gulbis un Vēzis

Kur naida gars starp biedriem rūgst,
Kur labās satiecības trūkst,
Tur darbi nevar iet no rokas
Un sekmju vietā tikai mokas.



Reiz Vēzis, Gulbis, Līdaka
Bij vezmu aizvest apņēmušies,
Un, visi trīs tur iejūgušies,
Tie lien no ādas, bet nekā!



Tiem vezums nekust ne no vietas,
 Kaut gan tas gluži viegls šķietas:
 Jo Gulbis raujas mākoņos
 Un Līdaka velk ūdeņos,
 Bet Vēzis rāpjas atpakaļu.

Kas vainīgs, kam ir taisnība — kas mums par daļu.
 Bet vezums, tas diemžēl
 Tur stāv šo baltu dienu vēl.

(I. Krilova fabulu atdzejojis F. Adamovičs)

Fabulā ir fizikāls uzdevums — triju dažādos virzienos vērstu spēku saskaitīšana. Situācija ir sarežģītāka, nekā tas redzams fabulas ilustrācijā, kur nav attēlots ne vezuma smaguma spēks, ne arī pretestības spēki. Ja jūs saskaitītu spēkus pa pāriem, ievērojot attiecīgās plaknes, tad iegūtu galīgo rezultējošo spēku, kas nav nulle. Pēc otrā Ņūtona likuma kustībai ir jāsākas. Autoram nav taisnība, ka «vezums stāv šo baltu dienu vēl». Taču fabulas morāle — mūžam jauna un patiesa.

Īsturfēh lihdſenumſ, ſas neſtahw lihdſteku jeb weenadi ar uhdenslihniju ir ſchēhbs jeb ſlihpſ lihdſenumſ. ---

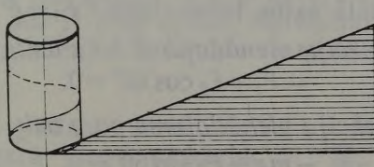
Kad nu apaku ķermenu uſleek uſ ſlihpū lihdſenumū, tad wiaſch wetas uſ ſemi, jo ta ſmagumpunkts naw atſtutets. Schi welſchanahs zita neſas naw ſa triſchana. Bet taſ ſpehſ, zaur ſo ķermens ſtahwu triſtu, pee welſchanahs pa ſlihpū lihdſenumū ſchēhrahſ uſ diwi dakahm; weena ſpehſadaka ſpeeſch ķermenu pa lihdſenumū, ohtra daka wiau dſen uſ ſemi, ſas noſihme weloſchu ſpehſtu un ſpeedoſchu ſpehſtu. Tad jo ſlihpats lidſenumſ, jo lehnati ķermens wetahſ uſ ſemi, un tāpat wiau lehtati war welt uſ augſchu. Dſenoſchſ ſpehſ ſtahw pret wiſu - triſteena-ſpehſtu, ſa ſlihpā lihdſenuma augſtums pret wiaa garumu. ---

Te mehſ redſam ſa pa ſlihpū lihdſenumū ar maſ ſpehſa leelus ſmagumus war ſtumt uſ augſchu. P. pm. kad uſ 3 pehd. augſteem wahgeem uſleek ſlihpi 12 pehd. garu dehli, tad pa to weens pats wihrs tahdu aſminu war dabuht wahgōſ, ſas zitadi 4 wihreem ir zekams. - Zeki, ſalnōſ augſchā un ſemē zits neſas naw ſa til ſlihpi lihdſenumi; tadehl jo ſtahwats ſalns, jo gruh-tata weſma wiſſchana. ---

Ķihliſ jeb wadſis ir trimſtuhrahns ķermens; --- Ja ſihſta berſchanohs nemaſ neuſſlatam, tad ſche ſpehſ ſtahw pret ſmagumu ſo wiaa muguraſplatums pret ta ſahnu garumu. Tadeht jo plahnats Ķihliſ, jo lehtati eedſenams, jo beefats, jo gruhſtati iſdarams. ---

Mums jadohma ſa ſtruhweſ gengu-lihnija ta iſzetas, kad ſcha trihſtanta teewgali lief pee apaka ķermena un ſcho greeſch riakti, tad ſchi ſlihpā lihnija tur apſahrt lihdameeſ ſahp uſ augſchu. Struhweſ tapai genges wai nu ir eegreeſtas jeb iſſpeeſtas; to ķermenu ſo tapai grieſch wirſū ſauz par mitreki; ſtruhweſtapu un mitreki abus ſohpā ſauc par ſtruhwi.

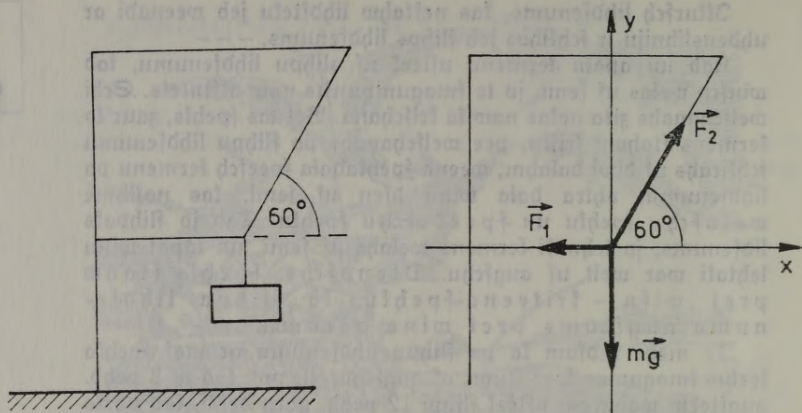
Bet ſo ar ſtruhwi war dariht? Ur wiau ſmagas naſtas lehti war zelt uſ augſchu, un mihtſtus ķermenus ſapſeeſt zeeſchi ſohpā. Spehſ pret ſmagumu ſtahw ſa weens genges greeſeens pret tapas apakimu. Bet kad nu pee mitreka greeſchanas ap tapu ſem ſwihri, turſch daudſ garaſ neſa tapas radius, tad lehti war nopraſt, ſa ar ſtruhwehm war zelt leelus ſmagumus.



() UZDEVUMS PAR PIEKĀRTU ĶERMENI

Ķermenis, kura masa ir 2 kg, piekārts saitē un pēc tam atvilkts sānis horizontālā virzienā. Aprēķināt abu saišu sastiepuma spēkus.





Attēlosim zīmējumā spēkus, kuri darbojas uz piekārtu ķermeni, un mēģināsim «saskatīt fiziku».

Uzdevuma fizikālais saturs

Saskaņā ar uzdevuma nosacījumiem piekārtais ķermenis ir līdzsvarā attiecībā pret Zemi. Tas nozīmē, ka ķermeņim pielikto spēku summa vienāda ar nulli:

$$\vec{F}_1 + \vec{F}_2 + m\vec{g} = 0.$$

Piekārtajam ķermeņim no apkārtnes pieliktie spēki ir savā starpā līdzsvarojušies.

Lai veiktu aprēķinus, jāizmanto spēku projekciju vienādojumi. *Spēku projekciju summai uz jebkuras ass jābūt vienādai ar nulli.*

Piekārtā ķermeņa apkārtne:

- 1) Zeme, tāl darbība. $mg = F;$
- 2) slīpā saite, tuvdarbība. $F_2 = F'_s;$ (1)
- 3) horizontālā saite, tuvdarbība. $F_1 = F''_s.$ (2)

Spēku projekciju vienādojums pa x asi:

$$-F_1 + F_2 \cos 60^\circ = 0. \quad (3)$$

Spēku projekciju vienādojums pa y asi:

$$-mg + F_2 \sin 60^\circ = 0. \quad (4)$$

Risinājums

No vienādojuma (4) izsakām spēka \vec{F}_2 moduli:

$$F_2 = \frac{mg}{\sin 60^\circ}. \quad (5)$$

Izteiksmi (5) ievietojam vienādojumā (3):

$$-F_1 + \frac{mg \cos 60^\circ}{\sin 60^\circ} = 0.$$

Izsakām spēka \vec{F}_1 moduli:

$$F_1 = mg \operatorname{ctg} 60^\circ.$$

Skaitļojums

$$F_1 = 2 \cdot 10 \cdot 0,577 = \underline{11,6 \text{ N}};$$

$$F_2 = \frac{2 \cdot 10}{0,866} = \underline{23,1 \text{ N}}.$$

Analīze

Ir aprēķināti saišu elastības spēku \vec{F}_1 un \vec{F}_2 moduli. Taču uzdevumā bija jānosaka saišu sastiepuma spēki.

Ievērojot sakarības (1) un (2), varam sacīt, ka uzdevums ir atrisināts.



Ceru, ka jūs
uzdevuma risinājumu
nopietni izpētījāt un pārdomājāt!
Vai ievērojāt, ka svarīga nozīme ir
ne tikai algebrai un aritmētikai,
bet arī uzdevuma fizikālajam saturam
un analīzei?

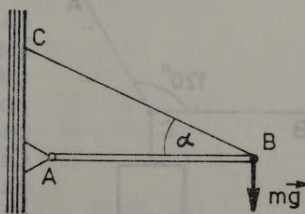
20-1. Tievās, lokanas, 6 m garas stieples gali nostiprināti vienādā augstumā virs Zemes. Stieples viduspunktā uzsēdās putns, kura masa 1 kg. Putna smaguma spēks ielieca stieples viduspunktu par 0,3 m. Aprēķināt abu stieples daļu elastības spēkus.



20-2*. Stieņa AB galapunktā B karājas vads, kas punktam B pieliek 500 N lielu spēku. Aprēķināt elastības spēkus saitē BC un stienī AB . Leņķis starp saiti BC un stieni AB ir 30° .

20-3*. Pie gludas, vertikālas sienas 4 cm garā diegā piekārtā lodīte, kuras masa 300 g un rādiuss 2,5 cm. Cik liels spēks lodīti piespiež pie sienas?

20-4. Cik garš dēlis jāņem, lai pa to zēns varētu ievēl rātos degvielas mucu? Mucas masa 90 kg,



ratu augstums 1,2 m. Spēks, kādu zēns var pielikt mucai, nepārsniedz 300 N. Berzi neievērot.

20-5. Cik lielā augstumā jāpaceļ 4 m gara dēļa gals, lai 2 kN smagu kravu pa slīpo plakni varētu pārvietot ar 500 N lielu spēku? Berzi neievērot.

20-6. Pa slīpo plakni, kuras garums 5 m un augstums 0,75 m, vienmērīgi velk augšup 10 kN smagu kravu. Berzes spēks ir 200 N. Aprēķināt vilcējspēku, kas pielikts kravai.

20-7*. Koka klucītis atrodas uz slīpās plaknes. Ar cik lielu spēku klucītis jāpiespiež pie slīpās plaknes, lai tas atrastos līdzsvarā? Klucīša masa 2 kg, slīpās plaknes garums 1 m, augstums 60 cm. Berzes koeficients starp klucīti un slīpo plakni ir 0,4.

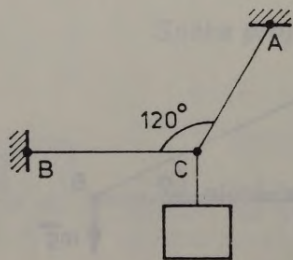
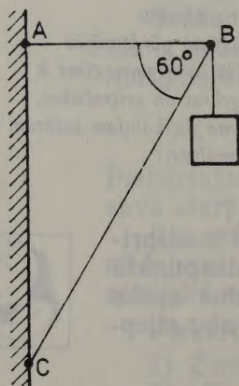
20-8*. Divi cilvēki nes cilindrisku dzelzs cauruli, kuras masa ir 80 kg. Viens nesējs atbalstījis cauruli 1 m attālumā no gala, otrs nesējs — pašā galā. Caurules garums ir 5 m. Aprēķināt spēkus, kas darbojas uz nesēju pleciem.

20-9. Balstenim piekārts ķermenis, kura masa ir 100 kg. Aprēķināt elastības spēkus stieņos AB un BC .

20-10. Ielas apgaismojuma spuldze, kuras masa 20 kg, piekārtā virs ielas simetriski divās trosēs. Starp trosēm izveidojies 120° leņķis. Aprēķināt sastiepuma spēkus abās trosēs.

20-11*. Cik lielu maksimālo kravu drīkst piekārt punktā C , ja trose AC var izturēt 690 N lielu slodzi? Kādu spēku punktam C pieliek stienis BC ?

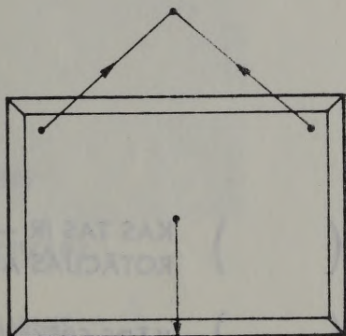
20-12*. Ratiņi, kam masa 2 kg, atrodas uz slīpās plaknes, kuras slīpuma leņķis ir 30° . Cik liels spēks jāpieliek ratiņiem paralēli slīpajai plaknei, lai ratiņi noturētos uz plaknes? Miera stāvokļa berzes koeficients ratiņiem pret plakni ir 0,2. Cik lielam jābūt plaknes leņķim, lai ratiņi paliktu uz plaknes bez turēšanas? Paskaidrot to.



20-13**. Ķermenis, kura masa m , atrodas uz slīpās plaknes miera stāvoklī. Maksimālais miera stāvokļa berzes koeficients starp ķermeni un plakni ir μ . Aprēķināt spēku, kas var ķermeni noturēt uz slīpās plaknes, ja šis spēks ar plakni veido leņķi β . Plaknes slīpuma leņķis ir α .

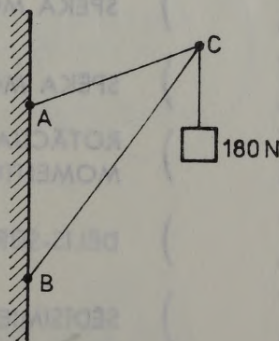
20-14. Pāri kalnu upei tūrists pārceļas pa nostieptu trosi, kuras garums 16 m. Aprēķināt troses sastiepuma spēku, ja tūrista masa ir 78 kg. Brīdī, kad tūrists atrodas troses vidū, tās viduspunkts atrodas 2 m zemāk par galapunktiem.

20-15. Gleznas masa ir 10 kg. Leņķis starp piekares auklām 100° . Aprēķināt, ar cik lieliem spēkiem tiek nostieptas piekares auklas.

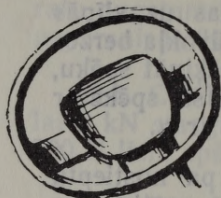


20-16. Aprēķināt, cik lielu slodzi divbalstu sija rada uz katru balstu, ja attālums starp balstiem ir 8 m, sijas smaguma spēks 600 N un 2 m attālumā no kreisā balsta uz sijas novietota krava, kuras smaguma spēks 3000 N. Sija atbalstīta galos.

20-17*. Horizontāla stieņa garums ir 0,2 m. Tā kreisā puse izgatavota no alumīnija, labā puse — no čuguna. Noteikt stieņa smaguma centru, ja tā šķērsriezuma laukums visā garumā ir vienāds.



20-18*. Krava, kuras masa ir 180 kg, piekārtā pie diviem stieņiem, kas piestiprināti pie vertikālas sienas 60 cm attālumā viens no otra. $AC=90$ cm un $BC=120$ cm. Aprēķināt spēkus, kas stiepj stieni AC un spiež stieni BC .



21. ĶĒRMENĪ AR NEKUSTĪGU ROTĀCIJAS ASI

*Dodiet man atbalsta punktu, un es
pacelšu zemeslodi!*

Arhimēds

- () KAS TAS IR — ĶĒRMENIS AR NEKUSTĪGU
ROTĀCIJAS ASI?
- () KĀDS SPĒKS LIEK ĶĒRMENIM ROTĒT?
- () SPĒKS UN SPĒKA PLECS
- () SPĒKA MOMENTS
- () SPĒKA MOMENTA VIRZIENS
- () ROTĀCIJAS ĶĒRMEŅA LĪDZSVARS UN SPĒKU
MOMENTU LIKUMS
- () DĒLIS-ŠŪPOLES
- () SĒDĪSIMIES UZ VELOSIPĒDAI
- () SPĒKU PĀRIS
- () PIRMĀ VEIDA SVIRA
- () SVIRAS SVARI

- () NEKUSTĪGAIS TRĪSIS IR PIRMĀ VEIDA SVIRA
- () OTRĀ VEIDA SVIRA
- () TVAIKA KATLA DROŠĪBAS VĀRSTS
- () KUSTĪGAIS TRĪSIS IR OTRĀ VEIDA SVIRA
- () GRIEZTUVE
- () AKAS VINDA
- () «VARA JĀTNIKA» AKMENS
- () PIEKĀRTA ĶERMEŅA LĪDZSVARS
- () PUNKTĀ ATBALSTĪTS ĶERMENIS
- () SLĪPAIS PIZAS TORNIS
- () SMAGUMA CENTRU ZEMĀK, ATBALSTA LAUKUMU LIELĀKU!
- () STĀVKUNDZIŅŠ
- () ŽIROSKOPS
- () CILVĒKA SOĻOŠANA UN LEONARDO DA VINČI PRINCIPS
- () **KAS TAS IR — ĶERMENIS AR NEKUSTĪGU ROTĀCIJAS ASI!**

Ķermeņi ar nekustīgu rotācijas asi sastopami ik uz soļa: mašīnu un mehānismu riteņi, virās nostiprinātas durvis un logu rāmji, pagriežamie durvju rokturi, dažādi kloķi.

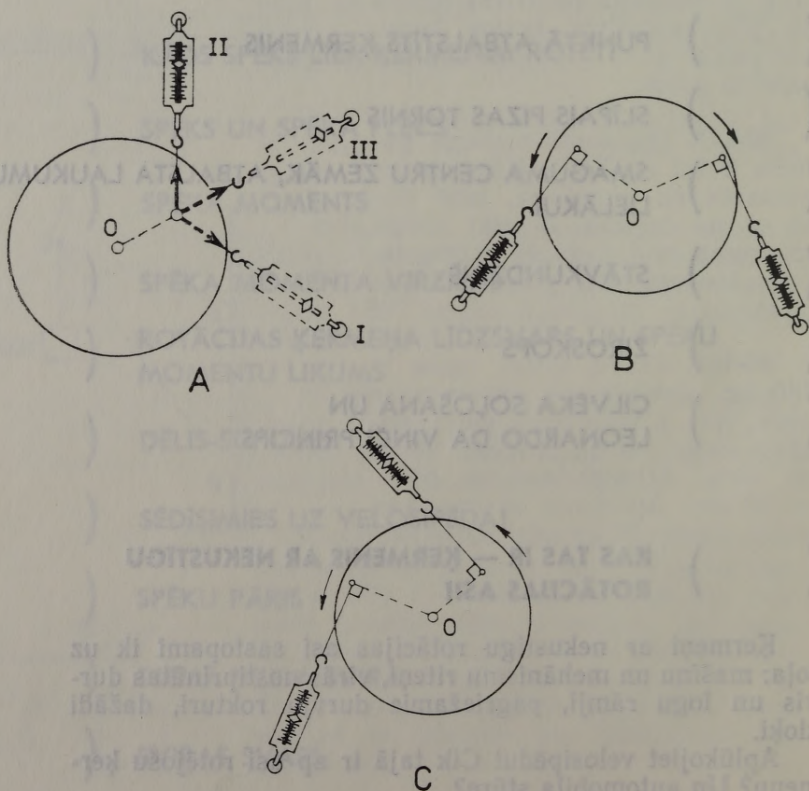
Aplūkojiet velosipēdu! Cik tajā ir ap asi rotējošu ķermeņu? Un automobiļa stūre?

Uzmanīgi vērojot, jūs ieraudzīsiet arī citus ķermeņus ar kopīgu pazīmi — tie var *griezties ap asi*. Ir ķermeņi, kas var rotēt, veicot pilnus apgriezienus. Ir arī tādi ķermeņi, kuri tikai nedaudz pagriežas ap asi, piemēram, durvju rokturis un velosipēda stūre.

() KĀDS SPĒKS LIEK ĶERMENIM ROTĒT!

Aplūkosim trīs zīmējumus. Tajos attēlots horizontāls disks, kas var rotēt ap vertikālu asi O . Zīmējumos disks attēlots no augšas.

Analizēsim zīmējumu A. Tajā trijos stāvokļos redzams dinamometrs, kas rāda vienādu spēku. Ja dinamometrs ir stāvoklī I , tad disks pagriežas pulksteņa rādītāju kustības virzienā. Ja dinamometru pārvietosim stāvoklī II , tad disks arī pagriežīsies, taču uz otru pusi — pretēji pulk-



steņa rādītāju kustības virzienam. Ja dinamometrs ir stāvoklī III, tad disks nekustas. Tas ir tāpēc, ka spēka virziens iet caur rotācijas asi. Šāds spēks asi var saliekt vai pat nolauzt, taču ķermeņa rotāciju izraisīt nevar.

Uz ass nostiprināts ķermenis tikai tad sāk rotēt, ja pieliktā spēka virziens neiet caur rotācijas asi.

Pamēģiniet pagriezt automobiļa stūri, pieliekot stūres ratam spēku rādiusa virzienā — projām no ass! Jūs kaut ko salieksiet vai... salauzīsiet, taču stūre nepagriezīsies.

Pievērsīsimies zīmējumam B, kurā diskam piestiprināti divi dinamometri. Abām dinamometru atsperēm var piemeklēt tādas sastiepuma spēkus, lai disks paliktu miera stāvoklī — līdzsvarā. Ievērosim, ka šie spēki, darbojoties pa vienam, disku pagrieztu *pretējos virzienos*.

Zīmējumā C abi spēki griež disku pretēji pulksteņa rādītāju kustības virzienam, tātad vienā virzienā. Ja rotējošam ķermenim pieliktie spēki griež ķermeni vienā virzienā, tad ķermenis nevar palikt miera stāvoklī.

() **SPEKS UN SPEKA PLECS**

Ievērojiet, ka zīmējumos B un C spēki darbojas perpendikulāri rādiusiem! Punkti, kuros piestiprināti dinamometri, ir *spēku pielikšanas punkti*.

Attālums no rotācijas ass līdz spēka darbības līnijai ir spēka plecs (attālumu no punkta līdz taisnei vienmēr mēra pa perpendikulu!).

Ielūkosimies vēlreiz zīmējumā A! Spēkam dinamometra stāvoklī III pleca nav!

() **SPEKA MOMENTS**

Mēģiniet atvērt smagas durvis, pieliekot spēku nevis pie roktura, bet pēc iespējas tuvāk rotācijas asij — virām! Durvis atvērsiet ar diezgan lielu piepūli.

Ķermeņiem, kas var rotēt ap asi, ir svarīgs nevis pieliktais spēks, bet gan *spēka moments* — spēka un tam atbilstošā pleca reizinājums.

Atverot durvis aiz roktura, jūsu pieliktajam spēkam ir lielāks plecs, tātad arī spēka moments ir lielāks. Lielāks spēka plecs ļauj pagriezt ķermeni ar mazāku piepūli (spēku).



Man fizikas skolotājs neļāva spēka momenta vienības — ņūtonmetra vietā rakstīt džoulu.

Viņš sacīja, ka tā drīkst darīt tikai tad, ja runa ir par darbu, nevis spēka momentu.

Ja spēka momentu apzīmē ar burtu M un spēka plecu — ar burtu l , tad

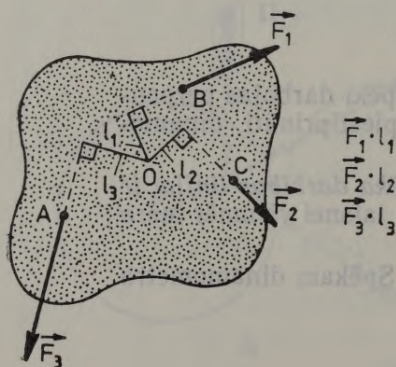
$$M = Fl.$$

Spēka moments ir vektors, tāpēc tā darbībai ir virziens.

Spēka momenta vienība SI sistēmā ir $N \cdot m$ (ņūtonmetrs).

() SPĒKA MOMENTA VIRZIENS

Pievērsīsimies zīmējumam. Kā ap punktu O pagrieztos plāksne, ja darbotos tikai spēks F_1 ? Pulksteņa rādītāju kustības virzienā. Arī spēks



F_2 , darbojoties viens pats, izraisītu plāksnes rotāciju pulksteņa rādītāju kustības virzienā.

Tagad ļausim «strādāt» spēkam F_3 vienam pašam. Plāksne sāks griezties pretēji pulksteņa rādītāju kustības virzienam.

Spēku momentus pēc darbības virziena (ķermeņa rotācijas virziena) var sadalīt divās grupās.

Matemātikā par pozitīvo virzienu pieņem rotācijas virzienu, kas ir pretējs pulksteņa rādītāju kustībai, bet par negatīvo rotācijas virzienu pieņem pulksteņa rādītāju kustības virzienu.

Arī mēs lietosim šos pieņēmumus.

Spēku momenti $M_1 = F_1 l_1$ un $M_2 = F_2 l_2$ griež plāksni negatīvā virzienā — šie spēku momenti ir negatīvi. Turpretim spēka moments $M_3 = F_3 l_3$ griež plāksni pozitīvā virzienā. Šis spēka moments ir pozitīvs.



Dažreiz ir grūti noteikt spēka momenta virzienu.

Lieciet «strādāt» šim spēkam vienam pašam!

Uz mirkli aizmirstiet, ka uz ķermeni darbojas arī citi spēki!

() ROTĀCIJAS ĶERMEŅA LĪDZSVARS UN SPĒKU MOMENTU LIKUMS

Zīmējumā B redzējām, ka divi spēki, kas tiecas ķermeni pagriezt katrs uz savu pusi, var arī «neko nepanākt» — ķermenis turpina atrasties miera stāvoklī.

Skolā parasti veic šādu laboratorijas darbu. Pie līdzsvara lineāla, kas var rotēt ap asi O , dažādos attālumos no punkta O piekar atsvarus. Mainot atsvaru piekāšanas punktus un to skaitu, panāk, lai lineāls paliktu miera stāvoklī.

Spēka F_2 moments $M_2 = F_2 \cdot OB$ ir pozitīvs, bet spēka F_1 moments $M_1 = F_1 \cdot OA$ — negatīvs. Abu momentu vērtības var aprēķināt pēc zīmējuma. Tās ir $+8$ vienības un -8 vienības.

Zīmējumā attēlotajai iekārtai var pielikt vēl citus smaguma spēkus un arī panākt līdzsvaru.

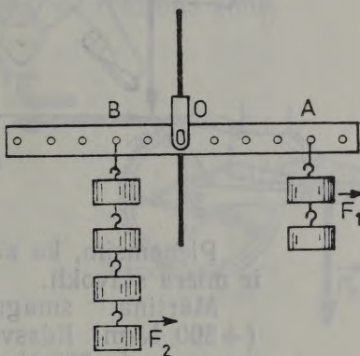
Ķermenis ar nostiprinātu rotācijas asi ir līdzsvarā, ja visu uz šo ķermeni darbojošos spēku momentu algebriskā summa ir vienāda ar nulli.

Tas ir spēku momentu likums.

Ja visu spēku momentu algebriskā summa ir nulle, tad ķermenis var būt gan miera stāvoklī, gan arī rotēt ap asi ar nemainīgu ātrumu, protams, tad, ja rotācija jau ir sākusies — «apgriezieni uzņemti».

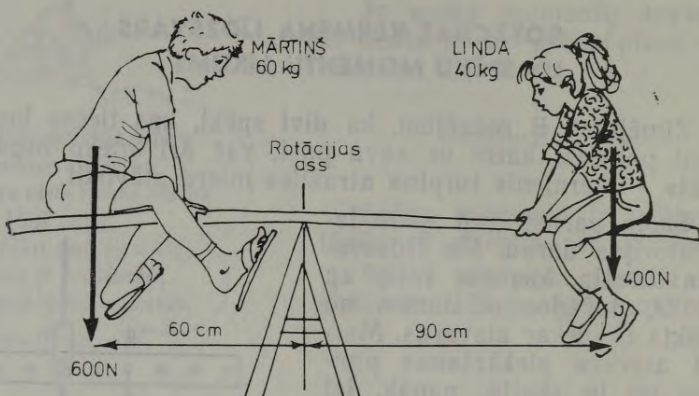
Spēku momentu likums noskaidro, kādiem jābūt nosacījumiem, lai ķermenis saglabātu miera stāvokli vai vienmērīgu rotācijas kustību.

Ķermeņa vienmērīga rotācija ap asi nozīmē to, ka nemainās ķermeņa *leņķiskais ātrums*, ko tehnikā izsaka ar apgriezību skaitu laika vienībā — sekundē vai minūtē.



() DĒLIS-ŠŪPOLES

Dēlis var būt gan miera stāvoklī, gan arī vienmērīgi griezties ap rotācijas asi. Turklāt dēļa griešanās virziens var būt gan pozitīvs, gan arī negatīvs — dēlis var griezties uz abām pusēm no horizontāla stāvokļa.



Pieņemsim, ka zīmējumā attēlotā situācija, kurā dēlis ir miera stāvoklī.

Mārtiņa smaguma spēka pozitīvais moments ($+360 \text{ N}\cdot\text{m}$) līdzsvaro Lindas smaguma spēka negatīvo momentu ($-360 \text{ N}\cdot\text{m}$).

Tad Mārtiņš atsperas pret Zemi, radot negatīvu spēka momentu. Šis spēka moments «summējas» ar Lindas smaguma spēka momentu, kas arī ir negatīvs. Visu triju spēku momentu algebriskā summa vairs nav vienāda ar nulli. Spēku momentu līdzsvars ir izjaukts. Dēlis sāk griezties negatīvā virzienā, jo tam šajā virzienā pielikts nelīdzsvarots spēka moments. Dēlis ir ieguvis *leņķisko paātrinājumu* negatīvā virzienā.

Kad Lindas kājas pieskarsies Zemei, radīsies nelīdzsvarots pozitīvs spēka moments, kurš pozitīvā virzienā piešķirs dēlim leņķisko paātrinājumu. Tas darbosies dēļa kustībai pretējā virzienā un dēli nobremzēs.

Lai šūpošanos turpinātu, Linda atspērienā pret Zemi izraisa pozitīvu spēka momentu. Tas dēlim piešķir leņķisko paātrinājumu pozitīvā virzienā. Dēlis sāk svērties uz leju Mārtiņa pusē. Tagad Mārtiņam jādara tāpat kā Lindai.

Sajā vienkāršajā piemērā jums vajadzētu izprast, ka leņķiskā paātrinājuma cēlonis ir *nelīdzsvarots spēka moments*.

Ja gribam, lai ķermenis sāk griezties ap asi vai arī «palielina apgriezienus», tad nelīdzsvarotajam spēka momentam jādarbojas rotācijas virzienā. Ja «apgriezieni jāsamazina», tad — pretēji rotācijas virzienam.

Būtu lietderīgi, ja jūs «Lietiškās fizikas» 1. daļas nodaļā «Vienmērīga kustība pa riņķa līniju» izlasītu par lineāro ātrumu, leņķisko ātrumu un leņķisko paātrinājumu! Šīs ziņas būs vajadzīgas nedaudz vēlāk.

() SĒDĪSIMIES UZ VELOSIPĒDA!

Zīmējumā attēlots velosipēda centra zobrats ar vienu pedāli. Jūsu kājas spēks \vec{F}_c pielikts spēka plecam — pedāļa stienim. Šajā situācijā spēka plecs ir viss stieņa garums, jo starp spēka virzienu un plecu ir taisns leņķis. Kājas spēks rada spēka momentu, kas, kā redzams zīmējumā, ir negatīvs.

Ne vienmēr spēka F_c plecs ir vienāds ar visa pedāļa stieņa garumu, jo ne vienmēr spēks ir perpendikulārs plecam. Tas nozīmē, ka mainās spēka momenta lielums. Braucot vienmērīgi, pavērtējiet, vai viena apgriešana laikā nenākas brīžiem «smagāk mīt»! Ja tas ir tā, tad spēka F_c momenta samazināšanos uz spēka pleca garuma rēķina kompensē lielāks spēks.

Ko dara otra kāja? Atpūšas. Nākamajā zobrata apgriezienā tai būs jādara tieši tas pats, ko darīja «pirmā kāja», kura tad atpūtīsies.

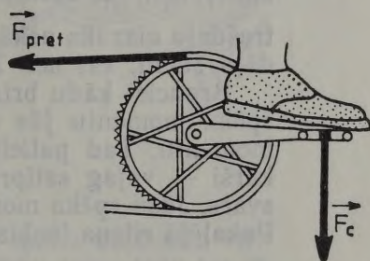
Ievērojiet, ka pedāļa stieņa augšējais vertikālais stāvoklis nav visai parocīgs: ja uz pedāli spēks \vec{F}_c darbojas vertikāli leļup, tad spēka plecs ir vienāds ar nulli un nav spēka momenta. Spēks \vec{F}_c , ja tas ir pietiekami liels, var pedāli pat nolauzt, taču zobrata rotāciju izraisīt nevar.

Sākot braukt bez ieskrejiena, velosipēdistš pedāļa stieni jau laikus izvērza no vertikālā stāvokļa. Šo paņēmienu gandrīz vienmēr lieto dāmas. Kad braukšanas laikā pedālis ir augšējā punktā, velosipēdistš pieliek pedālim «slīpu spēku», tādējādi radīdams kaut nelielu spēka momentu, jo tad spēka plecs vairs nav vienāds ar nulli.

Pretestības spēki, kas pastāv braukšanas laikā (berze, vējš), ir «summējušies ķēdē», radot pozitīva virziena spēka momentu (ja vērtē situāciju pēc zīmējuma). Pretestības spēks \vec{F}_{pret} ir pielikts zobratam, spēka plecs ir zobrata rādiuss.

Ja velosipēdistš brauc vienmērīgi, tad, pēc spēku momentu likuma, spēku \vec{F}_c un \vec{F}_{pret} momentu summa ir nulle, citiem vārdiem, tie savā starpā līdzsvarojas.

Veiksim nelielu aprēķinu. Pedāļa stieņa garumu apzīmēsim ar l , bet zobrata rādiusu — ar R . Tad $F_c l = F_{pret} R$



(spēku momentu moduļi ir vienādi). Šo vienādību var uzrakstīt proporcijas veidā:

$$\frac{F_c}{F_{\text{pret}}} = \frac{R}{l}.$$

Redzam, ka zobratam pieliktais spēks ir apgriezti proporcionāls pedāļa stieņa garumam. Tas nozīmē, ka, pagarinot pedāļa stieni, ir «vieglāk mīt». Ielūkojoties vēlreiz zīmējumā, var secināt, ka spēks F_c ir apmēram par vienu trešdaļu mazāks nekā spēks F_{pret} . Ir vilinoši pagarināt pedāļa stieni, vai ne? Tikai — vai būs ērti... cilāt kājas?

Brauciet kādu brīdi vienmērīgi, apzinoties, ka ar kāju spēka momentu jūs esat līdzsvarojuši pretestības spēka momentu. Tad palieliniet ātrumu! Tas ir pavisam vienkārši — vajag «stiprāk mīt». Izjūk spēku momentu līdzsvars. Jūsu spēka moments izraisa *leņķisko paātrinājumu*. Pakaļējā riteņa leņķiskais ātrums pieaug.

Vēl viens eksperiments — samaziniet spēku \vec{F}_c ! Tagad «iniciatīva pieder» pretestības spēka momentam, kas izjauc līdzsvaru un piešķir riteņa rotācijai leņķisko paātrinājumu pretējā virzienā. Pakaļējā riteņa leņķiskais ātrums samazinās.

Vai izpildījāt iepriekšējā soļa beigās doto ieteikumu?

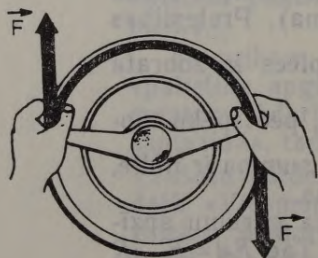


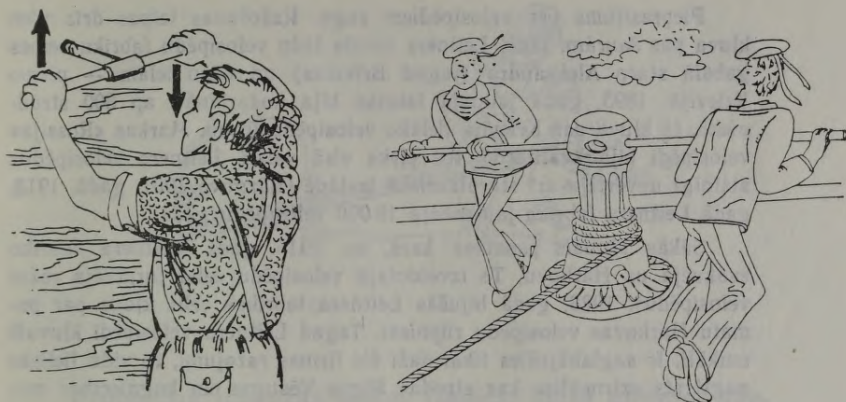
Velosipēdistam, braucot ar lielāku ātrumu, ir grūtāk mīt pedāļus nekā tad, ja ātrums ir mazāks, kaut arī abos gadījumos kustība ir vienmērīga. Kāpēc?

() SPĒKU PĀRIS

Turpinām sarunu par velosipēdu. Iepriekšējā solī izpētījām, ka velosipēdista kājas strādā «uz maiņām». Taču pedāļus varētu pārkārtot tā, lai abas kājas strādātu vienlaikus. Tad būtu divi spēku momenti, kas darbotos vienā virzienā. Šādi darbojošos spēkus sauc par *spēku pāri*. Lai divi spēki «strādātu pāri», jābūt izpildītiem šādiem nosacījumiem: *spēku moduļi ir vienādi, spēku pleči arī ir vienādi, abu spēku momentu virzieni arī ir vienādi*.

Velosipēdā šāds spēku pāris ir roku pieliktie spēki, pagriežot stūres ratu. Padomājiet — abi spēki vienādi,





abiem spēkiem pleci arī vienādi, abu spēku momentu virzieni arī vienādi. Var jau stūrēt ar vienu roku, taču tas ir grūtāk. Arī satiksmes noteikumi šādu paņēmieni neatļauj.

Varbūt sava velosipēda pedāļus pārkārtosiet darbam «spēku pāra režīmā»? Velosipēdu taču izgudro vēl joprojām!

Rīgu var uzskatīt par Krievijas velosipēdu rūpniecības centru. 1886. gadā mehāniķis Aleksandrs Leitners, būdams 21 gadu vecs, ierīkoja velosipēdu darbnīcu koka namiņā Ģertrūdes ielā 27. Tajā četri strādnieki tikai ar roku darbu izgatavoja 19 velosipēdus. 1890. gadā darbnīca pārcēlās uz plašākām telpām trīsstāvu ēkā Kr. Barona ielā 21. Te strādāja jau ap 60 cilvēku. Iepirka arī dažus speciālus darbģaldus. Izgatavoja ap 500 velosipēdu gadā. «Tajos laikos Rīgas ielas vēl bija bruģētas ar «zirgu galvām» — lieliem apaļiem akmeņiem, tāpēc braukt ar divriteni bija ļoti grūti,» savās atmiņās par pagājušā gadsimta beigām stāstījis viens no mūsu vecākajiem riteņbraucējiem Kārlis Vītolīņš. «Par savu riteni samaksāju 100 zelta rubļu, bet bija arī tādi, kas maksāja 250 rubļu. Kad mēs — nedaudzie Rīgas velosipēdisti — ar saviem divvainajiem daiktiem parādījāmies ielās, ļaudis izbrīnā apstājās, jo šādi braucēji bija retums. Es pats labi atceros, ka izbraukumos tikai vienreiz satiku pretīmbraucēju ar augstratu. Tas notika uz vecā dzelzs tilta. Mans pretīmbraucējs bija atkūlies līdz Rīgai no Jelgavas, un sastopoties mēs abi, kaut gan bijām sveši, lepnī sasveicinājāmies.»

Kārlis Vītolīņš bija ne tikai virtuozs riteņbraucējs un sporta organizators vien. Līdz 1900. gadam uz sportistu balvām bija lasāms sporta sveiciens vācu valodā. Vītolīņš, būdams gravieris, sacensību uzvarētājiem pagatavoja žetonu ar uzrakstu «Sveiks!». Tā bija pirmā sporta balva ar latvisku uzrakstu.



Pieprasījums pēc velosipēdiem auga. Ražošanas telpas drīz vien kļuva par šaurām, tādēļ Leitners uzcēla lielu velosipēdu fabriku zemes gabalā starp Aleksandra (tagad Brīvības) un Cēsu ielām — pirmo Krievijā. 1895. gadā jaunajā fabrikā bija nodarbināti ap 300 strādnieku, tā kļuva par Krievijā lielāko velosipēdu firmu. Markas «Rossija» velosipēdi bija kvalitatīvi, tos pirka visā valstī. Leitnera velosipēdus atzinīgi novērtēja arī starptautiskā izstādē Glāzgovā 1901. gadā. 1913. gadā Leitnera fabrika jau ražoja 18 000 velosipēdu gadā.

Sākās pirmais pasaules karš, un 1915. gadā Leitnera fabriku evakuēja uz Harkovu. Te izveidotajā velosipēdu cehā turpināja ražot velosipēdus. 1923. gadā bijušās Leitnera fabrikas cehs kļuva par pamatu Harkovas velosipēdu rūpnicai. Tagad Leitnera velosipēdi kļuvuši unikāli. Ir saglabājušies tikai daži šīs firmas ražojumi, to vidū lielisks augstrats «zirnekļis» kas atrodas Rīgas Vēstures un kuģniecības muzejā.

Latvijā pēc pirmā pasaules kara darbību atsāka citas agrākās velosipēdu fabrikas: Rīgā — «P. Ozolnieks» (dib. 1894. g.), «A. Lipers» (dib. 1900. g.), Liepājā — «Līva» (dib. 1898. g.). Trīsdesmitajos gados lielākās fabrikas bija «G. Erenpreiss», «Omega» un «Latvello». Latvijas Republikā augstākais līmenis velosipēdu ražošanā tika sasniegts 1938. gadā, kad izgatavoja 54 000 velosipēdu.

Pēc otrā pasaules kara rūpnīca «Sarkanā zvaigzne» (bij. «G. Erenpreiss») laikposmā no 1947. gada līdz 1961. gadam saražoja 1,8 miljonus velosipēdu. Tad velosipēdu ražošanu Rīgā pārtrauca un rūpnīcu pārkārtoja motovelosipēdu un mopēdu ražošanai.

(A. Jusins. Esmu nopircis velosipēdu.
R., 1987, 129.—130.)

() PIRMĀ VEIDA SVIRA

Svira ir stienis, kas var pagriezties ap atbalstu. Tai pieliek divus spēkus, kuru momenti darbojas pretējos virzienos.

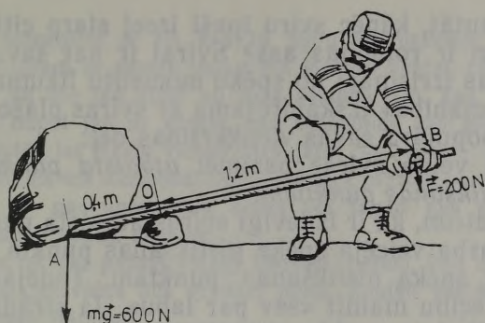
Vienkāršākās sviras ir lauznis, «bomītis» baļķu celšanai un velšanai, «kazas kāja» naglu izvilkšanai, lāpsta, airi, izkopts, šķēres. Jūs droši vien šo uzskaitījumu varat vēl turpināt.

Aplūkosim sviras līdzsvaru. Saskaņā ar zīmējumu spēku momentu likumu var uzrakstīt šādi:

$$-F \cdot BO + mg \cdot AO = 0.$$

No šejienes izriet proporcija

$$\frac{mg}{F} = \frac{BO}{AO}.$$

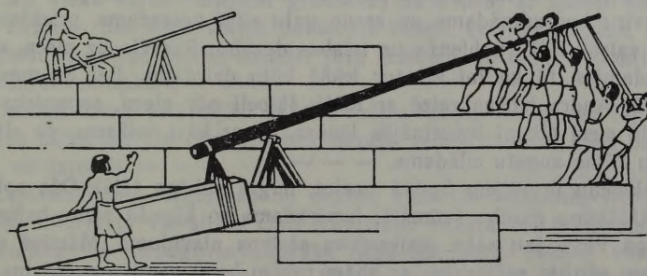


Proporcijā izpaužas sviras likums: svira atrodas līdzsvarā, ja spēki, kas darbojas uz sviru, ir apgriezti proporcionāli to plecu garumiem.

Sviras līdzsvara likumu atklāja Arhimēds.

Zīmējumā attēlotajā gadījumā akmens smaguma spēks ir 600 N, bet cilvēks, lietojot sviru, pacel akmeni ar trīs reizes mazāku spēku. Tas ir tāpēc, ka cilvēka pieliktā spēka plecs ir trīs reizes garāks nekā akmens smaguma spēka plecs. Sviras plecu garumu attiecība spēka ietaupījumu nosaka tikai teorētiski (ja neievēro berzi un pašas sviras smagumu). Reālais spēka ietaupījums ir mazāks.

Svira ir pats vienkāršākais «mehānisms», kas ļauj veikt darbu ar ievērojami mazāku spēku. Attēlā redzam, kā varētu būt celtas Ēģiptes piramīdas.



Atcerēsimies Arhimēda lepno izsaucienu: «Dodiet man atbalsta punktu, un es pacelšu zemeslodi!»

Lai iekustinātu akmeni, strādniekam jāattīsta spēks, kas pārsniedz 200 N, jo cilvēka spēka momentam jābūt lielākam par akmens smaguma spēka momentu. Svirai jāpiešķir *leņķiskais paātrinājums*, tāpat kā sākot braukt ar velosipēdu.

Var jautāt, kāpēc sviru īpaši izceļ starp citiem ķermeņiem, kam ir rotācijas ass? Svirai ir pat savs līdzsvara likums, kas izrisināts no spēku momentu likuma! Šķiet, ka «īpašā uzmanība» izskaidrojama ar sviras plašo lietojumu. Svira ir populāra savas vienkāršības dēļ.

Pirmā veida sviras pazīme: *atbalsta punkts ir starp spēku pielikšanas punktiem.*

Piebildīsim, ka ir izdevīgi sviras atbalsta punktu attālināt no darba veicēja spēka pielikšanas punkta un tuvināt smaguma spēka pielikšanas punktam. Tādējādi izdodas plecu attiecību mainīt «sev par labu». Ja strādnieks, ceļot akmeni, atbalsta punktu piebīdītu tuvāk akmenim, tad būtu jālieto spēks, kas ir mazāks nekā 200 N.

Ja atbalsta punkts atrodas sviras vidū, tad spēka ietaupījuma nav. Mainās tikai spēka virziens. 600 N smago akmeni cilvēks, iespējams, varētu pacelt rokās. Taču tad būtu jāpieliek spēks virzienā uz augšu. Svira ar vienādiem pleciem tomēr, izrādās, ir lietojama: «spiest» uz leju ir ērtāk nekā celt uz augšu. Arī tas ir ieguvums.



Pirmdienas rīts bija samiglojies un vējains. Brīviņu priekšstrādnieks kāpa no klētsaugšas, nodrebinādams plecus zem sestdienas vakarā uzvilkta, pagaidām vēl tirā krekla.

Saule vēl nebij lēkusi. Melnalkšņu galotnes Spilvas leņķā kā saplucinātas skarainiem apveidiem slējās augšup no pelēkās miglas. Gailis kūfī gari noplaukšķināja spārnus un kļiedza, rikli netaupīdams, laikam aizgulējies. Mežavilkos otrs atsaucās tikko sadzirdams.

Skaidienā jau vakar nosviests sauss baļķēns lielajai akmeņu laužamai svirai. Mārtiņš iegāja pusgraudnieka galā pēc cirvja. — — —

Sviru apgludinādams un resno galu slīpi notēsdams, priekšstrādnieks vairāk reižu pablenza uz istabas durvīm. Pasvēla uz pleca, skaļi nosēkdami, tā ka lai arī tur iekšā būtu dzirdams. Bet dusmas bij nevietā, Andrs iznāca reizē ar māti, šķipeli pār plecu, saimnieka atdauzīto cirvi elkonī imetinājis, lēnām, kā ar kāsi velkams, pa slapjo mauru kājas augstu cilādams, — — —

Akmeņu laužējiem Spilvā noejot, migla pabēga tālāk Oša aploka un Glāžšķūņu ganību krūmājā, iemērkdama to kūpošā piena baltumā, kam pa virsu jau sāka plaiksnīties sārtens atsvīdums. Mārtiņš nesa pavisam sāniski sašķiebies, ar abām rokām bomi augšup svērdams, lai tik traki nespiež plecu. — — — Vēl neaizdzīta, neizgulēta miega īgnumā Andrs, ļauni sminēdams, skatījās, kā kājas viņam reizēm saļodzījās, slapjajā kūdras lāmā iegrimdamas. — — —

Bet tas tikai no paša sākuma tā. Darbā vairs nebija nekāda skaišanās, tur viens neko nevarēja, jāliek plecs pie pleca un jāsten abiem reizē. — — —

Cetrus nelielus akmeņus Mārtiņš ar mazajiem bomīšiem viens pats bija izcēlis malā. Dobes tūlīņ piesūcās brūnas kūdras putas pilnas. Viņš apstājās uztaisīti pīpi un, Andram pienākot, teica:

— ..Ar akmeņiem ir tā: kad tu šķilu esi pasvēris un bomis vairāk neņem, otram ar savējo vajag būt klāt kā naglai, citādi atšļūk atpakaļ bedrē un sāk tad atkal no paša sākuma. Un, kad ar nagiem veļ un nupat, nupat jau uz kantes, tad nežāvojies, tad piespied, līdz vēders sāk čīkstēt, lai otram vienam nav jātur. — — —

— Kur Brīviņš tos akmeņus liks? — Andrs prātoja. — Agrāk esot veduši bānim — gar upes malu dobes vēl tagad nav aizaugušas. Bet nu jau kronim vairāk nevajag.

— Kronim nē, bet pašam vajag. Redzēsi, rudenī, kad uzsals, rausim kalnā, viss sētsvidus būs grēdām pilns. Kubiku pie kubikas, no kūtim līdz kaņepu dārzam.

Acis viņam spīdēja vien, iedomājoties šis smagās, taisnās — melnās, brūnās un pelēkās grēdas.

— Kronim... Kad pašam dzimta zeme un mājas brūk kopā. — — —

Viņi palika lielo sviru un diezgan viegli izcēla malējo, mazāko šķilu. Mārtiņš jūsmoja.

— Tāds bomis ir ko vērts! Protams, cilāt to grūti, bet, kad reiz zem šķilas, tad velk labāk kā divi vīri.

Kā par mašīnām sāka runāt, tā Jorgim atradās pavisam cita mute. Vētijamo viņš jau bij atvedis no Matisona, nolūkota un sarunāta arī ekseļu mašīna — viens grieza, otrs laida iekšā, trijās stundās sagrieza tik daudz kā ar veco, liktī pakārto un ar paminu minamo izkapti trijās dienās. Sienu un salmus, arī ziemājus, visu vajadzēja griezt ekseļos, zirgiem drusku auzu klāt, govīm rudzu miltus — tā pašu velnu varēja sabarot. Ar spriguļiem nodauzīt vai ar rulli nomalt tos lielos laukus arī vairs nebij iespējams. Muižā divas kuļmašīnas, viena diviem zirgiem griežama, otra liela, ar ģēpeli un sešiem zirgiem. Bet Rīgā varēja dabūt arī vidēju, četriem zirgiem, muižas galdnieks Kops nēmās uztaisīt lielo ķemratu un tāpat žvunkriteni, kur siksna tek apkārt.

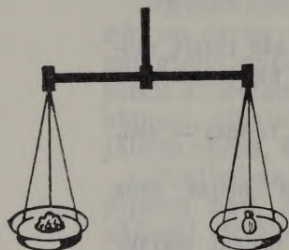
Brīviņš taisni pabrīnījās: kur šis lielais lempis tomēr nav bijis un ko visu izlūkojis! Un citu pēc cita minēja tādus daiktus, kādi ne redzēti, ne dzirdēti. — — —

Lejassmeltēnu Jorgis jau bij izgājis kulā pie vētijamās mašīnas, tā viņu interesēja visvairāk. Osis sestdienas vakarā vēl tīrijs rudzus, pat maisos vēl nēpāguvis sagrābt. Rudziši nebij nekādi varenie, treknu lācauzu vēl papildnam klāt. Viņi pagrāba sauļā, pasvārstīja un nogrozīja galvas, pārmelderis pamēģināja graudus uz zoba, vai pietiekoši cieti sakaltējis. Mašīna noputējusi, spīdēja tikai zilais skārda kubuls, kur iekšā griezās vēja spārni, un dzeltenie sāni ar uzrakstu: Aul, Rīga, Jorgis pārbaudīja, vai ielikti pareizie sieti, un paskaidroja, kādi ņemami, kad linsēklas tīris. Pamēģināja griezt un nicīgi pagrozīja galvu: šitā bij mazā, to jau katrs puika varēja kustināt. Viņam pašam lielā, tur pat puisim ko stenēt, bet tad arī zina, ka līdz pusdienai piecpadsmit pūru gāž cauri.

(A. U p i t s. Zaļā zeme. R., 1947, 102.—107., 298.—300.)

() SVIRAS SVARI

Sviras jeb kārts svarus lieto, lai noteiktu ķermeņu masu. Svaru kārts (sviras) pleci ir vienādi. Kad sviri ir līdzsvarā, tad abiem pleciem pieliktie smaguma spēki ir vienādi.



Ja diviem ķermeņiem smaguma spēki ir vienādi, tad šo ķermeņu masas arī ir vienādas.

Atsvaru masas lielums ir zināms — tas iegravēts atsvaros. Svaru līdzsvara gadījumā tikpat liela masa ir sveramajam priekšmetam.

Svarus ar vienādiem pleciem lieto laboratorijās, arī aptiekās, kur strādā ar maziem vielu daudzumiem.

Svaru kārts atbalsta punktu var pārbīdīt tālāk prom no atsvaru smaguma spēka pielikšanas punkta, izveidojot sviras plecu attiecību 1 : 10 vai 1 : 100. Jums, protams, neizdosies redzēt «vienā gabalā» simts reižu garāku sviras

plecu. Sviru pleci veidoti pa daļām un ir apslēpti. Šādus svarus sauc par *decimālsvariem*. Tos lieto noliktavās. Vai jums ir gadījies redzēt šādus svarus?



Ir saglabājies antīko svaru attēls. Tajā redzam, ka sviras pleci ir vienādi. Atsvarus senais cilvēks izveidoja mākslinieciskus — dzīvnieku izskatā. Pie svaru kārts cilpā piekāra nelielu smagumu. Ar to līdzsvaroja tukšus svarus. Lai nebūtu nekādas krāpšanas!

() NEKUSTĪGAIS TRĪSIS IR PIRMĀ VEIDA SVIRA

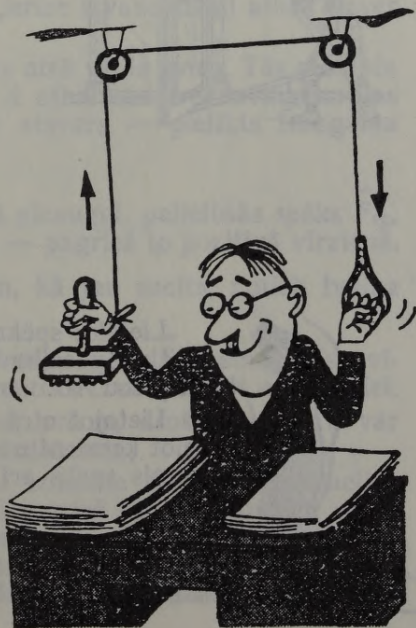
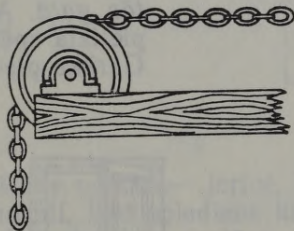
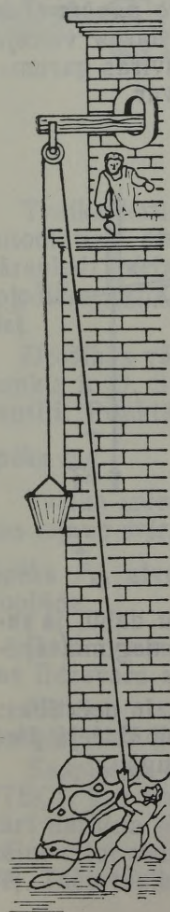
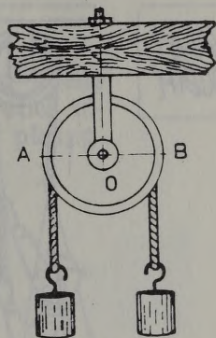
Nekustīgais trīsis ir skriemelis, kas var griezties ap asi. Apkārt skriemelim izveidota rieva auklas, troses vai ķēdes aplikšanai. Trīsis ietverts skavā. Trīša skavu nostiprina, tāpēc trīsis ir «nekustīgs». Nekustīgais trīsis labi attaisno nosaukumu — rotējošs ķermenis ar nostiprinātu asi.

Attēlā redzam, ka trīsim pārmešta aukla, kuras galos piekārti vienādi atsvari. Šādā situācijā trīsis ir līdzsvarā. Kur šeit pirmā veida svira?

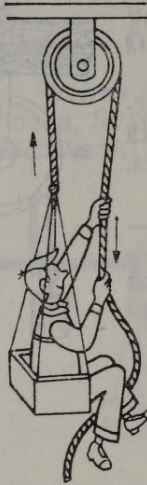
Sviru veido triša diametrs AB . Sviras atbalsta punkts ir triša centrs O . Spēku pleči AO un BO ir vienādi, jo tie ir triša rādiusi.

Nekustīgais trīsis atgādina sviru, kurai atbalsta punkts ir vidū un kura nedod spēka ietaupījumu. Trīsi varam saskatīt arī svarus, kuriem sviras pleči ir vienādi.

Nekustīgo trīsi visai plaši lieto arī tagad — tehnikas laikmetā, piemēram, individuālajā celtniecībā. Kāpēc? Lietojot trīsi, var mainīt darba veicēja pieliktā spēka virzienu. Nav parocīgi



VĀJAS
FORMĒM



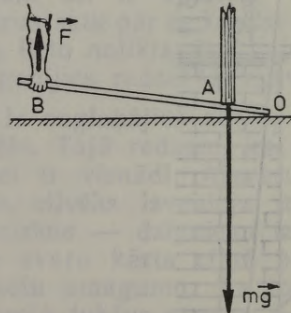
vilkst, piemēram, javas spaini aiz auklas uz augšu. Daudz ērtāk ir vilkt auklas galu uz leju.

Nekustīgais trīsis nedod spēka ietaupījumu, bet ļauj mainīt spēka virzienu.

Ar nekustīgo trīsi jūs varat pats sevi pacelt un arī novērtēt, cik liels spēks jālieto citam, lai jūs paceltu.

() **OTRĀ VEIDA SVIRA**

Otrā veida svirai atbalsta punkts O ir tās galā. Ar to panāk, ka darba veicēja pieliktā spēka plecs ir viss sviras garums. Garāku plecu iegūt vairs nevar.

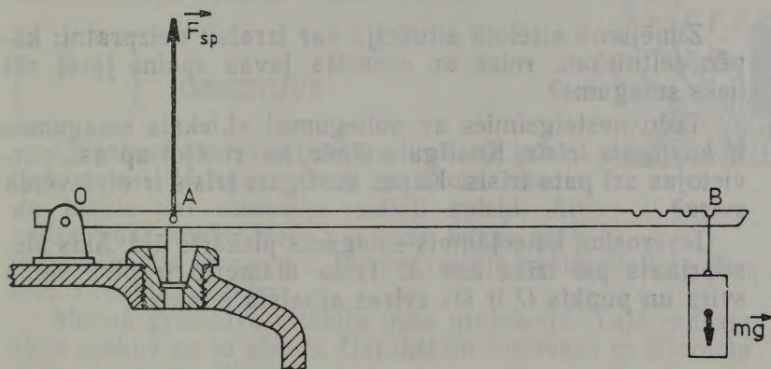


Lielāku spēka ietaupījumu dabū, ja samazina paceļamā ķermeņa smaguma spēka plecu AO .

Lietojot otrā veida sviru, ir neērtības: ceļot ķermeni uz augšu, darba veicēja pieliktais spēks arī vērstas uz augšu.

() TVAIKA KATLA DROŠĪBAS VĀRSTS

Siltuma mašīnām, kuras darbina ar saspiestu ūdens tvaiku, ir tvaika katli. Ūdens katlā vārās un vāroties iztvaiko. Tvaiks slēgtā katlā uzkrājas — spiediens pieaug.



Tvaika katlam pierīkots *drošības vārsts* — ierīce, kas automātiski atver katla izvadcauruli, kad spiediens katlā pārsniedz pieļauto robežu. «Liekais tvaiks» izplūst ārā, spiediens katlā samazinās, ierīce izvadcauruli atkal aizver ciet.

Drošības vārstā darbojas otrā veida svira. Tās atbalsta punkts ir O . Svira punktā A atbalstās pret izvadcaurules ventili. Punktā B piekārts atsvars — pielikts smaguma spēks mg .

Tvaika spiedienam katlā pieaugot, palielinās spēks \vec{F}_{sp} , kas izjauc sviras līdzsvaru — pagriež to pozitīvā virzienā. Spēks \vec{F}_{sp} atver ventili, un, kā jau sacīts, notiek tvaika noplūde.

Daļa tvaika izplūst no katla, spēks \vec{F}_{sp} samazinās, sviras līdzsvars atjaunojas, ventilis izvadcauruli aizver ciet.

Mainot atsvara vietu uz sviras, drošības vārstu var iestādīt dažādiem tvaika spiedieniem.

Saspiestu ūdens tvaiku izmanto termoelektrostacijās (TEC), kur tvaiks izplešoties griež turbīnu, turbīna savukārt darbina elektrisko ģeneratoru. Mūsdienās tvaika dzinējus citur vairs neizmanto to zemā lietderības koeficienta dēļ. Taču tvaika katli bez dzinēja ir daudzās rūpnīcās, kur

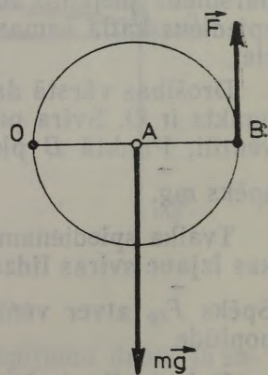
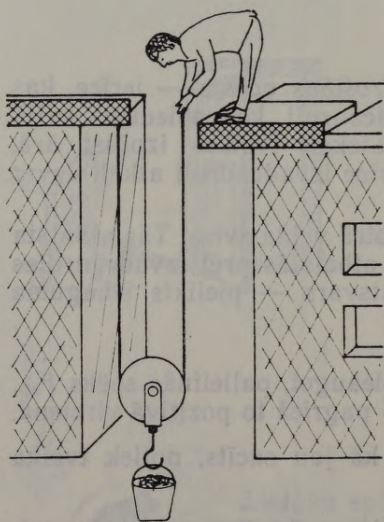
ražošanas procesā vajadzīgs karsts ūdens tvaiks. Tur par katlu drošību, tāpat kā termoelektrostacijās, gādā vienkāršais, taču asprātīgi izveidotais «automāts» — drošības vārsts.

() KUSTĪGAIS TRĪSIS IR OTRĀ VEIDA SVIRA

Zīmējumā attēlotā situācija var izraisīt neizpratni: kāpēc celtniekam reizē ar cementa javas spaini jāceļ vēl liels smagums?

Taču nesteigsimies ar noliegumu! «Liekais smagums» ir *kustīgais trīsis*. Kustīgais tāpēc, ka, rotējot ap asi, pārvietojas arī pats trīsis. Kāpēc kustīgais trīsis ir otrā veida svira?

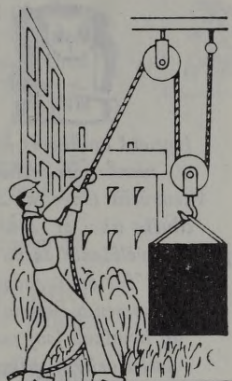
Ievērosim, ka ceļamais smagums piekārts āķī. Āķis piestiprināts pie trīša ass A . Trīša diametrs ir otrā veida svira un punkts O ir šīs sviras atbalsta punkts.



Smaguma spēka \vec{mg} plecs AO ir trīša rādiuss. Darba veicēja pieliktā spēka \vec{F} plecs ir trīša diametrs BO .

Redzam, ka spēku plecu samērs nodrošina spēka ietaupījumu divas reizes. Praktiski paša trīša svars un berze šo spēka ietaupījumu samazina. Taču ieguvums tomēr ir.

Kustīgais trīsis, tāpat kā otrā veida svira, rada neērtības — darba veicēja spēkam jādarbojas kravas kustības virzienā. Īpaši neparocīgi tas ir, ja krava ceļama uz augšu. Tad izmanto kustīgā un nekustīgā trīša apvienojumu. Nekustīgais trīsis, kā jau zināms, spēka ietaupījumu nedod, taču ļauj mainīt darba veicēja pieliktā spēka virzienu.



() GRIEZTUVE

Grieztuve sastāv no veltņa, kas var griezties ap asi. Veltņa galam pierīkots ritenis un kloķis vai atsevišķi radiāli spieķi. Ap veltņi tinas aukla, trose vai ķēde, kuras galā ir paceļamais smagums. Darbu veicēja spēks pielikts kloķim, ritenim, spieķiem.

Shēmā grieztuve attēlota gala projekcijā. Tajā redzam abus spēkus un to plecus. Uzrakstām līdzsvara gadījumam spēku momentu likumu:

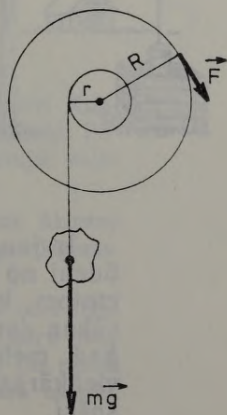
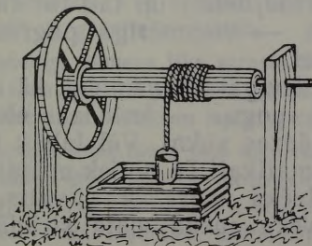
$$-FR + mgr = 0.$$

No šejienes izriet proporcija

$$\frac{mg}{F} = \frac{R}{r}.$$

Lai grieztuve būtu līdzsvarā (mie-ra stāvoklī vai vienmērīgā rotācijā), spēkam, kas pielikts kloķim, jābūt tik reižu mazākam par spēku, kas pielikts veltņim, cik reižu kloķa garums lielāks par veltņa rādiusu.

Teorētisko spēka ietaupījumu grieztuvei, tāpat kā svirām un trīsiem, samazina berze.





Iepriekš aplūkotās ierīces ir
vienkāršie mehānismi.

Vienkāršie tāpēc, ka darbu veic
cilvēks tikai ar savu spēku.

Ir saprotama vēlētānās darbu padarīt vieglāku.

Tas arī izdodas:

spēku momentu likuma zināšana
un lietošana ļauj samazināt
darba veicēja spēka lielumu.

Kloķa garums var būt tikai tik
liels, lai to varētu ērti griezt ar
rokām. Ja vēlas iegūt lielāku spēka
ietaupījumu, tad kloķa vietā lieto
riteni vai atsevišķus spieķus. Ri-
teni griež, pārliedot rokas pa tā
apmali. Tāpat rīkojas ar spieķiem —
pārlied rokas no viena spieķa uz
otru spieķi. Šādā gadījumā var,
piemēram, no akas izvilkēt veselu
mucu ūdens. Tādu grieztuvi ierīko,
ja aka ir ļoti dziļa, daudz laika
pauēt ceļā un tāpēc vilkt ūdeni ārā
nelielos traukos nav izdevīgi.

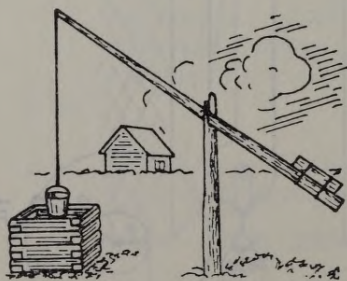
() AKAS VINDA

Vēl viens vienkāršais mehānisms, kuru lieto lauku sē-
tās kopš vissenākajiem laikiem, ir akas vinda. Tā ir pirmā
veida svira ar atbalsta punktu apmēram vidū. Parasti svi-
ras viens gals ir resnāks un tam uzlikts papildu sma-
gums.

Vai jums ir gadījies lietot vin-
du? Atcerieties, ka tukšu spaini
dabūt akā var tikai ar zināmām
grūtībām! Taču šīs grūtības atsver
turpmākais: pilns spainis «nāk no
akas ārā» gandrīz pats. Kāpēc?

Vindas kārtij uzliktais atsvars
ir piemērots tik liels, lai, spaini
piesmeļot, svira būtu gandrīz līdz-
svarā. Vajadzīgs neliels cilvēka
spēka moments, lai šo rotācijas
ķermeni iekustinātu (*leņķiskais
paātrinājums!*) un tad turētu līdz-
svarā — vienmērīgā pagriezienā
ap asi.

Ir jau, protams, daudz izdevīgāki paņēmieni, kā dabūt
ūdeni no akas ārā. Piespiež «pogu» — ieslēdzas elektro-
motors, kurš darbina centrālās sūkni. Vēl labāk ir, ja
sūkņa darbība pakļauta automātikai. Tā notiek mūsdienās,
kad mehānisms strādā cilvēka vietā. Tas vairs nav
vienkāršais mehānisms. Cilvēka spēka vietā strādā citi
spēki.



Ja kautahdu stihwu fahrti, jeb zitu stingru ķerminu pārleef
šchēhrsam uf stipru atšpaidu, bluki wai afminu, un tam abds
galds peekar swaru, ta tas uf atšpaidu uf weenu un ohtru puši
šwinkojahs, tad to fauz par dabigu šwihri. Pee ikktra šwihra
mums trihs leetas jaegaume: 1) atšpaida punktis, 2) šwa-
ragals un 3) špehštagals.

Kad atšpaidapunktis stahw šwihram widu, wai ari uf weenu
wai ohtru galu wairaf, tad wixu fauz diwgalkšwihri, bet tad
atšpaidapunktis stahw šwihram weenā galā un šwars wai nu
widu jeb ohtrā galā, tad wixu fauz weengalkšwihri. Ur
diwgalkšwihri zeš eegrinufšchas ehšas augšhā, ar weengalkšwihri
laušch afminus if femes, zela un wahla balkus.

Tahdi diwgalkšwihri ir muhšu šwari, leeli un mafi, leelee
šlahu-šwari, fahrtššwari, befmehrs, pumputahrtis un nešchi
(nešeeni).

Pee šlahu-šwareem mehš redsam, ta lai abi šlahi stahw
weenadi, tad tit pat daudš šwara (špehšta) waijaga tā mantas,
pee befmehta un fahrtššwareem isteef ar daudš mafaf šwara
(špehšta) nešā mantas, tadeht ta šcheem šwihreem špehštagalu
war pataišihš garaku. Tadeht mums šchis dabaskitums: Šwih-
ris stahw taišni, tad šwars ar šawu šwihragala
garumu reifinats, šchis produkts ir tit pat
leels, tā tad špehšs ar šawu šwihragala garu-
mu reifinats. ---

Trihšulis ir ripa ar grapi ahrmalā, fur striki (walgu) wai
šehdi leef ripki aptahrt, tam weenā galā šmagums stahw un
ohtrā špehšs. Tadeht trihšulis zits nešas naw, ta šawads
šwihris.

Šcho trihšuli fauz par uf weetas stahwošchu, tapehš ta wixu
tapa jeb bulte, ap to ripa greeschahs, stahw uf weetas. Šchis
trihšulis ir diwgalkšwihris un ar to naw eefpehšjams pa-
taupihš špehšta; bet tas it tapehš geldigs, ta ar to uf
wišahm pušem špehšu pehš patiššchanas war
bruhšeht.

«VARA JĀTNIKA» AKMENS

Franču tēlnieks Moriss Etjēns Falkonē 1766. gadā saņēma Krie-
vijas imperatores Katrīnas II pasūtījumu — izgatavot pieminekli Pē-
terim Pirmajam. Pēc tēlnieka ieceres bronzas jātnieka statujai vaja-
dzēja būt uz granita pjedestāla.

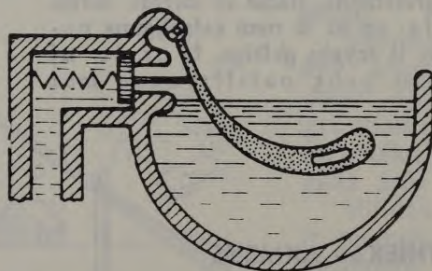
Noderīgs akmens tika atrasts Sanktpēterburgas apkārtnē. Akmens
nogādāšana pilsētā bija 18. gadsimta «tehnikas» izcils sasniegums.
Tolaik tehnikas mūsdienu izpratnē nemaz vēl nebija.

Akmeni, kura masa bija apmēram 1000 tonnu, vilka pa zemi tikai
daži desmiti strādnieku. Senā gravūrā attēlota grieztuve, ap kuru tinas
kaņepāju virves. Zem akmens bija paliktas lielgabalu lodes. Tās ripoja
pa ozola kokā izdobtām silēm. Siles bija izklātas ar vara skārdu.



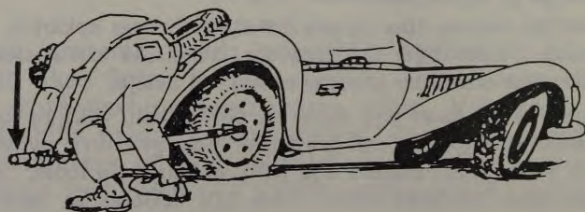
Akmens uz priekšu pārvietojās lēni. Lai virzītos uz priekšu tēlniecības darbi, dienu un nakti strādāja akmeņkaļi. Visu laiku rībēja bungas, lai viņiem nenāktu miegs. Akmens pamazām ieguva Morisa Etjēna Falkonē iecerēto jūras vilņa formu.

VALAS
BRĪDĪM



Attēlā redzama māju lopu dzirdināšanas ierīce, kuru var saukt pat par «automātu». Sameklējiet tajā vienkāršo mehānismu! Aprakstiet ierīces darbību! Kādi fizikas likumi tajā izpaužas?

Dažreiz uzgriežņu atslēgai uzliek cauruli — pagarinātāju. Paskaidrojiet, kāpēc tā rīkojas! Kādiem sviras tipa darbarīkiem ir svarīgi, lai būtu gari rokturi?



Kurš no zīmējumā redzamajiem tūristiem slikti apguvis spēku momentu likumu?



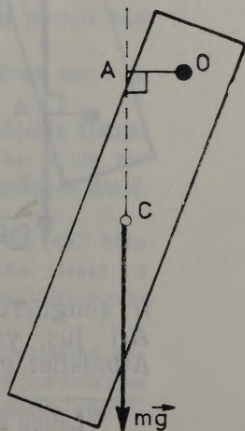
Vēriģi aplūkojiet virtuves un garāžas piederumus! Tur varat atrast ne vienu vien ierīci — vienkāršo mehānismu. Izpētiet tās darbību no fizikas viedokļa!

Jums pieder automobilis? Motocikls? Traktors? Mopēds?

Tie ir sareģģiti mehānismi, kurus jūs, cerams, «pārvaldāt pilnģģi». Tomēr būtu lietderģģi gan automobilģģi, gan traktorā saskatģģt vienkārģģos mehānģģismus, kurus aplūkoģģām šajā nodaģģā. Tādā veidā jģģs labāk izpratģģsiet arī visas maģģšinas darbģģbu kopumā.

() PIEKĀRTA ĶERMEŅA LĪDZSVARS

Aplūkosim lineālu, kas pakārts uz naglas punktā O , caur kuru iet rotācijas ass. Lineāla smaguma centrs C atrodas zemāk par rotācijas asi. Zīmējumā redzam, ka piekārtais ķermenis ir izvirģģzģts no līdzsvara stāvokģģļa. Smaguma spēkam mg ir plecs AO un spēka moments $mg \cdot AO$, kas liek lineālam grieztģģies uz līdzsvara stāvokģģļa pusi. Inerģģces dēģģļ lineāģģs izģģies cauri līdzsvara stāvokģģlim, taģģču atkal izģģveidosģģies smaguma spēka moments, kas darģģbosģģies uz līdzsvara stāvokģģļa pusi. Lineāģģs svārstģģsģģies, atģģvēģģzienam aizģģvien samazģģinotģģies, un beģģģģas apģģstāģģsģģies līdzsvara stāvokģģģģ, kad punkts O un smaguma centrs C atradģģsģģies uz vienas vertikāģģlas taisģģnes.



Šādā veidā piekārtā ķermeņa stāvokli sauc par *stabilu** līdzsvaru. Ja šo ķermeni izvirza no līdzsvara, smaguma spēks vienmēr to atgriez atpakaļ līdzsvara stāvoklī.

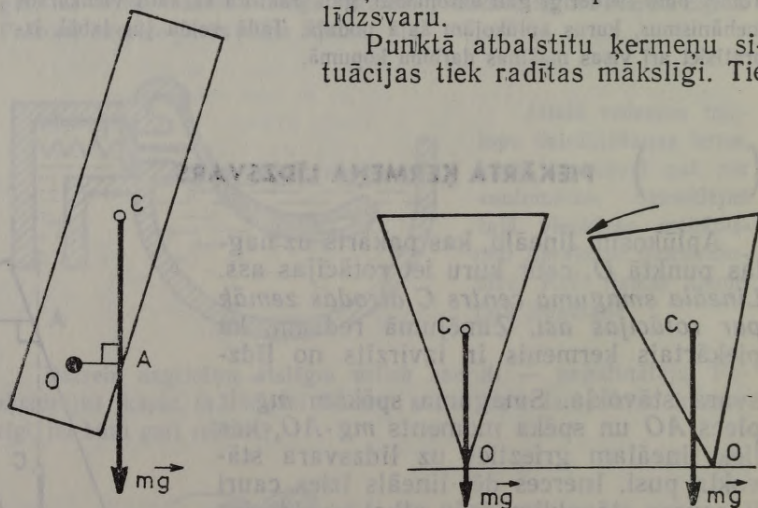
Ķermenis ar nostiprinātu rotācijas asi ir stabilā līdzsvara stāvoklī, ja ķermeņa smaguma centrs atrodas zemāk par rotācijas asi.

Stabilā līdzsvara stāvoklī piekārtu ķermeņu ir daudz. Šādus piemērus jūs redzat ik uz soļa: pulksteņa svārsts, šūpoles, lustra pie griestiem.

() PUNKTĀ ATBALSTĪTS ĶERMENIS

Lineālu var atbalstīt punktā O , kas atrodas zemāk par smaguma centru. Jāpiezīmē, ka lineāls nav pienaglots šajā punktā, bet var ap to brīvi pagriezties. Pamēģiniet šādi atbalstītu lineālu nostādīt līdzsvarā! Tas izdosies tikai tad, ja smaguma centrs C un punkts O atradīsies uz vienas vertikālas taisnes. Taču lineāla necīga izvirzīšana no līdzsvara stāvokļa izraisīs lineāla krišanu, pagriežoties ap punktu O . Smaguma spēka moments nekādā gadījumā lineālu vairs neatgriezīs līdzsvara stāvoklī. Šādā veidā atbalstīta ķermeņa stāvokli sauc par *nestabilu* līdzsvaru.

Punktā atbalstītu ķermeņu situācijas tiek radītas mākslīgi. Tie



ir žonglieru triki, balerīnas stāvēšana uz pirkstgaliem. Arī jūs varat «pažonglēt» ar grābekli siena plāvē. Atbalstiet grābekļa kātu uz rokas pirksta un sekojiet, lai

* Latīņu *stabilitas* — pastāvīgums, noturība.

grābeklis neapgāztos! Ja tas izdodas, tad jūs esat panākuši, ka grābekļa smaguma centrs un atbalsta punkts atrodas uz vienas vertikālas taisnes. Padomājiet, kāpēc jums eksperimenta laikā vajadzēja pārvietoties iepriekš neparedzētos virzienos!

() SLĪPAIS PIZAS TORNIS



Itālijas pilsētā Pizā ir tā sauktais «krītošais tornis» — 14. gadsimta arhitektūras piemineklis. Tornis celts romāņu stilā, taču vertikāli izstieptās arkas, kas vairākos stāvos aptver celtni, padara vieglāku smagnējā arhitektūras stila uztveri. Torņa augstums ir 54,5 m.

15. gadsimtā tornis nosvērās slīpi, jo pamatu vienā pusē tika izskalota grunts.

Pizas iedzīvotājos tas izraisīja satraukumu, jo tornis gāžoties varēja nodarīt lielu postu. Tika uzaicināts Leonardo da Vinči (1452—1519), lai viņš dotu slēdzienu par to, vai tornis neapgāzīsies.

Zinātnieks izvērta pētījumus: kādi ir līdzsvara nosacījumi ķermenim, kurš balstās uz plaknes?

Radās secinājums, ka ķermenis, kurš balstās uz horizontālas plaknes, paliek līdzsvarā, ja vertikāle, kas novilkta no šī ķermeņa smaguma centra, šķērso atbalsta laukumu.

Leonardo da Vinči nelika nojaukt torni — aprēķini rādīja, ka vertikālā līnija paliek torņa pamatu robežās.

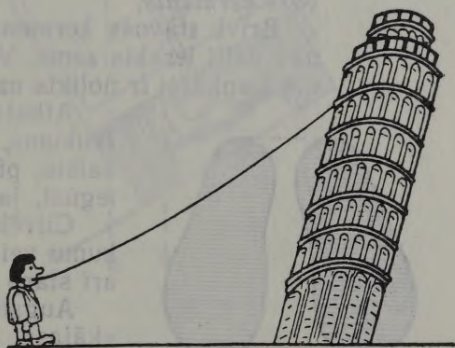
Un, ja tornis stāv vēl līdz šim laikam, tad vertikāles pamats nav izgājis ārpus...

Kopš 15. gadsimta torņa augšdaļa novirzījusies apmēram par 5 m, ik gadu novirzei nāk klāt 1,2 mm.

Pizas tornis ir gandrīz pats populārākais tūrisma objekts Itālijā. 80. gadu beigās valdības pieaicināti eksperti secināja, ka tornis var apgāzties pēc 10...30 gadiem, ja tiks novilcināti atjaunošanas darbi. 1990. gada janvārī tornis apmeklētājiem tika slēgts.

Ir vairāki projekti, kā apturēt torņa gāšanos. Šķiet, ka reāli būtu grūti ap torni mākslīgi sasaldēt, tad uzmanīgi pa daļām atrakt un veidot tornim betona pamatu — «lielu torti». Ķermeņa stabilitāte pieaug, ja palielina atbalsta laukumu.

Pirms vairākiem gadiem pasaules preses lasītājus pārsteidza aprīļa joks. Laikrakstos bija ievietota fotogrāfija, kurā tornis jau redzams vertikālā stāvoklī. Naktī uz 1. aprīli esot pie torņa ieradusies speciālistu grupa un visu paveikusi dažās stundās.



Lētīcīgie lasītāji nebija apķērušies, ka tornis nofotografēts no tādas puses, no kuras slīpums nav redzams.

Itāļu zinātnieks Galileo Galilejs Pizas slīpajā tornī veicis ķermeņa brīvās krišanas pētījumus.

1993. gada beigās pasaules presē parādījās ziņa, ka torņa savēršanās ir apturēta. Tā pamatam pierikota svina plate — atsvars, kura masa 450 t. Atsvara smaguma spēka moments darbojas pretī torņa smaguma spēka momentam.

() SMAGUMA CENTRU ZEMĀK, ATBALSTA LAUKUMU LIELĀKU!

Jo lielāks ķermenim atbalsta laukums un jo zemāk atrodas ķermeņa smaguma centrs, jo stabilāks ir brīvi stāvošs ķermenis.

Brīvi stāvošs ķermenis nav nostiprināts ar atsaitēm, nav dziļi ierakts zemē. Var sacīt, ka brīvi stāvošs ķermenis vienkārši ir nolikts uz atbalsta laukuma.



Atbalsta laukums ne vienmēr ir tas laukums, kurā ķermenis tieši saskaras ar balstu, piemēram, galda atbalsta laukumu iegūst, ja savieno ar taisnēm galda kājas.

Cilvēkam, kājās stāvot, atbalsta laukumu veido ne tikai abu pēdu laukumi, bet arī starp tām esošais laukums.

Augstiem torņiem ir plaši izvērstas «kājas» — balsti. Atbalsta laukumu šādam tornim, tāpat kā galdam, ierobežo taisnes, kas savieno šīs «kājas». Pavērojiet Latvijas TV raidītāja torņa balstus Zaķusalā! Arī Eifeļa torņa attēlā (sk. 1. daļu) redzams, ka tā atbalsta «kājas» ir plaši izvērstas. Ieraugot šādu torni, tūlīt rodas pārliecība, ka tas nekad negāzīsies.

Augstus TV raidītāju mastus var nostiprināt ar atsaitēm. Tad atbalsta laukumam nav būtiskas nozīmes. TV tornis Zaķusalā, Eifeļa tornis Parīzē un daudzi citi TV raidītāju torņi pasaulē stāv brīvi, bez atsaitēm.

Projektējot šādus torņus, arhītektam un inženierim jādomā par diviem nosacījumiem: atbalsta laukumu lielāku, smaguma centru zemāk. Brīvi novietota ķermeņa stabilitātes palielināšanā jācenšas ievērot abus minētos nosacījumus.

Iedomājieties, ka atrodaties laivā, kas viņņos stipri šūpojas! Kājās noturēties grūti. Taču stāvoklis ir stabilāks, ja apsēžaties, jo tad ķermeņa smaguma centrs atrodas zemāk. Ja noliekaties guļus, jūtaties pavisam stabili.

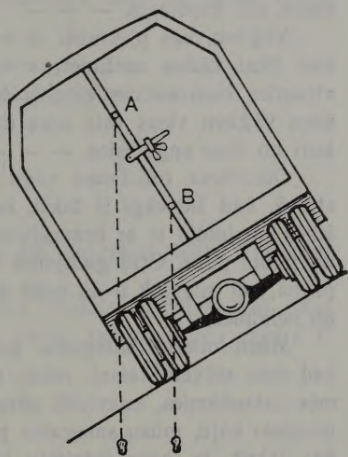
Zvejnieki un matroži, kuriem ilgstoši jādzīvo un jāstrādā «nemierīgos ūdeņos», labi iemācījušies noturēties

kājās. Vai jums ir gadījies redzēt, kā jūrnieki ieraduma dēļ pa sauszemi iet, kājas plati iepletuši?

Attēlā redzams kravas automobilis uz nogāzes. Ja automobilī maz kravas vai arī tās nav nemaz, tad automobiļa smaguma centrs ir visai zemu — punktā *B*. Automobilis atbalsta laukumu nosaka riteņu un ceļa saskaršanās vietas. Automobilis apgāzties nevar, jo pēc Leonardo da Vinči principa vertikāle, kas novilkta no smaguma centra, šķērso atbalsta laukumu.

Taču piekrautam automobilim smaguma centrs ir daudz augstāk — punktā *A*. Zīmējums rāda, ka uz nogāzes būs avārija. Ko darīt? Zinot, ka būs jābrauc pa nogāzi, nevajag automobili tik pilnu piekraut. Ja brauc pa lēzenāku nogāzi, var atļauties uzņemt lielāku kravu.

Gadās, ka uz tīrumu nogāzēm apgāžas traktori, pat kombaini, jo šīm mašīnām smaguma centrs ir visai augstu. Šādos gadījumos nav ievērots Leonardo da Vinči princips.



Strādājot, nesot smagumus vienā rokā vai abās rokās, ejot ar smagu mugursomu, braucot ar slēpēm no kalna, soļojot pret kalnu, padomājiet par sava ķermeņa stabilitāti (protams, teorētiski, jo dzīves pieredze jūs jau pieradinājusi «noturēties kājās»!)

Kā šajos gadījumos veidojas jūsu ķermeņa atbalsta laukums? Kā te izpildās Leonardo da Vinči princips?

Tas ir eksperiments, kuram nav īpaši jāgatavojas un kuram nevajag nekādas ierīces.

..ķermenis ir līdzsvarā tikai tad, kad viņa smaguma punkts atrodas tajā vertikālā līnijā, kas iet caur viņa atmešanās vietu, tādēļ ka atmešanās vietas pretestība iznīcina to spēku kopspēka darbību, kas cenšas ķermeni vilkt uz zemi. Cilvēka miesas smaguma punkts, rokām dabiski uz zemi karājoties, atrodas krustu vietā. Ja jūs šai vietā piestiprinātu auklu ar svinu galā un ja tik tālu uz priekšu paliektos, ka svins krīt ārpus jūsu kāju apakšām, tad jums katrā ziņā būs jāpazaudē līdzsvars un, ja jūs kur nepieturētos, jākrīt zemē. Lai at-rastos līdzsvarā, nav vajadzīgs, ka atmešanās vieta būtu visā savā plašumā piepildīta. Tā, piem., ja galds stāv uz četrām kājām un ja

VALAS
BRĪDĪM



vertikāle, kas iet caur viņa smaguma punktu, krīt šo kāju starpā, tad tas stāvēs tikpat labi līdzsvarā, kā ja tas šo kāju vietā atstetos uz vienas pašas resnas kājas, kas izpildītu starp četrām kājām esošo tukšo telpu.

Būvējot nekad nedrīkst grēkot pret nupat minēto likumu, jo, ja būvmateriālus saliktu, šo likumu neievērojot, tie, savā vaļā atstāti, tūlīt nogāztos zemē. — — —

Ja nav iespējams būvēt dot pietiekoši plašu atmešanās vietu, tad mazākais par to jārūpējas, ka viņu smaguma punkts atrastos tik zemu, cik iespējams. — — —

Vāģiem, kas piekrauti ar svīnu vai dzelzi, smaguma punkts atrodas tikai kādus centimetrus virspus viņu asēm. Turpretim tas var atrasties 2—3 metrus virspus asēm, ja vāģos siena vezums. Ja abiem šiem vāģiem viens rats ieies dziļā grambā, tad nav grūti uzminams, kuri no tiem apgāzīsies. — — —

Omnibusa (diližansa vāģu) smaguma punkts nav tai pašā augstumā, kad šie vāģi ir tukši, kā kad to iekša ir piepildīta jeb kad to iekša un jumts ir ar braucējiem pilni, jeb, beidzot, kad iekša ir tukša un jumts pilns. Otrā gadījumā viņu smaguma punkts stāv augstāk kā pirmā, vēl augstāk trešā nekā otrā, un ceturtā tik augstu, ka jābaidās no nelaimes.

Mūsu miesas smaguma punkts atrodas krustu viducī tikai tad, kad mēs stāvam taisni, rokas nokāruši un kājas vienā līnijā. Līdzko mēs pakustamies, acumirkli pārgrozās smaguma punkts. Ja, piem., mēs paceļam kāju, mūsu smaguma punkts tūlīt dodas uz priekšu, un mums būs jākrīt, ja, caur iedzimtu kustību ķermeņa augšu atpakaļ atliekdami, mēs neatvilktu savu smaguma punktu atpakaļ uz vertikāles, kas iet caur mūsu kājām. Aiz šā pašā iemesla, maisu uz muguras nesot, mēs esam piespiesti saliekties uz priekšu; vienā rokā ūdens spaini nesot, mums, ja negribam krist, jāsveras uz otru pusi. — — —

Varētu vēl minēt neskaitāmus piemērus, lai pierādītu, cik svarīga ir mācība par smaguma punktu, bet mēs bīstamies nokausēt lasītāju, kurš, ja tik nopietni gribēs, pats varēs atrast visur piemērus, kur izmēģināt to, kas te teikts.

(E. Veidenbaums. Izlase. R., 1988, 121.—123.)

Jāatzīmē, ka populārzinātniskie raksti nebija nejaušība E. Veidenbauma darbībā. Viņš pats par tiem izteicies šādi: «Kā visskaistākais mērķis man šķiet: būt dzīvē no citiem pilnīgi neatkarīgam, nodoties ziniskiem pētījumiem un iepazīstināt ar tiem tautu viegli saprotamos rakstos.»

Izpildot sev izvirzīto «programmu», Veidenbaums paspēja uzrakstīt 6 populārzinātniskus darbus, no kuriem līdz mūsdienām saglabājušies 4 darbi.

Savu pēdējo populārzinātnisko darbu «*Apcerējumi iz mekānikas*» Veidenbaums aizsūtīja uz Maskavu Krišjānim Valdemāram, kurš kopā ar tur dzīvojošiem latviešiem, t. s. maskaviešiem, bija izsludinājis naudas prēmiju par dabaszinātniskiem rakstiem. Kad jaunais autors

saņēma ziņu par sava raksta godalgošanu, viņš, Kalāču istabā izcīnīdams savu pēdējo ciņu, spējis vairs tikai skumji pasmaidīt. Pēc pāris dienām viņa pēdējie vārdi bijuši šādi: «Maskaviešu prēmiju atdodiet citiem.»

Veidenbaums bija apdāvināts matemātiķis ar zinātnieka interesēm. Viņš studēja tieslietas un dzejoja, neuzskatīdams sevi nemaz par dzejnieku un no citiem šo «vājību» slēpdams. Apveltīts ar ārkārtīgi jūtīgu sirdi, lielu nākotnes nodomu pārpilns viņš palika uzsāktā ceļa pašā sākumā. Savas dzīves divdesmit ceturtajā pavasarī (1892. gada 12. maijā), pašā ābeļziedu laikā nevienlīdzīgā ciņā ar nāves spēku viņš zaudēja.

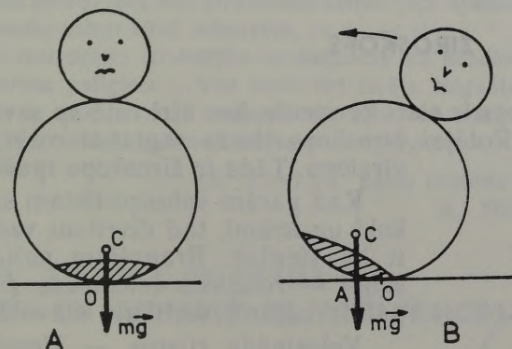
Pērkinsa postulāts: jo zemāk tu sēdi, jo sāpīgāk tevi sit!



() STĀVKUNDZIŅŠ

Nav daudz tādu rotaļlietu, kurās tik asprātīgi būtu izmantoti fizikas likumi kā stāvkundziņā.

Stāvkundziņš izveidots kā lode (citos modeļos puslode vai tikai lodes segments). Lodes apakšā ieliets svins, lai smaguma centrs C būtu pēc iespējas zemāk.



Sai rotaļlietai raksturīgs tas, ka tā vienmēr tiecas nostāties vertikālā stāvoklī (zīm. A). Smaguma spēka virziens iet caur atbalsta punktu O , kas atrodas uz rotācijas asi. Smaguma spēkam nav pleca, un tāpēc arī nav neviena spēka momenta, kas liktu rotaļlietai pagriezties ap rotācijas asi.

Ja ārēja spēka moments stāvkundziņu sagāž, smaguma spēkam izveidojas plecs OA un rodas nelīdzsvarots smaguma spēka moments (zīm. B). Šis nelīdzsvarotais spēka moments izraisa rotaļlietas pagriešanos vertikālā stāvoklī.

Jo vairāk rotaļlieta pieceldamās tuvojas vertikālam stāvoklim, jo spēka plecs OA kļūst īsāks un beigās tas ir vienāds ar nulli (zīm. A). Pieceļoties stāvkundziņš pats inerces dēļ sagāžas pretējā virzienā. Smaguma spēkam atkal izveidojas plecs, rodas spēka moments, kas rotaļlietu atgriež atpakaļ vertikālā stāvoklī.

Stāvkundziņam var likt šūpoties jebkurā virzienā, taču beigās tas nostājas vertikālā stāvoklī.

Rotaļlieta izveidota tā, ka apgāzt to nav iespējams.

Uzzīmējiet stāvkundziņu guļus stāvoklī: vispirms «ar galvu» pa labi, tad — pa kreisi! Novelciet caur atbalsta punktu (rotācijas asi) vertikāli, atrodiēt katrā gadījumā smaguma spēka plecu un izpētiet, kādā virzienā stāvkundziņu pagriezīs smaguma spēka moments!

Šajā rotaļlietā redzams, ka asprātīgais un fiziku zinošais konstruktors licis smaguma spēkam darboties pilnīgi pretēji — nevis apgādā stāvošu ķermeni, bet gan piecelt guļošu ķermeni.

Iespējams, ka jūs atradisiet vēl kādu citu rotaļlietu, kurā izmantots stāvkundziņa princips. Varbūt, ka tas sastopams arī kādā tehniskajā ietaisē.

() ŽIROSKOPS

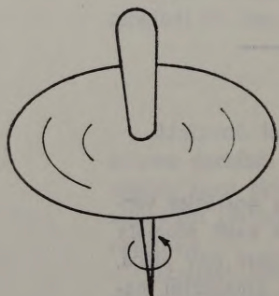
Žiroskops ir ciets ķermenis, kas ātri rotē ap savu simetrijas asi. Rotējot žiroskops tiecas saglabāt rotācijas ass virzienu. Tāda ir žiroskopa īpašība.

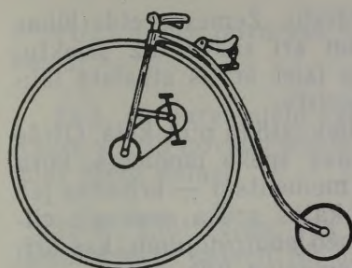
Kad garām velosipēdistam sāk zibēt koki un krūmi, tad divriteni vadīt kļūst it kā vieglāk. Braucējam palīdz žiroskopi — rotējošie velosipēda riteņi. Tie palīdz noturēt vertikālo stāvokli.

Velosipēda ritenis — žiroskops — atgādina pazīstamo rotaļu vilciņu. Tam rotācijas ass vienmēr nostājas vertikāli, lai arī kā censtos to sašķiebt.

Remontējot savu velosipēdu, izņemiet priekšējo riteni un piekariet to aiz ass galiem! Ātri iegrieziet riteni un tad mēģiniet to izvīzīt no rotācijas plaknes! Laikam gan tas neizdosies. Lūk,

te ir braukšanas prasmes noslēpums: jāpanāk, lai riteņi sāktu griezties — izpaustos žiroskopiskais efekts.





Artamonova velosipēdam priekšējā un pakājējā riteņa diametru attiecība bija 2:1, bet vēlākajos modeļos šī attiecība sasniedza jau 4:1 un pat 5:1. Tā radās «zirnekļis». Smaguma centrs tam bija pacelts labu tiesu virs zemes. Pat visniecīgākā gramba to varēja apgāzt. «Zirnekļi» nevarēja uzkāpt bez citu palīdzības. Braucot iznāca vairāk krist nekā braukt.



Pirms vairāk nekā 100 gadiem amerikāņu rakstnieks Marks Tvens brīnišķīgi attēlojis pirmās nodarbības riteņbraukšanā: «Man nebija īsts pieaugušo velosipēds, tas bija tikai tāds kumeļš — savu pieredsmi collu augsts, ar īsiem pedāļiem, straujš un draiskulīgs, kā jau kumeļš. Instruktors man īsumā pastāstīja par tā labajām īpašībām, tad kāpa tam mugurā un mazliet pabraukāja, lai parādītu, cik vienkārši tas izdarāms. Viņš teica, ka laikam gan visgrūtāk esot apgūt nokāpšanu, tāpēc to mēs atlikšot uz vēlāku laiku. Bet tā bija alošanās. Viņam par lielu prieku un pārsteigumu, izrādījās, ka vajag tikai uzsēdēt mani velosipēdā un paiet sāņus, bet zemē es tikšu pats saviem spēkiem. Un zemē es tiku tiešām neredzētā ātrumā, lai gan man nebija ne mazākās pieredzes. Instruktors nostājās labajā pusē, iestūma velosipēdu, — un pēkšņi mēs visi atradāmies zemē: viņš apakšā, es viņam virsū, bet mums abiem virsū velosipēds. — — —

Beidzot instruktors izrakstījās no slimnīcas un ieradās pie manis kopā ar četriem palīgiem. ..Visi četri vīri turēja eleganto braucamriku, kamēr es uzkāpos tam mugurā, un pēc tam maršēja pa divi katrā pusē, bet instruktors mani stūma no mugurpuses.»

(A. Jusīns. Esmu nopircis velosipēdu.
R., 1987, 32.—33.)



() CILVĒKA SOĻOŠANA UN LEONARDO DA VINČI PRINCIPS

Mēs stāvam, ejam, skrienam — kur te «fizika»?

Pirmkārt, šajās situācijās cilvēka smaguma centrs atrodas augstāk par atbalsta laukumu.

Otrkārt, jāuzmanās, lai nerastos tāds smaguma spēka moments, kas izraisītu cilvēka «pagriešanos ap asi», vienkāršāk sakot, lai cilvēks nepakristu.

Treškārt, ja smaguma spēka darbības līnija šķērso atbalsta laukumu, tad nav jāraizējas par «pagriešanos ap asi» jeb krišanu.

Soļa sākumā cilvēks iedarbojas uz Zemi, atspērdamies no tās slīpā virzienā. Jābūt pietiekami lielam berzes

spēkam, lai šī mijiedarbība notiktu. Zemes pret darbības spēks cilvēku nedaudz paceļ un arī sasver uz priekšu. Smaguma spēka darbības līnija iziet ārpus atbalsta laukuma robežām un cilvēks sāk «krist».

Taču kritot tūlī uz priekšu tiek izlikta otra kāja. Otrās kājas mijiedarbībā ar Zemi rodas spēka moments, kura virziens pretējs smaguma spēka momentam — krišanas jeb pagriezienu izraisītājam. Otrās kājas spēka moments cilvēka pagriezienam piešķir *leņķisko paātrinājumu*, kas krišanas leņķiskā ātruma vērtību samazina līdz nullei.

Sperot nākamo soli, iepriekš aprakstītās darbības atkārtojas. Skrienot soli ir daudz garāki, minētie spēku momenti arī daudz lielāki. Taču nav būtiskas atšķirības starp «skrējiena fiziku» un «soļošanas fiziku».

Kur te Leonardo da Vinči princips? Varētu sacīt šādi: visos gadījumos — stāvēt, ejot vai skrienot cenšamies, lai smaguma spēka darbības līnija šķērsotu atbalsta laukumu. Ja kādā momentā tā nav, tad nekavējoties tiek palielināts atbalsta laukums, lai jaunajā situācijā atkal smaguma spēka darbības līnija to šķērsotu.

VALAS
FORIDM

Uzrakstiet fizikāli literāru sacerējumu ar nosaukumu «Fiziķis pārgājienā»!

Neoniecinošas mākslinieciskās izteiksmes līdzekļus, ietveriet sacerējumā iespējami vairāk «fizikas» (iet, skriet, pakrist, braukt ar laivu utt.)! Lai uznāk vētra, lai gāžas koki... Lietojiet situāciju fizikālos skaidrojumus! Kur vien varat, darbojieties ar vienkāršajiem mehānismiem! Lai būtu arī slīpā plakne.

Kad sacerējums gatavs, parādiet to gan fizikas, gan literatūras skolotājam!



Mēģiniet izveidot zīmējumā redzamo situāciju ar kabatas nazi! Pārdomājiet, kas ir pamatā šādam nazi un zīmēja stāvoklim!



21-1. Pārlauziet koka skalu divās daļās! Iegūtos gabalus pārlauziet vēlreiz un tādā veidā pārlaušanu turpiniet! Kāpēc katrā nākošajā reizē pārlauzt skalu ir aizvien grūtāk?

21-2. Kāpēc laiva sāk šūpoties, ja cilvēks tajā pieceļas kājās?

21-3. Ar parastajām šķērēm var pārgriezt tievu stiepli. Kāpēc stiepli novieto iespējami tuvāk skrūvei, kura savieno abas šķēru daļas?

21-4*. Ejot sēnēs, jūs paņēmat līdzīgu atsperes svarus. Jums izdevās salasīt tik daudz sēņu, ka vienā paņēmienā grozu ar sēnēm nosvērt nevarējāt — svaru mērījums pārāk mazs. Vai ir iespējams to izdarīt ar šiem pašiem svariem?

21-5*. Diviem zēniem jāpāriet pāri grāvim, kurš ir pilns ar ūdeni. Zēni atrodas katrs savā grāvja pusē un katram zēnam ir dēlis, kurš nedaudz par īsu, lai varētu to izmantot kā laipu. Zēni izdomāja, kā rīkoties. Un kā rīkotos jūs?

21-6*. Stienis, kuram vienā galā piekārts 120 g atsvars, ir līdzsvarā, ja tas uzlikts atbalstam $\frac{1}{5}$ stieņa garuma attālumā no atsvara. Cik liela ir stieņa masa?

21-7. Kāpēc nevar nostāvēt uz vienas kājas, ja plecs un kāja atrodas pie sienas? Varbūt jums tomēr izdodas?

21-8. Apskatiet savu galda lampu! Kādā veidā panākts, lai lampa būtu pietiekami stabila?

21-9. Uzgriežņu atslēgas garums 20 cm. Tās galam pielikts 50 N spēks 60° leņķī pret atslēgu. Uzzīmējiet situāciju un aprēķiniet spēka momentu!

21-10*. Metāla caurules masa 14 kg. Caurule guļ uz zemes horizontālā stāvoklī. Cik liels spēks vajadzīgs, lai, turot cauruli aiz gala, to varētu drusku pacelt uz augšu?

21-11. Uz 6 m gara dēļa šūpojas divi zēni, kuru masas ir 40 kg un 60 kg. Kur jābūt dēļa atbalsta punktam, ja zēni sēž dēļa galos? Dēļa masu un berzi neievērot.

21-12. Ar cik lielu spēku jāspiež uz sviras galu, lai paceltu 5 kN smagu ķermeni? Sviras plecu attiecība ir 1:10. Sviras masu un berzi neievērot.

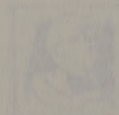
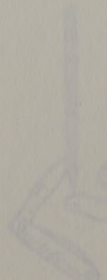
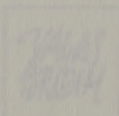
21-13. Krāsotājs paceļ sevi ar trīsi, kas piestiprināts pie mājas jumta malas. Ar cik lielu minimālo spēku krāsotājam jāvelk aiz virves gala, ja viņa masa ir 64 kg un berzes spēks ir 5% no krāsotāja smaguma spēka?

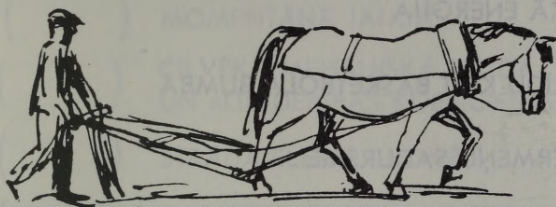
21-14. Kustīgā triša smaguma spēks ir 1,2 N. Pie triša piekārtās kravas masa ir 0,6 kg. Ko rādīs dinamometrs, kurš piestiprināts auklas galam, aiz kuras velk kravu uz augšu?

21-15. Konstruēt grieztuvi, ar kuru varētu ietaupīt spēku 4 reizes. Uzņēmēt to.

21-16. Aprēķināt spēku, kas jāpieliek grieztuves rokturim, lai no akas izceltu 120 N smagu spaini. Kēde tinas uz koka cilindra, kura diametrs ir 0,2 m. Grieztuves roktura garums 0,3 m, bet lietderības koeficients 80%.

21-17*. Lai ar sviras īsāko plecu paceltu 6 kN smagu kravu, sviras garākajam plecam jāpieliek 600 N spēks. Kādaī jābūt šīs sviras plecu attiecībai, ja lietderības koeficients ir 80%?





22. DARBS, JAUDA, ENERĢIJA

*Vai nu maize pati nāca
Bagātā vietinā;
Nav saulīte uzlēkusi,
Jau mugura nosvīdusi.*

- () CILVĒKS STRĀDĀ
- () KUR CILVĒKS ŅEM ENERĢIJU?
- () MEHĀNISKAIS DARBS
- () DARBA VIENĪBAS
- () CILVĒKS STRĀDĀ AR SVIRU
- () TRĪŠI UN DARBS
- () «VIENKĀRŠĀ MECHANIZĀCIJA»
- () LIETDERĪBAS KOEFICIENTS
- () KAS IR POTENCIĀLĀ ENERĢIJA?
- () PACELTA ĶERMEŅA POTENCIĀLĀ ENERĢIJA
- () POTENCIĀLĀS ENERĢIJAS NULLES LĪMENIS

- () KINĒTISKĀ ENERĢIJA
- () PRET GRĪDU KRĪT BASKETBOLA BUMBA
- () DIVU ĶERMEŅU SADURSME
- () TRIECIENA BLAKUSPARĀDĪBAS
- () ĶERMEŅA PILNĀ MEHĀNISKĀ ENERĢIJA
- () ZEMES MĀKSLĪGĀ PAVADOŅA PILNĀ MEHĀNISKĀ ENERĢIJA
- () SMAGUMA SPĒKA LOMA ZEMES MĀKSLĪGĀ PAVADOŅA KUSTĪBĀ
- () POZITĪVS DARBS UN NEGATĪVS DARBS
- () BREMZĒŠANA UN BERZES SPĒKA DARBS
- () ELASTĪGI DEFORMĒTA ĶERMEŅA POTENCIĀLĀ ENERĢIJA
- () DZIRNAVAS
- () ŪDENS POTENCIĀLĀ ENERĢIJA
- () HIDROELEKTROSTACIJA
- () SLODŽU GALOTŅU HIDROELEKTROSTACIJAS
- () HIDROAKUMULĒJOŠĀ ELEKTROSTACIJA
- () DERIVĀCIJAS HIDROELEKTROSTACIJA
- () HIDROELEKTROSTACIJU KASKĀDE
- () JAUDA
- () JAUDAS VIENĪBAS

- () MOMENTĀNĀ JAUDA
- () CILVĒKA MEHĀNISKĀ JAUDA
UN «LIETDERĪBAS KOEFICIENTS»
- () STRĀDĀ ELEKTRODZINĒJS
- () SIKSNAS PĀRVADS
- () ĶĒDES PĀRVADS
- () ZOB RATU PĀRVADS
- () FRIKCIJAS PĀRVADS
- () JAUDA = VILCĒJSPĒKS × ĀTRUMS
- () AUTOMOBILĀ MAKSIMĀLAIS ĀTRUMS
- () SLĪPĀ PLAKNE UN DARBS
- () SKRŪVE UN DARBS
- () DARBA MECHANIZĀCIJA
- () «MŪŽĪGIE DZINĒJI»
- () ENERĢIJAS NEZŪDAMĪBAS LIKUMS

() **CILVĒKS STRĀDĀ**

Cilvēka «darba aparātu» veido kauli un muskuļi.

Kaulu uzbūvē labi saredzama līdzība ar nedzīvo mašīnu elementiem — svirām, kā arī savienojumiem, kas var pagriezties ap asi. Pēc kaulu lieluma bieži var spriest par to, cik lielā mērā cilvēks piemērots kādam fiziskā darba veidam.

Pēc profesora Sečenova pētījumiem, *muskuļu vidējā celtspēja* ir 8 kg uz vienu muskuļu šķērsriezuma laukuma kvadrātcentimetru. Šis lielums, cilvēkam kļūstot vecākam,

samazinās. Fiziskā spēka augstāko robežu vīrietis sasniedz 25—30 gadu vecumā.

Sievietes muskuļu spēks vidēji ir 60%, bet pusaudža — 50% no pieauguša vīrieša muskuļu spēka.

Cilvēka darbu iedala *fiziskajā* un *garīgajā darbā*. Taču šis iedalījums ir visai nosacīts. Nav tādas nodarbošanās, kur būtu vajadzīgs tikai fiziskais vai tikai garīgais darbs.

Cilvēka darbu var iedalīt kvalificētā un vienkāršā darbā.

Kvalificēts darbs prasa, lai tā izpildītājs būtu ar atbilstošu izglītību: traktora un automobiļa vadītājs, skolotājs, inženieris, juvelieris, pārdevējs, namdaris.

Vienkāršs darbs ir tāds darbs, kura izpilde neprasa speciālu izglītību. Pietiek ar dzīves pieredzi un vienkāršiem norādījumiem par darba izpildi. Tāds ir, piemēram, krāvēja un palīgstrādnieka darbs. Šāda veida darbs bieži notiek kāda cita cilvēka vadībā un tāpēc jo mazāk prasa zināšanas no darba veicēja.

Tehnikas attīstība tiecas iznīcināt vai vismaz sašaurināt robežu starp kvalificētu un vienkāršu darbu.

Darbu iedalījums var būt arī šāds: pārvaldes darbi un izpilddarbi.

Pārvaldes darbam ir liels garīgā darba īpatsvars. Pārvaldes darbinieki plāno ražošanu, kārtu izejvielu sagādi un saražotās produkcijas noietu, atbild par uzņēmuma peļņu un zaudējumiem.

Pārvaldes darbiniekiem ir pakļauti *izpilddarbu* veicēji: strādnieki, ierēdņi, inženieri, projektētāji.

Jāatzīmē, ka lauksaimniekam pašam jāveic visi minētie darba veidi. Lauksaimnieks reizē ir pārvaldes darbinieks un arī izpildītājs. Arī vienkāršie darbi mijas ar kvalificētiem darbiem.

() KUR CILVĒKS ŅEM ENERĢIJU!

Cilvēka organisma darba spējas galvenokārt ir atkarīgas no uztura. Nestrādājošam cilvēkam diennaktī nepieciešams ar pārtiku uzņemt 9200 . . . 10 000 kJ.

Cilvēkam, kurš strādā, protams, vajadzīgs lielāks enerģijas daudzums. Nepieciešams, lai dažādu profesiju cilvēki diennaktī ar pārtiku uzņemtu šādus enerģijas daudzumus:

kantorists	10 500 kJ
šuvēja	11 300 kJ
litogrāfs	12 200 kJ
metālstrādnieks	13 900 kJ
plāvējs	18 500 kJ
arājs	21 000 kJ
malkas cirtējs	25 200 kJ
velosipēdists (sacīkstēs)	37 800 kJ

Ja normālo pārtikas daudzumu samazina tikai par 10%, cilvēka darba spējas samazinās par 28%, ja to samazina par 20%, darba spējas samazinās par 55%, ja to samazina par 30%, darba spējas krītas pat par 83%. Ja cilvēks ar uzturu saņem par 36% mazāk enerģijas, nekā vajadzīgs normālam darbam, tad darba spējas zūd pavisam.

Cik lietderīgi cilvēks izmanto ar pārtiku uzņemto enerģiju? Strādājot tikai ar rokām, vislielākais iespējamais lietderības koeficients ir 25%. Pārējā enerģija tiek tērēta nevajadzīgām kustībām. Kalnā kāpējs un velosipēdists («strādā kājas») arī tikai 30% no visas enerģijas izlieto lietderīgi.

Iesācējs salīdzinājumā ar pieredzējušu strādnieku viena un tā paša darba veikšanai izlieto 3...4 reizes vairāk enerģijas. Aroda pratējs darbā «ieslēdz» tikai nepieciešamās muskuļu grupas, turpretī iesācējs «strādā ar visu ķermeni».

Pēc ilgāka laika strādnieka kustības kļūst automātiskas, nevajadzīgās kustības gandrīz izzūd. Tad darbs notiek bez īpašas piepūles, nervu sistēma noslogota maz.

Puslīdz automātisks ir tāds darbs, kas ritmiski atkārtojas, piemēram, malkas skaldīšana, šūšana, adīšana, darbs pie konveijera.

Darba ritms. Senatnē latvieši augstu vērtējuši darba ritmu, it sevišķi grupveida darbos, piemēram, rījas kulšanā. Arī dziņnakmens vienmērīga griešana prasīja ritmiskas kustības. Iekļaujoties ritmā, zūd liekās kustības.

Maļšanas dziesmas ritms saskanēja ar roku kustību ritmu.

Es to savu rīta māli
Ar dziesmām sadziedāju,
Lai nesaka citi ļaudis —
Darba dēļ noskumusi.

Kopīgā darba ritmu izsenis uzturēja arī izsaučieni.

Velkot smagumu, viens komandē: reizē, reizē! Daži pētnieki domā, ka no darba ritma uzturēšanas izsaučieniem sākusi veidoties cilvēku valoda.

Darba dziesmas nāk no tālas pagātnes un pazīstamas visām tautām. Dziesmu ritms saskaņo visas grupas darbību. Darba gaitu raksturo dziesmas teksts. Valodas skaņas atdarina darba trokšņus. Melodija — mažora toņkārtā, tā atņem darbam pelēcību.

Ir airētāju, kalēju, kūlēju, malēju, vērpēju, pāļu dzinēju dziesmas.

Latviešu dziesma «Patais' manim, bāleliņi» ir sena rījas kūlēju dziesma. Tagad tā pārvērtusies par rotaļu dziesmu «Sudmaļiņas». Nospēlējiet un nodziediet melodiju! Tajā var manīt spriguļu ritmu.



Darba dziesmas tika dziedātas korī. Sākumā dzied solists, tad koris atkārtō, vadoties no darba rakstura.

Mūsdienu folkloras ansambļi veic svētīgu darbu, sacerot, atjaunojot un iestudējot senās darba dziesmas. Darba procesu atdarina dejojāņu kustības.

Ritmiskais darbs pie konveijera mūsdienās vairs nav grupveida darbs. Katrs strādnieks veic savu darba daļu. Vienu un to pašu. Katru dienu. Darbs ir vienmuļš. Taču, veicot tikai atsevišķas operācijas, cilvēks sasniedz augstu darba ražīgumu. Kā jau minēts, roku kustības kļūst gandrīz automātiskas.

Taču emocionāliem cilvēkiem konveijera darbs nav piemērots.

Konveijera darba izteikto vienmuļību cenšas izkļiedēt ar mūziku starplaikos, arī darba laikā. Tas mazina cilvēku nogurumu. Dažkārt maina konveijera kustības ātrumu, lai izraisītu citu darba ritmu. To dara apmēram pulksten 10—11, jo pētījumi liecina, ka ap šo laiku pieaug cilvēka darba spējas.



Kādā Francijas dienvidu kūrortpilsētā 1928. gada vasarā komponists **Moriss Ravels** (1875—1937) izpildīja pasūtījumu — sacerēja mūziku baletam. «Bolero» tēma viņam sākumā saistījās ar fabrikas konveijeru. Darbība notiek zem klajas debess. Strādnieki, beiguši darbu pie konveijera lentes, pakāpeniski, ritma vadīti, nāk ārā un iesaistās dejā.

Baleta librets galu galā iznāca citāds. To īsi pateicis Sergejs Prokofjevs: «Spāņu taverna, milzīgs apaļš galds, ko apgaismo virs tā pakārta lampa. Uz galda un ap to dejo, milē un nīst.»

Flauta iedzied melodiju. Tas ir sākums. Tēma. Tai ir divas daļas. Bungu ritms nemainīgs cauri visam skaņdarbam un nepārtraukts.

Pamazām cits aiz cita spēlē iesaistās pārējie orķestra instrumenti — stīgu, koka, tad metāla pūšamie instrumenti.

Mazās bungas un halucinējošs ritms klausītāju «nelaiž vaļā» līdz fināla *fortissimo*. Līdz viesuļvētrai. Noklausieties franču komponista Morisa Ravela skaņdarbu «Bolero»!

Nākošajās nodaļās aplūkosim laika apstākļu, gaisa mitruma, apgaismojuma un darba vietas krāsojuma ietekmi uz cilvēka darba ražīgumu.

Jāpiebilst, ka fizikālā izpratnē pie darba nepieder neviens no garīgā darba veidiem.

Redzēsim, ka, piemēram, smaguma turēšana, lai arī tā nav viegla, netiek uzskatīta par fizikālu darbu.

Taču vienkārša pastaiga — sevis pārvietošana, kad neko vairāk nedara, ir fizikāls darbs.

() MEHĀNISKAIS DARBS

Kad jūs paceļat kādu smagumu, piemēram, izvelkat no akas ūdens spaini, jūs esat paveikuši *mehānisku darbu*.

Jo smagāks ceļamais priekšmets un jo augstāk to paceļ, jo lielāks ir paveiktais darbs.

Jāievēro, ka *mehāniskais darbs tikai tad tiek veikts, ja pieliktā spēka iedarbībā kādu ķermeni pārvieto*.

Zirgs velk vezumu, āmurs, atsitoties pret naglu, iedzen to kokā, gāzes, kas rodas sprādzienā, sagrauj klinti vai izsviež šāviņu no lielgabala stobra — visos gadījumos kādam ķermenim tiek pielikts spēks un šis ķermenis pārvietojas.

No ikdienas pieredzes katram zināms, ka lielāks darbs tiek paveikts tad, ja strādā ar lielāku spēku un tālāk pārvieto kādu ķermeni.

Mehāniskā darba jēdzienu un darba formulu sāka lietot 19. gadsimta vidū tūliņ pēc enerģijas nezūdamības likuma atklāšanas, ko izdarīja vācu ārsts un dabaszinātnieks **Roberts Maiers** (1814—1878).

Rūpniecībā jau vairākus gadu desmitus izmantoja Dž. Vata izgudroto tvaika mašīnu. Tā strādāja cilvēka vietā, turklāt ar daudz lielāku spēku.

Līdztekus ķermeņu mijiedarbības spēka izpausmēm sāka pētīt, kā notiek ķermeņu mijiedarbība, ja tie apmainās ar enerģiju.

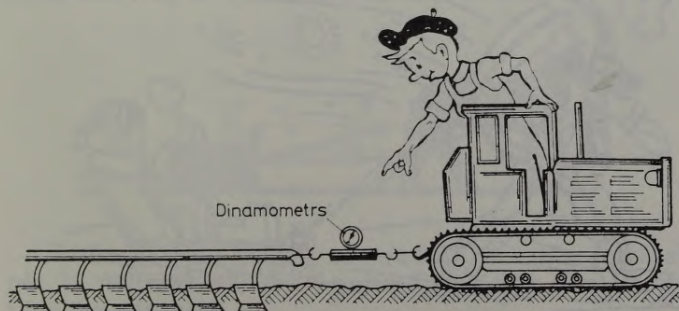
«Energētiskajā mijiedarbībā» piedalās mehāniskais darbs. Par to runājām temata ievadā. Cilvēks iegūst enerģiju no pārtikas. Strādājot viņš savu enerģiju atdod tiem ķermeņiem, kam darba gaitā pieliek spēku.

No pamatskolas jums jau zināma mehāniskā darba formula

$$A = Fs, \quad (1)$$

kur F — spēks, kas pārvieto kādu ķermeni, N;

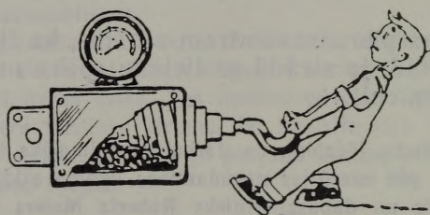
s — attālums, kuru veic pārvietotais ķermenis, m.



Seit spēka un pārvietojuma virzieni sakrīt.

Pamatskolā jūs uzzinājat, ka darbu mēra *ņūtonmetros* (N·m). Par godu angļu fiziķim **Džeimsam Džoulam** (1818—1889), kas veicis pētījumus darba un enerģijas jomā, darba vienība — *ņūtonmetrs* — nosaukts par džoulu (J).

Zīmējumā redzamais traktors velk arklu ar vilcējspēku F_{vilc} , kura lielumu var nolasīt uz dinamometra skalas. Tas nav mazs lielums, piemēram, traktors T-40 spēj arklam pielikt 11 kN lielu vilcējspēku. Tāpēc dinamometra atspere ir neelastīga, varētu sacīt — «cieta».

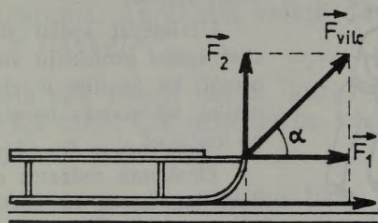


Vai ievērojāt, ka traktora vilcējspēks arklam pielikts horizontālā virzienā? Pats arklis arī pārvietojas horizontāli. Tātad *spēka un tā izraisītās ķermeņa kustības virzieni sakrīt*. Šeit jāatzīmē, ka traktoros, automobiļos, motociklos, lokomotīvēs tā ir vienmēr.

Taču, velkot ragaviņas, tā nav. Cilvēka izraisītā vilcējspēka virziens nesakrīt ar ragaviņu kustības virzienu. Dinamometrs, protams, rāda vilcējspēka skaitlisko vērtību, taču darbu veic tikai šī spēka horizontālā komponente F_1 .



Vilcējspēku \vec{F}_{vilc} var sadalīt divās komponentēs: \vec{F}_1 un \vec{F}_2 (pēc paralelograma likuma). Starp spēkiem \vec{F}_{vilc} un \vec{F}_1 veidojas leņķis α .



Darba «īstais veicējs», kā jau sacīts, ir spēks $\vec{F}_1 = F_{vilc} \cos \alpha$. Uzrakstīsim šo sakarību, lietojot spēku moduļus, šādi:

$$F_1 = F_{vilc} \cos \alpha. \quad (2)$$

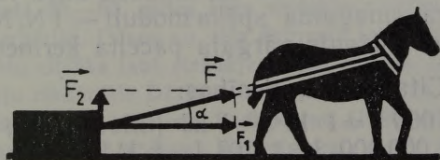
Ievietojot sakarību (2) formulā (1), iegūst

$$A = F_{vilc} s \cos \alpha.$$

Iegūta mehāniskā darba aprēķināšanas formula jebkuram gadījumam — vienalga, vai sakrīt spēka un pārvietojuma virzieni vai arī tie nesakrīt.

Ja spēka un ķermeņa pārvietojuma virzieni sakrīt, tad $\alpha = 0$ un $\cos \alpha = 1$. No tā izriet, ka *darbu veic viss ķermeņa pieliktais spēks*. Parasti mašīnas izveidotas tā, lai leņķis starp spēku un pārvietojumu būtu nulle.

Ja izgatavotu ratus ar lieliem riteņiem vai arī augstas ragavas, tad varētu panākt, ka $\cos \alpha = 1$. Varētu arī esošajām ragavām vai ratiem priekšā pierīkot kādu vertikālu balstu, aiz kura zirgs vilktu vezumu ar spēku, kura virziens sakristu ar vezuma kustības virzienu.

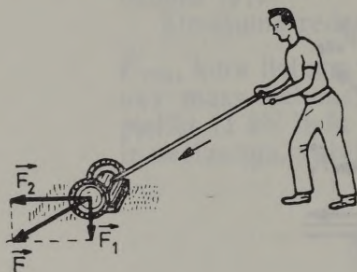


Tādi «gājieni», šķiet, nav redzēti. Kā jūs domājat, kāpēc tā nedara? Jā, suņu pajūgs ziemeļos gan varētu būt tāds, ka $\cos \alpha = 1$.

VAIKAS
FORĪM

Padomājiet, kāda loma spēkam F_2 , kas ir perpendikulārs ragaviņu kustības virzienam! Šeit izmantojiet berzes spēka formulu $F_b = \mu F_{sp}$!

Ja ir iespējams (runa ir par sniegu!), tad vienādi noslogotas ragaviņas velciet vienreiz aiz garas auklas, pēc tam velciet vairākas reizes, auklas garumu aizvien saīsinot! Kād vieglāk vilkt? Kād grūtāk vilkt? Kāpēc?



Uzzīmējiet spēku situācijas! Uzrakstiet spēku projekciju vienādojumus, pieņemot, ka kustība ir vienmērīga! Padomājiet, kā mainās berzes spēks atkarībā no leņķa α !

Zīmējumā redzams dārza rullis. Padomājiet, kāpēc to nevis velk, bet gan stumj! Kā būtu, ja ragaviņas stumtu? Spriedumos neaizmirstiet, ka $F_b = \mu F_{sp}$! Savus apsvērumus pārrunājiet ar fizikas skolotāju!

() DARBA VIENĪBAS

No darba formulas redzam, ka mehānisko darbu aprēķina, spēka moduli reizinot ar pārvietojuma moduli.

Darba vienība SI sistēmā ir džouls (J).

1 J ir darbs, ko 1 N spēks veic 1 m garā ceļā.

Nemiet atsvaru, kura masa 100 g! Tā smaguma spēka modulis $mg = 0,1 \cdot 10 = 1$ N, ja pieņem, ka $g = 10$ m/s².

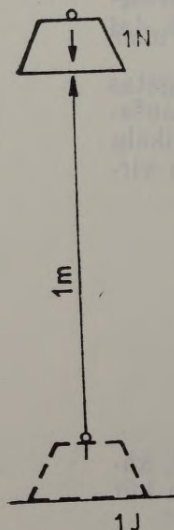
Šo atsvaru vienmērīgi paceliet vienu metru vertikāli uz augšu! Jūsu padarītais darbs ir 1 J liels! Turklāt atsvars jāceļ vienmērīgi, lai jūsu rokas spēka, kas veic darbu, modulis būtu vienāds ar atsvara smaguma spēka moduli — 1 N. No jūsu enerģijas 1 džouls pārgāja pacelta ķermeņa enerģijā.

Citas darba vienības:

1000 J = $1 \cdot 10^3$ J = 1 kJ (kilodžouls);

1 000 000 J = $1 \cdot 10^6$ J = 1 MJ (megadžouls).

Jāteic, ka ikdienā reti lieto šīs darba vienības. Vairāk pazīstama darba vienība ir kilovatstunda (kW · h), kuru lieto elektriskās enerģijas patēriņa noteikšanai. Mehānikā kilovatstunda nav ieviesusies.



22-1. Zāgētājs, pieliekot zāgim 100 N spēku, katru reizi pavelk zāgi 50 cm attālumā. Ar katru vilcienu zāgis ieiet kokā 3 mm dziļāk. Cik liels darbs jāpatērē, lai pārzāgētu siju, kuras biezums ir 20 cm?



22-2. Ozola baļķi, kura garums 8 m un diametrs 40 cm, paceļ 5 m augstumā. Aprēķināt veikto darbu. Ozola koknes blīvums ir 760 kg/m^3 .

22-3. Celtnis sāk paceļ kravu, kuras masa 50 kg, ar paātrinājumu $0,2 \text{ m/s}^2$. Cik lielu darbu veic celtna elektromotors pirmajās 10 sekundēs?

22-4*. Kombains novācis 14 ha lielu platību, pļaujot 4,6 m platu joslu. Traktora vilcējspēks 8 kN. Cik lielu darbu veicis traktors, velkot kombainu?

22-5*. Cik lielu darbu vienā minūtē veic strādnieks vilējot, ja starp detaļu un vili berzes koeficients ir 0,5? Vienā minūtē strādnieks izdara 50 kustību, katras kustības ceļš ir 200 mm, spēks, ar kuru strādnieks iedarbojas uz vili, ir 60 N.

22-6. Cik lielu darbu veic traktora dzinējs vienmērīgā kustībā 1 km garā ceļā, ja berzes koeficients ir 0,08, bet traktora masa 2 t?

22-7. Aprēķināt automobiļa dzinēja darbu 32 km garā ceļā, ja automobiļa masa 8 t, berzes koeficients 0,05 un gaisa pretestības spēks 400 N.

22-8. Lifts, kura masa 1500 kg, sāk kustību uz augšu ar paātrinājumu $1,2 \text{ m/s}^2$. Cik liels ir dzinēja veiktais darbs 5 sekundēs?

22-9. Ķermeni, kura masa 150 kg, paceļ 8 m augstumā vienmērīgi paātrinātā kustībā. Ķermeņa beigu ātrums ir 2 m/s. Aprēķināt veikto darbu.

19. gadsimta 30.—50. gados sāka veidoties zinātne, kas mūsdienu izpratnē ir *enerģētika*. Ūdens un vēja dzirnavu laiks bija pagājis. Turpat pusgadsimtu cilvēka labā strādāja tvaika mašīna, kuru 1784. gadā izgudroja angļu mehāniķis Džeimss Vats (1736—1819).

Bija zināmi franču inženiera Sadi Karno (1796—1832) apsvērumi par siltuma mašīnu izmantošanas lietderīgumu.

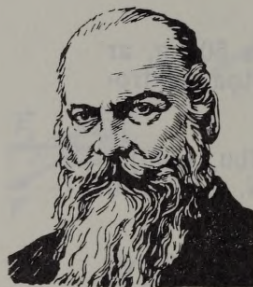
Praktiķi rēķināja, ko un cik vajag patērēt, lai iegūtu pietiekami daudz tvaika dzinēju kuģim, lokomotīvei, fabrikai.

Bija skaidrs, ka siltuma mašīna veic mehānisku darbu uz siltuma rēķina. Mēs tagad sakām, ka mehāniskā enerģija rodas uz tvaika — darba vielas iekšējās enerģijas rēķina.



Taču pretējs process — mehāniskās enerģijas pāreja siltumā — tolaik tika maz pētīts. Varētu sacīt, ka ideja par enerģijas nezūdamības un pārvēršanās likumu «līdinājās gaisā». Pirmais šo likumu formulēja vācu ārsts Roberts Maiers.

Enerģijas nezūdamības un pārvēršanās likuma atklāšana saistās ar triju zinātnieku visai neparastu, pat dramatisku sadarbošanos. Tāpēc visu pēc kārtas.



Džeimss Džouls (1818—1889) ir angļu fiziķis. Viņam piederēja prāva alus darītava. Pastāv uzskats, ka Džoula plašie un nozīmīgie atklājumi gāzu teorijā varēja būt saistīti ar darbu aldara profesijā.

Jācer, ka jums no pamatskolas laikiem ir palicis atmiņā Džoula—Lenca likums par elektriskās strāvas siltuma darbību. Džoulam ir atklājumi arī magnētisma teorijā. Par to runāsim vēlāk — «Lietišķās fizikas» 4. daļā.

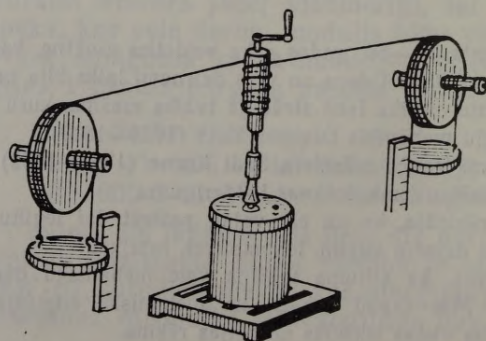
Zinātnieku nodarbināja problēma par siltuma rašanos uz mehāniskā darba rēķina.

Viņš gribēja noteikt sakarību starp mehānisko darbu un siltumu, kas radies uz darba rēķina. Zinātniski izsakoties, bija jāatrod darba un siltuma ekvivalents.

Džouls pirmos rezultātus guva 1843. gadā. Tas bija vienu gadu pēc tam, kad Maiers publicēja savus apsvērumus par «dzīvā» spēka nezūdamību.

Jāteic, ka gandrīz visu 19. gadsimtu fizikas zinātnē tika jaukti jēdzieni «spēks» un «enerģija», pareizāk sakot, jēdziens *enerģija* vēl nemaz nebija ieviests. Tās vietā runāja par spēku. Tas apliecina, ka ķermeņu mijiedarbībā, ko mēs tagad saprotam kā enerģijas pāreju darba procesā no viena ķermeņa uz otru, patiešām spēks un enerģija ir cieši saistīti.

Aplūkosim Džoula izgatavoto iekārtu, ar kuru tika noteikts *siltuma mehāniskais ekvivalents*.



Kalorimetrā, kura iekšējam traukam ar apkārtējo gaisu siltumapmaiņa ir niecīga (mūsdienu termosā priekštecis!), ierīkota ass ar sānu lāpstiņām. Kolorimetrā ieliets zināms ūdens daudzums. Lāpstiņas griežoties rada ūdeni berzi, tāpēc ūdens sasilst. Lai ass varētu griezties, tās augšējai daļai uzlikts koka cilindrs, ap kuru aptītas divas auklas. Tās pārņemtas diviem nekustīgiem trišiem. Abu auklu brīvajos galos piekārti atsvari. Atsvariem slidot uz leju, sāk griezties cilindrs un ass ar lāpstiņām. Zinot augstumu, no kura noslīd atsvari, un šo atsvaru masu, var aprēķināt smaguma spēka pastrādāto darbu.

Savukārt zinot kalorimetrā ielietā ūdens masu un tā temperatūras izmaiņu, var aprēķināt ūdenim pievadīto siltuma daudzumu.

Ja Džoula eksperimentu veiktu mūsdienās, tad ar abu lielumu vienībām grūtību nebūtu. Katram zināms, ka gan darbam, gan jebkurai enerģijas formai, arī siltumam ir viena un tā pati vienība — džouls. Ar tālaika vienībām jūs varat iepazīties, izmantojot paša zinātnieka doto secinājumu un vaļas brīdī veicot aprēķinus.

Džoula eksperimenti siltuma mehāniskā ekvivalenta noteikšanā turpinājās vairākus gadus. Iemesls tam — vēlēšanās iegūt aizvien precīzākus rezultātus.

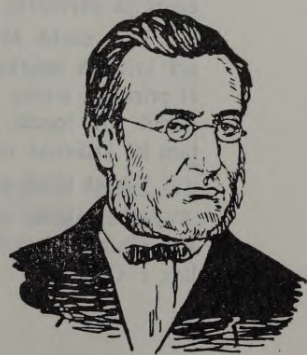
Džoula darbība un rezultātu publikācijas pamatoti ļāva viņu uzskatīt par enerģijas nezūdamības un pārvēršanās likuma atklājēju. Taču prioritāte tomēr piederēja Maieram.

Roberts Maiers (1914—1878) — vācu ārsts, dabaszinātnieks. Būdams aptiekāra dēls, viņš turpināja ģimenes tradīcijas — kļuva par ārstu pēc Tībingenes universitātes beigšanas (1838). Gadu nostrādājis Parīzes klīnikās, Maiers pieņēma par kuģa ārstu uz kāda holandiešu kuģa, kas brauca uz Javu.

Maiera dienasgrāmatā saglabājušies divi ieraksti. Vienā no tiem viņš apraksta sarunu ar kuģa stūrmani, kurš stāstījis, ka vētras laikā ūdens okeānā sasilst. Otrā ierakstā Maiers runā par to, ka, nolaižot slimajiem matrožiem venozās asinis (tolaik izplatīta ārstēšanas metode), tās bijušas neparasti gaišā krāsā. Atverot vēnas matrožiem, kuri pirms tam bija strādājuši smagu fizisku darbu, ārsts ieraudzīja parastās tumšās venozās asinis.

Maiers izdomāja neparastu izskaidrojumu: cilvēks ir līdzīgs siltuma mašīnai. Siltums, kas izdalās viņa ķermenī, rodas «sadeģšanas» (oksidēšanās) rezultātā cilvēka asinīs. «Sadeg» (oksidējas) barības vielas. Asinis, kas piepildītas ar «dūmiem», kļūst tumšas. Karstā klimatā ķermenim vajag maz siltuma, «kurināmais» tiek tērēts mazāk un asinis nekļūst daudz tumšākas.

Strādājot fizisku darbu, ķermeņa siltums tiek tērēts tā veikšanai. Tāpēc minētie procesi asinīs pastiprinās. Darbs tiek veikts uz tās enerģijas rēķina, ko sevī «slēpj» pārtika.



Atgriezies Eiropā, Maiers žurnālam «*Annalen der Physik*» 1841. gadā nosūtīja rakstu, kurā pamatvilcienos tika formulēts enerģijas nezūdamības un pārvēršanās likums. Žurnāla redaktors rakstu atlika sānis, uzskatīdams to par nepabeigtu. Mulsināja arī jēdziena «spēks» neparastais lietojums. Maiers bija lūdzis, lai rakstu, ja to nedrukā, atsūta atpakaļ. Tas tomēr netika izdarīts. Rakstu atrada žurnāla arhīvā tikai 1875. gadā un pēc sešiem gadiem to publicēja.

Taču Maiers 1842. gadā uzrakstīja citu traktātu — «*Bemerkungen über die Kräfte der unbelebten Natur*» («Piezīmes par nedzīvās dabas spēkiem», L. A.), kuru publicēja žurnālā «*Liebigs Annalen*». Tajā aprakstīts siltuma mehāniskais ekvivalents. Maiers izšķir piecas «spēku» (enerģijas) formas: potenciālo, kinētisko, elektromagnētisko, ķīmisko un siltuma enerģiju. Rakstā ir atziņa, ka muskuļu darbībā barības ķīmiskā enerģija pārveidojas tieši mehāniskajā enerģijā.

So Maiera rakstu, domājams, ievēroja tikai Džouls, jo nākošajā gadā viņš izdarīja iepriekš aplūkoto eksperimentu. Ne Vācijā, ne ārzemēs Maiera atklājumam uzmanību nepievērsa.

Redzot, ka viņa idejas negūst ievēribu, Maiers 1845. gadā publicēja vēl vienu rakstu «*Die organische Bewegung im Zusammenhang mit dem Stoffwechsel*» («Organiska kustība sakarā ar vielu maiņu», L. A.). Te vēlreiz aplūkoti pieci «spēku» (enerģijas) veidi un dota tabula ar 25 enerģijas pārvēršanās gadījumiem.

Rakstu autors nobeidz ar secinājumu, ka Saule ir galvenais enerģijas avots uz Zemes. Augi ir «ķīmiskās laboratorijas», kurās Saules enerģija pārvēršas ķīmiskajā enerģijā.

Šajā darbā Maiers apraksta «spēku» nezūdamības likumu: «Kaut arī kritiena beigās novērojam kustības «izzušanu», tomēr, izejot no šī principa, mums jāsecina, ka kustība pazust nevarēja, tā varēja tikai pāriet citā formā. Kādu formu spēj pieņemt spēks, kuru mēs pazīstam kā krišanas vai kustības spēku?»

Turpat tālāk viņš raksta:

«Jāaprēķina, cik augstu virs Zemes jāpaceļ atsvars, lai kritiena spēks būtu līdzvērtīgs tikpat lielas ūdens masas sasildīšanai no 0°C līdz 1°C.»

Presē parādījās Džoula un trešā zinātnieka — Helmholca raksti par enerģijas nezūdamības un pārvēršanās likumu. Sākās strīdi par prioritāti šī likuma atklāšanā. Maiers publicēja darbu «Piezīmes par siltuma mehānisko ekvivalentu», kurā viņš raksta: «Esmu pārliecināts, ka Džouls veica savus atklājumus par siltumu un spēku, nezinot manējos; es atzīstu, ka šī slavenā fiziķa atklājumi manī vieš lielu cieņu pret viņu, taču uzskatu un ar pilnām tiesībām varu no jauna apgalvot, ka siltuma un dzīvā spēka ekvivalentu, tā skaitliskajā izteiksmē, es esmu pirmais publicējis (1842. gadā).»

«Redzams, ka šis aizstāvēšanās raksts uzrakstīts ar paša Maiera asinīm, pēdējiem spēkiem zūdot,» vēlāk rakstīja Vilhelms Ostvalds

(1853—1932) — Baltijas vācu fizikālkīmiķis, viens no enerģētisma paudējiem, vienīgais Nobela prēmijas laureāts (1909), kuram sakars ar Latviju.

19. gadsimta 60. gados daudzi zinātnieki sāka atzīt Maiera prioritāti enerģijas nezūdamības un pārvēršanās likuma atklāšanā.

Hermanis Helmhols (1821—1894) — vācu fiziķis un fiziologs, kas Berlīnē studējis medicīnu. Viņš atstājis daudz ievērojamu darbu kā fizioloģijā, tā arī fizikā. Helmhols pierādījis, ka nodarbinātos muskuļos norisinās ķīmiskas pārvērtības un rodas siltums.

No viņa fizioloģijas darbiem visvērtīgākie ir tie, kuros fizioloģija saistās ar fizikālām problēmām.

Pirmais ievērojamais Helmholca darbs ir pētījumi par «spēka saglabāšanos» («Über die Erhaltung der Kraft»).

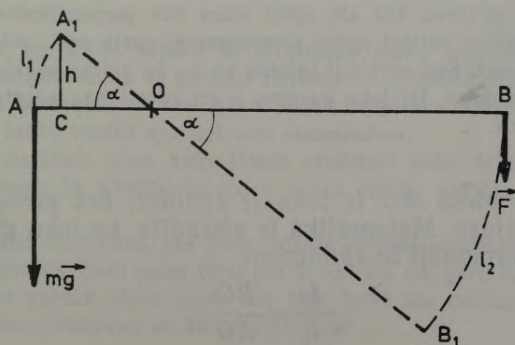
Neatkarīgi no Maiera viņš izvirzījis arī enerģijas nezūdamības principu. Taču atšķirībā no Maiera Helmhols enerģijas nezūdamības likumu izvērsis daudz plašāk — visos dabā notiekošajos procesos, arī elektrībā un optikā.

Citus Helmholca nopelnus fizikas zinātnē aplūkosim vēlāk, mācoties par elektromagnētiskajiem viļņiem, gaismu, elektronu teoriju.

Atzīstot Maiera prioritāti enerģijas nezūdamības un pārvēršanās likuma formulēšanā, Helmhols 1854. gadā oficiāli paziņoja: «Pirmais šo likumu pareizi saprata un formulēja vācu ārsts Jūliuss Roberts Maiers 1842. gadā.»

() CILVĒKS STRĀDĀ AR SVIRU

Sāksim ar zīmējumu. Krava, kurai smaguma spēks mg , atrodas punktā A . Pareizāk sakot, šajā punktā ir kravas smāguma centrs. Krava jāpaceļ augstumā $h = A_1C$. Paceltas kravas smāguma centrs būs punktā A_1 .



Sviras plecu attiecība ir 3 : 1. Tas nozīmē, ka cilvēkam, lietojot sviru, jāpatērē trīs reizes mazāks spēks (ja berzi neņem vērā), t. i.,

$$F = \frac{mg}{3}. \quad (1)$$

Svira ir ķermenis ar rotācijas asi. Tāpēc, ceļot kravu, cilvēka spēks \vec{F} darbojas pa loku $l_2 = BB_1$. Pieņemsim, ka spēks \vec{F} visu kustības laiku ir perpendikulārs sviras plecam, tātad darbojas pa loka pieskari.

Cilvēka spēka \vec{F} veiktais darbs

$$A_2 = Fl_2. \quad (2)$$

Ievietojot izteiksmi (1) darba formulā (2), dabūjam

$$A_2 = \frac{mg}{3} l_2. \quad (3)$$

Šī formula izsaka cilvēka veikto darbu, paceļot kravu ar sviru.

Pieņemsim, ka kravas pacelšanas augstums $h = A_1C$ ir pietiekami mazs un tāpēc aptuveni vienāds ar loka garumu l_1 . Tā pieņemot, varam apgalvot, ka sviras īsākā pleca spēks, kas līdzsvaro smaguma spēku, ir vērsts vertikāli uz augšu un pēc moduļa vienāds ar smaguma spēku. Tad kravas pacelšanas darbs bez sviras ir $A_1 = mgh$, bet darbs, lietojot sviru, ir $mg l_1$. Pieņemot iepriekš sacīto, ka $h \approx l_1$, iegūstam

$$A_1 = mg l_1. \quad (4)$$

Sviras īsākā pleca spēka veiktais darbs ir vienāds ar darbu, ko veic, kravu paceļot bez sviras.

Piezīme. Ja svira pagriežas pietiekami lielā leņķī attiecībā pret horizontālo virzienu, tad abi spēki vairs nav perpendikulāri pleciem. Spēku momentos ietilpst spēku komponentes, nevis paši spēki. Tas sarežģī aprēķinus. Šeit aprēķini balstās uz to, ka sviras pagrieziena leņķis ir pārāk mazs, lai loka garums l_1 un pacelšanas augstums h jūtami atšķirtos.

Sviras plecs AO ir loka l_1 rādiuss, bet plecs BO — loka l_2 rādiuss. Matemātikā ir pierādīts, ka loku garumi ir tieši proporcionāli to rādiusiem:

$$\frac{l_2}{l_1} = \frac{BO}{AO}.$$

Nemot vērā zīmējumā attēlotās sviras plecu attiecību 3:1, varam rakstīt, ka

$$\frac{l_2}{l_1} = \frac{3}{1} \quad \text{jeb} \quad l_2 = 3l_1. \quad (5)$$

Ievietojam sakarību (5) izteiksmē (3):

$$A_2 = \frac{mg}{3} \cdot 3l_1.$$

Saīsinot ar 3, dabūjam

$$A_2 = mgl_1. \quad (6)$$

Redzam, ka izteiksme (6) ir tā pati sakarība (4), pēc kuras būtu jāaprēķina cilvēka darbs, ja nelieto sviru. Izrādās, ka svira «cilvēka vietā nav strādājusi».

Lietojot sviru, veiktais darbs ir tieši tāds pats, kā bez sviras — ceļot kravu «ar rokām» tādā pašā augstumā!

Vai ir vērts lietot sviru? Jā, ir. Svira dod spēka ietaupījumu. Ir vieglāk strādāt. Nelietojot sviru, kravai jāpieliek spēks, kas vienāds ar tās smaguma spēka moduli. Ko darīt, ja «tik daudz spēka» nav? Jālieto svira, būs vieglāk. Tiks veikts tas pats darbs, taču ar mazāku piepūli.

Svira ir Arhimēda izgudrojums. Sviras «teorija» nāk no antīkās pasaules.

Vai ir dzirdēts jau gadu tūkstošiem zināmais mehānikas «zelta likums»?

Cik reižu samazinām spēku un gūstam ietaupījumu, tik reižu pagarinās ceļš un rodas zaudējums.

Attiecībā uz sviru to varam pateikt pavisam īsi: *svira darba ietaupījumu nedod.*

Pat vairāk — berzes dēļ, kas rodas, svirai pagriežoties ap asi, jātērē papildu darbs. Tomēr sviru izmantoja agrāk un izmantos arī nākotnē. Varbūt, ka «tīrā veidā» to lietos aizvien retāk, bet citu mehānismu sastāvā svirai vieta būs mūžīgi.

Izdariet aprēķinus sakarā ar Arhimēda lepno teicienu: «Dodiet man atbalsta punktu un es paceļšu zemeslodi!» Atbalsta punktu teorētiski varētu sameklēt. Sviras īsāko plecu vajadzētu izvēlēties pietiekami garu, lai to varētu «pabāzt zem zemeslodes».

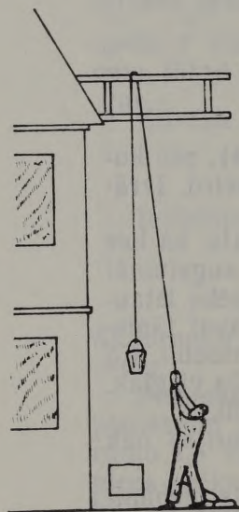
Sviras garākais plecs būtu jāņem atbilstoši paša Arhimēda spēkam. Pieņemsim ka sirmgalvja rokas spēks nebija mazāks par jūsu rokas spēku.

Izveidojiet zīmējumu, kas būtu līdzīgs iepriekš analizētajam! Lieciet, lai Arhimēds Zemi paceļ tikai par 1 cm! Pa cik garu loku pārvietosies sviras garākā pleca gals? Cik ilgā laikā tas notiks, ja sviras gals kustēsies, piemēram, ar ātrumu 0,5 m/s?

VĀLĀS
BRĪDĪM

() TRIŠI UN DARBS

Nekustīgais trīsis ir pirmā veida svira ar vienādiem pleciem. Tas nozīmē, ka mehānikas «zelta likumā» pieminēto ieguvumu un arī zaudējumu nav. Cik augstu paceļas krava, par tādu attālumu pārvietojas auklas gals, kuru velk cilvēks. Cilvēka pieliktais spēks ir vienāds ar kravas smaguma spēku. Papildu spēks vajadzīgs berzes pārvarēšanai. Nekustīgais trīsis, tāpat kā svira, nedod darba ietaupījumu.

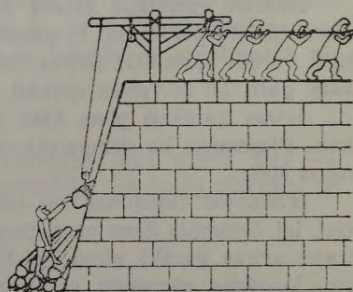
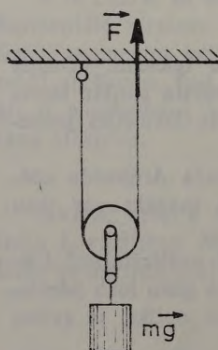


Attēlā redzams, kā strādnieks nekustīgā trīša vietā izmanto horizontālu siju. Tādā gadījumā berzes dēļ cilvēks patērē visai lielu savas enerģijas daļu. Šī enerģija ar darba starpniecību pārvēršas siltumā. Siltums rodas tur, augšā, slidot virvei pa siju. Tomēr cilvēks nolēmis, ka šādā veidā viņš patērēs mazāk enerģijas, nekā nesot augšā gan spaini, gan ... «arī sevi».

Nekustīgo trīsi izmanto ne tikai kravu paceļšanai. Trīsis noder vienmēr, kad vajag mainīt spēka virzienu.

Kustīgais trīsis ir otrā veida sviras paveids. Mazākā spēka plecs ir trīša diametrs, bet lielākā spēka plecs — trīša rādiuss. Ja kustīgo trīsi lieto, lai paceltu kravu uz augšu,

tad lielākais spēks ir kravas smaguma spēks. Ja neņem vērā spēku berzes pārvarēšanai, kustīgais trīsis dod spēka ietaupījumu divas reizes, jo trīša diametrs ir divas reizes garāks par rādiusu. Mehānikas «zelta likums» norāda, ka divas reizes mazākajam spēkam jāstrādā divas reizes garākā ceļā. Darbs — spēka un ceļa reizinājums — paliek nemainīgs.



Ja ar kustīgo trīsi ceļ smagumu uz augšu, tad jāceļ līdzi arī pats trīsis. Tas prasa nelietderīgu enerģijas patēriņu, tāpat kā berze. Kaut gan kustīgajam trīsim piemīt šis trūkums, tomēr tas ir plaši lietots vienkāršais mehānisms.

() «VIENKĀRŠĀ MECHANIZĀCIJA»

Pētījot vienkāršos mehānismus, redzējām, ka tie ļauj mainīt pieliktā spēka virzienu un lielumu.

Taču katrā gadījumā ievērojām, ka pastāv viens kopīgs princips:

cik reižu samazinām spēku, tik reižu pagarinās ceļš.

Šī atziņa izraisa secinājumu:

neviens vienkāršais mehānisms, ko cilvēks darbina ar savu spēku, nedod darba ieguvumu.

Vai jums ir darbarīku komplekts: knaibles, grieznes, skrūvspīles, uzgriežņu atslēgas? Ja ir, tad jūsu darbam «vienkāršā mehanizācija» ir nodrošināta.

Ja jums pieder automobilis vai vismaz velosipēds, tad bez «vienkāršās mehanizācijas» nemaz nevar iztikt.

Aplūkojiet, šķiet, pašu sarežģītāko vienkāršo mehānismu — trīšu bloku! Uz vienas ass atrodas vairāki nekustīgie trīši (zīmējumā to ir trīs), uz otras ass — tikpat daudz kustīgo trīšu.

Nekustīgie trīši trīs reizes maina spēka virzienu, bet katrs no kustīgajiem trīšiem dod spēka ietaupījumu divas reizes. Zīmējumā attēlotajam trīšu blokam jādod spēka ietaupījums sešas reizes.

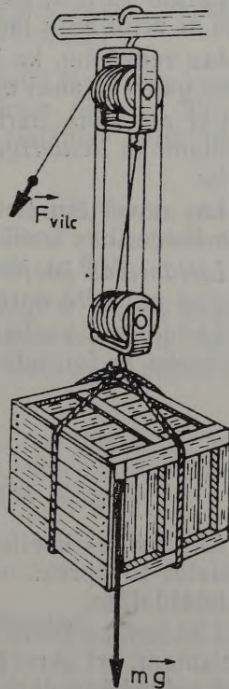
Taču šim sešas reizes mazākajam spēkam jāstrādā sešas reizes garākā ceļā.

Ja redzēsiet trīšu bloku darbā, ievērojiet, kā strādnieks «laiž caur rokām» garu garo auklu!

Izmantojot trīšu bloku, elektriķi nospiego gaisa līniju vadus pirms to piesiešanas pie izolatoriem. To pašu dara arī telefona līniju ierīkotāji.

Trīšu bloku lieto mehāniskajā darbnīcā, lai pirms remonta no automobiļa izceltu motoru.

Trīšu bloku dažreiz sauc par *polispastu*.



VALAS
BĪRĪM

() LIETDERĪBAS KOEFICIENS

Sāksim ar vienkāršu darbu — cilvēks strādā pats. Viņam nekalpo ne ūdens, ne vējš, ne siltuma dzinējs, ne elektromotors.

Lietojot darbā vienkāršos mehānismus, redzējam, ka bez vajadzīgā darba jāpastrādā arī nelietderīgais darbs.

Tā, piemēram, mūrnieks, lai uznestu ķieģeļus otrajā stāvā, liek tos uz nestuvēm. Katru reizi, uznesot ķieģeļus, ir jāpatērē darbs, gan nestuves nesot, gan arī pašam kāpjot. Jo smagākas nestuves, jo lielāka daļa no darba jāpatērē nelietderīgi.

Tāpat nestuvēm jābūt pēc iespējas vieglākām. Vēl lietderīgāks būs strādnieka darbs, ja viņš ķieģeļus uzceļ augšā ar kādu mehānismu, kuru lietojot pašam nevajadzēs kāpt augšā.

Varam spriest, piemēram, arī tā: kāpēc zemes racējam reizē ar zemi būtu jācilā arī lāpsta?

Jau redzējam, ka katrā mehānismā ir sastopama berze, kuras pārvarēšanai arī jāpatērē nelietderīgs darbs.

Lai arī kāda darba piemēru mēs aplūkojam, vienmēr atrodam, ka *lietderīgais darbs ir tikai daļa no visa patērētā darba.*

Lai novērtētu lietderīgā un patērētā darba samēru, lieto lietderības koeficientu.

Lietderības koeficients ir skaitlis, kas rāda, kāda daļa no visa patērētā darba A_{pat} ir lietderīgais darbs A_l .

Lietderības koeficientu apzīmē ar grieķu burtu η (eta). To izsaka ar formulu

$$\eta = \frac{A_l}{A_{pat}}.$$

Lietderības koeficientu parasti izsaka procentos. Taču, iesaistot to aprēķinos, no procentiem jāpāriet atpakaļ uz decimāldaļām.

Lietderības koeficienta formula lietojama jebkuram mehānismam, arī sarežģītai mašīnai, kuras uzdevums cilvēka labā veikt kādu darbu.

Arī cilvēkam, fiziski strādājot, ir lietderības koeficients. To aplūkosim vēlāk.

Nevienai mašīnai, arī cilvēkam lietderības koeficients nav 100%. Nelietderīgais darbs vienmēr būs kāda daļa no pilnā darba, taču jācenšas, lai tas būtu iespējami mazs.

22-10. Noteikt sviras lietderības koeficientu, ja kravu, kuras masa 245 kg, vienmērīgi paceļ 6 cm augstumā, sviras garākajam plecam pieliekot 500 N spēku. Šī spēka pielikšanas punkts pārvietojas par 0,3 m.



22-11. Spaiņa un smilšu kopējā masa ir 24,5 kg. To paceļ ar nekustīgo trīsi 10 m augstumā, darbojoties ar 250 N spēku. Cik liels ir trīša lietderības koeficients?

22-12*. Lai paceltu 80 kg kravu, grieztuves rokturim pieliek 200 N spēku. Grieztuves roktura garums ir 40 cm, veltņa diametrs 18 cm. Aprēķināt grieztuves lietderības koeficientu. Cik liels darbs patērēts kravas pacelšanai 25 m augstumā?

22-13*. Naglu kastes masa ir 54 kg. To paceļ jaunceltnes piektajā stāvā ($h=15$ m) ar kustīgo trīsi, pieliekot virvei 360 N spēku. Aprēķināt trīša lietderības koeficientu. Cik liels ir lietderīgais darbs? patērētais darbs?

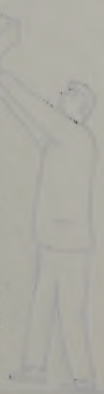
22-14*. Kādā veidā makšķernieks, zinot savas makšķeres kāta masu, var noteikt noķertās zivs masu?

22-15. Ar trīšu sistēmas palīdzību 2400 N smagu kravu paceļ 0,5 m augstumā. Virves gals, kam pielikts 500 N spēks, pārvietojas par 3 m. Aprēķināt sistēmas lietderības koeficientu.

22-16. Ar nekustīgā trīša palīdzību kravu, kuras masa 100 kg, paceļ 1,8 m augstumā. Aprēķināt visu patērēto darbu, ja iekārtas lietderības koeficients ir 90%.

22-17. Lietojot kustīgo trīsi, paceļ 640 N smagu kravu 10 m augstumā. Iekārtas lietderības koeficients ir 80%. Aprēķināt pacelšanai vajadzīgo spēku, lietderīgo darbu un visu patērēto darbu.

22-18. Izmantojot nekustīgo trīsi, vienmērīgi paceļ kravu, kuras masa ir 30 kg. Aprēķināt iekārtas lietderības koeficientu, ja auklas galam pielikts 368 N spēks.



() KAS IR POTENCIĀLĀ ENERĢIJA!

Ja ķermenis var strādāt darbu, tad tam piemīt enerģija.

«Jānis ir enerģisks cilvēks, viņš māju uzceļ. Tas viņam ir pa spēkam!»

Tādus un līdzīgus teicienus esam dzirdējuši un arī paši sacījuši.

Vārds «enerģija» cēlies no sengrieķu vārda *energeia*, kas nozīmē darbību, spēku.

Potenciālā* enerģija — tā ir enerģija, kas var parādīties uz āru noteiktos apstākļos.

Tā, piemēram, uzvilktā atsperē liek kustēties pulksteņa mehānismam tikai tad, ja tā var atritināties vaļā. Pacelts atsvars darbu dara tikai tad, ja tas krit lejup.

Saspiests gaiss var darbināt, piemēram, vilciena bremzes, ja gaisam ir iespējams izplesties. Virs hidroelektrostacijas aizsprosta uzkrātais ūdens strādā tad, ja tas tek caur turbīnu.

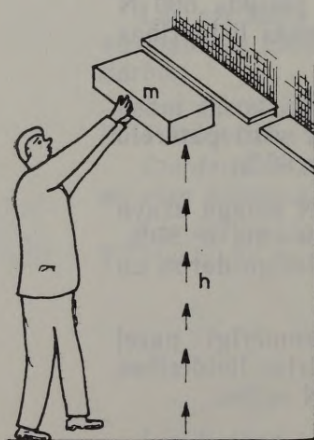
Arī Jāņa enerģija parādīsies tikai tad, ja māja tiks būvēta.

Cilvēkos un darba dzīvniekos potenciālā enerģija ir barības ķīmiskā enerģija.

«Neēdis nepacels!» — apgalvo tautas paruna.

Lai cilvēkā esošā enerģija parādītos uz āru, jāstrādā.

() PACELTA ĶERMEŅA POTENCIĀLĀ ENERĢIJA



Pacelsim kādu ķermeni, kura masa m , augstumā h . Šāda kustība, stingri ņemot, sastāv no trim daļām:

1) *paātrināta kustība*, kad cilvēka pieliktā, augšup vērsta spēka modulim jābūt lielākam par ķermeņa smaguma spēka moduli:

$$F_c > mg;$$

2) *vienmērīga kustība*, kurā

$$F_c = mg;$$

3) *palēnināta kustība*, kad ķermeni pacelšanas beigās noliek, piemēram, uz plaukta. Tad

$$F_c < mg.$$

Būtu ieteicams jums šīs situācijas attēlot burtnīcā. Novelciet koordinātu asi, pārvietojuma, ātruma un paātrinājuma virzienus, iezīmējiet spēku vektorus un uzrakstiet arī spēku projekciju vienādojumu! Trīs kustības, trīs situācijas no «spēku pozīcijām». Kā tas darāms, varat izlasīt «Lietišķās fizikas» 1. daļas 6. nodaļā. Tā rīkojoties, jūs nostiprināsiet savas zināšanas.

* Latīņu *potentia* — vara, spēks, iespēja.

Atstājam «spēku pozīcijas» un atgriežamies «darba un enerģijas pozīcijās».

Ja pirmās kustības paātrinātājspēks būtu apmēram (pēc moduļa) vienāds ar trešās kustības palēninātājspēku, tad varētu pieņemt, ka visā ceļā

$$F_c = mg. \quad (1)$$

Kustību varētu uzskatīt par vienmērīgu.

Darba formulā $A = F_c s \cos \alpha$ ievietojam $F_c = mg$, $s = h$ un $\cos \alpha = 1$. Iegūstam izteiksmi

$$A = mgh, \quad (2)$$

pēc kuras var aprēķināt cilvēka spēka darbu, kas padarīts, lai paceltu masu m augstumā h .

Kāds te sakars ar enerģiju?

Spēks, darot darbu, samazināja jūsu enerģiju par lielumu mgh un nodeva to paceltajam ķermenim. Tas ieguva potenciālo enerģiju

$$\boxed{E_{\text{pot}} = mgh.}$$

Viss notika saskaņā ar enerģijas nezūdamības un pārvēršanās likumu: *spēkam veicot darbu, enerģija pārgāja no viena ķermeņa uz otru. Par cik vienībām samazinājās cilvēka enerģija, par tikpat vienībām palielinājās paceltā ķermeņa potenciālā enerģija.*

Pēdējā teikumā ir frāze: par tikpat vienībām *palielinājās paceltā ķermeņa potenciālā enerģija.*

Vai tad pirms pacelšanas ķermenim jau bija potenciālā enerģija?

Jā un arī nē. Lai tiktu skaidrībā, ķersimies pie nākamā soļa.

() POTENCIĀLĀS ENERĢIJAS NULLES LĪMENIS

Ja pacelamais ķermenis ir uz grīdas, tad pacelšanas augstums arī tiek vērtēts no grīdas. Grīdas līmenī $h=0$, un tāpēc ķermenim uz grīdas potenciālās enerģijas nav. Taču tas sakāms tikai attiecībā pret grīdu. No Zemes virsmas rēķinot, ķermenim jau ir potenciālā enerģija. Ķermenis attiecībā pret Zemes virsmu jau ir pacelts. Šo iepriekšējo ķermeņa pacelšanu, ja padomā, vienmēr var samēklēt.

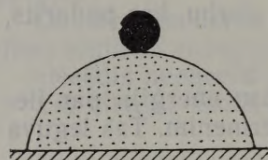
Attiecībā pret pagraba grīdu ķermenim ir vēl lielāka potenciālā enerģija. Tāpēc, pacelot ķermeni virs grīdas, mēs tikai papildinām ķermeņa potenciālās enerģijas krājumu.

Vispārīgi var pieņemt, ka ķermenim potenciālās enerģijas nulles līmenis ir jebkurā vietā. Visērtāk tomēr ir pieņemt par ķermeņa potenciālās enerģijas nulles līmeni to vietu, kur ķermenis atrodas pirms pacelšanas augšup.

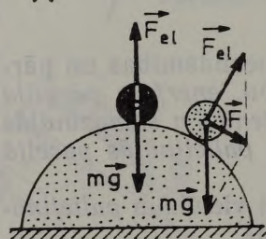
Ģeogrāfi par atskaites līmeni Zemes virsmas punktiem pieņem Pasaules Okeāna līmeni. Arī mēs balstīsimies uz šo pieņēmumu, kad aplūkosim upju ūdens enerģiju.

Piezīme. Ja pacelto ķermeni nevar pieņemt par punktu, tad augstums h jāvērtē no potenciālās enerģijas nulles līmeņa līdz ķermeņa smaguma centram.

VĀJAS
BRĪDĪM



A



B

Zīmējumā A redzam, ka lode atrodas izliektas virsmas augšējā punktā. Iezīmējiet šo stāvokli burtnīcā! Zīmējumā attēlojiet spēkus, kas darbojas uz lodi! Uzrakstiet spēku projekciju vienādojumu!

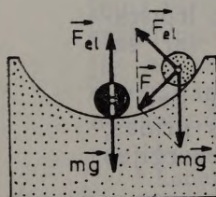
Lodei piemīt zināms potenciālās enerģijas krājums, jo tā pacelta virs nulles līmeņa. Kur te atrodas nulles līmenis? Lode ir nestabila līdzsvara stāvoklī.

Zīmējumā B attēlots moments, kad lode jau ripo lejup. Šajā stāvoklī novelciet koordinātu asi! y asi izdevīgi vilkt elastības spēka virzienā. Kā

rodas spēks \vec{F} ? Uzrakstiet spēku projekcijas uz asi un abus spēku projekciju vienādojumus!

Ja lode varēs nokrist vēl zemāk, tad tas katrā ziņā notiks. Tās potenciālā enerģija attiecībā pret Zemes virsmu tad būs vēl mazāka.

Vēlams iezīmēt burtnīcās tādu pašu lejup ripojošu lodi no izliektas virsmas augšējā punkta pa kreisi. Ievērojiet,



ka spēks \vec{F} tāpat vērstis projām no līdzsvara stāvokļa! Kā izpaužas lodes līdzsvara nestabilitāte?

Pašā sistēmā nav spēka, kas lodi atgrieztu atpakaļ līdzsvara stāvoklī. To var izdarīt tikai ārējs spēks. Tāda ir nestabilā līdzsvara pazīme.

Nākošie divi zīmējumi ir abu iepriekšējo zīmējumu pretstats. Varētu sacīt, ka te izpaužas «blodas princips». Ber, ko gribi, blodā, tās saturs saripos pašā zemākajā vietā. Te — stabils līdzsvars, jo pašā sistēmā ir spēki, kas sistēmu vienmēr atgriež līdzsvarā pēc tam, kad ārējais spēks līdzsvaru izjaucis. Iezīmējiet arī šeit visu līdzīgi tam, kā darījāt iepriekšējā gadījumā!

Ievērojiet, kā abos gadījumos vērsts spēks F ! Sis spēks ir smaguma spēka komponente, kas apaļo ķermeni ierīpina pašā zemākajā vietā. Atkal ilustrācija principam, ka sistēma tiecas uz stāvokli, kurā tai ir minimāla enerģija.

Lode rīpās šurpu turpu, kamēr berzes dēļ iztērēs savu potenciālo enerģiju, t. i., sasniegs potenciālās enerģijas nulles līmeni un apstāsies. Šeit izpaužas *vispārīgs dabas princips: sistēma tiecas ieņemt stāvokli, kurā tās enerģija ir minimāla.*

Sistēmas stabilā līdzsvara pazīme ir tā, ka nav vajadzīgs ārējs spēks tās atgriešanai līdzsvarā. To veic pašas sistēmas iekšējie spēki.

Kā redzējāt, virtuves traukos ir pietiekami daudz no fizikas. Sis treniņš, ja to veicāt, jums palīdzēja daudz ko atcerēties no iepriekšējām nodaļām.

22-19. Akmeni, kura masa ir 1 kg, izsviež vertikāli uz augšu ar ātrumu 15 m/s. Kāda ir akmens potenciālā enerģija pēc divām sekundēm? pēc četrām sekundēm?

22-20*. Kāda ir kravas masa, ja, tai brīvi krītot, pirmās sekundes laikā potenciālā enerģija mainās par 49 J?

22-21*. Akmens, kura masa ir 2,5 kg, brīvi krīt no 8 m augstuma. Kādā augstumā virs Zemes atradās akmens momentā, kad tā potenciālā enerģija bija samazinājusies par 50 J?

22-22. Automobilis brauc lejup pa kalnu ceļu. Kā mainās automobiļa potenciālā enerģija, ja brauciena sākumā ceļš atrodas 2000 m virs jūras līmeņa, bet beigās — 500 m? Automobiļa masa ir 3 tonnas.

22-23. Nosakiet ķieģeļa masu! Izdarot vajadzīgos mērījumus un aprēķinus, nosakiet ķieģeļa potenciālo enerģiju trīs dažādos stāvokļos, kad ķieģelis balstās uz trim iespējamām virsmām! Pieņemt, ka ķieģeļa smaguma centrs ir diagonāļu krustpunktā un ka smaguma spēks pielikts smaguma centram.

22-24. Ķermenis, kura masa ir 100 g, brīvi krīt no 60 m augstuma 3 sekundēs. Aprēķināt ķermeņa potenciālo enerģiju šī laika intervāla sākumā un beigās.

22-25. Pa slīpo plakni, kuras garums 6 m un slīpuma leņķis 30° , uzvēla mucu. Tās masa 500 kg. Par cik džouliem palielinājās mucas potenciālā enerģija?

22-26. Vienādā augstumā pacelti alumīnija un svina kubi. To tilpumi ir vienādi. Vai abiem kubiem ir vienāda potenciālā enerģija? Izdariet iespējamus aprēķinus!





Alpinisti Teodors Ķirsis, Imants Zauls un Ilgvars Pauls 1993. gada 10. oktobrī sasniedza 8167 metru augsto Daulagiri virsotni Himalaju kalnos. Tas ir pirmais gadījums, kad Latvijas alpinisti uzkāpuši «astoņtūkstošniekā».



Kā liecina nostāsti, Latvijas teritorijā vēl pirms pāris gadu simtiem mežos bijis ļoti daudz vilku. Tie nav griezuši ceļu pat zirgam. Var tikai aprīnīt to laiku cilvēku izdomu plēsoņu sagūstīšanā.

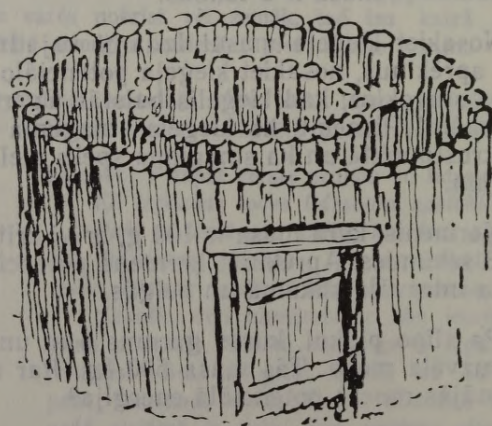
Vilku ķeršanai ierīkoja bedres. Uz takas, pa kuru vilki mēdza iet uz upi padzerties vai arī no midzeņa medībās, izraka dziļu iegarenu bedri ar stāvām sienām. Bedre bija tikai tik vien liela, lai vilks tajā ietilptu, taču nevarētu ne ieskrieties, ne arī atsperties lēcienam.

No virspuses bedri noklāja ar sīkām klūgām, kurām virsū uzlika žagarus, sūnas. Ziemā uzbēra arī sniegu.

Naktī vilki, pa taku iedami, iekrita bedrē. Visi nē, bet pirmais no-teikti. Jādomā, ka vilki neizcēlās ar attapību, ka taka «pārtaisīta». Laikam arī oža nebija visai laba. Cilvēks taču tur ilgi bijis.

Vilku sagūstīšanai tika ierīkotas vēl asprātīgākas ietaises. Šim nolūkam zemē iedzina mietus, cieši citu pie cita — pilnu apli. Vidū ielika jēru, sivēnu vai kazu.

Apkārt pirmajam mietu aplim aprikoja otru tādu pašu apli. Starp abiem mietu apliem atstāja tik šauru spraugu, lai vilks varētu iet pa to tikai vienā virzienā. Ārējā mietu aplī bija durvis, kas vērās uz iekšu.



Mājkustonis iekšējā aplī taisīja traci, kvieca un blēja. Vilki nāca uz medījumu. Atgrūda durvis. Gāja apkārt iekšējam aplim, taču pie ēdamā klāt netika. Nonācis pie vaļā palikušajām durvīm, vilks tās ar purnu aizgrūda ciet un turpināja meklēt spraugu starp iekšējiem mietiem pa otram lāgam. Vilkam šāda apmātība spraugas meklēšanā vērojama arī zoologiskajā dārzā. Kad būsiet tur, sameklējiet vilka mītni! Varbūt, ka vilks arī tad skraidīs gar žogu vienā laidā. Bez loģikas. Kā automāts.

Ko mednieki darīja nākamajā rītā? Atnāca un sagūstīja vilkus.

Esot bijušas arī pilnīgi atklātas vilku bedres. Sevišķi ziemā, kad sasaluma dēļ dziļi ierakties nevar. Sadzīti mieti aplī. Apļa vidū — pagara kārts. Kārts galā — gaļas gabals. Sētai pārlūkts dēlis ar tādu aprēķinu, lai vilks, pa to uzskrējis gandrīz līdz gaļai, pārsvērtos kopā ar dēli un iekristu aplokā.



Senā biškopja ienaidsnieks bija lācis — kārumnieks. Cilvēks «medu kāpa», kā tautas dainās sacīts, ar dzeini. Lācis, būdams izmanīgs, pie bitēm un medus kāpa tāpat.

Taču pret koku atbalstījās naglām piedzīts, virvē iekārts koka gabals. Lācis to ar ķepu atmeta sānis, lai netraucē kāpt. Koka gabals, būdams stabilā līdzsvarā, atgriezās iepriekšējā stāvoklī un sita pa lāča ķepām. Lācis sadusmojās un atsvieda koku vēl tālāk. Sitiens, protams, bija vēl sāpīgāks. Ko darīt — kāpt tālāk? Laisties zemē?

Izlasījāt? Tagad, lūdzu, lasiet vēlreiz un padomājiet, kur izmantotas tās fizikas likumsakarības, kuras tikko aplūkojām!

() KINĒTISKĀ ENERĢIJA

Izveidojiet no plastilīna lodīti! Paceliet to un ļaujiet tai krist lejup!

Lodīte pacelta nelielā augstumā, tāpēc krišanas laikā tās ātrums nav tik liels, lai gaiss izraisītu jūtamu pretestību. Pieņemam, ka lodīte krīt ar brīvās krišanas paātrinājumu. Tātad

$$a = g. \quad (1)$$

Lodītei augstumā h piemīt potenciālā enerģija

$$E_{\text{pot}} = mgh. \quad (2)$$

Lodītes smaguma spēks, izraisot krišanu, veic darbu

$$A = mgs \cos \alpha. \quad (3)$$

Ceļš, kurā smaguma spēks veic darbu, ir

$$h = s = \frac{v^2 - v_0^2}{2a}. \quad (4)$$

Ievērojot sakarību (1) un zinot, ka $v_0 = 0$, formulu (4) uzrakstām šādā veidā:

$$s = \frac{v^2}{2g}, \quad (5)$$

kur v — momentānais lodītes ātrums, bet kustības beigās — tās beigu ātrums.

Kritienā spēka un pārvietojuma virzieni sakrīt, tāpēc

$$\cos \alpha = 1. \quad (6)$$

Sakarības (5) un (6) ievietojam formulā (3):

$$A = mg \frac{v^2}{2g}.$$

Izteiksmes labo pusi saīsinot ar g , dabūjam

$$A = \frac{mv^2}{2}.$$

Pētot smaguma spēka darbu, esam izrisinājuši sakarību, ko sauc par kinētiskās* enerģijas formulu, t. i.,

$$E_{\text{kin}} = \frac{mv^2}{2}.$$

* Sengrieķu *kinēma* — kustība.

No pamatskolas fizikas kursa jums zināms, ka *kinētiskā enerģija ir kustības enerģija*. Ja ķermenis kustas, tam piemīt kinētiskā enerģija. Miera stāvoklī, kad $v=0$, ķermeņim nav kinētiskās enerģijas.

Izvērtēsim plastilīna lodītes kritienu no «enerģijas pozīcijām».

Paceļot lodīti augstumā h , jūs darījāt darbu, kurā daļu no savas enerģijas piešķirāt lodītei, sagādājot tai noteiktu potenciālās enerģijas krājumu.

No kurienes jūs dabūjāt enerģiju, lai varētu izpildīt šo «darbu»? No pārtikas, ko apēdāt. No kurienes pārtikā enerģija? No Saules!

Lodītei krītot, smaguma spēks aizvien lielāku lodītes potenciālās enerģijas daļu pārvērš kinētiskajā enerģijā. *Potenciālās un kinētiskās enerģijas summa nemainās*, jo sākumā pieņēmām, ka berzes dēļ lodītes enerģija netērējas.

Kritiena beigās lodītei potenciālās enerģijas vairs nav, jo $h=0$. Visa potenciālā enerģija pārvērtusies kinētiskajā enerģijā.

Kritiena beigās notiek lodītes trieciens pret atbalstu. Trieciens ilgst tikai $10^{-4} \dots 10^{-5}$ sekundes. Sajā laika sprīdī atbalsta elastības spēks lodīti nobremzē.

Kur paliek lodītes kinētiskā enerģija?

Tā pāriet lodītes un atbalsta iekšējā enerģijā — siltumā. Daļa no kinētiskās enerģijas tiek patērēta arī lodītes saplacināšanai.

Plastilīnam elastīgums izpaužas vāji. Triecienu var vērtēt kā gandrīz *absolūti neelastīgu*. Lodīte no atbalsta neatlec.

Ja ķermenis krīt no liela augstuma, tad gaisa pretestības spēks lielā krišanas ātruma dēļ kļūst tik liels, ka spēj līdzsvarot smaguma spēku. Kā zināms, kustības pretestības spēki palielinās tieši proporcionāli ātruma kvadrātam.

Kritiens kļūst vienmērīgs, kad ātrums ir aptuveni 200 km/h. Vai atceraties Albervilas «lidojošā kilometra» analīzi?

Vienmērīgā kritienā ķermeņa kinētiskā enerģija vairs nepalielinās. Taču, tuvojoties Zemei, potenciālā enerģija nepārtraukti samazinās. Kur tā paliek?

Berzes spēka darbs to pakāpeniski pārvērš siltumā. Sakarst gan gaiss, gan arī krītošais ķermenis.

Kinētiskās enerģijas formulu var izrisināt arī ķermeņim, kas kustas pa Zemes vai kādu citu virsmu. Kustoties ķermenis paveic darbu

$$A = Fs \cos \alpha. \quad (1)$$

Ķermenim kustību uzsākot, darbu veic paātrinātājspēks

$$F = ma. \quad (2)$$

Šis spēks ir ķermenim pielikto apkārtnes spēku rezultējošais spēks.

Līdzīgi kā lodītes brīvajā kritienā ceļš

$$s = \frac{v^2}{2a} \quad (v_0 = 0). \quad (3)$$

Pieņemam, ka $\cos \alpha = 1$, un ievieojam to kopā ar izteiksmēm (2) un (3) darba formulā:

$$A = ma \frac{v^2}{2a}.$$

Saīsinot ar a , iegūstam

$$A = \frac{mv^2}{2}.$$

Šeit, tāpat kā iepriekš, spēka veiktais darbs pārnēs enerģiju no ķermeņa, kam «pieder spēks», uz ķermeni, kuru spēks pārvieto. Tāpēc

$$A = E_{\text{kin}} = \frac{mv^2}{2}.$$

() **PRET GRĪDU KRĪT BASKETBOLA BUMBA**

Izsekojiet, lūdzu, plastilīna lodītes kritienam vēlreiz, domās to nomainot ar basketbola bumbu!

Basketbola bumbas izmēri ir daudz lielāki, tāpēc kritienā gaisa pretestības spēks arī ir lielāks. Kritiena laikā daļa no bumbas sākotnējās potenciālās enerģijas berzes dēļ pāriet gaisa un pašas bumbas iekšējā enerģijā — siltumā. «Enerģijas pārnēsējs» ir berzes spēku darbs.

Basketbola bumbas trieciens pret grīdu ir visai elastīgs. Ko tas nozīmē?

Grīdas bremsējošā spēka darbs bumbas kinētisko enerģiju pārvērš *elastīgās deformācijas enerģijā*. Bumba nedaudz saplok, gaiss tajā tiek saspiests. Gaisam izplešoties, elastīgās deformācijas potenciālā enerģija pārvēršas kinētiskajā enerģijā. Gaisa izplešanās spēks bumbu pasviež uz augšu.

Tomēr iepriekšējo augstumu bumba vairs nenasniedz. Trieciens nav absolūti elastīgs — tajā rodas arī siltums.

Pēc vairākām kustībām augšup un lejup visa potenciālā enerģija, kas bumbai bija sākumā, ir pārgājusi gaisa un pašas bumbas iekšējā enerģijā. Bumba vairs «nelēkā».

Kā redzējāt, plastilīna lodītes un basketbola bumbas kritienam gaisā ir daudz kopīga, taču ir arī atšķirības. Īpaši atšķiras triecieni pret grīdu.

Basketbolisti lieto spēles elementu — *bumbas driblēšanu*, gan uz vietas stāvēt, gan skrējienā.

Triecot bumbu pret grīdu, bumba no sportista iegūst kinētisko enerģiju katrā bumbas kritienā. Bumbas kinētiskās un potenciālās enerģijas zudumi tiek kompensēti no sportista enerģijas krājuma. Katrs sitiens — darbs, kas pārnēs spēlētāja enerģijas porciju uz bumbu.

Anhela ūdenskritums Venecuēlā ir visaugstākais ūdenskritums pasaulē. Ūdens krīt no 1054 m augstuma.



DIVU ĶERMEŅU SADURSME

Būtu lietderīgi, ja jūs, pirms sākat lasīt šo soli, pārlasītu «Lietišķās fizikas» 1. daļā nodaļu «Triecieni».

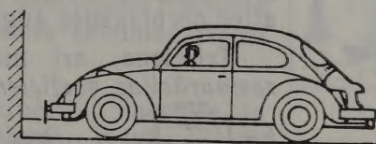
Izlasījāt? Tur trieciena būtība ir analizēta no *ķermeņa impulsa nezūdamības* viedokļa. Tagad triecienu aplūkosim no *enerģijas nezūdamības* viedokļa.

Sadursmes (triecieni) ir islaicīga ķermeņu mijiedarbība. Triecienā mainās ķermeņa ātrums gan pēc virziena, gan arī pēc moduļa. To novērojām plastilīna lodītes un basketbola bumbas triecienos pret grīdu.

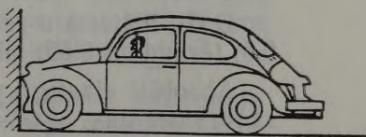
Triecienu teorijā aplūko divus robežgadījumus: *absolūti elastīgu* un *absolūti neelastīgu* triecienu.

Par absolūti neelastīgu pieņemām plastilīna lodītes atsitieni pret grīdu. Lodītes trieciens ir absolūti neelastīgs tāpēc, ka lodīte neatlec no grīdas atpakaļ. Kritiena beigu ātrums un kinētiskā enerģija «momentāni pazūd».

Absolūti neelastīgā triecienā visa kinētiskā enerģija pilnīgi pāriet to ķermeņu iekšējā enerģijā, kuri triecienā mijiedarbojas. Abi ķermeņi sasilst, abos ķermeņos izraisās paliekošās deformācijas. Taču katra neelastīga sadursme ir arī mazliet elastīga. Tomēr daudzos triecienos ķermeņu elastība ir pārāk niecīga, lai to ņemtu vērā. Tā, piemēram, ar āmura triecieniem var «apstrādāt» sviņu,



$v = 5 \text{ m/s}$

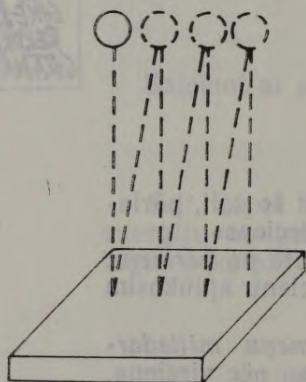


$v = 50 \text{ m/s}$

Enerģija 100 reizes lielāka

varu, arī alumīniju — triecienu ir praktiski neelastīgi. Tādā veidā no alumīnija štancē bļodiņas kausus, karotes. Arī graudus samaļot dzirnavās, metālus kaļot, akmeņus drupinot, materiālu elastība ir tik maza, ka triecienu jāpieņem par absolūti neelastīgiem.

Citādi ir ar absolūti elastīgām sadursmēm. Ja sadursme būtu absolūti elastīga, tad triecienā visa kinētiskā enerģija pārietu elastīgās deformācijas enerģijā, uz mirkli kļūstot par *elastīgi deformēta ķermeņa potenciālo enerģiju*. Ķermenis, atgūstot agrāko formu, savu potenciālo enerģiju pārvērstu atkal kinētiskajā enerģijā.



Basketbola bumbas trieciens pret grīdu ir elastīgs, taču nav absolūti elastīgs.

Absolūti elastīgās sadursmēs ķermeņu kopējā kinētiskā enerģija saglabātos pilnīgi. Iekšējai enerģijai no tās «netiktu ne kripatas». Ja tā notiktu īstenībā, tad cilvēks būtu ieguvis *perpetuum mobile* — mūžīgo dzinēju. Tā, piemēram, no augstuma H nomests ķermenis, atsitoties pret šķērslī, paceltos atpakaļ tādā pašā augstumā. Un tā tas turpinātos mūžīgi! Kāds labums būtu no tādas kustības? Gan jau kāds būtu izdomājis, kur to izmantot.

Lai noteiktu, kādā mērā ķermeņu reāla sadursme atšķiras no absolūti elastīgas sadursmes, izmanto ķermeņa (parasti lodītes) sadursmi ar nekustīgu plāksni. Plāksnei jābūt masīvai (tās masa daudzārt lielāka par krītošās lodītes masu). Lodītei no augstuma H ļauj krist pret masīvo plāksni. Lodīte, būdama vairāk vai mazāk elastīga, atlec no plāksnes augstumā h . Protams, ka $h < H$.

Trieciena, arī materiāla elastības pakāpi raksturo *restaurācijas koeficients* k . To var aprēķināt pēc formulas

$k = \sqrt{\frac{h}{H}}$, kur H — augstums, no kura lodīte krīt; h — lodītes pacelšanās augstums pēc sadursmes ar plāksni.

Dažu materiālu restaurācijas koeficienti ir šādi: kokam 0,5; tēraudam 0,55; ziloņkaulam 0,89.

Absolūti elastīgā sadursmē $k=1$, taču praktiski tādas sadursmes nav.

Otrā robežgadījumā — absolūti neelastīgā sadursmē $k=0$, jo $h=0$. Tā varēja pieņemt plastilīna lodītes kritienā.

TRIECIENA BLAKUSPARĀDĪBAS

Vai jums ir gadījies būt smēdē, akmeņkaļu darbnīcā? Kāds troksnis! Katrs vesera trieciens uz kinētiskās enerģijas rēķina ne tikai, kā jau teikts, dod deformāciju un siltumu, bet arī skaņu.

Īpaši «jautri» ir skārdnieku darbnīcā. Dažāda izmēra skārda gabalu vibrēšana dod dažāda augstuma «toņus». Vesels orķestris!

Nogrūst kalns, notiek zemestrīce vai vulkāna izvirdums, pret krastu triecas vilnis — te visur ir ķermeņu sadursmes jeb triecieni. Dzirdamas triecienu izraisītās skaņas.

Trieciens var radīt arī dzirksteli. Triecienā no ķermeņa tiek atrauta sīka daļiņa, kas sakarsusi līdz sarkankvēlei. Šai daļiņai — dzirkstelei ir pietiekami augsta temperatūra, lai izraisītu vielu uzliesmošanu.

Tāpēc jābūt uzmanīgam, strādājot ar āmuru benzīna tuvumā. Nekādā gadījumā nedrīkst ar āmura sitieniem vērt vaļā aizskrūvētu benzīna mucu!

Trieciens dod dzirksteli šķiltavās. Dzirkstele aizdedzina gāzi vai citu viegli uzliesmojošu vielu. Virtuvē gāzes plīts «iekuršanai» lieto lielu izmēru šķiltavas, lai roka nebūtu liesmas tuvumā. Daudzi smēkētāji atsakās no sērkokoņiem un dod priekšroku gāzes šķiltavām. Agrāk šķiltavās dzirkstele aizdedzināja benzīnā samērcētu vati, vēl senāk — posu, īpaši sagatavotu un izžāvētu koka piepi.

Šķiltavas darbinot, tiek izraisīts neliels trieciens. Mijiedarbojas divi cieti ķermeņi. Cilvēka izlietotā enerģija «izšķīl dzirksteli».

22-27. Vertikāli uz augšu izsvieda akmeni, kura masa 0,5 kg. Akmens nokrita atpakaļ pēc 4 sekundēm. Cik liela bija akmens kinētiskā enerģija sviediena sākumā? Gaisa pretestību neņem vērā.

22-28. Aprēķināt meteorķermeņa kinētisko enerģiju, ja tā masa 50 kg un kustības ātrums 40 km/s.

22-29*. Pāldziņa zveltņa masa 800 kg. Tas brīvi krīt no 5 m augstuma un katrā triecienā iedzen pāli 16 cm dziļi. Cik liels ir augšnes vidējais pretestības spēks?

22-30. Automobilis horizontālā ceļa posmā palielināja ātrumu no 36 km/h līdz 72 km/h. Dzinēja veiktais darbs ir 300 kJ. Cik liela ir automobiļa masa?

22-31. Vai ķermenim, kura masa 1 kg, 6 m augstumā virs Zemes var būt 80 J liela mehāniskā enerģija?



22-32. Ķermeņa masa 400 g, tas atrodas 100 m augstumā virs Zemes. Tā pilnā mehāniskā enerģija ir 500 J. Aprēķināt ķermeņa ātrumu.

22-33. Akmeni izsviež vertikāli uz augšu ar ātrumu 25 m/s. Akmens masa 0,3 kg. Aprēķināt akmens kinētisko enerģiju pēc divām sekundēm.

22-34*. Akmens, kura masa 0,4 kg, izsviests vertikāli uz augšu ar ātrumu 25 m/s. Cik lielā augstumā akmens kinētiskā enerģija būs $\frac{2}{3}$ no tā potenciālās enerģijas?

22-35. Upes straumes ātrums un plosta ātrums ir vienādi. Kam lielāka kinētiskā enerģija — 1 m³ ūdens vai 1 m³ koka?

22-36*. Automobilim, kas sāk kustību no miera stāvokļa, otrās sekundes beigās kinētiskā enerģija ir 1 MJ. Cik liela būs automobiļa kinētiskā enerģija piektās sekundes beigās?



Dievam iesākumā uguns nebijusi. Velnam bijusi. Dievs prasījis Velnam kādu dzirkstelīti, Velns nepielaidies ne uz to pusi ne. Bet, kad Velns maniņa, ka Dievs visai gribēja uguni dabūt, tad gudrinieks noslēpa uguni tā, ka cits neviens nezināja, vienīgi pats Velns. Dievs gudroja, gudroja, kur gan būtu varējis uguni tā noslēpt, ka ne pēdas vairs. Bet Velns zobojās: varot vai tūkstošiem gadu meklēt, ir tad šā nolikuma neuziešot! Dievs atteica: «Ja es tikai gribu, tad jau rītdien man būs uguns rokā!» — un aizgāja. Velns no pakaļas noteica, vai nu tik lielība vien neiznākšot! Bet tomēr, ticīgs nebūdam, ies raudzīt, ko gan Dievs darot. — Aiziet — Dievs pašu laiku slien slieteni (mājiņu, kur vasaras laikā vāra ēdienu). Velns brīnīdamies vaicā: ko šis darišot ar slieteni, kad šim neesot uguns? Dievs atteica: «Kad būs slietenis — būs uguns!» Velns aizgāja, nodomādams: lai nu taisot vien, lai taisot, un noglabāja uguni vēl cietāk.

Bet ko Dievs darija? Slieteni saslējis, pielasīja pulka vecu, sausu pūpēžu, sanesa slieteni krietnu čupu, paņēma divi brangas elkšņu rungas un sāka pūpēžus jozēt, ka putekļi vien pa gaisu griezās, kas par gabalu gluži izskatījās kā dūmi. Bet jau priekšlaikus Dievs sliepeni bija nosūtījis cilvēku Velna tuvumā, lai noklausītos, ko tad Velns teikšot, kad redzēšot no šā namiņa dūmus kūpam. Labi! Kā nu Velns ieraudzījis no Dieva slieteņa dūmus kūpam, tā domājis, ka nu tiešām Dievam uguns rokā, un sāk brīnīties, vēsmoties: «Nē, vai tas nav vienreiz gudrinieks! Es tak tā noglabāju uguni akmenī un tēraudā, lai neviens pats neuzietu, bet paraugi nu, ir tur viņš ir uzodis!» Dieva vēstnesis noklausījās un aizsteidzās steidzamo pie Dieva, izstāstīdams galu no gala, ko pie Velna dzirdējis. Tad Dievs tūlīņ paķēra akmeni un tēraudu, sasita kopā, un uguns bija rokā. Kā jau visas labas lietas, tā arī uguni, Velnam atņēmis, atdeva cilvēkam. Velns tikai nevarēja vien pats uz sevi nosīrstīties, ka uguni tik muļķīgi glabājis: bet neko darīt — kas Dievam rokā, to vairs neatdabūsi. Tā uguns vēl vienādi atrodas akmenī un tēraudā, kā ar Velna likumu toreiz ielikta.

(Latviešu tautas teikas. R., 1961, 41.—42.)

Ierīci, kuru redzam zīmējumā, ieteicis angļu fiziķis Džeimss Maksvels (1831—1879), tāpēc to arī sauc par *Maksvela svārstu*.

Izgatavojiet arī jūs Maksvela svārstu! Tā demonstrējums skatītājos izraisīs interesi, un, iedziļinoties tā būtībā, jūs labāk izpratisiet enerģijas neuzdamības un pārvēršanās likumu. Daudzos piemēros šis likums jau aplūkots, pārspriests un, šķiet, arī saprasts. Taču šī asprātīgā ierīce ir «vērtība pati par sevi».

Ņemiet viendabīgu dzelzs disku, kuram smaguma centrs ir vidū! Vidū jābūt arī urbūmam. Var noderēt, piemēram, dārza ķerras ritenis. Diska masa var būt vairāki kilogrami. Attēlā redzamos āķus iestipriniet vaļēju durvju aplodā virs galvas! Svārstam tur nav jābūt vienmēr. Uzliksiet, kad vajadzēs.

Kad aukla stienim uztīta un disks atrodas augšā, tad auklas neuztītajai daļai jābūt aptuveni vertikālā stāvoklī.

Auklai jābūt tik garai, lai disks apakšējā stāvoklī atrastos iespējami zemu, bet nebalstītos uz durvju sliekšņa. Auklai jābūt pietiekami izturīgai. Vislabāk ņemt veļas auklu. Auklas apakšējie gali jānostiprina uz stieņa cieši blakus diskam.

Vai izgatavojāt svārstu? Tad eksperimentētājs (tas esat jūs) paceļ disku līdz augšai neparastā veidā — uztin auklu uz stieņa galiem. To darot, daļu no savas enerģijas jūs pārvēršat diska potenciālajā enerģijā $E_{pot} = mgh$.

Kad disks pacelts, strauji laidiet to vaļā un paejiet vairākus metrus sānis! Arī skatītājiem jāstāv malā! Var gadīties, ka disks notrūkst no auklām.

Atritinot auklas, disks smaguma spēka iedarbībā aizvien ātrāk pārvietojas lejup. Pārdomājiet enerģijas pārvērtības šajā kustībā!

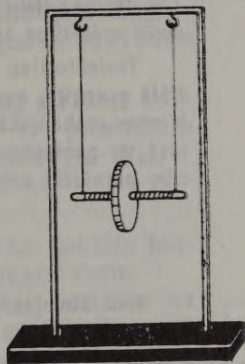
Pirmajā acumirkļī šķiet, ka svārsts apakšējā punktā apstāsies. Taču nē! Disks atkal ceļas augšup, pats tīdams auklu uz stieņa galiem.

Diskam apakšējā punktā «nebija kur likt» pietiekami lielo kinētisko enerģiju. Uz tās rēķina disks ceļas augšup, un kinētiskā enerģija pakāpeniski pāriet potenciālajā enerģijā. Taču velti cerēt, ka disks pacelsies tikpat augstu kā sākumā. Ar katru nākošo svārstību diska pacelšanās augstums samazinās. Tas liecina, ka svārsta enerģija kļūst aizvien mazāka.

Diskam beidzot svārstības, jūsu sākotnēji tam piešķirtā enerģija ir pilnīgi pārgājusi iekšējā enerģijā.

Izpētīsim šo procesu sīkāk! Diska rotācijas ātrums ir visai liels, tāpēc berzes spēks starp disku un gaisu jāņem vērā. Berzes spēka darbs daļu no svārsta enerģijas pārvērš siltumā. Sasilst gais, sasilst arī pats disks.

TALAS
SĪRDIEM



Iespējams, ka jūs ieteiktu disku novietot vakuumā, lai nebūtu gaisa pretestības. Jā, tā izdarīt varētu un jūs būtu atkārtojis neviena vien *perpetuum mobile* izgudrotāja domu gājienu.

Tomēr arī vakuumā paliek saites deformācija. Lai cik elastīga arī nebūtu aukla, tās «locīšana» prasa enerģijas patēriņu. Nevar novērst arī berzi, kas rodas, auklai uzstīnīties uz stieņa un notīnīties no tā. Tas neprasa lielu enerģijas patēriņu, tomēr novērst to nevar. Vakuumā disks svārstītos augšup un lejup daudz ilgāk, bet ne mūžīgi.

Trajektorijas augšējā punktā Maksvela svārstam ir tikai potenciālā enerģija, apakšējā — tikai kinētiskā enerģija. Starpstāvokļos tam ir abas mehāniskās enerģijas formas, kas nepārtraukti pārvēršas viena otrā un pamazām vien siltumā. Jūs savu enerģiju ar svārsta starpniecību pārvērtāt siltumā.

Kad tuvojas Lieldienas, ierīkojiet vēl vienu svārstu — šūpoles. Šūpolēm ir daudz kopīga ar Maksvela svārstu, taču ir arī atšķirības. Padomājiet, kur šūpolēm ir augstums h , kas nosaka potenciālās enerģijas krājumu! Kur atrodas potenciālās enerģijas nulles līmenis? Kādā veidā tiek papildināta šūpoļu mehāniskā enerģija?

Ipaši interesanti izpētīt, kāpēc šūpošanas izdodas «turpināt bezgalīgi», ja šūpolēs stāvošais cilvēks brižiem pietupstas un tad atkal pieceļas visā augumā.

VALAS
FORIDIM

() ĶERMEŅA PILNĀ MEHĀNISKĀ ENERĢIJA

Ķermenis, kā iepriekš redzējām, var atrasties tādos stāvokļos, kad tam ir gan potenciālā, gan arī kinētiskā enerģija.

Līdzīgi tas ir brīvi krītošam ķermenim. Pilno mehānisko enerģiju E var izteikt šādi:

$$E = E_{\text{pot}} + E_{\text{kin}}$$

Ja ķermenis pārvietojas pa virsmu, kura pieņemta par potenciālās enerģijas nulles līmeni, tad pilnā mehāniskā enerģija sastāv tikai no ķermeņa kinētiskās enerģijas $E_{\text{kin}} = \frac{mv^2}{2}$. Tā tas ir ķermeņiem, kuri pārvietojas, piemēram, pa Zemes virsmu.

Augstumā h paceltam, bet attiecībā pret Zemi miera stāvoklī esošam ķermenim pilnā mehāniskā enerģija sastāv tikai no potenciālās enerģijas $E_{\text{pot}} = mgh$.

() ZEMES MĀKSLĪGĀ PAVADOŅA PILNĀ MEHĀNISKĀ ENERĢIJA

Vispirms no enerģijas viedokļa jāizpēta, kā pavadonis nokļūst orbītā.

Orbītā — augstumā h virs Zemes pavadoni nogādā nesējraķete. Pavadoņa iegūtā potenciālā enerģija $E_{\text{pot}} = mgh$ rodas uz nesējraķetes dzinējos sadegušās degvielas ķīmiskās enerģijas rēķina.

Paceļot pavadoni orbītā, tam tiek piešķirts *pirmais kosmiskais ātrums* $v = 7,8$ km/s. Tātad reizē ar potenciālo enerģiju pavadonis iegūst arī kinētisko enerģiju $E_{\text{kin}} = \frac{mv^2}{2}$.

Ja pirmais kosmiskais ātrums sasniegts un nekāda tehniska kļūme nav bijusi, pavadonis sāk apriņķot Zemi.

Pavadoņa pilnā mehāniskā enerģija, kas uzkrāta uz sadedzinātās degvielas ķīmiskās enerģijas rēķina, ir

$$E = mgh + \frac{mv^2}{2},$$

kur h — orbītas augstums, m;

m — pavadoņa masa, kg;

$v = 7,8 \cdot 10^3$ m/s — pavadoņa orbitālais ātrums.

Pēc tam kad pavadonis ievadīts orbītā, tam nekāds dzinējs vairs nav vajadzīgs. Tas bieži izraisa neizpratni. Kā tad tā — uz Zemes jebkura kustība bez vilcējspēka darbības izbeidzas... Tā ir. Uz Zemes kustības laikā vajadzīgs vilcējspēks, lai līdzsvarotu pretestības spēkus. Pavadoņa orbītas augstums h izraudzīts tā, lai lidojums notiktu gandrīz vakuumā. Nevar gan apgalvot, ka nevienas gaisa molekulas tur nav. Tomēr ārkārtīgi retie gaisa molekulu un mikrometeorītu triecieni izraisa tik niecīgu pretestību, ka pavadonis pēc inerces un bez vilcējspēka var riņķot ap Zemi vairākus gadus, nesamazinot ātrumu.

() SMAGUMA SPĒKA LOMA ZEMES MĀKSLĪGĀ PAVADOŅA KUSTĪBĀ

Uz Zemes pierasts, ka ķermenis smaguma spēka iedarbībā krīt, ja smaguma spēku nelīdzsvaro kāds cits spēks, piemēram, atbalsta vai saites elastības spēks. Pavadonim kosmosā nav ne atbalsta, ne saites. Kāpēc pavadonis tomēr nekrīt Zemes virzienā?

Sis jautājums aplūkots «Lietišķās fizikas» 1. daļas nodaļā «Centrtieces pātrinājums».

Pavadonim, riņķojot ap Zemi, ir pielikts tikai smaguma spēks — Zemes pievilkšanas spēks. Vai tas veic darbu? Nē. *Pavadonis, riņķojot ap Zemi, tai netuvojas. Nav pārvietojuma Zemes virzienā, tāpēc arī Zemes pievilkšanas spēks (smaguma spēks) darbu neveic.*

Lai pavadonis kustētos pa riņķveida orbītu apkārt Zemei, tam vajadzīgs centrīces paātrinājums

$$a_{ct} = \frac{v^2}{R_z + h}.$$

Zemes pievilkšanas spēks pavadonim piešķir vajadzīgo centrīces paātrinājumu. Pavadoņa ātrumam un orbītas augstumam jābūt tieši tik lieliem, lai vajadzīgā centrīces paātrinājuma piešķiršanai iztērētos viss smaguma spēks.

Ja pavadonis — kosmiskais kuģis jānogādā atpakaļ uz Zemes, tad daļai no smaguma spēka «atļauj veikt darbu» — tuvināt pavadoni Zemei. Sai nolūkā ar īpašu dzinēju samazina pavadoņa ātrumu. Daļa no smaguma spēka kļūst nevajadzīga centrīces paātrinājumam, jo kuģa ātrums samazinājies. Kuģim tagad vajadzīgs mazāks centrīces paātrinājums. Smaguma spēka «liekā daļa», kā iepriekš sacīts, tagad strādā — tuvina pavadoni Zemei. Pavadonis veic vairākus spirālveidīgus apļus, ar katru apli nonākot tuvāk Zemei.

Kuģa nolaišanās vieta tiek iepriekš aprēķināta. Tur gaisā dežurē helikopteri, ieradušies kosmisko lidojumu speciālisti, mediķi, žurnālisti. Ieradušies arī atslēdznieki un gāzmetinātāji. Kāpēc? Kuģa kinētiskā enerģija, gaisa berzes dēļ pārvēršdamās siltumā, tā sakarsējusi apvalku, ka var gadīties — astronauti paši ārā netiek.

() POZITĪVS DARBS UN NEGATĪVS DARBS

Vēlreiz izpētīsim darba formulu

$$A = Fs \cos \alpha.$$

Spēks \vec{F} un pārvietojums \vec{s} ir divi vektori, bet darbs ir šo vektoru skalārais reizinājums. No matemātikas kursa zināms, ka divu vektoru skalāro reizinājumu dabū, ja sareizina abu vektoru moduljus ar kosinusu no leņķa α starp šiem vektoriem. Vektoru skalārais reizinājums nav vektors, bet ir skaitlis (uz to norāda arī nosaukums).

Mehāniskajam darbam nav virziena, bet ir tikai skaitliskā vērtība.

Taču funkcijas $\cos \alpha$ vērtība var būt gan pozitīva, gan negatīva atkarībā no leņķa lieluma:

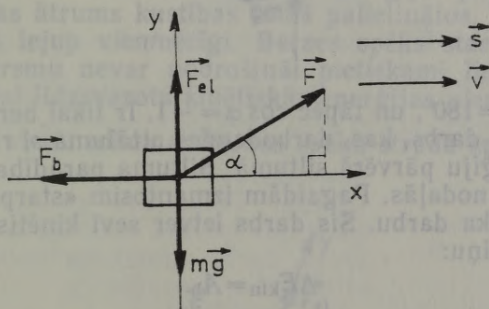
ja $0 \leq \alpha < 90^\circ$, tad $\cos \alpha > 0$;

ja $90^\circ < \alpha \leq 180^\circ$, tad $\cos \alpha < 0$.

Tādēļ arī darbs var būt gan pozitīvs, gan negatīvs.

Lai labāk izprastu sacīto, izpētīsim vairākus gadījumus.

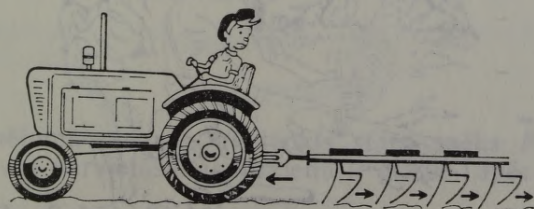
1. Kravu pa horizontālu virsmu vienmērīgi velk slīps spēks \vec{F} . Šī spēka darbs ir pozitīvs, jo $\cos \alpha > 0$. *Pozitīvs spēka darbs palielina ķermeņa kinētisko enerģiju.* Tāda ir pozitīva darba fizikālā jēga.



Starp pārvietojuma \vec{s} un berzes spēka \vec{F}_b virzieniem leņķis $\alpha = 180^\circ$. No matemātikas zināms, ka $\cos 180^\circ = -1$.

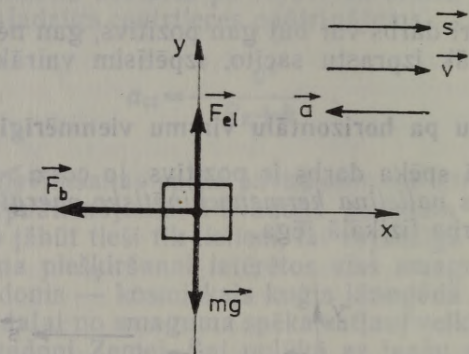
Berzes spēka darbs ir negatīvs. *Negatīvs spēka darbs samazina ķermeņa kinētisko enerģiju.* Tāda ir negatīva darba fizikālā jēga.

Ja ķermeņa kustība ir vienmērīga, tad pozitīvais darbs līdzsvaro negatīvo darbu. Vilcējspēka darbs nepārtraukti atjauno ķermeņa kinētisko enerģiju, ko samazinājis berzes spēka negatīvais darbs.



Tagad aplūkosim gadījumu, kurā vairs nav spēka pozitīvā darba, taču ķermenim ir kinētiskā enerģija, kas iegūta iepriekš.

2. Hokeja ripa, saņēmusi triecienu, slīd pa ledu un pakāpeniski apstājas.



Seit $\alpha = 180^\circ$, un tāpēc $\cos \alpha = -1$. Ir tikai berzes spēka negatīvais darbs, kas, darbodamies attālumā s , ripas kinētisko enerģiju pārvērš siltumā. Siltuma parādības pētīsim nākošajās nodaļās. Pagaidām izmantosim «starpnieku» — berzes spēka darbu. Šis darbs ietver sevī kinētiskās enerģijas izmaiņu:

$$\Delta E_{kin} = A_b.$$

Šādu vienādību var rakstīt. Tā saskan ar enerģijas nezūdamības un pārvēršanās likumu. Vēlāk, pētot, kā mehāniskā enerģija pāriet siltumā, berzes spēka darbu — «starpnieku» varēs neņemt vērā un rakstīt

$$\Delta E_{kin} = Q,$$

kur Q — siltuma daudzums, J.

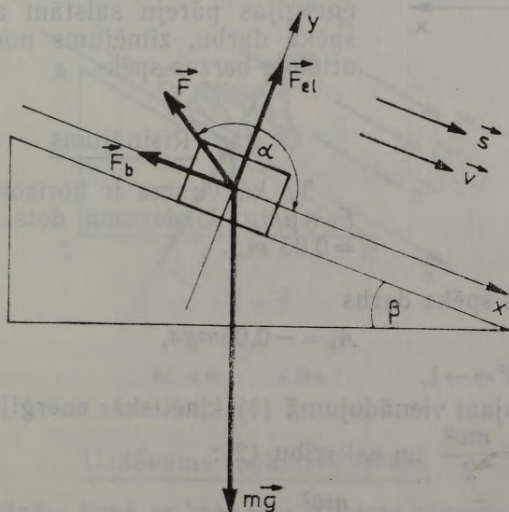


No kinētiskās enerģijas iegūtais siltums var ķermeņus, starp kuriem pastāv berze, ne tikai sasildīt, bet pat aizdedzināt. Tādā veidā senie cilvēki ieguva uguni. Uz kinētiskās enerģijas rēķina radies siltums var izraisīt kušanu. Tā, piemēram, zem slidām rodas plāna ūdens kārtiņa, kas kalpo par īpatnēju smērvielu. Uz kinētiskās enerģijas rēķina iegūtais siltums var ķermeni pat iztvaicēt. Tā notiek ar sīkiem meteorķermeņiem, kuri ar lielu ātrumu ielido Zemes atmosfēras blīvajos slāņos.

Izpētīsim arī šādu gadījumu.

3. Pa slīpumu lejup slīd krava, kas «jāpietur». To dara spēks \vec{F} . Krava pārvietojas lejup vienmērīgi.

Smaguma spēka projekcija uz x ass veic pozitīvu darbu. Šis darbs būtu kinētiskās enerģijas papildinājums, ja kravas ātrums kustības laikā palielinātos. Taču kravai jāvirzās lejup vienmērīgi. Berzes spēks starp kravu un slīpo virsmu nevar nodrošināt pietiekami lielu negatīvo darbu, lai līdzsvarotu kinētiskās enerģijas pieaugumu. Tāpēc «uz vienu roku» ar berzes spēku strādā spēks \vec{F} .



Zīmējumā redzam, ka leņķis starp spēka \vec{F} virzienu un kravas pārvietošanās virzienu ir plats. Tāpēc $\cos \alpha < 0$.

Spēka \vec{F} darbs ir negatīvs.

() BREMZĒŠANA UN BERZES SPĒKA DARBS



Atrisināsim uzdevumu.

Šoferis, braucot pa horizontālu ceļa posmu ar ātrumu 72 km/h, izslēdza dzinēju. Cik garā ceļā automobilis apstājās, ja berzes spēks ir 5% no automobiļa smaguma spēka?

Uzdevuma fizikālais saturs

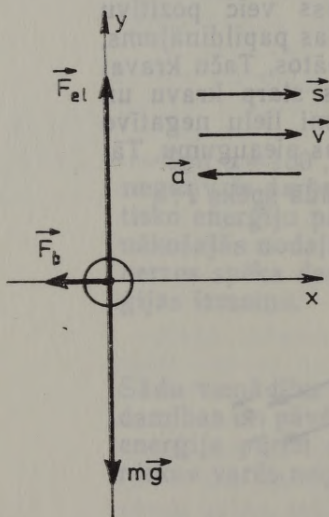
Automobilim pirms dzinēja izslēgšanas ir kinētiskā enerģija. Berzes spēka negatīvais darbs šo enerģiju pārvērš siltumā.

Uzdevums risināms izmantojot vienādojumu

$$E_{\text{kin}} + A_b = 0. \quad (1)$$

Izveidojam zīmējumu ar spēkiem.

Ja uzdevumu risina, izejot no enerģijas nezūdamības un pārvēršanās likuma, tad zīmējumu var arī neizpildīt. Taču šajā gadījumā, kad enerģijas pāreju saistām ar berzes spēka darbu, zīmējums noder. Tajā attēlots berzes spēks.



Risinājums

Tā kā virsma ir horizontāla, tad $F_b = \mu mg$. Uzdevumā dots, ka $F_b = 0,05 mg$.

Berzes spēka darbs

$$A_b = -0,05mgs, \quad (2)$$

jo $\cos 180^\circ = -1$.

Ievietojam vienādojumā (1) kinētiskās enerģijas izteiksmi $E_{\text{kin}} = \frac{mv^2}{2}$ un sakarību (2):

$$\frac{mv^2}{2} = 0,05mgs;$$

$$mv^2 = 0,1mgs.$$

Saīsinām ar masu m un izsakām

$$s = \frac{v^2}{0,1g}.$$

Skaitļojums

Lai ātrumu ievietotu ceļa formulā, tas jāizsaka pamatvienībās:

$$v = \frac{72 \cdot 1000}{3600} = 20 \text{ m/s;}$$

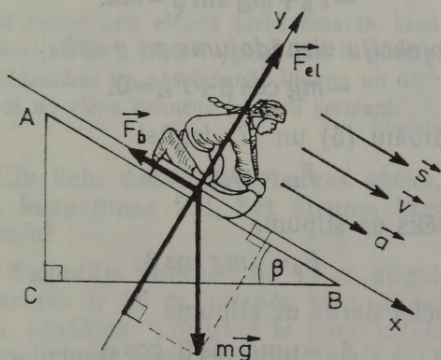
$$s = \frac{400}{0,1 \cdot 10} = \underline{400 \text{ m.}}$$

Agrāk šāda tipa uzdevumus risinājām, izmantojot otro Ņūtona likumu un kinemātikas formulas.

Vai ievērojāt, ka tagad risinājums ir vienkāršāks?

Atrisināsim vēl vienu uzdevumu, kad pirms bremsēšanas ķermenis ieguvis kinētisko enerģiju, noslīdot pa slīpumu.

No 12 m gara ledus kalniņa, kura slīpuma leņķis ir 30° , nobrauc ragaviņas un turpina kustēties pa horizontālu ledu. Cik garu ceļu ragaviņas veiks horizontālā ceļā? Berzes koeficients starp dzelzi un ledu ir 0,05.



$$AC = h \quad AB = l$$

Uzdevuma fizikālais saturs

Ragaviņām kopā ar braucēju slīpuma sākumā ir potenciālā enerģija

$$E_{\text{pot}} = mgh. \quad (1)$$

No $\triangle ABC$ izsakām slīpuma augstumu:

$$h = l \sin \beta, \quad (2)$$

kur $l = 12 \text{ m}$.

Sakarību (2) ievietojam formulā (1):

$$E_{\text{pot}} = mgl \sin \beta. \quad (3)$$

Ja ragaviņas slīdētu lejup bez berzes, tad slīpuma beigās visa potenciālā enerģija būtu pārvērtusies kinētiskajā enerģijā. Berzes spēka darbs daļu no potenciālās enerģijas pārvērs siltumā.

Horizontālā posma sākumā ragaviņu kinētisko enerģiju izsaka sakarība

$$E_{\text{kin}} = E_{\text{pot}} + A_b. \quad (4)$$

Lai iegūtu izteiksmi berzes spēka darbam, ir lietderīgi uzzīmēt spēku situāciju. Tā ir visai sarežģīta.

Risinājums

No ragaviņu mijiedarbības ar ledus virsmu izriet sakarība

$$F_{\text{el}} = F_{\text{sp}}. \quad (5)$$

Spēku projekciju vienādojums pa x asi:

$$-F_b + mg \sin \beta = ma. \quad (6)$$

Spēku projekciju vienādojums pa y asi:

$$-mg \cos \beta + F_{\text{el}} = 0. \quad (7)$$

No vienādībām (5) un (7) iegūst

$$F_{\text{sp}} = mg \cos \beta. \quad (8)$$

Berzes spēks uz slīpuma

$$F_b = \mu mg \cos \beta. \quad (9)$$

Berzes spēka darbs uz slīpuma

$$A_b = \mu mg \cos \beta l \cos \alpha.$$

Šeit β — plaknes slīpuma leņķis, α — leņķis starp ragaviņu pārvietojuma virzienu un berzes spēka virzienu, turklāt $\alpha = 180^\circ$ un $\cos \alpha = -1$. Berzes spēka darbs, tāpat kā iepriekšējā uzdevumā, iegūst negatīvu vērtību:

$$A_b = -\mu mgl \cos \beta. \quad (10)$$

Par šādu lielumu kalna pakājē ir samazinājusies ragaviņu kinētiskā enerģija.

Izteiksmes (3) un (10) ievietojam sakarībā (4):

$$E_{\text{kin}} = mgl \sin \beta - \mu mgl \cos \beta. \quad (11)$$

Šo kinētisko enerģiju horizontālajā posmā berzes spēka darbs pilnīgi pārvērs siltumā.

Tālākais risinājums ir tāds pats kā iepriekšējā uzdevumā. Tur izveidoto berzes spēka darba formulu $A_b = -\mu mgs$ pierakstām vienādojuma (11) labajai pusei. Pēc uzdevuma nosacījumiem šis berzes spēka darbs kinētisko enerģiju pilnīgi pārvērtis siltumā. Rezultātā raga viņu $E_{kin} = 0$.

$$E_{kin} = mgl \sin \beta - \mu mgl \cos \beta - \mu mgs = 0. \quad (12)$$

Vienādojumu (12) saīsinām ar mg un izsakām s:

$$l \sin \beta - \mu l \cos \beta - \mu s = 0;$$

$$-\mu s = \mu l \cos \beta - l \sin \beta;$$

$$\mu s = l \sin \beta - \mu l \cos \beta;$$

$$s = \frac{l(\sin \beta - \mu \cos \beta)}{\mu}.$$

Skaitļojums

$$s = \frac{12(\sin 30^\circ - 0,05 \cos 30^\circ)}{0,05} = \underline{110 \text{ m.}}$$

Uzrakstiet sacerējumu «Mans darbs vasarā», kurā būtu pietiekami daudz gan poēzijas, gan piedzīvojumu! Katrā izdevīgā vietā iesaistiet enerģijas nezūdamības un pārvēršanās likumu un darbu, kas enerģijas porcijas pārnēs no viena ķermeņa uz otru ķermeni.



22-37. Cik lielu darbu veic berzes spēks, nobremzējot automobili, kura masa 2 t, bet ātrums bremsēšanas sākumā 54 km/h?

22-38*. Slēpotājs nobrauc no 12 m augsta kalna, kura slīpuma garums ir 36 m, un pēc tam, slidot pa horizontālu posmu, apstājas. Cik garš ir horizontālā ceļa posms, ja berzes koeficients abos ceļa posmos ir 0,1?

22-39. Akmens masa 0,5 kg. Tas brīvi krīt no 20 m augstuma. Aprēķināt akmens pilno enerģiju pēc vienas sekundes.

22-40*. Planiera masa 500 kg. Tas lido 1000 m augstumā ar ātrumu 40 m/s. Lidojuma beigās, pieskaroties Zemei, tā ātrums ir 10 m/s. Cik lielu darbu veic gaisa pretestības spēks?

22-41*. 10 cm garu naglu ar pieciem āmura triecieniem iesit dēlī. Āmura masa 0,5 kg, bet ātrums trieciena brīdī 5 m/s. Ar cik lielu spēku naglu var izvilkt no dēļa?

22-42. Kāpēc kravas automobilim vajadzīgas «stiprākas» bremzes nekā vieglajam automobilim?



22-43*. Ar cik lielu spēku tika sastiepta pasažiera drošības josta automobilī, kurš ar ātrumu 36 km/h uzbrauca stabam? Automobilim radās 30 cm dziļa plaisa virsbūvē. Cilvēka masa 60 kg.

22-44*. Ķermeņis brīvi krit no 15 m augstuma. Cik liels būs ķermeņa ātrums tajā momentā, kad kinētiskā enerģija kļūs vienāda ar potenciālo enerģiju?

22-45. Aprēķināt kosmiskā kuģa pilno mehānisko enerģiju, ja tas lido 300 km augstumā virs Zemes ar ātrumu 8 km/s.

() ELASTĪGI DEFORMĒTA ĶERMEŅA POTENCIĀLĀ ENERĢIJA

Saspiežot vai izstiepjot atsperi, ārējs spēks veic darbu. Ja to dara cilvēks, tad daļu no savas enerģijas viņš atdod atsperai. Atspere iegūst *potenciālo enerģiju*.

Saspiesta vai izstiepta atsperē, atgūstot sākotnējo garumu, veic darbu uz uzkrātās potenciālās enerģijas rēķina. Zīmējumā redzama rotaļlieta «Džeks kastē», kurā izmantota atsperes potenciālā enerģija.

Ir arī citi veidi, kā elastīgi deformē ķermeņus, lai tajos uzkrātu potenciālo enerģiju. Tā, piemēram, savij pulksteņa mehānisma atsperi. Atspere atritinoties liek darboties pulksteņa mehānismam. Loka šāvējs, no-

stiepjot auklu, saliec loku un tajā uzkrāj potenciālo enerģiju. Uz šīs enerģijas rēķina tiek izšauta bulta.

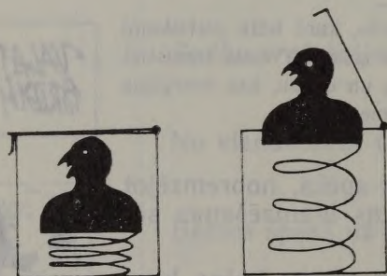
Var savērpēt cietu, bet elastīgu ķermeņi. Tā, piemēram, lai palaistu gaisā aviamodeli, savērpj gumijas diegu saišķi. Tas atritinoties griež modeļa propelleri.

Šķidrumus grūti saspiest. Tāpēc tos neizmanto, lai uzkrātu mehānisko enerģiju. Taču šķidrumos, it īpaši ūdenī, uzkrājas daudz siltuma enerģijas.

Gāzes, piemēram, gaisu, mehāniskās enerģijas uzkrāšanai izmanto ļoti plaši.

Gāzi, kura saspiesta un tāpēc glabā sevī potenciālo enerģiju, sauc par *darba vielu*.

Pasažieri, izmantojot elektrisko vilcienu, ir ievērojuši, kuri vagoni «rūc», un tāpēc izvairās tajos braukt. Zem «rūcošā» vagona grīdas darbojas gaisa sūkņi — kompresori.



Tas gaisu iesūknē slēgtā traukā — rezervuārā. Atverot ventili, saspieštais gaiss izplešas, nonāk cilindrā, bīda virzuli — virina durvis, arī nobremzē vilcienu. Saspieštais gaiss virina durvis arī tramvajos, trolejbusos, autobusos.

Pneimatiskais āmurs noārda asfaltu, kad remontē ielas segumu. Rūpnīcās strādā pneimatiskie gaisa urbji un skrūvgrieži. Gaiss izplešoties strādā, pārvēršot uzkrāto enerģiju citos enerģijas veidos. Pat zobārsta urbi griež neliela gaisa turbīna.

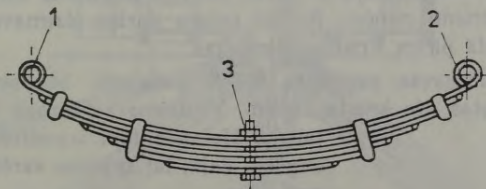
Gaisa sūkni — kompresoru darbina elektrodzinējs vai iekšdedzes dzinējs. Kā nu kuro reizi.

Tvaika mašīnās darba viela ir saspiests ūdens tvaiks. Tam ir arī augsta temperatūra — vairāki simti grādu.

Iekšdedzes dzinējos par darba vielu izmanto *deggāzes*, kas rodas, sadegot degvielai. Deggāzu temperatūra ir aptuveni divi tūkstoši grādu. Tām ir neliels tilpums — tās stipri saspiešas.

Vienmēr darba viela uzkrāj sevī enerģiju uz kādas citas enerģijas rēķina. Izsekojot enerģijas pārvērtību ķēdei, jūs gandrīz vienmēr nonāksiet pie Saules enerģijas.

Pievērsīsim uzmanību automobilim. Vīrs riteņiem ir atspere, kas mīkstina triecienus un automobiļa satricinājumus, kuri rodas, braucot pa nelīdzenu ceļu.



Vieglo automobiļu priekšējā tiltā ierīkotas cilindriskas atspere, pakalējā tiltā — puseliptiskas, plakanas atspere. Tās sastāv no atsevišķām, kopā sastiprinātām plāksnēm. Punktos 1 un 2 piestiprināta automobiļa virsbūve. Ar centra skrūvi 3 atsperei piestiprina automobiļa asi. Ass, saņemusi no riteņa grūdienu, nedaudz iztaisno atspere, centra skrūvi pabīdot uz augšu.

Ir svarīgi, lai centra skrūves pārvietojums būtu pietiekami liels. Tad trieciena spēkam iespējams «strādāt garākā ceļā» un veikt lielāku darbu. Atspere tiek vairāk deformēta, tajā uzkrājas lielāks enerģijas daudzums. Ja atspere ir pārāk cieta, tad trieciena enerģija tūlīt pāriet uz virsbūvi. Pasažierus nepatīkami krata.

Arī elastīga atspere atdod uzkrāto enerģiju automobiļa virsbūvei, bet tas nenotiek ar triecienu. Pasažieri izjūt tikamu šūpošanos.

Tāpat tas ir velosipēdam. Riepās esošais gaiss uzkrāj sevī trieciena enerģiju. Ja riepas pārāk cietas, tad šī enerģija pāriet uz velosipēda rāmi. Braucēju krata.

NO
GINEŠA
REKORDU
GRAMATAJ

Reinholds Mesners (Vācija, dzimis 1944. g.) ir pirmais cilvēks pasaulē, kas uzkāpis visās 14 virsotnēs, kuru augstums ir 8000 m un lielāks. Alpinists gājis viens un skābekli nav lietojis.

1986. gada augustā Deniēls Gudvins uzrāpies pa Toronto Nacionālā centra ārējo vertikālo sienu 555,33 m augstumā, neizmantojot nekādas alpinistu ierīces un bez drošinājuma.

() DZIRNAVAS

Graudu pārstrāde miltos ir smags darbs. Visnenākajos laikos to darīja ar rokām. Ne velti latviešu tautas dziesmas slavē malējas tikumu.

Malšanas mehanizācija — ūdens un vēja dzirnavas Eiropā ienāca no seno Austrumu zemēm. Antīko autoru darbos dzirnavas minētas jau 2. gadsimtā pirms Kristus dzimšanas.

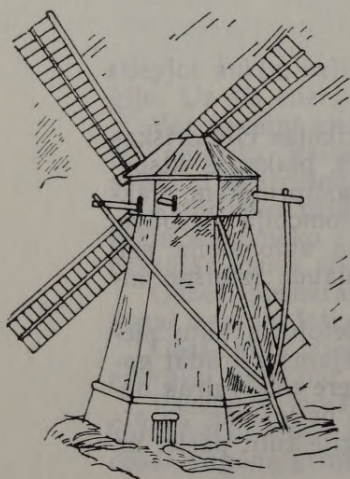
Eiropā dzirnavas parādījās 8.—9. gadsimtā, bet sevišķi plaši tās tika ieviestas pēc krusta kariem. Vējdzirnavas Eiropā būtiski uzlaboja. Holandē tām izgudroja grozāmu augšējo daļu, lai spārnus varētu pagriezt pret vēju.

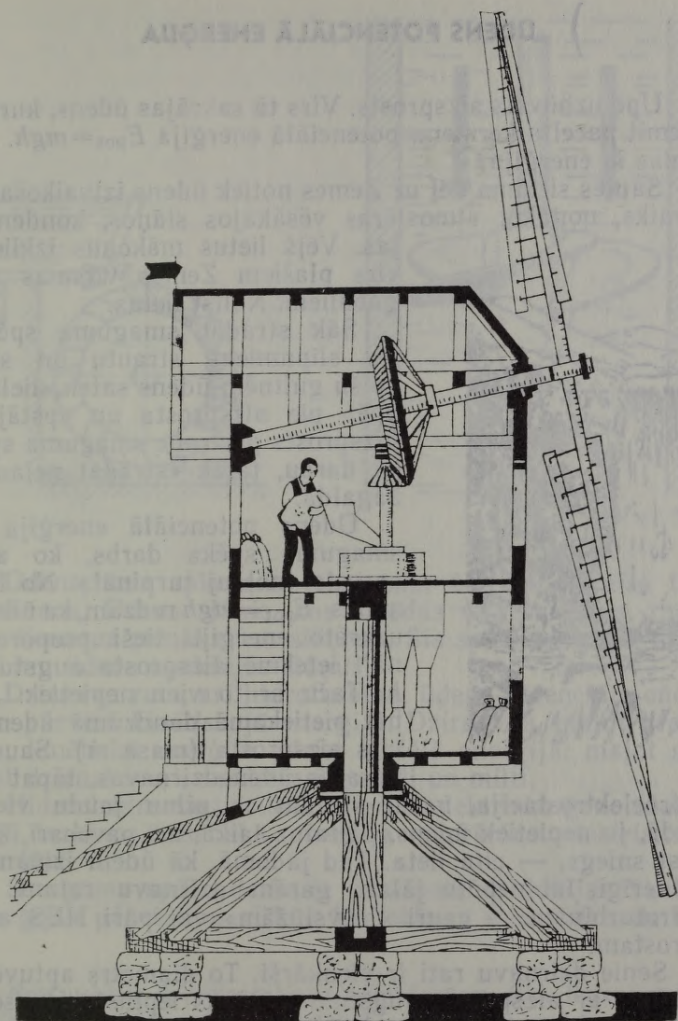
Dzirnavas izplatījās arī tagadējā Latvijas teritorijā. Hronika vēsta, ka 1226. gadā pie Rīgas bijušas ūdensdzirnavas.

Kurzemē un Zemgalē dzirnavas sauca par sudmalām, Latgalē — par patmalām.

Līdz 1871. gadam Latvijas teritorijā dzirnavu ierīkošana un turēšana bija tikai muižas ziņā — dzirnavas deva lielus ienākumus.

Latvijā mūsu gadsimta 30. gados bijušas 652 ūdensdzirnavas un 184 vēja dzirnavas. Tajās ne tikai malusi un bīdēļjuši. Ūdensrats darbinājis vilnas plucināšanas un vērpšanas iekārtas, arī gaterus.





Jau tolaik sācies šis dabas dotās mehanizācijas noriets, jo Latvijā 30. gados jau bijušas arī 177 tvaika dzirnavas, 199 dzirnavas ar iekšdedzes dzinēju, bet 5 dzirnavas darbinājis elektromotors.

Protams, ka «gaidīt vēju» un krāt ūdeni dzirnavu dīķī ir papildu neērtība, taču vēja un ūdens enerģija neko nemaksā.

Lētās degvielas un elektroenerģijas dēļ pēc Otrā pasaules kara ūdens un vēja dzirnavas Latvijā pakāpeniski iznīka.

Tagad, kad atkal izjūtam degvielas un elektroenerģijas trūkumu, jācer, ka, atjaunojot veco dzirnavu dīķus un mazās HES, Latvijā atgriezīsies arī ūdensdzirnavas.

() ŪDENS POTENCIĀLĀ ENERĢIJA

Upē uzbūvēts aizsprosts. Virs tā sakrājas ūdens, kuram piemīt pacelta ķermeņa potenciālā enerģija $E_{\text{pot}} = mgh$. Kā rodas šī enerģija?

Saules siltuma dēļ uz Zemes notiek ūdens iztvaikošana. Tvaiks, nonākot atmosfēras vēsākajos slāņos, kondensējas. Vējš lietus mākoņus izkļiedē virs plašiem Zemes virsmas apgabaliem. Nolīst lietus.

Sāk strādāt smaguma spēks. Pa slīpumiem, strautu un sīku upiņu gultnēm ūdens satek «lielajā upē» pie aizsprosta un apstājas. Aizsprosts pārtrauc smaguma spēka darbu, tālāk «strādāt neļauj». Jāgaida.

Ūdens potenciālā enerģija ir smaguma spēka darbs, ko aizsprosts «neļauj turpināt». No formulas $E_{\text{pot}} = mgh$ redzam, ka ūdens uzkrāto enerģiju tieši proporcionāli ietekmē aizsprosta augstums h . Taču ar to vien nepietiek. Jābūt pietiekamā daudzumā ūdenim virs aizsprosta (masa m). Sausās vasarās ūdensdzirnavas, tāpat arī

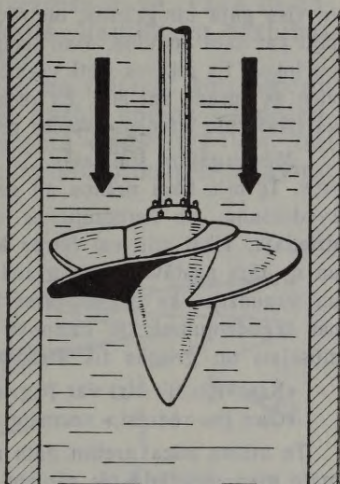
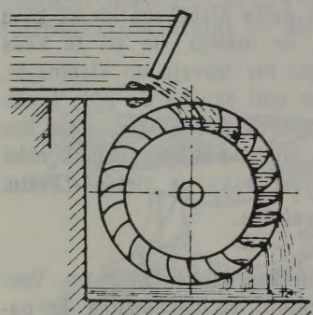
hidroelektrostacija, nevar strādāt ar pilnu jaudu vienā laidā, jo nepietiek ūdens. Lietainā laikā, arī pavasarī, kad kūst sniegs, — cita lieta. Tad jādomā, kā ūdeni izmantot lietderīgi, lai nebūtu jālaiž garām dzirnavu ratam un hidroturbīnām — cauri «brīvslūžām» vai pāri HES aizsprostam.

Senie dzirnavu rati ir vienkārši. To diametrs aptuveni vienāds ar aizsprosta augstumu. Ūdens ieplūst rata sekcijās — īpašās kastēs. Smaguma spēks velk ūdeni uz leju, liekot ratam griezties.

Dzejnieki, apdziedot «krītošā ūdens spēku», nav iedziļinājušies būtībā. Vērojot ūdenskritumu, tiešām pārsteidz krītošā ūdens lielais spēks. Taču krītošā ūdens triecienu dzirnavu ratu ātri salauztu. Triecienu spēks hidroenerģētikā neder. Ja rodas iedvesma sacerēt odu ūdens spēkam, tad būtu jālieto termins «spiedošā ūdens spēks». (Te domāju slavinājumu hidroelektrostacijām, kuras uz Daugavas uzceltas pēdējos gadu desmitos.)

Ūdensratam, kaut arī tas darbojas, šķiet, ir tikai kultūrvēsturiska nozīme. Iespējams, ka ne vienās vien ūdensdzirnavās, kuras pēdējā laikā atjauno, strādās turbīna.





Ūdens, zem spiediena tekot caur turbīnu, izraisa tās griešanos. Ūdens slānis, kas atrodas virs turbīnas, rada spiedienu uz zemākajiem slāņiem. Šis spiediens dzen caur turbīnu ūdens apakšējos slāņus.

Dzirnāvu rats, arī hidroturbīna, ūdens potenciālo enerģiju pārvērš kinētiskajā enerģijā. Dzirnāvās, maļot graudus, kinētiskā enerģija pāriet iekšējā enerģijā: maļot sasilst dzirnakmeņi, sasilst arī graudi un milti.

Hidroelektrostacijā turbīna griež elektrisko generatoru. Tajā turbīnas kinētiskā enerģija pārvēršas elektriskajā enerģijā.

Smaguma spēka darbs ir tāds pats «vidutājs» Saules enerģijas pārvērtību virknē kā jebkura cita spēka darbs.

Noklausieties dziesmas «Vecās liktenīdzirnas» (Ed. Rozenštraus, J. Vanags), «Meldermeitiņa» (Ā. Ore)!



Sudmalas! Tas priekš manis bija burvīgs un noslēpumu pilns vārds. Es zināju, ka turpu brauc ar rudzu maisiem un pārved no turienes smalkus, baltus miltus. Tur vajadzēja būt dzirnāvām, tāpat kā mūsu ēkā... Bet kas tur varēja tik traki malt? Droši vien tur stāvēja gar sienām kāds simts dzirnavu un simts meitu mala un dziedāja. Un tad ienāca melderis, iebāza roku miltos, paskatījās un pagrieza sprūdeni, lai iet smalkāk. Dziesma tika lēnāka un klusāka... Bet ne jau tikai miltus mala sudmalās. Tur vēl taisīja putraimus, bidelēja pīrāgus, kārsa vilnu un vēla milu. Kā to varēja? — — —



Mēs izgājām diezgan agri no rīta, bet atradām citus kārsējus jau priekšā, un mums bija jāgaida līdz pusdienai. Ak tu tēvs, — kā

te viss gāja un griezās, un rūca un klaudzēja! Pirmajā acumirkli es biju pavisam apdullis. Man likās, ka arī es nestāvu mierā, bet griežos un lokos. Es ieķēros cieti vecmātei lindrakos, lai neapgāztos. Bet drīz vien es apradu šai ellē. Es redzēju, ka katra mašīna stāv savā vietā, ka tikai viņu riteņi un spoles griežas. — —

Mēs izgājām sudmalās. Te mūs apņēma atkal pavisam cits troksnis. Te bija tikai rūkoņa un pa starpām gaiša klabēšana un kā ķēžu žvadzēšana. Es neredzēju ne dzirnavu, ne malēju, ne arī te kāds dziedāja. Tikai trīs vai četras koka kastes tur stāvēja un klabinājās, un no tām pastāvīgi bira graudi. Bet kur viņi palika? Es gāju tuvāk un ieraudzīju, ka graudi birst taisni dzirnavu acī. Skaties vien, kas par izgudrojumu! Un dzirnavu akmens bija desmitreiz lielāks nekā mūšējais un griezās tik ātri, ka izskatījās, it kā uz vietas stāvētu.

«Kas viņu tik ātri var pagriezt?» es vaicāju.

«Gan jau redzēsi,» vecmāte atteica. — —

Te mums nāca pretim pats melders lielām, dzeltenām ūsām. Vecmāte man piegrūda pie sāniem, un es zināju, ko tas nozīmē. Es pa-
bučoju kungam roku.

«Nu, ko tu, mazais, teiksi?» viņš laipni vaicāja.

«Viņš jau, melder kungs, pirmo reizi sudmalās un tad jau grib redzēt to rata kambari.»

Melders tūliņ paskandināja pa kabatu un, atslēgu izvilcis, teica:
«Tad iesim!»

Mēs izgājām no sudmalām pavisam ārā un tad ap stūri lejup. Vēl durvis, mazas trepītes, un mēs bijām pavisam tuvu pie lielā rata, kura velbomis bij tik milzīgi resns kā Osānu ozols. Rats griezās krakšķēdams un it kā vaidēdams, un ap viņu kūlās ūdens, balti putodams.

«Redzi nu, kā man te ūdens strādāl!» melder kļiedza, bet es tikko sadzirdēju viņa balsi šai šalkoņā.

Tad mēs izgājām laukā, un es jutos kā no nāves izbēdzis. Manās acīs vēl ilgi griezās zeme un koki, un ausis sīca...

(J. Jaunsudrabiņš. Baltā grāmata.
R., 1957, 355.—357.)

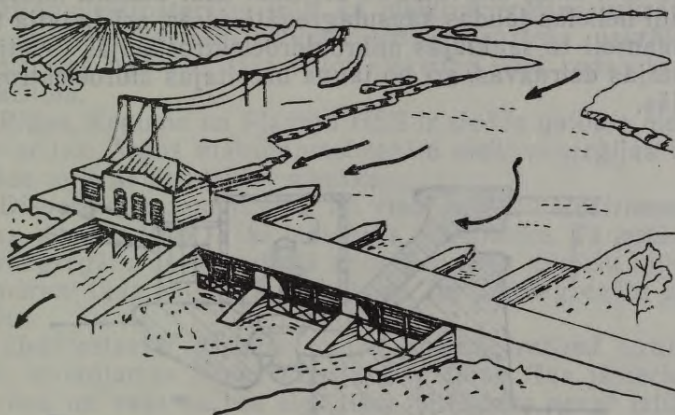
() HIDROELEKTROSTACIJA

Hidroelektrostacijai (HES) ir daudz kopīga ar ūdensdzirnavām. Var teikt, ka ūdensdzirnavas ir HES priekšteces. Aizsprosts, uzkrātais ūdens, kurš «gatavs strādāt», hidroagregāts, kur rodas mehāniskā enerģija, — tas viss ir gan dzirnavās, gan hidroelektrostacijā.

Arī ūdensdzirnavas var būt neliela HES. Tādas bija uz daudzām mazajām Latvijas upēm. Mala graudus, zāgēja kokus, ražoja arī elektrību.

Mūsdienu HES ir liela un sarežģīta būve. Taču to apkalpo pavisam neliels cilvēku skaits. Vadība un darbības kontrole lielā mērā ir automatizēta.

Aizsprosts upi sadala *augštecē* un *lejtecē*. Abu līmeņu starpība raksturo uzkrātā ūdens darba spējas — potenciālo enerģiju $E_{pot} = mgh$. Aizsprosta augstums var būt simtiem metru. Latvijā augstākais aizsprosts ir Pļaviņu hidroelektrostacijai — 40 m.



Ķeguma HES un Rīgas HES aizsprosti nodrošina apmēram vienādu ūdens līmeņu starpību — vidēji 14...15 m.

HES aizsprostā var ierīkot *slūžas*. Tad pa upi iespējama kuģošana abos virzienos. Var arī pludināt kokus. Ķeguma HES 30. gadu beigās uzcēla zviedru firma «Sentaab», iebūvējot aizsprostā arī slūžas — tā saukto «plostu ceļu».

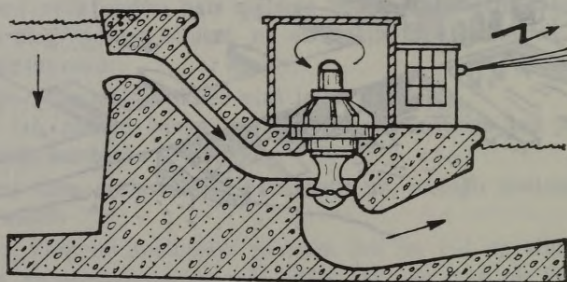
Rīgas HES un Pļaviņu HES aizsprostos slūžu nav. Arī Ķeguma HES slūžas ir slēgtas.

Hidroelektrostācijas aizsprostā var būt arī zivju ceļš. Ir tādas jūras zivju sugas, kuras nārsto upju augštecēs. Zivis nārsta laikā peld pret straumi daudzus desmitus kilometru. Ja priekšā gadās aizsprosts, zivis meklē vietu, kur tek ūdens, un «dodas kalnā». Protams, straume nāk arī no turbīnas, taču tur zivju ceļojums beidzas traģiski. Pļaviņu un Rīgas HES aizsprostos zivju ceļi nebija paredzēti. Kļuva nevajadzīgs arī zivju ceļš Ķeguma aizsprostā. To slēdza.

Ejot Ķegumā pāri Daugavai, var apskatīt bijušo zivju ceļu, lai izprastu, kā tas darbojas. Ūdens tek pa slīpumiem, kuri seko cits citam. Tādā veidā aizsprosta izveidoto kāpumu padara daudzkārt lēzenāku un, protams, garāku. Var

teikt, ka zivju ceļš ar seklo un burbuļojošo ūdeni stipri vien atgādināja Ķeguma krāces. Uz tām tad arī firma «Sentab» uzbūvēja hidroelektrostaciju.

Mašīnu ēkā, dziļi apakšā, tuvu lejteces līmenim ir *hidroturbīna*. Turbīnas projektē katrai lielai hidroelektrostacijai īpaši. Bet ir arī tipveida turbīnas — nelielām jaudām. Mūsdienās izmanto tā sauktos *kapsulagregātus*. Kapsulagregāts ir hidroturbīnas un elektriskā ģenerators apvienojums. (Jau rūpnīcā viss salikts kopā.) To jauda var būt daži simti kilovatu, kā arī tikai daži desmiti kilovatu. Šādi nelielas jaudas kapsulagregāti, jācer, arī Latvijā tiks izmantoti tā sauktajās mikrohidroelektrostacijās — atjaunotajās dzirnavās, arī no jauna uzceltajās hidroelektrostacijās.



Turbīnai cauri tekošais ūdens izdara spiedienu uz lāpstiņām un liek turbīnai griezties. Uz vienas ass ar turbīnu ir *elektriskais ģenerators*. Ūdens griež turbīnu, turbīna — ģenerators. Ģenerators turbīnas kinētisko enerģiju pārvērš elektriskajā enerģijā — «ražo elektrību».

Turbīnu viegli var apturēt — jāpārtrauc ūdens padeve. Tad arī «elektrības ražošana» izbeidzas. Ja rodas vajadzība pēc elektrības, lūdzu, atver aizvaru — ūdens sāk griezt turbīnu, ģenerators — ražot elektrību.

() SLODŽU GALOTŅU HIDROELEKTROSTACIJAS

Divas reizes diennaktī — rītā un vakarā — strauji pieaug elektrības patēriņš sadzīvē. Īpaši tas vērojams ziemā. No rīta cilvēks pieceļas, ieslēdz spuldzes un arī daudzus citus elektroenerģijas patērētājus. Rīta stundas ar pastiprinātu elektroenerģijas patēriņu ir apmēram no plkst. 7 līdz plkst. 10. Uzaust gaisma, lielākā daļa cilvēku ir darbā — *rita maksimuma* stundas beigušās. Hidroelektro-

stacija elektrības izstrādi var samazināt. Upi, protams, aizvērt ciet nedrīkst. Jāatstāj *dabiskā caurtece*.

Vakaros ap plkst. 18 sākas *vakara maksimums* — cilvēki ierodas mājās, atkal sākas elektrības tērēšana gan apgaismojumam, gan arī citām vajadzībām. Ap plkst. 22 vakara maksimums pamazām izbeidzas. Tad hidroelektrostacija var atkal samazināt elektroenerģijas izstrādi.

Elektroenerģiju nevar uzkrāt tik lielos apmēros, kā citus enerģijas veidus, piemēram, kurināmo. Ar elektrību ir tā: saražoji — tūlīt arī jāpatērē. «No rokas mutē!»

Hidroelektrostacijas ir it kā elektroenerģijas uzkrājējas, protams, ne tiešā nozīmē. Virs aizsprosta uzkrājas ūdens, kas var ātri sākt ražot elektrību, kad rodas tāda vajadzība.

Rīgas, Ķeguma un Pļaviņu HES ir slodžu galotņu elektrostacijas. Ārpus maksimumstundām elektroenerģijas izstrāde tajās ir daudzkārt mazāka.

Dispečers, kuram jāseko, lai visur pietiktu elektroenerģijas, atrodas Rīgā. Viņš iedarbina automātiku. Tā iestāda hidroagregātu darba režīmā apmēram divu minūšu laikā. Apmēram tāds pats laiks vajadzīgs, lai hidroagregātu apturētu.

Elektrostaciju darbība *slodžu galotņu režīmā* izraisa upēs ievērojamas ūdens līmeņa svārstības. Tas jāpiecieš, ja rītos un vakaros bez elektrības tērēšanas nevar iztikt.

Ja hidroelektrostacija ar pilnu jaudu strādā nepārtraukti, tad tai ir *bāzes režīms*.

No aprīļa līdz oktobrim, dzīvojot pēc *vasaras laika*, elektroenerģijas patēriņš apgaismojumam samazinās. Vakaros ilgi ir gaišs, kaut arī pulkstenis rāda — laiks doties pie miera.

Daudzas pasaules hidroelektrostacijas strādā slodžu galotņu režīmā. Šo elektrostaciju jauda ir tik liela, ka, strādājot nepārtraukti, upe ātri vien «kļūtu sausa». Taču pavasarī plūdu laikā hidroelektrostacijas strādā ar pilnu jaudu. Tas ļauj ietaupīt kurināmo termoelektrostacijās. Hidroelektrostacijas uzņem lielāku slodzi arī tad, ja termoelektrostacija ir remontā.

Ņemot vērā to, ka HES strādā nevienmērīgi, to kopējais ieguldījums elektroenerģijas ražošanā ir apmēram 20%.

() **HIDROAKUMULĒJOŠĀ ELEKTROSTACIJA**

Termoelektrostacijas (TES) parasti strādā vienmērīgi. Nav lietderīgi tās apturēt un atkal iedarbināt no jauna. Hidroagregātu, kā jau minēts, var iedarbināt dažās minūtēs, taču TES palaišanas laiks ilgst līdz trim stundām.

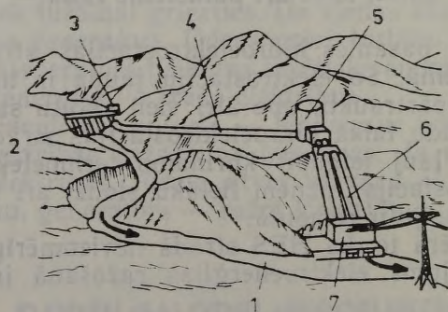
Bieži ir tā, ka nakts stundās visa TES saražotā elektroenerģija nav vajadzīga. Lieko enerģiju izmanto, lai kādas HES ūdenskrātuvē iesūknētu ūdeni. Tas ir savdabīgs elektroenerģijas uzkrāšanas paņēmieni. Ūdens uz elektroenerģijas rēķina iegūst potenciālo enerģiju. Slodžu galotņu stundās HES šo ūdens enerģiju atkal pārvērs elektroenerģijā.

Hydroakumulējošās elektrostacijas (HAES) strādā divos režimos — *sūkņa režīmā* un *turbīnas režīmā*. Pirmā HAES uzbūvēta 1882. gadā Šveicē. HAES izplatītas ASV, Japānā, Anglijā, Francijā un Vācijā. Latvijā tādas elektrostacijas nav. Domā, ka HAES varētu būt Daugavpils HES pēc jaunā projekta.

() DERIVĀCIJAS HIDROELEKTROSTACIJA

Derivācijas* hidroelektrostacijas darbību mēģināsim izprast no zīmējuma, kurā lietoti šādi apzīmējumi: 1 — upes gultne; 2 — aizsprosts, 3 — ūdens uzņēmējs (tur aizsprostā ir atvere); 4 — derivācijas cauruļvads; 5 — spiediena izlīdzināšanas rezervuārs; 6 — hidroturbīnu spiedvadi; 7 — mašīnu telpa, kur strādā turbīna un ģenerators.

Derivācijas HES nav vajadzīgs tik augsts aizsprosts, lai radītu vajadzīgo ūdens līmeņu starpību. Ūdens līmeņu starpību panāk, kā redzams zīmējumā, izdevīgākā veidā.



Sevišķi parocīgi tas ir kalnos. Dažreiz derivācijas caurules ūdeni novada pat uz citas upes gultni, kas ir vēl zemāka.

Līdzenuma upēs, kur tas ir izdevīgi, ierīko *derivācijas kanālus*. Projektējot Pļaviņu HES, bija šāda ideja: vis-

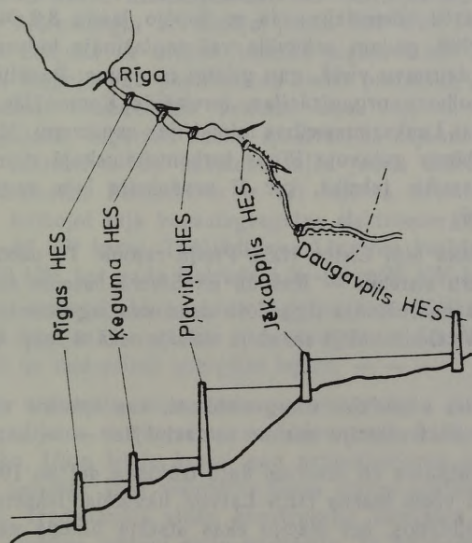
* Latīņu *derivatio* — novadišana.

pirms uzbūvēt Jēkabpils HES un no turienes ūdenskrātuves līdz Secē izrakt derivācijas kanālu. Secē pietiekami augstu virs Daugavas līmeņa varētu ierīkot nelielu ūdenskrātuvi. No tās ūdens nonāktu Miemēnu HES (tāds būtu pareizais tagadējās Pļaviņu HES nosaukums) turbīnās. Derivācijas kanāls būtu glābis Staburagu un Pērses gravu no applūdināšanas. Tehnisku un ekonomisku apsvērumu dēļ šo ideju tomēr nevarēja īstenot.

() HIDROELEKTROSTACIJU KASKĀDE

Hidroelektrostacijas uz upes var izvietot tā, lai vienas HES *lejtecē* sāktos nākošās HES *augštece*. Tādā veidā var pilnīgāk izmantot enerģiju, ko dod upes ūdens.

Lielākajās kaskādēs ir pat līdz 10 elektrostaciju. Lai upe būtu kuģojama, katrā aizsprostā ierīko slūžas.



Latvijā ir *Daugavas HES kaskāde*. Taču tā nav izveidota pilnīgi. Vajag uzcelt vēl divas hidroelektrostacijas — Jēkabpils HES un Daugavpils HES.

Pasaulē vecākās ūdensdzirnavas ir Anglijā Bātas pilsētas tuvumā. Vēsturiskos dokumentos šīs dzirnavas pieminētas 931. gadā. Tās vēl tagad darbojas.

NO
GINEŠA
REKORDU
GRĀMATĀJ

Pasaulē lielākās hidroturbīnas (jauda 815 MW) darbojas Grand-kuli hidroelektrostacijā Vašingtonas štatā (ASV). Turbīnas rotora masa 407 tonnas, diametrs 9,7 m.

Pasaules lielākā hidroelektrostacija pašlaik ir Raul-Leoni HES Venecuēlā. Elektrostacijas jauda 10 300 MW.



Mazā hidroenerģētika vakar un rīt

Vecākā Latvijas ūdens spēkstacija bija Smiltenes HES, ko izbūvēja 1905. gadā uz Abula upes un kas ar savu 110 kW jaudu bija trešā lielākā tā laika Krievijā. — — —

Trīsdesmitajos gados mazām hidroelektrostacijām bija sevišķi liela nozīme Latvijas teritorijas elektrifikācijas aizsākšanā. Hidroelektrostaciju izbūve veicināja elektriskā tīkla radīšanu. — — —

1949. gadā Latvijas laukos darbojās ap 60 nelielu HES un 200 ģenerējošu iekārtu ūdensdzirnavās ar kopējo jaudu 8,2 MW. Laikā no 1949. līdz 1960. gadam uzbūvēja vai paplašināja hidroelektrostacijas gan agrāko dzirnavu vietā, gan pilnīgi no jauna. Pasūtītāja funkcijas veica starpkolhozu organizācijas, toreizējās Komunālās saimniecības ministrijas vai Lauksaimniecības ministrijas uzņēmumi. Mazākām spēkstacijām turbīnas gatavoja Rīgas turbomehāniskajā rūpnīcā — agrākajā «Waldispuhl» fabrikā, kur šī produkcija bija apgūta jau gadsimta sākumā.

Pati lielākā bija Cirišu HES Preiļu rajonā. To uzbūvēja uz divu Latgales ezeru sistēmu — Rušona un Sivera baseina sateces, un tās ūdenskrātuve nodrošināja ilggadēju caurteces regulēšanu. HES jauda bija 1550 kW. Gadā vidēji saražoja vairāk nekā 3 milj. kW·h elektroenerģijas.

Veidojoties vienotajai energosistēmai, kas aptvēra visu republiku, mazo lokālo elektrostaciju nozīme samazinājās. — — —

Nerentabilitātes un rezerves daļu trūkuma dēļ no 1963. gada līdz 1977. gadam visas mazās HES Latvijā likvidēja. Iekārtu galvenokārt nodeva metāllūžņos, bet staciju ēkas atstāja likteņa varā.

Latvijas hidroresursu analīzi un potenciālās iespējas izvērtēja Nacionālā spēku komiteja 1931. gadā un noteica iespējamo hidroelektrostaciju jaudu vidējam upēm 52,4 MW un mazām upēm 19,4 MW.

Šādas jaudas plānoja sasniegt, neradot lielas ūdenskrātuves un dambjus.

Apsekojot 1987.—1988. gadā 14 bijušās HES ar kopējo jaudu 5,5 MW un gada izstrādi 12,5 milj. kW·h, komisija novērtēja, ka konkrētajos apstākļos spēkstacijas pašreiz nav lietderīgi atjaunot, bet jāveic to konservācija un hidrotehnisko būvju remonts. Mainoties ku-

rināmā cenai, elektroenerģijas tarifam, elektroenerģijas un kurināmā nodrošinājumam, mainīsies arī nepieciešamība atjaunot mazās hidroelektrostacijas un būvēt jaunas mazās un mikro HES.

Mazo HES atjaunošana vispirms jāsāk ar tiem objektiem, kur ar minimāliem līdzekļiem ir iegūstama maksimāla elektroenerģijas izstrāde un minimāla pašizmaksa.

Te vēl papildus jāņem vērā vietējo organizāciju, uzņēmumu un arī jauno zemnieku tiešā ieinteresētība un iespējama visa veida atbalsts spēkstacijas atjaunošanā un ekspluatācijā.

Šobrīd nav iespējams prognozēt mazās hidroenerģētikas apgūšanas termiņus, jo tie būs atkarīgi no tiem nosacījumiem, kurus izvirzīs tirgus ekonomika.

Kā pirmās atjaunojamās HES republikā varētu būt tās, kurām ir saglabājušās ūdenskrātuves un daļēji arī staciju ēkas. Protams, tās nepieciešams modernizēt, uzstādot mūsdienu prasībām atbilstošu hidroģenerējošo iekārtu. — — —

Kā uzskatāms piemērs mazo upju hidroenerģētisko resursu apgūšanā ir Līgatnes upe, uz kuras gadsimta sākumā izbūvēja 7 dzirnavu kaskādi ar 4—5 metru uzstādījumiem, bet tās lejastecē — Līgatnes papīrfabrikas hidromezglu ar kopējo jaudu 530 kW. Pa derivācijas kanālu ūdens nokļūva uz divām Austrijā izgatavotām «*Foit*» hidroturbīnām, kas kalpoja gan papīrmašīnu tiešai piedziņai, gan arī elektrības ražošanai. Maksimālais kritums bija 10,4 m, caurtece — 2,6 m³/s. Iespējama Līgatnes ūdens spēkstacijas atjaunošana, izmantojot esošās hidrobūves un uzstādot tajās jaunu hidroagregātu ar 300—500 kW jaudu. Perspektīva ir arī bijušās dzirnavu kaskādes izmantošana, ierīkojot tajā kapsulagregātus elektroenerģijas ražošanai ar jaudu 20—40 kW katru. Tādējādi visa Līgatnes kaskādes kopjaua būtu 500—700 kW, bet gada izstrāde 1,2—1,6 milj. kW·h.

Abula hidroenerģētiskā kaskāde Valmieras un Valkas rajonā arī rada līdzīgas iespējas, jo agrākās hidrostacijas un dzirnavas ir iespējams atjaunot un nodrošināt enerģijas ieguvu. — — —

Ilggadēja vēsturiska ūdensdzirnavu izmantošana Latvijā liecina, ka vairumā gadījumu nav novērojama hidromezglu kaitīga ietekme uz apkārtējo dabu. Upju ieleju krasti gan uzpludinājuma zonā, gan arī leļpus tās ir noturīgi. Dīķi nodrošina labus dzīves apstākļus zivīm un ūdensputniem. Tradicionālā slūžu konstrukcija pavasara plūdu periodos, ja ailes atvērtas, pieļauj zivju migrāciju. Tā kā daudziem dīķiem ir vairāku dienu vai pat nedēļas noteces regulēšana, caurtece upē leļpus hidromezglā ir visai izlīdzināta. Miera periodā sanitāro caurteci nodrošina filtrācija slūžu aizvaros un turbīnu kamerās. — — —

Mazo HES darbības režīms maz atšķiras no ūdensdzirnavu režīma, un upju leļpasposmi ir palikuši neskarti. — — —

Protams, uz upēm, kur notiek zivju migrācija (laši, taimiņi, vimbas, nēgi), nepieciešama zivju ceļu ierīkošana. No bijušajiem hidromezgliem šāda vajadzība ir Salacai un Braslai. Lai veicinātu zivju

migrāciju pāri aizsprostiem un slūžām, būtu uzbūvējamas caurteces daļas ar padziļinājumiem «kāpjošo» zivju atpūtai.

(G. L a g z d i ņ š. Mazā hidroenerģētika vakar un rīt. —
Grām.: Latvijas enerģētika ceļā uz patstāvību.
R., 1992, 53.—62.)

() JAUDA

Jūs uzkāpjat pa kāpnēm piektajā stāvā bez steigas. Citā reizē jūs uzskrienat piektajā stāvā skriešus. Abos gadījumos jūsu darbs ir vienāds — ķermenis ar svaru mg pārvietots augstumā h . Taču jūsu jauda otrajā reizē ir lielāka, tāpēc ka to pašu darbu paveicat īsākā laikā.

Jaudu mēra ar vienā sekundē veikto darbu:

$$N = \frac{A}{t},$$

kur N — jauda, W;
 A — veiktais darbs, J;
 t — darba veikšanas laiks, s.

Ja katru sekundi veic 1 J lielu darbu, tad darba veicēja jauda ir 1 W (vats);

$$1 \text{ W} = \frac{1 \text{ J}}{1 \text{ s}}.$$

Vats ir jaudas vienība SI sistēmā.

Jauda raksturo mehānisma, arī cilvēka *darba veikšanas ātrumu*, norādot, cik lielu darbu paveic vienā sekundē. Taču darbs ilgst ne tikai vienu sekundi. Tāpēc visu veikto darbu aprēķina pēc sakarības $A = Nt$, kas iegūta no jaudas definīcijas formulas.

() JAUDAS VIENĪBAS

Jaudas pamatvienība ir vats (W). Tā nosaukta angļu fiziķa un izgudrotāja Džeimsa Vata (1736—1819) vārdā.

Vats ir maza vienība. Ja jūs 1 N smagu atsvaru (tā masa ir aptuveni 100 g) 1 s laikā paceltu 1 m augstumā, tad jūsu jauda būtu 1 W. Bieži lieto daudz lielākas vienības:

1000 W = 1 · 10³ W = 1 kW;
1 000 000 W = 1 · 10⁶ W = 1 MW;
1 000 000 000 W = 1 · 10⁹ W = 1 GW.

Praksē joprojām lieto īpatnēju jaudas vienību — zirgspēju (ZS). Būs nepareizi, ja jūs pēc ieraduma teiksiet «zīrgaspēks». Šis vārds nāk no 19. gadsimta, kad jēdzieni «jauda» un «enerģija» tika izprasti kā «spēks».

Kā radās šī dīvainā jaudas vienība? Dž. Vats 1784. gadā izgudroja tvaika mašīnu. To sāka lietot ūdens sūkņēšanai no ogļu šahtām. Pirms tam ūdens sūkni, griežot ratu, darbināja zirgs.

Lai novērtētu jaunās mašīnas jaudu (toreiz sacīja «spēku»), par pamatu nolēma ņemt spēcīga zirga paveikto darbu vienā sekundē. Darbs tika mērīts ar 1 m augstumā paceltu ūdens daudzumu. Iznāca, ka spēcīgs zirgs, darbinot ūdens sūkni, varēja vienā sekundē pacelt 75 kg ūdens (pārrēķinot mūsdienu vienībās). Tādējādi Anglijā jau 18. gadsimta beigās radās jaudas vienība — zirgspēja (ZS). Tās lielumu raksturo šāda sakarība:

$$1 \text{ ZS} = 736 \text{ W.}$$

Ilgstoši strādājot, zirga jauda ir apmēram 400 W (puse no 1 ZS). Taču īslaicīgi zirgs var «sevi pārspēt» pat 10 reizes un vairāk. Lēcienā pāri 1 m augstam šķērslim zirga jauda ir 6...7 ZS.



Domādams neizdomāsi!

Dažkārt mēdz pielietot tādas spēka mērvienības kā zirgspēks. Darbs vispirms parādījās 18. gadsimtā, bet enerģija — gandrīz simts gadus vēlāk.



(No skolēnu atbildēm)

() MOMENTĀNĀ JAUDA

Vadoties no robežu teorijas, momentānā jauda

$$N_{\text{mom}} = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta A}{\Delta t},$$

kur Δt — pēc patikas mazs laika intervāls, kurā veic darbu, s;

ΔA — šajā laika intervālā paveiktais darbs, J.

Kur mēs sastopamies ar momentāno jeb acumirklīgo jaudu?

Zirgs, sākot vilkt vezumu, attīsta daudz lielāku spēku nekā vēlāk, kad vezums jau iekustināts. Ar lielo spēku sākumā tiek paveikts liels darbs, kaut arī pārvietojums ir niecīgs — vezums tikai iekustināts.

Arī cilvēkam, sākot vilkt vai stumt kādu smagumu, īslaicīgi jāattīsta liels spēks.

Vēl uzskatāmāk to redzam svarcelšanas sacensībās, kad īsā uzrāvienā sportists paceļ stieni.

Minētajos piemēros laika intervāls ir pietiekami mazs, lai varētu sacīt, ka darba veicējs ir attīstījis savu momentāno jaudu. Tā kā piepūle ir bijusi liela, tad ir pamats sacīt, ka momentānā jauda ir pārsniegusi vidējo jaudu. Formula $N=A/t$ izsaka *vidējo jaudu*, ja darba veikšanas ātrums visu laiku nav vienāds.

Vidējā jauda izpaužas ilgstošā darbā.

() CILVĒKA MEHĀNISKĀ JAUDA UN «LIETDERĪBAS KOEFICIENTS»

Cilvēks uzņem enerģiju ar pārtiku. Daļa no uzņemtās enerģijas muskuļos pārvēršas kinētiskajā enerģijā.

Pēc fiziologu pētījumiem cilvēka muskulatūras lietderības koeficients ir apmēram 50%. Tas nozīmē, ka puse no uzņemtās enerģijas netiek patērēta darba veikšanai, bet pārvēršas siltumā un izkļiedējas apkārtējā telpā.

Cilvēka jauda, veicot šādus darbus:

soļojot pa horizontālu ceļu bezvējā	60...65 W
ātri soļojot (7 km/h)	200 W
braucot ar velosipēdu bezvējā (10 km/h)	40 W
braucot ar velosipēdu bezvējā (20 km/h)	320 W
kāpjot pa kāpnēm augšup normālā tempā (masa 70 kg)	110...120 W
skrienot pa kāpnēm augšup (masa 70 kg)	700...720 W
veicot īso skrējiena distanci	līdz 7000 W
strādājot smagu fizisku darbu	vidēji 200 W

Neko nedarot, cilvēka vidējā mehāniskā jauda ir apmēram 100 W, jo ķermeņa muskulatūra veic kustības, lai arī tās neievērojam un par darbu, protams, neuzskatām.

Jūsu rīcībā ir kāpnēs? Izmēriet nevis kāpņu garumu, bet gan to augstumu — pa vertikāli! Palūdziet palīgā savu paziņu ar pulksteni, kuram ir sekunžu rādītājs! Pēc viņa komandas kāpiet augšup pa kāpnēm lēnā, parastā tempā, ieturot tādu tempu līdz augšai! Pierakstiet laiku, ko patērējat šajā kustībā! Pēc tam veiciet to pašu otru reizi,

VALAS
SĒRĪJĀ

skrienot pa kāpnēm cik vien iespējams ātri! Aprēķiniet savu jaudu abos gadījumos! To var izdarīt vienkārši. Jūsu veiktais darbs pārvērtīsies paceltā ķermeņa potenciālajā enerģijā: $A_{\text{pot}} = mgh$, kur m — jūsu masa, h — kāpņu augstums pa vertikāli.

Vai jums izdevās pārsniegt zirgspēju, t. i., vai jūsu jauda skrējienā pa kāpnēm augšup bija lielāka par 736 W? Pavērtējiet, cik ilgi jūs tā varētu skriet!



Tie Elevanti ir tie vislielaki zvēri virs zemes. .. Tāds lops ir ļoti resns un grūts. Viņa galva ir pie pašiem pleciem pieaugusi, ka nemaz nevar pie zemes stiept. Bet par to ir Dievs viņam lielu, garu snuķi devis, ko viņš kā roku brūķēt un ar ko, kad ismācīts, dažu grūtu darbu padarīt var. — — — Elevantis ir par visiem lopiem tas gudrakais, un viņa dabā neka ļauna ne iraida, kad viņu nekarina. Dēļ sava stipruma ir tāds zvērs vecos laikos karā brūķēts tapis, pie 30 zaldatiem torniņi us savas muguras nesdams. — — —

Ta Elevantā ienaidnieks ir viens cits resns un nejauks zvērs, Rinoceros saukts, ar liku, asu ragu virs purna, ar ko viņš, kad tikai pieklūt var, Elevantā vēderi pārgriež. Šāds zvērs tape viņos gados caur lielu Jelgavu vadīts un par naudu rādīts. — — —

Tie **Meža-zirgi**, ko Kamieļus sauc, ir daudz augstaki kā mūsu zirgi, ar garu kaklu, gariem un tieviem gurniem un stipru kupru, un ir ļoti rāmi un cilvēkiem paklausīgi, un nes pacietīgi grūtas nastas, ko tiem usliek. Uz tālu ceļu tie daudz labaki iraid nekā zirgi, jo neviens lops tik ilgi nedzēris isciest var. Bet, kad viņš dzer, tad pilnu mucu isdzer.

Tie **Ēzeļi** ar garām ausīm slaka no zirgiem iraid, ko pie daža darba un nastu-nešanas brūķē; jau Vāczemē un jo vairāk Italijas-zemē tos daudz atron. Maulēzeļi ir dziļums no Zirg-ērzeļa un Ēzeļa ķēves jeb no Ēzeļa ērzeļa un vienas Zirg-ķēves. Šie Maulēzeļi ir stipri un aridzan us jāšanu derīgi. Spaneru-zemē tos daudz redz. — — —

Tas **Ziemeļa briedis** tikai it saltā zemē dzīvo un ir rāms, un tiem ziemeļniekiem ļoti derīgs. Jo tur, kur citi lopi no saltuma nevar glābties, šis vien dzīvo. Viņš ir brūķejams kā zirgs, viņa gaļa un piens ziemeļniekiem ikdienas ēdiens ir, viņa āda ir tas vislabākais kažoks. Šiem ziemeļniekiem neir citas bagatības kā šādi brieži, jo vairāk tie vienam iraid, jo bagats tāds saucams. Bet ko tad šie brieži ēd tur, kur tik ko zālīte aug un pret Jāņiem

PIRMS
200
GADIEM

tikai sniegs izkūst, un visa vasara iekš pāru mēnešiem beidzās? Ja, tiešām, sienu tur nevar sakrāt — bet to tie aridzan neēd —, baltas sūnas, kas visos purvos ronās un ko tie ziemā apakš sniega gubām ismekle, ir viņiem gārds ēdiens un pārtikšana.

(G. F. Stenders. Augstas gudrības grāmata no pasaules un dabas. R., 1988, 175.—178.)

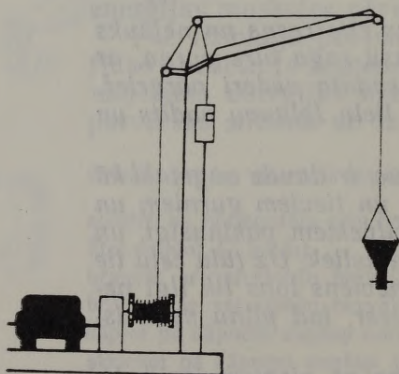
() STRĀDĀ ELEKTRODZINĒJS!

Atrisināsim uzdevumu.

Celtna elektrodzinēja jauda ir 13 kW. Cik ilgā laikā celtnis paceļ 5 t kravu 15 m augstumā? Pieņem, ka kustība ir vienmērīga. Iekārtas lietderības koeficients ir 40%.



Uzdevuma fizikālais saturs



Zīmējumā redzama iekārtas shēma. Elektrodzinējs tin uz spoles trosi. Troses galam piestiprinātā krava ceļas augšup. Uzrakstām enerģijas bilances vienādojumu

$$\eta A_{el} = A_{meh}, \quad (1)$$

kur A_{meh} — darbs kravas pacelšanai, J;

A_{el} — elektrodzinēja padarītais darbs (patērētā enerģija), J;

η — iekārtas lietderības koeficients.

Kā jau zināms, mehānisko darbu atrod pēc formulas

$$A_{meh} = F_{vīlc} s \cos \alpha. \quad (2)$$

Ievietojam šajā formulā $F_{vīlc} = mg$ (kustība ir vienmērīga), $s = h$ un $\cos \alpha = 1$ (spēka virziens sakrīt ar kustības virzienu). Rezultātā iegūstam

$$A_{meh} = mgh. \quad (3)$$

Izmantojot jaudas definīcijas formulu, rakstām

$$A_{el} = Nt. \quad (4)$$

Sakarības (3) un (4) ievietojam enerģijas bilances vienādojumā (1):

$$\eta Nt = mgh.$$

Risinājums

$$t = ?$$

$$\begin{aligned} N &= 1,3 \cdot 10^4 \text{ W} \\ \eta &= 0,4 \\ m &= 5 \cdot 10^3 \text{ kg} \\ g &= 10 \text{ m/s}^2 \\ h &= 15 \text{ m} \end{aligned}$$

$$t = \frac{mgh}{\eta N}.$$

Vienības pārbaude

$$\begin{aligned} [t] &= \frac{\text{kg} \cdot \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot \text{m}}{\text{W}} = \frac{\text{N} \cdot \text{m}}{\text{W}} = \\ &= \frac{\text{J}}{\text{W}} = \frac{\text{J} \cdot \text{s}}{\text{J}} = \text{s}. \end{aligned}$$

Skaitļojums

$$t = \frac{5 \cdot 10^3 \cdot 10 \cdot 15}{0,4 \cdot 1,3 \cdot 10^4} \approx \underline{\underline{144 \text{ s}}}.$$

22-46. Celtņa elektrodzinēja jauda ir 6 kW. Tas pacel kravu, kuras masa 6 t, 8 m augstumā. Iekārtas lietderības koeficients 80%. Aprēķināt kravas pacelšanas laiku.

22-47. Cik m³ ūdens no 36 m dziļas akas izsūknē sūkņi vienas stundas laikā, ja sūkņi darbina elektrodzinējs, kura jauda 4,9 kW? Iekārtas lietderības koeficients ir 70%.

22-48. Lokomotīves masa 9·10⁴ kg un ātrums pirms bremsēšanas 36 km/h. Pēc vienas minūtes ilgas bremsēšanas lokomotīve apstājās. Aprēķināt bremsēšanas jaudu.

22-49. Sportists, kura masa 70 kg, 0,4 sekundēs uzlec 201 cm augstumā. Cik liela ir sportista vidējā jauda, ja atspēriena ilgums ir 0,4 s?

22-50. Sienas pulksteņa atsvara masa ir 0,8 kg. Diennaktī atsvars noslid par 120 cm. Ar kādu jaudu strādā pulkstenis?



22-51. Ar kādu jaudu jāstrādā sūkņa elektrodzinējam, lai no 15 m dziļas akas vienā stundā izsūknētu 1800 l ūdens? Iekārtas lietderības koeficients ir 80%.

22-52. Sportists, kura masa 50 kg, lec pār auklu, veicot vienā minūtē 75 lēcienus 10 cm augstumā. Aprēķināt sportista vidējo jaudu.

22-53. Ūdens caurtece upē ir 200 m³/s. Noteikt upes jaudu kilovatos, ja aizsprosta augstums ir 9 m.

22-54. Cik ilgi jāstrādā sūknim ar 20 ZS jaudu, lai no 200 m dziļas šahtas izsūknētu 150 m³ ūdens? Iekārtas lietderības koeficients ir 70%.

22-55. Cik liela ir skrējēja jauda distances sākumā, ja divās sekundēs viņš sasniedz ātrumu 9 m/s? Skrējēja masa 70 kg.

22-56. Kalēja vidējā jauda ir 0,14 kW. Vienā minūtē viņš izdara 70 āmura triecienus. Cik lielu darbu paveic vienā triecienā?



Daugavas loma enerģētikā

1925. gadā ar Latvijas Republikas Ministru kabineta lēmumu nodibināja «Latvijas Nacionālo spēku komiteju», kas 1931. gadā izstrādāja «Latvijas elektrifikācijas pamatus». Šī programma aptvēra perspektīvu līdz 1950. gadam un paredzēja, ka tad Latvijai būs vajadzīgs 160 000 kW jaudas un 550 milj. kW·h elektroenerģijas. .. Šīs programmas sākumā autori rakstīja: «Ir skaidrs, ka katrai valstij jācenšas apmierināt enerģijas pieprasījumu pēc iespējas ar vietējiem spēka avotiem. Kā tādi Latvijā minami ūdens spēks, kūdra, malka, atkritumi un zināmām vajadzībām arī vēja spēks.» Un te jau parādās konkrētu staciju vietas:

Dole	ar 11,8 m	kritumu un	70 500 kW jaudu
Ķegums	ar 14,4 m	„ „	83 000 kW „
Aizkraukle	ar 8,4 m	„ „	48 000 kW „
Koknese	ar 21,3 m	„ „	120 000 kW „
Pļaviņas	ar 16,6 m	„ „	93 000 kW „
Krustpils	ar 5,3 m	„ „	26 000 kW „
Trepe	ar 3,4 m	„ „	16 500 kW „

.. Tā kā Rīgai sāka trūkt elektrības, sākās konkrēti darbi pirmās HES uzcelšanai uz Daugavas. Latvijas valdība 1932. gada oktobrī noslēdza līgumu ar amerikāņu firmu «The Foundation Company» par izpēti darbiem, projektēšanu un HES celtniecību. Pasakaini īsā laikā — trijos mēnešos firma ar saviem apakšuzņēmējiem četros rajonos izdarīja grunts izpēti ar 22 urbumiem un 1933. gada janvārī iesniedza valdībai priekšlikumu celt HES pie Ķeguma. Valdība šo

priekšlikumu apstiprināja 1933. gada jūlijā. Taču neliela aizķeršanās: firma nespēja savlaikus sagādāt līgumā paredzēto ārējo aizdevumu 20 000 Ls apmērā un tajā pašā dienā līgumu lauza. Pārējo firmu (franču, vācu) piedāvājumi dažādu iemeslu dēļ nebija pieņemami, un daudzpartiju Saeimas apstākļos būve «apklusā».

Pēc 1934. gada Ulmaņa apvērsuma jaunā valdība rīkojās enerģiskāk un mērķtiecīgāk. Daugavas spēkstacijas izbūves jautājumu kārtošanu uzdeva Jūrniecības departamentam. Tas uzņēma sakarus ar zviedru firmu «Svenska Entreprenad AB» (saīsināti «Sentab», L. A.) un 1936. gada 1. augustā noslēdza līgumu par Ķeguma spēkstacijas būvi. Darbi bija labi izplānoti, un būves gaitā secīgums un kvalitāte vēl šodien mums var būt par paraugu. 1939. gada oktobrī iedarbināja pirmo Ķeguma agregātu.

Pēc otrā pasaules kara laikā nopostītās Ķeguma HES atjaunošanas sāka risināt pārējo HES izbūves jautājumus. 1950. gadā PSRS Elektrostaciju celtniecības ministrija apstiprināja Daugavas izmantošanas shēmu, kurā paredzēja uzcelt deviņas HES, tostarp divas Baltkrievijas teritorijā. Pēc pirmo izpētes darbu veikšanas 1955. gadā Daugavas vidējā posmā paredzēja celt trīs spēkstacijas: Jēkabpils — ar 9 m kritumu, Pļaviņu — ar 26 m kritumu un Miemēnu — ar 20 m kritumu. Turpinot izpēti, 1956. gadā tehnisku un ekonomisku apsvērumu dēļ pieņēma lēmumu šo triju HES vietā būvēt divas: Jēkabpils — ar 15 m kritumu un Miemēnu — ar 40 m kritumu.

PSRS Elektrostaciju celtniecības ministrija 1961. gadā nodibināja Pļaviņu HES celtniecības direkciju.

..Tā sauktajā «Hruščova periodā» ekonomistos valdīja uzskats, ka jābūvē termoelektrostacijas. Hidroelektrostacijas nav būvējamas savas dārdzības un ilgā celtniecības perioda dēļ. Hidroenerģētiķi centās pierādīt, ka elektrisko slodžu galotņu noseģšanai hidroelektrostacijas ir neaizstājamas un tās iespējams uzcelt tikpat ātri un lēti kā termoelektrostacijas ar ogļu vai mazuta sadedzināšanu. Tā radās arī šis projekts: pirmajā variantā (1958. gadā) ar 600 000 kW jaudu, otrajā (1961. gadā) ar 825 000 kW jaudu un 2500 stundu izmantošanu gadā galotņu slodžu noseģšanai. ..Šos rādītājus arī ievēroja un 1965. gada beigās iedarbināja pirmos piecus hidroagregātus, 1966. gadā — pārējos. Lielas spēkstacijas izveidošanu uz divu projektējamo bāzes šīnī gadījumā nevar uzskatīt par gigantomāniju, jo deva lielu līdzekļu un darbaspēka ietaupījumu. ..Hidrotehniķiem šī stacija bija arī tehnisks jaunums, jo tā uzbūvēta uz mīkstām gruntīm ar 40 m kritumu.

Šie tehniskie risinājumi laika pārbaudi ir izturējuši. Republikas pārlieku augošā rūpniecība radās ne jau HES celtniecības rezultātā. Jau kopš 1960. gada elektroenerģiju sāka iepirkt no kaimiņiem, un līdz šai dienai šis iepirkums nepārtraukti aug un jau sasniedz 5 mljrd. kW·h gadā, t. i., pusi no visa patēriņa. Enerģētiskā bāze netiek līdzī pieprasījumam. ..Ekoloģijas jautājumus tai laikā ievēroja maz, tikai tik daudz, cik prasīja saskaņojot republikas organizācijas. Sabiedrībā auga protests pret Staburaga un Pērses ielejas applūdināšanu. Galīgo lēmumu pieņēma Latvijas PSR Ministru Padome un LKP CK. Protams, ja būtu projektētas trīs atsevišķas HES, kā to paredzēja «Latvi-

jas elektrifikācijas pamati», Staburags un Pērses ieleja nebūtu applūdināta. Toties izmaksas būtu divas reizes lielākas un celtniecības termiņš trīs reizes ilgāks, kas tajā laikā varēja būt par pamatu projekta noraidīšanai. — — —

Bija arī tā paša projektēšanas institūta «Hidroenerģoprojekts» alternatīvs variants: izbūvēt Jēkabpils HES, no tās ūdenskrātuves derivācijas kanālu 50 km garumā līdz Miemēnu cilpai (tagadējās Pļaviņu HES vietai) un tur uzcelt spēkstaciju ar kritumu 52 m un 254 000 kW jaudu. Izveidotos divas sekas ūdenskrātuves Jēkabpils un Seces teritorijā ar kopplatību 60 km². .. To noraidīja daudzo trūkumu dēļ: neatrisināti filtrācijas un vižņošanas jautājumi, divas reizes lielāka izmaksa, spēkstacija izmantojama bāzes režīmā u. tml.

Pašreizējās problēmas, kas saasina Daugavas kā enerģijas avota izmantošanu, ir ekoloģija un apdzīvoto vietu aizsardzība pret plūdiem.

Nopietnas ekoloģiskās problēmas paliek: senlejas applūdināšana no dabas neaizskaramības un ainaviskā viedokļa un jauno ūdenskrātuju krastu erozija, kurai pretdarbību šodien vēl zinātnieki nav atraduši un tehniķi spēj tikai aizsargāt ar betona stiprinājumiem. Senlejas applūdināšana, sevišķi līdzenuma apēs, ir likumsakarīga pretruna ar HES būtību, un tāpēc te ir jāizšķiras.

Plūdi upes regulētā posma augšgalā ir likumsakarīga parādība. Pēc Ķeguma uzcelšanas plūdi pastiprinājās Jaunjelgavas rajonā. Uzbuvējot Pļaviņu HES, šī zona pārgāja uz Jēkabpili un Pļaviņām. Ja uzceltu Jēkabpils HES, tā pārietu uz Daugavpili, Līksnu, bet pēc Daugavpils HES — attiecīgi augstāk. Noraidot abas pēdējās HES, Jēkabpils aizsardzība kļūst problemātiska. — — —

Sodien dažādos līmeņos un auditorijās izskan domas, ka Daugavu vajadzētu atgriezt dabiskajā gultnē. Seit izvērtējami divi pamatjautājumi: kā kompensēt Daugavas hidroelektrostaciju ražotās elektroenerģijas izslēgšanu no enerģētiskās bilances un kā atjaunot «vecu Daugavu».

Kompensēt Daugavas kaskādes HES 1 500 000 kW galotņu jaudu uz ekonomijas un ierobežojumu rēķina ir nereāli. Republikas pieprasījums rīta maksimumstundās sasniedz 2 000 000 kW. Atliek celt alternatīvus enerģijas avotus. Mazās HES, ieskaitot Gauju un Ventu, varētu dot tikai līdz 300 000 kW, bet, lai šo jaudu iegūtu, jāapbūvē visa republika. Bet vai tad, apbūvējot Gauju, Ventu, Salacu, Lielupi, Aivieksti un citas mūsu upes, nebūs tās pašas problēmas, kas ar Daugavu?

Vēju izmantot stabilai elektroapgādei nevar, jo bezvēja laikā vēja elektrostacijas nedarbojas.

Vēju vajag izmantot galvenokārt kurināmā ekonomijas nolūkā. ..Termoelektrostacijas un centrāles nevar operatīvi mainīt galotņu slodzēm jaudu, tādēļ tās nevar būt alternatīva HES. Atliek iespēja elektroenerģiju pirkt, ja ir, no kā un par ko. Jāņem arī vērā, ka pasaulē galotņu stundās elektroenerģijas cena ir 5—10 reizes augstāka nekā naktīs un šī ekonomiskā likumsakarība drīz tiks realizēta arī pie mums.

Otrs jautājums — «vecā Daugava». Idealizējot stāvokli, varam spriest tā: ja šodien demontētu visas HES un nojauktu dambjus, tad pēc pāris gadiem visa ieleja būtu zaļa. Daugavas vecā gultne ar visām krācēm būtu izskalota, tīra, atjaunojusies vai atjaunoti tādi objekti kā Pērses grava, Staburags (gan bez apakšējās šūnakmens daļas, kas izvesta un izlietota), Kokneses pilskalns, Ikšķīles baznīca, Lorelejas klīns un citi. Būtu atgūtas produkcijas ražošanai tagad applūdinātās lauksaimnieciski izmantojamās teritorijas ap 2500 ha kopplatībā. Pēc gadiem desmit būtu ieauguši koki (stādīti), izveidoti parki, atpūtas zonas, liegumi. Varbūt iespējams mākslīgi atjaunot tos unikālos floras un faunas elementus, kas applūdināšanas rezultātā izzuduši.

Lai sāktu nojaukt Pļaviņu HES, vispirms ir jāuzceļ cita elektrostacija. Tas prasa vismaz 8—10 gadus un aptuveni vienu miljardu dolāru. HES nojaukšana izmaksātu ap 200 milj. dolāru. Jādomā arī, kur likt ap 300 000 m³ dzelzsbetona atlūzu. Šo darbu varētu veikt piecos gados. Iepriekš aprakstītā aina varētu sākt veidoties pēc 15—20 gadiem.

Jau Latvijas Nacionālo spēku komiteja kā primāro republikas apgādē ar elektroenerģiju paredzēja upju mūžīgi atjaunojošās enerģijas izmantošanu, kas izmaksā daudz lētāk, neprasa sarežģītu kurināmā piegādes sistēmu, ir neatkarīga no saimnieciskiem un politiskiem konfliktiem. Tā ir liela dabas bagātība, kas ne katrai tautai ir dota. — — —

Nav jau atšķirības starp dzirnavu diķi un Pļaviņu HES ūdenskrātuvi, atšķirība ir rezultātā, kā enerģētiskā, tā ekoloģiskā. Vienīgi jāatrod optimāls kompromiss starp dabu un tehniku. Nevienā nozarē nav tehnikas līdzekļu, kas absolūti neietekmētu dabu. Pat pirmatnējais cilvēks, dzīvodams bez pilsētām, autoceļiem, kara tehnikas un minerālmēsliem, ar koku mamutu sīzdams un uguni mežam pielaidzams, sāka dabu ietekmēt, pats būdams dabas daļa. Šodien pat vispārliciecinātākais dabas aizstāvis diezin vai ies «atpakaļ pie dabas», viņš dzīvos un pieprasīs augstā tehniskā līmenī nodrošinātu dzīvi. Tostarp arī augstu enerģētisko apgādātību.

Daugava ir mūsu tautas likteņupe, simbols, bagātība. Arī enerģētiskā. Tie pusotra miljona kilovati un divarpus mljrd. kilovatstundu, ko tā dod šodien un ko tā vēl varētu dot, izbūvējot HES Daugavas augštecē, ir liela suverēnās Latvijas bagātība gan tehniski, gan ekonomiski, gan arī politiski.

Pēc šīs dienas vērtējuma Jēkabpils HES galvenā funkcija būtu Jēkabpils un Pļaviņu aizsardzība pret plūdiem. Ar savu nelielo kritumu, 8 m vai pat mazāk, tā praktiski nerada lielus applūdus un ekoloģiskus kaitējumus. Enerģijas ražošana te būtu pakārtots jautājums, bet arī šie kilovati un kilovatstundas ir vērā ņemamas. Jēkabpils HES projekta tehniski ekonomisko aprēķinu kā dārgu noraidīja enerģētiķi paši. Citas organizācijas to nav skatījušās. Kad brieda sabiedrības protests pret Daugavpils HES būvi, tehniski tā īsti enerģijas nodrošināšanas jautājumus republikā neviens nav aplūkojis. Latvijas PSR Ministru Padomes izveidotā komisija deva tikai iespējamo alternatīvo variantu idejas, no kurām līdz šai dienai neviena nav risināta pat ne projektu, ne tehniski ekonomisko projektu līmenī. Alternatīvu risinā-

jumu Daugavpils HES ar pazeminātu kritumu, kas praktiski neskartu Krāslavu, neviens nevēlējās izskatīt. Daugavpils HES noraidīja. Norakstīja toreiz izlietos 25 milj. rbļ., un būves likvidācijai vēl jāizlieto ap 12 milj. rbļ. 1984. gada cenās.

Daugavpils kompleksā iespējams izbūvēt arī hidroakumulējošu elektrostaciju (HAES). Tā aizņemtu kopējo platību tikai līdz 700 ha atkarībā no jaudas, būtu ekoloģiski tīra un ekonomiski ļoti efektīva, varētu nodrošināt mūsu republikas galotņu slodzes maksimumstundās ilgiem gadiem. Patī Daugavpils HES būtu ceļama ar samazinātu kritumu, lai izslēgtu vai ierobežotu Krāslavas rajona applūdināmās teritorijas un nodrošinātu akumulācijas kompleksa darbību. — — —

Ja Daugava varētu apmierināt republikas vajadzības pēc galotņu jaudas, lai nebūtu jāierobežo vai pat jāatslēdz patērētāji arī turpmāk, un ar elektroenerģiju vismaz 35% apjomā no pašreizējām vajadzībām, tad tas būtu liels solis neatkarības virzienā. Tad būtu iespēja kooperēties arī ar igauņiem un lietuviešiem, jo pašreizējā situācijā elektroenerģija ir tikai jāpērk.

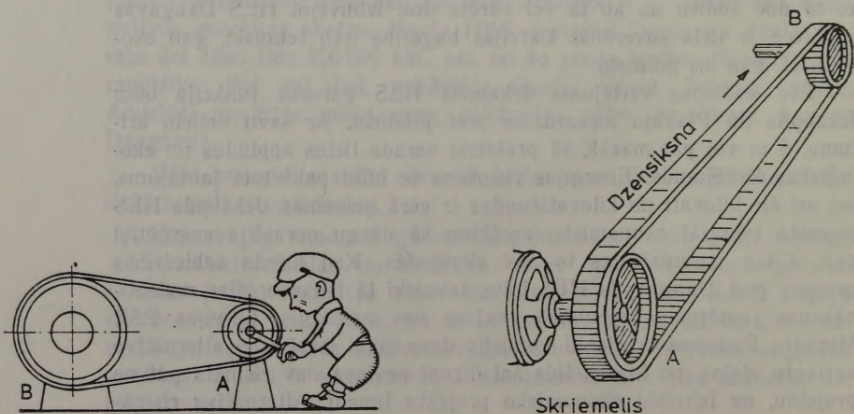
(H. Jaunzems. Daugavas loma enerģētikā. —
Grām.: Latvijas enerģētika ceļā uz patstāvību.
R., 1992, 43.—52.)

() SIKSNAS PĀRVADS

Diviem riteņiem — skriemeļiem aplikta sikсна. Skriemelis A ir *dzenošais*, un tas savienots ar *dzenošo vārpstu*.

Dzenošo vārpstu griež, piemēram, elektrodzinējs. Zīmējumā attēlots gadījums, kad to griež cilvēks.

Skriemelis B ir *dzītais*. Tas nostiprināts uz ass iekārtā, kura veic darbu.



Siksnas pārvads pārnes cilvēka vai kāda «nedzīva mehānisma» spēku un enerģiju no dzenošā skriemeļa uz dzīto skriemeli. Iznāk «strādāšana no attāluma».

Visiem siksnas punktiem kustības ātrumu *moduļi* (skaitliskās vērtības) ir vienādi.

Izteiksim skriemeļu A un B lineāros ātrumus:

$$v_A = \pi D_A v_A; \quad (1)$$

$$v_B = \pi D_B v_B, \quad (2)$$

kur D_A un D_B — skriemeļu A un B diametri, m;

v_A un v_B — skriemeļu A un B rotācijas frekvences, apgr./s.

Abu skriemeļu virsmas punktiem ir vienādi lineārie ātrumi:

$$v_A = v_B. \quad (3)$$

Tāds pats ir arī siksnas punktu ātrums, jo sikсна berzes dēļ pa skriemeļu virsmu neslīd.

Nosacījums (3) ļauj pielīdzināt vienādību (1) un (2) labās pusēs:

$$\pi D_A v_A = \pi D_B v_B.$$

Saīsinām un uzrakstām proporciju

$$\frac{D_A}{D_B} = \frac{v_B}{v_A} \quad (4)$$

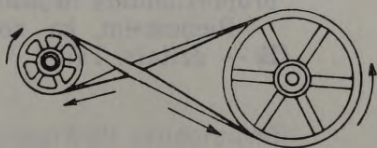
Proporcija (4) rāda, ka skriemeļu rotācijas frekvences ir apgriezti proporcionālas to diametriem.

Attiecību $\frac{v_B}{v_A} = k$ sauc par *pārnesumskaitli*. Ja dzītajam skriemelim diametrs lielāks nekā dzenošajam skriemelim, tad $k < 1$. Dzītais skriemelis rotē lēnāk, tā rotācijas frekvence ir mazāka nekā dzenošajam skriemelim.

Spēka pārvešanu no viena skriemeļa uz otru nodrošina miera stāvokļa berze starp siksnu un skriemeļu virsmām. Tāpēc vienmēr cenšas šo berzi palielināt, noziežot, piemēram, abas virsmas ar piķi, kam liela *iekšējā berze*. Divi piķa slāņi slikti slīd viens pa otru.

Ja pārnesumskaitlis $k > 5$, tad dzītā skriemeļa izmēri ir pārāk mazi, lai starp siksnu un skriemeļa virsmu būtu pietiekami liels saskares laukums, kas nodrošina berzi. Sikсна slīd pa dzītā skriemeļa virsmu, un spēka pārvešana nenotiek.

Ar siksnas pārvadu var panākt, ka dzītais skriemelis griežas pretējā virzienā. Vajag sakrustot siksnu, kā tas redzams zīmējumā.



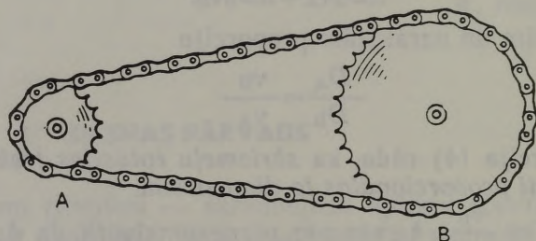
Šajos zīmējumos attēlotas *plakansiksnas*. Tās izmanto, ja pārvadāmais spēks nav pārāk liels un iekārtā ir vieta «bieziem» skriemeļiem un platām siksņām.

Ķīlsiksna tiek iegremdēta rievā uz skriemeļa virsmas. Tām «strādā» arī sāni — palielinās berzes spēks starp skriemeļi un siksnu. Ir samazināts siksna platums un skriemeļa biezums.

Ķīlsiksna var redzēt automobiļu un traktoru dzesēšanas iekārtās. Tās lieto arī galda urbmašīnu piedziņā.

() KĒDES PĀRVADS

Ja jāpārvada liels spēks un pārvadam jābūt ar nelieliem izmēriem, siksna vietā lieto ķēdi. Siksnu ar skriemeļi saista miera stāvokļa berzes spēks. Kad slodze ir liela, siksna sāk slīdēt. Ķēde ap zobratu nevar slīdēt.



Viens no zobratiem ir *dzenošais*, bet otrs — *dzītais*, līdzīgi kā siksna pārvadā.

Ķēdes pārvads, kā jau minēts, piemērots lielu spēku pārnesšanai, taču neder pārnesumos, kuros liels ātrums. Tad zobratu zobi ķeras ķēdē.

Ķēdes pārvads ir velosipēdos un lielākajā daļā motociklu. Daudz ķēdes pārvadu ir lauksaimniecības mašīnās. Labi redzams ķēdes pārvads ir, piemēram, kartupeļu novācamajā mašīnā — «kratītājā».

Ķēdes pārvadā zobratu rotācijas frekvences ir apgriezti proporcionālas to diametriem, līdzīgi kā siksna pārvadā.

Pieņemsim, ka zobrats A ir dzenošais, bet zobrats B — dzītais. Tad

$$\frac{D_A}{D_B} = \frac{v_B}{v_A}$$

Ķēdes pārnesumskaitli k nosaka tāpat kā siksnas pārnesumā:

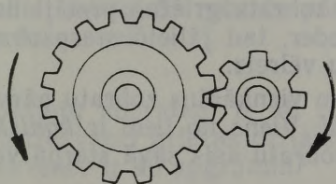
$$k = \frac{v_B}{v_A}.$$

Lai noteiktu ķēdes pārnesumskaitli, diametra vietā var lietot zobu skaitu. Cik reizes zobratam vairāk zobu, tik reizes garāka tā riņķa līnija, arī diametrs tikpat reižu garāks.

Zobrats ar mazāko zobu skaitu griežas ātrāk.

() ZOB RATU PĀRVADS

Zobratu pārvadu var izveidot no ķēdes pārvada, ja noņem ķēdi un zobratu saliek blakus sazobē. Tikai tagad dzītais zobrats griezīsies pretējā virzienā!



Zobratu pārvadus lieto automobiļos, traktoros, arī motociklos, lai vilcējspēku no dzinēja pārnestu uz velkošajiem riteņiem.

Arī metālapstrādes virpā *suporta* griešanās ātrumu maina ar zobratu pārvadu.

Zobratu nosaukumi ir tādi paši, kā ķēdes pārvadā: *dzenošais* un *dzītais* zobrats. Dzītajam zobratam zobu skaitu apzīmēsim ar z_2 , bet dzenošajam — ar z_1 .

Caur zobratu sazobes vietu vienā sekundē abiem zobratiem iziet vienāds zobu skaits:

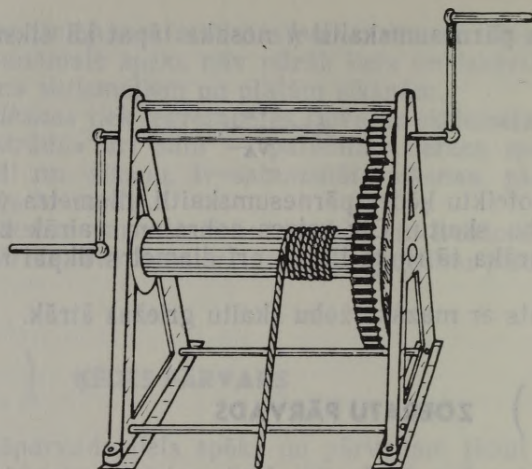
$$z_1 v_1 = z_2 v_2, \quad (1)$$

kur v_1 un v_2 — zobratu rotācijas frekvences, apgr./s.

No sakarības (1) iegūstam proporciju

$$\frac{z_1}{z_2} = \frac{v_2}{v_1}. \quad (2)$$

Zobratu rotācijas frekvences ir apgriezti proporcionālas to zobu skaitiem.



Zobratu pārvadam, kā jau minēts, ir būtisks trūkums — dzītais zobrats griežas pretēji dzenošajam zobratam. Ja tas neder, tad jālieto starpzobrats, kas maina rotācijas virzienu vēlreiz.

Mēs aplūkojām vienkāršus zobratu pārvadus. Taču pastāv vēl citi veidi. Viens no tiem ir *konisko zobratu pārvads*. Tajā abu zobratu asis savā starpā veido leņķi.

() FRIKCIJAS PĀRVADS

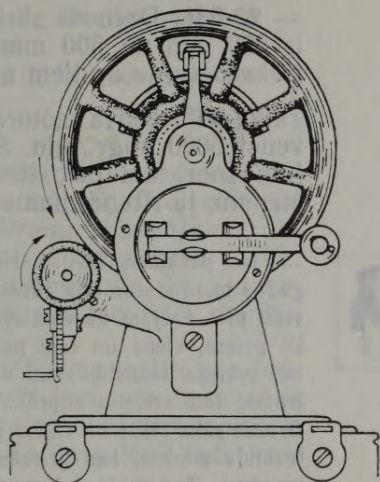
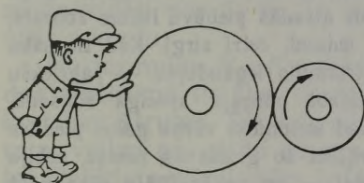
Frikcijas pārvads atgādina zobratu pārvadu, taču šajā pārvadā zobu nav. Spēku no viena skriemeļa uz otru pārnes miera stāvokļa berze. Tā neļauj slīdēt skriemeļu virsmām vienai pa otru un liek rotēt dzītajam skriemelim.

Frikcijas pārvadā skriemeļu rotācijas frekvences ir apgriezti proporcionālas to diametriem.

Tā, piemēram, šujmašīnā var redzēt, kā darbojas frikcijas pārvads. Tas liek griezties asij, uz kuras uzliek apakšējā diega spolīti, lai tajā ietītu diegu.

Ielūkojieties magnetofonā! Frikcijas pārvads liek lenti slīdēt gar ieraksta un atskaņošanas galviņu.

Viena skriemeļa virsma var būt no metāla, bet otrai virsmai jābūt no gumijas vai elastīgas plastmasas. Abu skriemeļu virsmas var būt pārklātas ar gumiju vai plastmasu. Skriemeļus saspiežot, gumija nodrošina vajadzīgo miera stāvokļa berzes spēku starp skriemeļiem.



Frikcijas pārvadā dzītais skriemelis griežas pretēji dzenošajam skriemelim līdzīgi kā zobratu pārvadā. Ja tas jānovērš, lieto *starp-skriemeli*.

22-57. Dzenošajam zobratam ir 48 zobi, dzītajam — 30 zobi. Ar kādu frekvenci griežas dzītais zobrats, ja dzenošā zobrata frekvence ir 40 apgr./min?



22-58. Velosipēda centra zobratam ir 44 zobi, aizmuģures zobratam — 18 zobi. Velosipēda riteņa diametrs ir 46 cm. Cik lielu attālumu nobrauc velosipēds, ja pedāļi izdara vienu apgriezieni?

22-59. Šujmašīnas ritenim, kura diametrs 140 mm, ir frikcijas pārvads ar spolēšanas disku. Spolēšanas diska diametrs ir 40 mm. Kurš griežas ātrāk un cik reizi ātrāk? Cik liels ir frikcijas pārvada pārnēsūmskaitlis?

22-60*. Velosipēda apgaismošanas ģeneratora galviņai ir frikcijas pārvads ar riteņa riepu. Ģeneratora galviņas diametrs ir 20 mm. Cik liela ir galviņas rotācijas frekvence, ja velosipēdists brauc ar ātrumu 4,8 m/s un riteņa diametrs ir 700 mm?

22-61. Rokas urbīmašīnai pārnēsūmskaitlis ir 1:4. Ar cik lielu frekvenci griežas urbis, ja rokturi griež 40 reizes minūtē?

22-62. Dzenošā skriemeļa diametrs ir 240 mm un rotācijas frekvence 380 apgr./min. Cik lielam jābūt dzītam skriemeļa diametram, lai tā rotācijas frekvence būtu 190 apgr./min?

22-63*. Dzenošā skriemeļa un dzītā skriemeļa diametri ir 200 mm un 500 mm. Cik lielas ir skriemeļu rotācijas frekvences, ja ap tiem apliktas siksnas ātrums ir 6,28 m/s?

22-64*. Karta motora kloķvārpstas zobrats rotē ar frekvenci 5000 apgr./min. Šim zobratam ir 32 zobi. Velkošajam zobratam pie riteņiem ir 13 zobi. Aprēķināt karta ātrumu, ja riteņa diametrs ir 30 cm.



No pašķūnes izvilkta zirgu dzenamo kuļmašīnu, kas jau daudz gadus maurodama bija ēdusi Straumēnu labību, un nostādīja to šķūņa vidū pret abējām durvīm. Aiz vienām atradās piebūvē lielais zobrats, ko grieza, vienā un tanī pašā lokā iedami, četri zirgi. Kad tie sāka iet, zobrats sakustējās un mašīnas trumulis iegaidojās — papriekšu lēnām, tad arvienu stiprāki, līdz beidzot pārgāja spēcīgā rūkšanā. Graudi sāka lēkāt uz visām pusēm, kad saimnieks vārpas galus piedūra trumuļa zobiem, kas griezās tik ātri, ka to griešanās nemaz nebija manāma. Tad mašīna iegaidojās dobji — un pa kratītāju sāka nākt ārā salauzīti salmi, bet uz plāna bira pelus kopā ar graudiem. — — —

Sķūnis kūpēja putekļu pilns, kas līda külējiem nāsis, mutēs, un uzacis ar tiem tāpat pieķērās kā šķūņa gala kadiķu vija. Akoti, aizlīduši aiz kakliem, griezās sviedrainajās miesās, un brīdī, kad pārāk garie kūļi aptinās trumulim un mašīna apstājās, ļaudis izskrēja ārā šķaudīdami. — — —

Jaunākiem viss izlikās grūti, bet vecākie, paskatījušies uz sienām, kur garos kātos pakārti karājās spriguļi, tikai pasmējās. Viņiem nāca atmiņā naktis, kad, celdamies pirmajos gaiļos, tie vilka no ārdiem zemē pēc dūmiem smaržojošos kūļus un, noguldījuši tos metienā, kūla līdz rīta ausmai. Bet vecajiem arī nepatika šī mašīna, jo tās kultiem graudiem nebij vairs tā brieduma un maizei tās smaržas kā labībai, kas bij zāvējusies rijas sūrajā versmē.

(E. Virza. Straumēni. R., 1989, 117.—118.)

$$\left(\quad \right) \quad \mathbf{JAUDA = VILCĒJSPEKS \times \text{ĀTRUMS}}$$

Darba formulu $A = Fs \cos \alpha$ ievietojot jaudas formulā $N = \frac{A}{t}$, iegūstam

$$N = \frac{Fs \cos \alpha}{t}.$$

Dalījums s/t ir ātrums v . Esam ieguvuši jaudas formulu, kas satur spēku, kurš veic darbu, un ātrumu, ko izraisa spēka darbība, t. i.,

$$N = Fv \cos \alpha. \quad (1)$$

Redzam, ka jauda, tāpat kā darbs, ir divu vektoru — spēka un ātruma *skalārs reizinājums*.

Ja ātruma un spēka virzieni sakrīt, tad $\cos \alpha = 1$ un

$$\boxed{N = Fv.} \quad (2)$$

No formulas (2) redzama interesanta un noderīga sakarība: *dzinēja jauda ir vienāda ar dzinēja vilcējspēka un tā punkta, kurā pielikts šis spēks, ātruma reizinājumu.*

Automobiļa dzinēja pasē ierakstīta *maksimālā jauda*. Pieredzējuši autovadītāji saka, ka automobiļa dzinēju noslogo vidēji par 50%. Te ir runa par automobiļa dzinēja *vidējo jaudu*.

No formulas $N = Fv$ varam redzēt, ka nemainīgas jaudas gadījumā lielāku vilcējspēku var iegūt, ja ir mazāks kustības ātrums. Šo sakarību izmantojam ikdienā, piemēram, velkot pa grīdu smagu kasti. To dara lēni, taču kastei pieliktais vilcējspēks ir liels.

Lietojot momentāno ātrumu un momentāno vilcējspēku, dabūjam dzinēja *momentāno jaudu*. Tad formulā (2) visiem trim lielumiem ir momentānās vērtības.

Momentānā jauda automobilim, tāpat kā jebkuram dzinējam, var mainīties plašās robežās, taču tā nevar pārsniegt attiecīgā dzinēja maksimālo jaudu.

Automobilim, braucot pret kalnu, vajadzīgs lielāks vilcējspēks. Šoferis izdara zobratu pārslēgšanu pārnēsmašīnā tā, lai samazinātos ātrums. Tad vilcējspēks pieaug. Arī dubļainā ceļā nevar braukt ātri: jauda «jāatvēl spēkam», jo kustībai ir liela pretestība.

() **AUTOMOBILĀ MAKSIMĀLAIS ĀTRUMS**

Pieņemsim, ka, sākot kustību, automobiļa dzinējs darbojas ar maksimālo jaudu. Ātrums palielinās, bet vilcējspēks, kā redzams no sakarības $N = Fv$, samazinās.

Strauji pieaug kustības pretestības spēki: berzes spēks starp automobiļa riteņiem un ceļu un iekšējās berzes spēks automobiļa mehānismā. Taču galvenais pretestības spēka izraisītājs ir gaiss. Katrs ir pārliecinājies par «stipro vēju», kas pūš pretī, braucot ar motociklu. Cilvēks, apturējies motociklu, brīnās — vēja nemaz nav!

Atcerēsimies, ka kustības pretestības spēks pieaug proporcionāli ātruma kvadrātam, piemēram, ja kustības ātrums palielinās divas reizes, pretestības spēks — četras reizes.

Sasniedzot noteiktu ātrumu, dzinēja vilcējspēks kļūst vienāds (pēc moduļa) ar pretestības spēku. Tad kustība ir vienmērīga. Automobilis ir sasniedzis vislielāko iespējamo ātrumu. «Pedālis līdz grīdai», kā saka šoferi, taču mašīna ātrāk neiet.

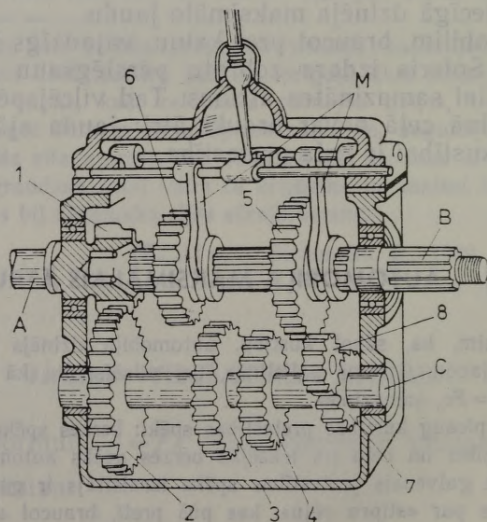
Pievērsiet uzmanību vairāku populāru motociklu un automobiļu maksimālajiem ātrumiem, kas doti tabulā!

Motocikli	v_{max} , km/h	Automobiļi	v_{max} , km/h
BMV-K1	233	Volkswagen-Polo	142
IZ-Planēta-5	120	Mercedes-Benz	230
Honda-Gold-Ving	190	Ford-Fiesta	152
JAWA-350/638	120	VAZ-2109	155

Ielūkojoties Latvijas Republikas ceļu satiksmes noteikumos, redzam, ka atļautais maksimālais braukšanas ātrums ir 90 km/h. Nevienam no tabulā aplūkotajiem transporta līdzekļiem uz Latvijas ceļiem nav atļauts braukt ar maksimālo ātrumu. Mašīnām ir ievērojamas rezerves. Tās noder sliktos ceļa apstākļos, kad jābrauc lēni, lai būtu liels vilcējspēks.

VAZ
BRIDIM

Izpētiet automobiļa pārnesumkārbu, kas izveidota pēc trīsvārpstu paņēmiena! Tur dažādos savienojumos izmanto zobratu, lai mainītu spēku, kas darbojas uz automobiļa velkošajiem riteņiem.



A — dzenošā vārpsta, kas ar sajūga starpniecību savienota ar dzinēja kloķvārpstu.

B — dzītā vārpsta, kas savienota ar automobiļa velkošajiem riteņiem.

C — starpvārpsta, kuras gali iestiprināti pārnesumkārbas sienās un uz āru neiziet.

Dzenošā vārpsta A un dzītā vārpsta B atrodas uz vienas taisnes, taču savā starpā tās nav savienotas. To redzam shēmās I un II. Shēmā III abas vārpstas jau ir savienotas, bet par to — vēlāk.

Uz dzenošās vārpstas A ir zobrats 1. Kopskatā attēlota tikai tā aizmugure. Priekšējā daļa «izrauta ārā», lai redzētu zobrata 1 atveri.

Zobrats 1 ir nepārtrauktā sazobē ar zobratu 2, kurš atrodas uz starpvārpstas C. Šo sazobi var redzēt visās trijās shēmās.

Uz starpvārpstas C ir arī zobрати 3, 4 un 7. Uz dzītās vārpstas B atrodas divi slidoši zobрати 5 un 6. Tos pa dzīto vārpstu B var pārbīdīt mehānisms M. Ievērojiet, ka šī mehānisma «ķepas» atrodas katra uz sava stieņa! Ķepas bīda ar ātrumu (pārnesumu) pārslēga sviru. Ķepa, kas atrodas pa labi, var pārbīdīt zobratu 5 sazobē ar zobratu 8 vai arī no tā atbīdīt nost. Zobrata 5 sazobe ar zobratu 8, kā vēlāk redzēsim, būs vajadzīga, lai automobili ieslēgtu atpakaļgaitā.

Pirmais ātrums (shēma I). Zobrats 5 atrodas sazobē ar zobratu 4. Kā jau zinām, vārpstām A un B nav tieša savienojuma. Dzinēja spēks no vārpstas A tiek pārvadīts ar zobratiem 1 un 2 uz starpvārpstu C. Starpvārpsta C ar zobratu 4 dzinēja spēku pārnes uz dzīto vārpstu B. Tā savukārt spēku pārnes uz automobiļa velkošajiem riteņiem. Pirmajā ātrumā dzītā vārpsta rotē ar vismazāko ātrumu. Tas dod vislielāko vilcejspēku. Pirmo ātrumu lieto, kad automobīlis sāk kustēties no vietas un kad ir smagi braukšanas apstākļi.

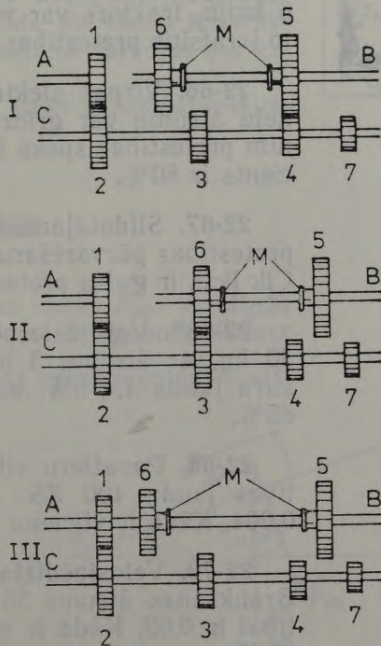
Otrais ātrums (shēma II). Ķepa M zobratu 6 pārbīdījusi sazobē ar zobratu 3. Zobrats 5 tajā pašā kustībā atbīdīts nost no zobrata 4.

Vārpstas A un B, kā redzams shēmā II, joprojām nav savā starpā savienotas. Dzenošā vārpsta A, tāpat kā iepriekš, pārnes spēku ar zobratiem 1 un 2 uz starpvārpstu C. Sazobē esošie zobрати 3 un 6 pārnes dzinēja spēku uz dzīto vārpstu B. Tā, tāpat kā iepriekš, pārnes spēku uz velkošajiem riteņiem.

Šajā zobratu savienojumā vārpstas B rotācijas ātrums ir lielāks. Otro ātrumu lieto automobiļa ātruma palielināšanai un ceļā ar vidēji smagiem braukšanas apstākļiem.

Trešais ātrums (shēma III). Vārpstas A un B savienotas tieši. Dzītajai vārpstai B kreisajā galā ir īpašs slidošs pagarinājums. Ķepa, šoferu rokas vadīta, šo vārpstas B pagarinājumu iebīdījusi zobrata 1 atveres rievās.

Tagad dzītā vārpsta B rotē ar tādu pašu frekvenci kā dzenošā vārpsta A, kas savienota ar dzinēju.



Starpvārpsta C griežas tukšgaitā.

Automobiļa riteņi griežas ar vislielāko ātrumu, kādu var dot pārnesumkārbā. Šis ātrums, protams, var vēl vairāk palielināties, bet tad «jāpiedod gāze», lai ātrāk strādātu dzinējs.

Jaunāko modeļu automobiļos ir četri pārnesumi. Šajā iekārtā — tikai trīs. Ja uz starpvārpsta C būtu vēl viens zobrats, tad pārnesumkārbā dotu četrus ātrumus «uz priekšu» un piekto ātrumu — atpakaļ.

Atpakaļgaitu ieslēdz ar zobrata 8 palīdzību. Tas novietots uz īsas ass un veido sazobi starp zobratiem 5 un 7. Zobratu 5 varētu savienot ar zobratu 7 tieši, ja zobrats 7 būtu lielāks. Bet tad nebūtu atpakaļgaitas. Šāda sazobe neatšķirtos no sazobes, piemēram, starp zobratiem 5 un 4.

Starpzobrats 8 maina rotācijas virzienu dzītajai vārpstai B.

Pārnesumkārbā pārnēs dzinēja jaudu uz velkošajiem riteņiem, ļaujot izvēlēties vilcējspēku dažādiem braukšanas apstākļiem. Atbilstošas šoferā rokas kustības ar ātrumu pārslēga sviru liek ķepām *M* pārbrīdīt zobratu. Lai pārslēgtu ātrumus, dzenošā vārpsta A no dzinēja jāatslēdz. Tas notiek, ja «izspiež sajūgu».

Ir arī citādi ātrumu pārslēgi. Ir pat automāti, kas iedarbojas, kad mainās dzinēja rotācijas frekvence. Ātrumu tādos automobiļos pārslēdz automāts.



22-65. Traktora jauda ir 27 kW. Vai, braucot ar ātrumu 6 km/h, traktors var vilkt pieclemešu arklu un ecēšas, ja to izraisītie pretestības spēki attiecīgi ir 14,7 kN un 5,9 kN?

22-66. Virpas elektrodzinēja jauda ir 4,5 kW. Ar cik lielu ātrumu var griezties apstrādājamā detaļa, ja grieznim pretestības spēks ir 3,6 kN? Dzinēja lietderības koeficients ir 80%.

22-67. Slidotājam, kustoties ar ātrumu 10 m/s, gaisa pretestības pārvarēšanai jāpatērē 0,3 kW no savas jaudas. Cik liels ir gaisa pretestības spēks?

22-68*. Vai ir iespējams pacelt kravu, kuras masa 50 kg, ar ātrumu 3 m/s? Celtni darbina elektrodzinējs, kura jauda 1,4 kW, un iekārtas lietderības koeficients ir 85%.

22-69. Pasažieru vilciena ātrums ir 54 km/h. Lokomotīves jauda 400 ZS. Pretestības koeficients kustībai ir 0,004. Kāda ir vilciena masa?

22-70. Velosipēdista masa kopā ar velosipēdu ir 75 kg. Braukšanas ātrums 36 km/h. Pretestības koeficients kustībai ir 0,02. Kāda ir velosipēdista jauda vienmērīgā kustībā?

22-71. Cik ilgā laikā traktors uzars 1 km garu joslu, ja traktora jauda ir 200 ZS, bet vilcējspēka vidējā vērtība 50 kN?

22-72. Airētāja vidējā jauda ir 0,1 ZS. Laivas kustības ātrums 6 km/h. Cik liels ir ūdens pretestības spēks?

22-73. Dīzeļlokomotīve, sākot kustību, palielināja momentāno ātrumu šādā secībā: 1 m/s, 2 m/s, 3 m/s. Kā mainījās lokomotīves vilcējspēks, ja jauda 200 ZS palika nemainīga?

Kā iegūst lielu jaudu

Inženieris, izgudrojot jaunu lielas jaudas mašīnu, var ielūkoties formulā $N=Fv$ un izvēlēties vienu no diviem risinājuma veidiem:

- 1) projektēt spēcīgu, bet lēnu mašīnu;
- 2) izveidot ātru mašīnu ar atbilstoši mazāku spēku.

Izvēloties *pirmo veidu*, vajag lielus virzuļus, lai uz tiem «sākrātos» liels spiediena spēks. Skaidrs, ka lieli virzuļi prasa lielus cilindrus. Arī mašīnas elementi, kam jāpārnes liels spēks, nedrīkst būt tievi un neizturīgi. Spēcīgai mašīnai vajadzīgas izturīgas un tāpēc lielas detaļas. Pati mašīna iznāk liela, bet arī lēna.

Palūkojieties, cik lēni un lieli ir traktori, arī automobiļi, kuri pārvarā smagas kravas, piemēram, kokvedēji automobiļi!

Un «dzīvās mašīnas», piemēram, darba ziloni, zirgi-vezumnieki! Liels spēks, lieli izmēri, taču ātrums nav liels. Vai Lielais Konstruktors — daba būtu ielūkojusies fizikas grāmatā un vadījusies pēc formulas $N=Fv$?

Otrā veida risinājums ļauj iegūt lielu jaudu uz liela ātruma rēķina. Tā ir izveidoti iekšdedzes dzinēji.



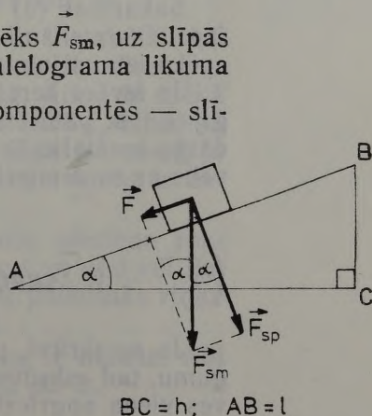
() SLĪPĀ PLAKNE UN DARBS

Noliksīm ķermeni, kura smaguma spēks \vec{F}_{sm} , uz slīpās plaknes. Kā mums jau zināms, pēc paralelograma likuma smaguma spēku \vec{F}_{sm} var sadalīt divās komponentēs — slīpajai plaknei perpendikulārā spēkā \vec{F}_{sp} un šai plaknei paralēlā spēkā \vec{F} .

No trijstūru līdzības izriet proporcija

$$\frac{F}{F_{sm}} = \frac{h}{l}. \quad (1)$$

Slīpajai plaknei paralēlais spēks ir tik reizes mazāks par



$$BC = h; \quad AB = l$$

smaguma spēku, cik reizes plaknes garums lielāks par tās augstumu. Ņemot vērā, ka $h/l = \sin \alpha$, varam rakstīt sakarību

$$F = F_{sm} \sin \alpha. \quad (2)$$

Izsakot smaguma spēku ar reizinājumu mg , iegūstam $F = mg \sin \alpha$, kas ir smaguma spēka projekcija uz koordinātu ass paralēli slīpumam.

Sakarība (2) dod smaguma spēka komponenti, kura velk ķermeni pa plakni lejup. Ja ķermenis neslīd lejup, tad spēku F līdzsvaro kāds cits spēks, piemēram, berzes spēks starp plakni un ķermeni, vai arī kāda cita ķermeņa iedarbības spēks. Ja šis «cita ķermeņa spēks» vienmērīgi vilktu pētāmo ķermeni pa slīpumu uz augšu, tad tas paveiktu darbu

$$A_{pat} = Fl. \quad (3)$$

Darba formulā nav reizinātāja $\cos \alpha$, jo pieņemam, ka vilcējspēka virziens sakrīt ar ķermeņa pārvietojuma virzienu. Tāpēc $\cos \alpha = 1$.

Jāpiebilst, ka spēks sakarībā (3) ir veicis darbu ideālos apstākļos, kad berzi neņem vērā.

Kā zināms, slīpo plakni lieto, lai smagumu būtu vieglāk pacelt augstumā h . Neievērojot berzi, spēka ietaupījumu dod attiecība h/l . Ja tam pašam augstumam lieto garāku plakni, spēka ietaupījums ir lielāks.

Kravu var pacelt augstumā h arī vertikālā virzienā. Tad, ceļot vienmērīgi, spēka ietaupījuma, protams, nav un vajadzīgs spēks, kura modulis vienāds ar smaguma spēka \vec{F}_{sm} moduli. Veiktais darbs ir lietderīgais darbs

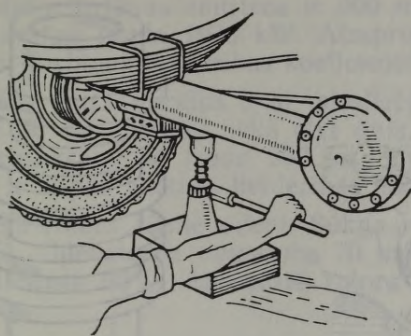
$$A_l = F_{sm} h. \quad (4)$$

Sakarības (3) un (4) izsaka divus vienādus darbus. Te izpaužas mehānikas «zelta likums» — cik reizes iegūts ar spēka ietaupījumu, tik reizes zaudēts ceļā.

Ja ievēro berzi, tad, lietojot slīpo plakni, daļa no enerģijas tiek patērēta berzes spēka pārvarēšanai un veiktais darbs iznāk lielāks, nekā ceļot kravu pa vertikāli. Taču cilvēks ar to samierinās, jo plakne ir darbu atvieglojusi.

() SKRŪVE UN DARBS

Ja ar skrūvi, piemēram, domkratu, paceļam kādu smagumu, tad «skrūve strādā», dodot spēka ietaupījumu. Skrūves viena apgrieziena laikā smagums, kā jau teikts, pace-



ļas par vienu skrūves soli. Turklāt smagums slīd augšup pa skrūves līniju — slīpo plakni. Spēks, kas veic darbu, strādā riņķa līnijas pieskares virzienā — paralēli slīpās plaknes pamatam. Smagumam paceļoties augstumā h (skrūves solis), spēka pielikšanas punkts noiet attālumu $s = 2\pi R$. Tas nozīmē, ka spēks apgriež skrūvi vienu reizi.

Lietderīgais darbs $A_l = F_{sm}h$, bet patērētais darbs $A_{pat} = F 2\pi R$. Ja berzi neņem vērā, abi šie darbi ir vienādi:

$$F 2\pi R = F_{sm}h.$$

No šejienes izriet proporcija, kurā redzams skrūves dotais spēka ietaupījums:

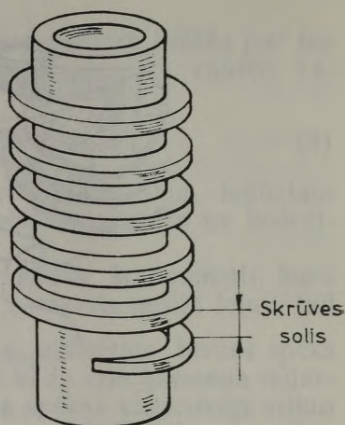
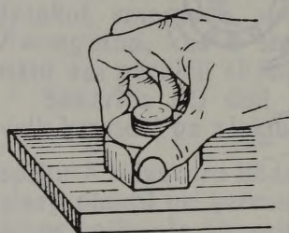
$$\frac{F}{F_{sm}} = \frac{h}{2\pi R}.$$

Lietojot skrūvi, spēks tiek ietaupīts tik reizes, cik reizes skrūves apkārtmērs lielāks par skrūves soli.

Spēka veiktais darbs, lietojot skrūvi, ir tikpat liels kā bez skrūves. Cik reizes samazinājies spēks, tik reizes palielinājies attālums, kurā spēkam jāstrādā. Atkal ir spēkā mehānikas «zelta likums». Darbojoties ar skrūvi, tāpat kā ar citiem vienkāršajiem mehānismiem, ir jāpatērē enerģija berzes pārvarēšanai. Tāpēc veiktais darbs arī šoreiz ir lielāks par lietderīgo darbu.

Parasti skrūves galvai vai uzgriežnim pievieno rokturi — «atslēgu». Tā pagarina spēka plecu un dod vēl lielāku spēka ietaupījumu, taču tikpat reizes palielinās riņķa līnijas garums — ceļš, kurā spēks strādā.

Griežot pirkstos uzgriežni, spēka plecs ir neliels. Abi pirksti strādā vienā virzienā. Te ir spēku pāris.



Lietojot skrūvi, kā jau minējām, vienmēr jārēķinās ar berzi. Ja skrūves kāpes leņķis nav pārāk liels, tad skrūve ir pašbremzējoša: lai arī cik lielu spēku pieliktu skrūvei ass virzienā, skrūve vai tās uzgrieznis berzes spēka dēļ nekustas. Šīs īpašības dēļ skrūvi izmanto detaļu sastiprināšanai. Šādām skrūvēm ir mazs solis un vītnei trijstūra profils, lai berzes spēks būtu jo lielāks. Lieto arī dubulto uzgriezni: otrs uzgrieznis, kas ar spēku piespiests pirmajam, vajadzīgo berzes spēku vēl vairāk pastiprina.

Ja skrūvi lieto kustības pārvešanai, piemēram, spiednē vai domkratā, tad izvēlas vītņi ar taisnstūra profilu, jo šādai skrūvei ir mazāks berzes spēks.



22-74. Ar slīpās plaknes palīdzību veļ mucu ratos. Mucas masa 100 kg, ratu augstums 1,2 m. Slīpie koki, pa kuriem veļ mucu, ir 3 m gari. Aprēķināt slīpās plaknes lietderības koeficientu, ja rites berzes koeficients mucai uz slīpuma ir 0,02.

22-75. Hidroelektrostacijas lietderīgā jauda ir $8 \cdot 10^7$ W. Kāds ir ūdens patēriņš sekundē, ja hidroelektrostacijas lietderības koeficients ir 80%, bet aizsprosta augstums 10 m?

22-76. Pa slīpo plakni, kuras garums 1,6 m, bet augstums 0,8 m, veļ augšup kravu ar masu 220 kg. Berzes koeficients ir 0,1. Aprēķināt lietderīgo darbu, patērēto darbu un lietderības koeficientu.

22-77. Aprēķināt darbu, kas jāpatērē 0,5 t kravas pacelšanai 2 m augstumā pa slīpo plakni, kuras lietderības koeficients ir 60%.

22-78. Ūdens turbīnas caurtece ir 900 m^3 minūtē, bet turbīnas lietderīgā jauda 1030 kW . Aizsprosta augstums 10 m . Kāds ir turbīnas lietderības koeficients?

22-79. Dēlis, kura garums 3 m , piesliets tā, ka viens gals atrodas 30 cm augstāk nekā otrs gals. Lai pa šādu slīpumu vilktu kravu ar masu 250 kg , jāpieliek 750 N spēks. Kāds ir slīpās plaknes lietderības koeficients?

22-80. Vēja rotors sūknē ūdeni. Sūkņa ražība ir 3 m^3 ūdens stundā. Ūdenstorniņa augstums 70 m . Iekārtas lietderības koeficients 90% . Aprēķināt rotora lietderīgo un patērēto jaudu.

Ar motociklu kalnup

Sacensībās, kurās motosportisti cenšas uzbraukt kalnā, katra kļūda vai neveikla kustība draud ar kritienu un velšanos lejup. Tādā brīdī nevadāmais motocikls pārvēršas par bīstamu ieroci, kurš kūleņojot var samalt savu jātnieku.

So sacensību noteikumi ir vienkārši: dalībnieki izvēlas pēc iespējas stāvāku pakalni un cenšas tajā uzbraukt. Uzvar tas, kurš nokļūst kalna virsotnē.

Ipaši iecienītas kalnā braukšanas sacensības ir ASV. Jutas štatā ir kalns, kurā 25 gadu laikā spējuši nokļūt tikai 15 sportisti, kaut arī dažkārt sacensībās piedalās turpat 200 motosportistu. Distance nav gara — tikai 600 m , taču visai stāva un sarežģīta.

Parasti sacensībās izmanto motociklus, kuru jauda ir 200 ZS . Braucot pa 45° slīpu nogāzi, tie spēj sasniegt ātrumu 80 km/h .

Virsotnes iekarot, sēžot uz motocikla, var arī mazāk sagatavoti sportisti. Viņu vajadzībām tiek ierīkotas nelielas, apmēram 40 m garas trases. Jaunākajiem braucējiem ir $10 \dots 11$ gadu.

Katrs zina, ka par skrūvi sauc koka vai visvairāk metala cilindri, tam apkārt čūskas veidīgi stiepijas tādas pašas vielas paaugstinājums, ko sauc par «ģeņģēm», un ka «mitriķis» nav nekas cits kā dzelzs vai bronzas gabals, caur kuru izurbts caurums, kam bez tam tāds pats caurmērs kā skrūvei un kurā atrodas tāda paša veida iedobumi, kādi skrūvei paaugstinājumi, tā ka pēdējie pirmajos ieviecas iekšā.

Ja skrūvi nostādītu vertikāli un ja mitriķis būtu diezgan smags, lai varētu pārvarēt pretestību, kādu sacel berzēšanās, tad viņš grīmtu uz leju pa ģeņģu slīpo līdzenumu, tāpat kā vāģi skrien lejā pa ceļu, kas iet, kalnam riņķi locīdamies. Bet skrūve nav izgudrota, lai pānāktu šādu, tik vienkāršu mērķi.

Iedomāsimies mitriķi, kas cieti iekalts jeb ielaists uz diviem stabiem gulošā baļķī. Griezīsim šai mitriķī iekšā skrūvi, kuras ģeņģu attālums lai būtu 4 milimetri. Skrūves augšējo daļu mēdz taisīt resnāku un bez ģeņģēm. So resno galu sauc par viņas galvu. Iedomāsimies, ka šai galvā ir izurbts šķērsām caurums, caur kuru izbāzta apaļa dzelzs kārts, kas uz katru pusi no skrūves galvas vidūča sniedz $0,30 \text{ m}$.



Ja nu jūs ar roku griezīsiet pie viena no šā dzelzs gabala galiem, kas izpilda kloķa vietu, tā ka lai skrūve grieztos savā mitriķī, izlietodami spēku, ar kādu paceltu 50 kilogramu, tad jūsu roka, vienreiz apgriezdamās, noies tādu riņķa apmēru, kam pusmērs 0,30 m, t. i., 1,884 m garu gabalu. Bet skrūve, vienreiz mitriķī apgriezoties, paiet tikai vienas ģeņģes augstumu uz priekšu; tātad viņas kustība būs 0,004 m, kamēr jūsejā būs 1,884 m. Tātad viņas ātrums būs 471 reiz mazāks par jūsu rokas ātrumu. Tātad stiprums, ar kādu tā varēs spiest pret kaut kādu lietu, būs 471 reiz lielāks nekā jūsu stiprums jeb līdzīgs 23 550 kilogramiem. Šī ir droši tā mašīna jeb tas rīks, ar ko sasniedzams vislielākais stiprums, bet kura tai pašā laikā un aiz tā paša iemesla strādā ar vismazāko ātrumu.

Ar skrūvi cilvēks spēj izdarīt milzisku spiedienu. Tādēļ nav brīnums, ka lokomotīves vadītājs, ar skrūves palīdzību nolaizdams bremzes, spēj apturēt mašīnas ratus un griešanās vietā tiem likt slidēt pa slidēm. Ar skrūvi spiež vīnogas un olīvas, lai no tām dabūtu eļļu un vīnu, ar skrūvi kaļ naudu, spiež grāmatas u. t. pr.

(E. Veidenbaums. Izlase. R., 1988, 154.—155.)

() DARBA MEHANIZĀCIJA

Fiziskā darba operācijas, kuras ir vienveidīgas, var veikt mašīnas. Tās darbu padara ātrāk un, iespējams, arī labāk. Tad cilvēka muskuļu vietā strādā mašīnas. Cilvēkam ir darba vadītāja loma. Ir notikusi *darba mehanizācija*. Cilvēks apkalpo mašīnas, vada to darbu un gala iznākumā saražo produkciju daudz reizes vairāk, nekā strādājot ar rokām.

Mehanizētā darba vadīšana prasa, lai cilvēks prastu rīkoties ar mašīnām. Cilvēkam jāapgūst operatora-slaucēja, virpotāja, frēzētāja, galdnieka, traktorista, kalēja, celtņa vadītāja vai kāda cita profesija.

Ir izpētīts, ka vislabākais vecums profesijas apgūšanai ir 15...25 gadi.

Ieroči un mašīnas

Ieroči ir tās lietas, kas dabas spēkiem liek darbu bez maksas pastrādāt; jo krietnaki šie ieroči ir, jo lielāks arī būs palīgs, ko dabas spēki par velti pasniedz. Ja tapēc kāda jauna mašīna ar to pašu ļaužu darbu un ar tiem pašiem pūliņiem pastrādājumus un darba augļus pavairo, tad caur to us katru cilvēku un sevišķi us katru strādnieku nāk vairāk augļu jeb peļņas, tā ka šī jauna mašīna visiem likteni pārlabojuse. Jo pilnīgākas un jo lielākā skaitā mašīnas kādā zemē ir, jo vairāk arī tur pārlabojās ļaužu dzīve, tapēc ka tad dabas spēki lielāku daļu no darbiem par velti strāda. — — —

Zinama lieta, ka cilvēks ar gara spēkiem var vairak pastrādāt neka ar miesas spēkiem; ja nu mašinas cilvēkam miesas spēkus pataupa, tā ka viņš var savus gara spēkus vairak pie darba brūķēt, tad lēti saprotams, cik aplams ir tās sūdzības, ko neapskaidroti strādnieki pret mašinām paceļ. Pie šīm sūdzībām ir tik ļaužu kūtrums vainīgs, kas tik ātri negrib citus darbus ussākt, ja vecie darbi vairs nekādu peļņu neatmet. — — —

Mašinas pirmā iesākumā gan papriekš tik strādniekiem un darba devejiem peļņu piešķir, tomēr pašu lielo labumu no viņām dabu isbrūķetāji, t. i., tie ļaudis, kas no mašinām pastrādātas lietas vai nu pie darba vai pie pašu vaijadzībām isbrūķe, tāpēc ka šie isbrūķetāji ir pate liela ļaužu daļa, kas caur mašinām vaijadzīgas lietas dabu daudz lētākas. — — —

Ja jūs visus savus laukus gribētu ar lāpstām vai šķipelēm aprakt un ar grābekļiem nolīdzināt, vai jums pie tam nebūtu divdesmit reizes vairak ļaužu vaijadzīgi, neka šos darbus ar arklū un ecešām pastrādājot? — — —

Ja tu pa trim dienām mocīdamies to pašu pastrāda, ko cits pa pusdienu it viegli padara, tad tavs darbs caur to ne par pus grāsi nebūs labaks par cita otra darbu. Bet tev, kas tu grūtāki strādādams mazak pastrāda, būs ta skāde, un citam otram būs ta peļņa. Tapēc mašinas, kas to padara, ka ar mazak pūliņiem vairak augļus no darba dabu, ir par svētību priekš visām ļaužu kārtām.

(Pēterburgas Avīzes. 1862, Nr. 17, 186.—187.)

Cilvēks sevi nodrošinājis ar mašinām: «dzīvajām» un nedzīvajām. Senajā pasaulē «jaudīgākā mašina» bija spēcīgs zirgs un zilonis. Lai palielinātu «mašinas» jaudu, tolaik vajadzēja vairak darba dzīvnieku. Citas iespējas nebija.

18. gadsimta beigās Džeimsam Vatom izdevās vienā mašinā «ietilpināt daudzus zirgus». Tika izgudrota «nedzīvā mašina».

Ja tvaika mašinas jauda ir 20 ZS, bet masa divas tonnas, tad katrai jaudas vienībai — zirgspējai (ZS) «pienākas» 100 kg no mašinas kopējās masas.

Salīdzinājumam minēsim, ka spēcīga zirga masa ir apmēram 500 kg, bet jauda 1 ZS.

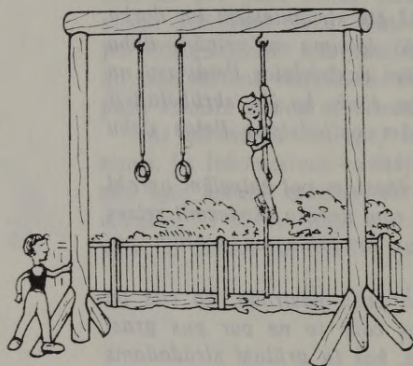
Vēl viens piemērs, kas apliecina: mašīnu jauda pieaug, bet to masa samazinās. Mūsdienu dīzeļlokomotīves jauda ir 3000 ZS, bet masa 129 tonnas. Vienai zirgspējai «pienākas» tikai 43 kg.

Vēl lielāku pārsteigumu sagādā pat nelielas lidmašīnas dzinējs. Tā cilindra tilpums ir divi litri, bet jauda 162 ZS. Reaktīvajiem dzinējiem jaudas un masas samēri ir vēl pārsteidzošāki.



VĀLĀS
PĀRĪDĪM

Zinot savu masu un izmantojot drauga pakalpojumu ar hronometru, nosakiet savu jaudu, rāpjoties pa virvi augšup! Sarīkojiet šādas sacensības!



Kā izskaidrot angļu parunu: «Jo lielāks izaugsi, jo sāpīgāka būs krišana»?

Pele var nokrist no 12 m augstuma, un viņai nekas nenotiek, bet suns, kam masa 20 kg, krītot no tāda augstuma, iet bojā. Kāpēc?

Kā izskaidrot parunu: «Krīt kā kaķis — vienmēr uz kājām»?

NO
GINEŠA
REKORDU
GRAMATAJ

Pasaules rekords pietupienos (125 001 reize!) pieder Timam Kīdam no ASV. Savu rekordu viņš sasniedza 76,5 stundās.

Pasaules rekords pievilkšanās pie stieņa sacensībās pieder Li Sin Jongam. Viņš, būdams 62 gadus vecs, Seulas Olimpiskajās spēlēs pievilkās pie stieņa 370 reizes.

Berzes koeficients teflonam saskarē ar jebkuru citu ķermeņi ir 0,02. Tikpat niecīgs berzes koeficients ir starp diviem slapjiem ledus gabaliem. Virdžīnijas universitātē (ASV) rotoru, kura masa 13,6 kg, ievietoja teļona gultnī un iegriezta ar ātrumu 1000 apgr./s.

Diennaktī gultņa ātrums samazinās tikai par 1 apgr./s. Rotors atrodas vakuumā (10^{-6} mm Hg).

() «MŪŽĪGIE DZINĒJI»

Esam aplūkojuši virkni dažādu ierīču: sviras, trīšus, grieztuvi, slīpo plakni, skrūvi...

Redzējām, ka, strādājot ar šīm ierīcēm, tiek ietaupīts spēks — cilvēkam vieglāk strādāt. Taču darba ietaupījums netiek iegūts. Ierīces nekad nav strādājušas cilvēka vietā.

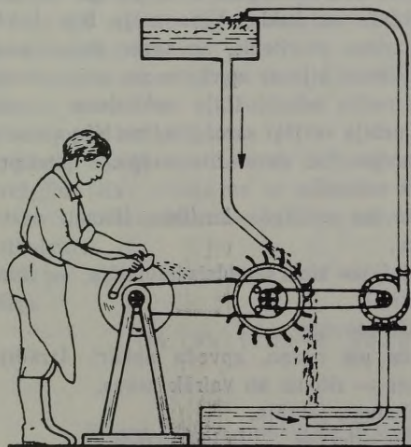
Bet kā ar ūdensdzirnavām? ar vējdzirnavām? ar elektrisko enerģiju? ar siltuma mašīnām?

Tur cilvēka vietā strādā Saules enerģija. Tikai vienkāršajos mehānismos darbu veic pats cilvēks, tērēdams savu enerģiju. Vēl jo vairāk — cilvēks, lietojot šīs ierīces, ir spiests veikt nevajadzīgu darbu. Taču šis «upuris tiek nestš», jo svarīgs ir nevis darbs, bet spēka ietaupījums.

Gadsimtiem ilgi cilvēks ir meklējis iespēju, kā uzbūvēt mašīnu, kas «strādātu pati», bez enerģijas patēriņa, lai cilvēkam nebūtu jādara attiecīgais darbs un jātērē sava enerģija. Šāda vēlēšanās ir saprātīga.

Vēstures gaitā ir sakrājies tūkstošiem *perpetuum mobile* («mūžīgā dzinēja») projektu.

Ja jums gadās pa rokai šādu projektu apraksti, nepaņemiet garām! Enerģijas nezūdamības likuma neievērošana ir projekta viena puse. Taču ar interesi var palasīt, kā virzījusies cilvēka radošā doma. Smaidu izraisa ne tikai cilvēka prāta «godīgie lidojumi». *Perpetuum mobile* vēsturē ir ne mazums viltību un pat tīšu blēdību.



«Mūžīgā dzinēja» laikmets sākās pirms tvaika mašīnas izgudrošanas. Strādāja ūdens, strādāja vējš, strādāja darba dzīvnieki. Vai tad būtu slikti, ja vēl kādas ierīces strādātu cilvēka vietā, turklāt tas būtu mūžīgi?

Siltuma mašīnu parādīšanās neapturēja «mūžīgā dzinēja» meklējumus. Siltuma mašīna prasa kurināmo. «Mūžīgais dzinējs» neko neprasa. Jāgudro vien tālāk.

Enerģijas nezūdamības likums (sk. nākamo soli) sagrāva daudzu izgudrotāju sapni — radīt ierīci, kas, reiz ieguvusi noteiktu enerģijas daudzumu, turpmāk pati radītu enerģiju, kuru izlietotu lietderīga darba veikšanai.

Daudz līdzekļu, spēka, veselības un pat dzīvību ir upurēts šim sapnim — uzbūvēt «mūžīgo dzinēju».

Tas, ka nav izdevies uzbūvēt «mūžīgo dzinēju», praktiski pierāda enerģijas nezūdamības likuma pareizību.

«Mūžīgā dzinēja» vēsturē ir zināmi arī tādi gadījumi, kad viltība autoriem ir sagādājusi atzinību, slavu un naudu.

Pagājušā gadsimta otrajā pusē kādā no Parīzes izstādēm «izgudrotājs» demonstrējis lielu riteni, kurā dārdēdamas ripojušas lielas lodes. Viltnieks ļaudīm nav ļāvis skatīties, kā strādā «mūžīgais dzinējs», bet piedāvājis to apturēt.

Skatītāji to arī darījuši — riteni apturējuši, taču tas, vaļā palaists, atkal sācis griezties. Nevienam nav ienācis prātā, ka riteni iebūvēta atspere, kuru skatītāji uzvilkuši, riteni šurpu turpu grozīdami...

Tāpat cilvēks rikojas, kad uzvelk pulksteņa atspēri.



Namnieks Presentovs saņēma mūs ar kļušu prieku: acīmredzot viņu liktenis nelutināja. Tas bija ap trīsdesmit piecus gadus vecs vīrs — vājš, bāls, ar lielām domīgām acīm un gariem matiem, kuri taisnās šķipsnās nokārās uz kakla. Viņa māja bija krietni paliela, taču pusi no tās aizņēma vēzritenis, un tāpēc mūsu sabiedrība tur izvietojās ar pūlēm. Ritenis bija ar spieķiem un caurskatāms. Diezgan palielā, tukšā kastē atradās iedarbinātājs mehānisms — autora noslēpums. Šis noslēpums nebija sevišķi sarežģīts, tur bija maisi ar smiltīm, kuri cits citu līdzsvaroja. Pie viena riteņa spieķa piestiprinātā nūja turēja riteni nekustīgā stāvoklī.

— Dzirdējām, ka jūs mūžīgās kustības likumu esat pielietojuši praksē... — es iesāku.

— Nezinu, ko teikt, — viņš samulsis atbildēja, — šķiet, it kā...

— Drikst paskatīties?

— Ak, lūdzu! Būšu laimīgs...

Viņš pieveda mūs pie riteņa, apveda apkārt. Izrādījās: kā no priekšas, tā aizmugures — ritenis un vairākas nekas.

— Griežas? — Glumovs jautāja.

— Šķiet, vajadzētu griezties... It kā niķojas...

— Var noņemt bremzi?

Presentovs izvilka nūju — ritenis nekustējās.

— Niķojas, — viņš teica, — vajag dot impetu.

Ar abām rokām viņš satvēra stīpu, vairākas reizes pagrozīja uz augšu un leju un beidzot ar spēku sašūpoja, un palaida — ritenis griezās. Dažas reizes tas apgriezās diezgan ātri un vienmērīgi — taču varēja dzirdēt, ka smilšu maisi iekšā gan atspiežas pret šķērssienu, gan atkrīt no lāim — pēc tam apgriezieni kļuva lēnāki un lēnāki; atskanēja krakšķis, črkstoņa, un beidzot ritenis apstājās pavisam.

— Kaut kas tur ķeras, — izgudrotājs mulsi paskaidroja, atkal saņēmas un iešūpoja riteni.

Otrreiz atkārtojās tas pats.

— Sakiet, vai pats jūs to izdomājāt? — Glumovs jautāja, cenzdamies piešķirt balsij jo mūdrāku skaņu.

— Velk mani... Tikai, redzat, īsti nemāku uzķert.

— Varbūt neņemāt vērā berzi?

— Berzi aprēķināju gan... ko nu berze? Tas nav no berzes...

Dažreiz iepriecina, bet tad uzreiz... saniķojas, iecērtas — un stop! Ja ritenis būtu no īsta materiāla, bet ir jau tikai šādi tādi klucīši... Trūkums...

— Vai kāds ir apskatījis jūsu riteni?

— Ir bijuši...

— Nu, un?

Prezentovs stāvēja, galvu nokāris, un klusēja.

Nevīlus pametu acis apkārt istabā un arī nokāru galvu: te viss bija tik nemājīgi, tukši, it kā izmiris. Kaktā vientuļa svētbilde, aiz tās aizsprauts laika gaitā gandrīz satrunējis pūpola zars; kails sols, kailas sienas, tukšs galds. Uz loga stāvēja māla krūze ar ūdeni, blakus — liels rupjas maizes kļaps. — — — Un uz šīs nežēlīgās pamestības fona kaut kā neparasti skumīgi izcēlās šis cilvēks, pats nežēlīgi pamests. Kā viņš te dzīvoja? Patiesību sakot, ja jau ritenis uzstādīts, viņam nekas neatlika ko darīt. Vienīgi varbūt viņš to telpu piepildīja ar savas fantāzijas rēģiem vai arī, mocošas bezdarbības nospiests, dienas pavadīja, nevarīgi vērodams apburto riteni, tvīkdams kvēlās dziņās pēc kaut kā neizmērojama, neaptverama, kas tieši ar apveidu neskaidrību viņu pakļāva sev.

— Jums vajadzēja ķerties pie kaut kā vienkāršāka, — Glumovs līdzjūtīgi ieteica.

Prezentovs joprojām klusēja.

— Pieņemsim, ka jūsu uzdevums ir paveicams; taču šāds pasākums ir sarežģīts, tāls... Ceļā uz to ir daudz vieglāk veicamu uzdevumu, kuru atrisināšana, būdama pati par sevi derīga, varētu jums sniegt arī atbalstu...

— Ko nu par mani! Kad tikai riteni varētu pienācīgi... — viņš klusu atbildēja.

(M. Saltikovs-Sčedrins. Solaiku idille.
R., 1976, 181.—183.)

Pētera I laika «mūžīgais dzinējs»

Ir uzglabājušies materiāli par Pētera I sarakstīšanos 1715.—1722. g., lai iegūtu Vācijā kāda doktora Orfireusa izgudrotu «mūžīgo dzinēju».

Izgudrotājs, kas ar savu «pašgājēju ratu» bija kļuvis slavens visā Vācijā, bija ar mieru pārdot caram savu mašīnu tikai par milzu naudu. Bibliotekars Šumachers, ko Pēteris sūtīja uz Rietumiem, lai vāktu retas lietas, tā ziņoja caram par Orfireusa prasībām, ar kuru viņš veda sarunas par mašīnas pirkšanu: «Pēdējie izgudrotāja vārdi bija: nolieciet vienā pusē 100 000 dālderu, otrā pusē es nolikšu mašīnu.»

Par pašu mašīnu, pēc bibliotekara vārdiem, izgudrotājs teicis, ka «tā ir pareiza, un neviens to nevar nopelt citādi kā tikai aiz ļaunprātības, un visa pasaule ļaunu cilvēku pilna, kuriem nepavisam nevar ticēt».



1725. g. janvārī Pēteris gribēja ceļot uz Vāciju, lai personīgi apskatītu «mūžīgo dzinēju», par kuru tik daudz runāja, bet nāve neļāva caram realizēt viņa nodomu.

Kas bija šis noslēpumainais doktors Orfireuss un kam līdzinājās viņa «slavenā mašina», ko gandrīz nopirka Pēteris? Man izdevās sameklēt ziņas kā par vienu, tā par otru.

Orfireusa istais vārds bija Beslers. Tas bija dzimis Vācijā 1680. g., studējis teoloģiju, medicīnu, glezniecību un beidzot sācis nodarboties ar «mūžīgā dzinēja» izgudrošanu. Daudzu tūkstošu šādu izgudrotāju starpā Orfireuss-Beslers ir visslavenākais un varbūt vislaimīgākais, jo līdz pat savai nāvei (viņš mira 1745. g.) dzīvoja pārticībā no ienākumiem, ko guva, rādot savu mašīnu. — — —

Ziņas par brīnišķīgo izgudrojumu, ko mācītais doktors sākumā rādīja gada tirgos, ātri izplatījās pa Vāciju, un Orfireuss drīz ieguva varenus labvēļus. Par viņu sāka interesēties Polijas karalis, pēc tam Hesenē-Kaseles landgrāfs. Pēdējais atļāva savā pilī sarīkot eksperimentus un visādi pārbaudīja mašīnu.

Tā 1717. g. 12. novembrī dzinējs, kas atradās atsevišķā istabā, tika iedarbināts. Pēc tam istabu aizslēdza, aizzīmogoja un tās apsargāšanai nostādīja divus modrus grenadierus. Cetrpadsmit dienu neviens nedrīkstēja pat tuvoties istabai, kur griezās noslēpumainais rats. Tikai 26. novembrī noņēma zīmogus; landgrāfs ar pavadoņiem iegāja telpās. Ko viņš redzēja? Rītenis vēl vienmēr griezās «ar nesamazinātu ātrumu»... Mašīnu apturēja, rūpīgi apskatīja, tad atkal iedarbināja. Cetrdesmit dienas atkal stāvēja aizzīmogotas; četrdesmit dienas un naktis stāvēja sardzē pie durvīm grenadierī. Kad 1718. g. 4. janvārī noņēma zīmogus, ekspertu komisija atrada, ka rats griežas!

Landgrāfs ar to neapmierinājās: izdarīja trešo eksperimentu — mašīnu atstāja aizzīmogotā telpā veselus divus mēnešus. Un tomēr pēc šī laika notecēšanas atrada, ka tā griežas!

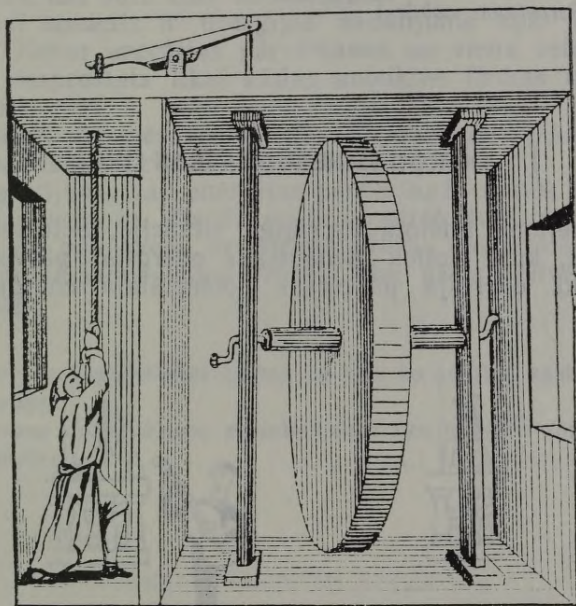
Izgudrotājs saņēma no sajūsminātā landgrāfa oficiālu apliecību, ka viņa «mūžīgais dzinējs» izdara 50 apgriezienus minūtē, spēj pacelt 16 kg 1,5 m augstu, kā arī iedarbināt kalēja plēšas un tecilu. Ar šo apliecību Orfireuss ceļoja pa Eiropu, rādīdams savu mašīnu. Acīm redzot, viņa ienākumi bija prāvi, ja viņš bija ar mieru atdot savu mašīnu Pēterim I ne mazāk kā par 100 000 rubļiem.

Ziņas par šādu doktora Orfireusa brīnišķīgu izgudrojumu ātri izplatījās pa visu Eiropu un nokļuva tālu ārpus Vācijas robežām. Tās nonāca arī līdz Pēterim un stipri ieinteresēja caru, kam prāts vienmēr nesās uz dažādām «gudrām mašīnām».

Pēteris sāka interesēties par Orfireusa ratu jau 1715. g., sava ārzemju ceļojuma laikā, un jau toreiz uzdeva pazīstamajam diplomātam A. I. Ostermanim iepazīties ar šo izgudrojumu tuvāk; pēdējais drīz vien atsūtīja sīku ziņojumu par dzinēju, lai gan pašu mašīnu viņam nebija izdevies redzēt. Pēteris pat gribēja uzaicināt Orfireusu kā izcilu izgudrotāju savā dienestā un uzdeva pieprasīt par viņu atsauksmi no tā laika pazīstamā filozofa Kristiana Volfa.

Slavenais izgudrotājs saņēma no visām pusēm glaimojošus priekšlikumus. Pasaules varenie visādi viņu lutināja: dzejnieki sarakstīja

odas un himnas par godu viņa brīnišķīgajam ratam. Bet bija arī ne-labvēļi, kas domāja, ka šeit notiek veikla krāpšana. Bija pat tādi pārdrošnieki, kas atklāti apvainoja Orfireusu blēdībā; izsolīja 1000 marku lielu prēmiju tam, kas atklās blēdību. Kādā no pamīletiem, kas bija uzrakstīts atmaskošanas nolūkā, mēs atrodam šeit attēloto zīmējumu. «Mūžīgā dzinēja» noslēpums, pēc atmaskotāja domām, nav nekas cits kā veikli noslēpts cilvēks, kas velk auklu, kura novērotājam neredzamā veidā uztīta balsta kolonā apslēptai ass daļai.



Veiklo blēdību nejausi atklāja tikai tadēļ, ka mācītais doktors bija sastrīdējies ar savu sievu un kalponi, kas zināja viņa noslēpumu. Nebūtu tas noticis, mēs varbūt līdz šai baltai dienai lauzītu galvas par «mūžīgo dzinēju», kas sacēla tādu troksni. Izrādās, ka «mūžīgo dzinēju» patiešām iedarbināja apslēpti cilvēki, kas slepus raustīja aiz tievas aukliņas. Šie ļaudis bija izgudrotāja brālis un kalpone.

Atmaskotais izgudrotājs nepadevās; viņš stūrgalvīgi apgalvoja līdz pašai nāvei, ka sieva un kalpone viņu apsūdzējušas aiz ļaunprātības. Bet uzticību viņš bija zaudējis. Ne par velti viņš apgalvoja Pētera sūtnim Sumacheram, ka «visa pasaule ļaunu cilvēku pilna, kuriem nepavisam nevar ticēt».

Pētera I laikā Vācijā bija pazīstams vēl cits «mūžīgais dzinējs», ko bija konstruējis kāds Gertners. Šumachers rakstīja par šo mašīnu: «Gertnera kunga «Perpetuum mobile», ko es redzēju Drēzdenē, sastāv no audekla, kas piepildīts ar smiltīm. Mašīna lidzinās galodai, kas patī kustas uz priekšu un atpakaļ, bet pēc izgudrotāja vārdiem pārāk

liela klūt nevar.» Nav nekādu šaubu, ka arī šī mašīna sprauto mērķi nerasniedza un labākā gadījumā bija komplicēts mehānisms ar veikli apslēptu un pavisam ne «mūžīgu» dzīvu dzinēju. Šumacheram bija pilnīga taisnība, kad viņš rakstīja Pēterim, ka franču un angļu zinātnieki «visus šos perpetuum mobilus par niekiem vien uzskata un saka, ka tie runā pretim matemātikas principiem».

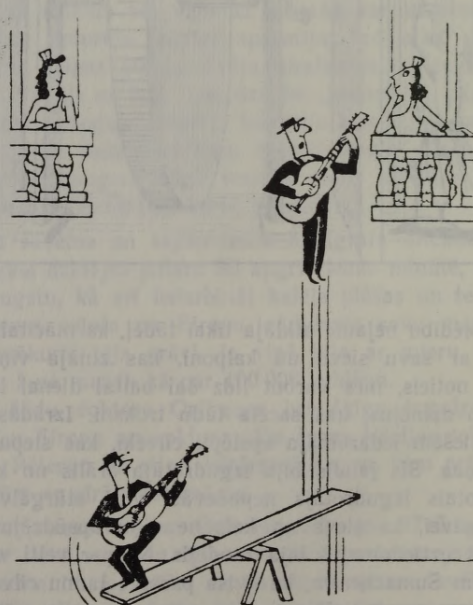
(J. Perelmanis. Saistošā fizika, I. R., 1950, 65.—69.)



Noklausieties austriešu komponista Johana Štrausa (1825—1899) polku «Perpetuum mobile»!

() ENERĢIJAS NEZŪDAMĪBAS LIKUMS

Zīmējumā attēlota asprātīga situācija. Šeit redzama sistēma, kurā notiek mehāniskās enerģijas pārvērtības: kinētiskā enerģija pārvēršas potenciālajā enerģijā un otrādi.



Ja nebūtu berzes un nenotiktu deformācija, tad attēlotās kustības turpinātos mūžīgi.

Sistēmas mehāniskā enerģija nezūd un nerodas no jauna: tā pārvēršas no viena veida otrā.

Tā skanētu *mehāniskās enerģijas* nezūdamības un pārvēršanās likums.

Taču dabā notiek «enerģijas izkliede». Mehāniskā enerģija berzes un deformāciju dēļ pamazām pāriet *iekšējā enerģijā* — siltumā. Ja mehānisko enerģiju nepapildina, tā «izzūd pavisam».

Redzam, ka enerģijas nezūdamības likumu nevar ielikt tikai «mehānikas rāmjos». Citiem vārdiem — nav tādu parādību, kas būtu «tīri mehāniskas».

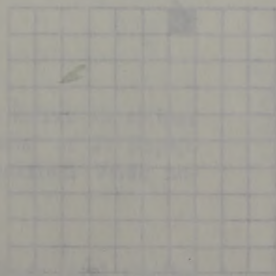
Visai nosacīts ir enerģijas sadalījums «pa plauktiņiem». Nevar enerģijas pārvēršanos no viena veida citā veidā «iesprostot» tikai kādas noteiktas fizikas nodaļas ietvaros.

Svarīgi vienmēr apzināties — *jebkurš enerģijas veids ir iegūts no kāda cita enerģijas veida.*

Ir gadījumi, kad enerģijas pārvēršanās notiek bez cilvēka iejaukšanās. Tomēr aizvien vairāk tiek izgudrotas ierīces un paņēmieni, ar kuriem cilvēks tīši izraisa enerģijas pārvēršanos tādos veidos, kādi pašam cilvēkam ir vajadzīgi.

Netīrumu saglabāšanās likums: lai kaut ko notīrītu, kaut kas cits ir jānotīriej!

Frimena dotais likuma paplašinājums: var notīriest visu, tā arī neko nenotīrot.



$$S = \frac{\pi D^2}{4}$$

23. LAUKUMS

Jaunajā plēsumā parādās pirmā vaga. To izdzen pats Pēteris, tai seko otrā... trešā... ceturtā... piektā..., vesela stripa ar reizi top melna.

J. Purapuķe

() LAUKUMA METRISKĀS VIENĪBAS

() LAUKUMA VIENĪBA SI SISTĒMĀ

() «IZMĒRĪT LAUKUMU» VAI
«APRĒĶINĀT LAUKUMU»?

() LAUKUMA METRISKĀS VIENĪBAS

$$1 \text{ mm}^2 = 0,000001 \text{ m}^2 = 1 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2$$

$$1 \text{ cm}^2 = 0,0001 \text{ m}^2 = 1 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2$$

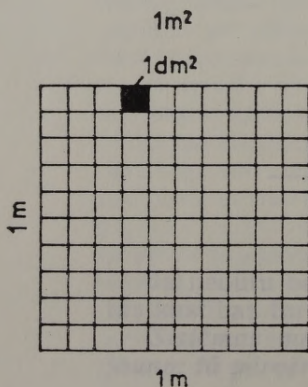
$$1 \text{ dm}^2 = 0,01 \text{ m}^2 = 1 \cdot 10^{-2} \text{ m}^2$$

Kvadrātmeters (m²)

$$1 \text{ ārs (a)} = 100 \text{ m}^2 = 1 \cdot 10^2 \text{ m}^2$$

$$1 \text{ hektārs (ha)} = 10\,000 \text{ m}^2 = 1 \cdot 10^4 \text{ m}^2$$

$$1 \text{ km}^2 = 1\,000\,000 \text{ m}^2 = 1 \cdot 10^6 \text{ m}^2$$



() LAUKUMA VIENĪBA
SI SISTĒMĀ

Starptautiskā vienību sistēma (SI) nosaka, ka laukums jāmēra kvadrātmetros (m²). Risinot uzdevumus, no jebkurām laukuma vienībām jāpāriet uz kvadrātmetriem!

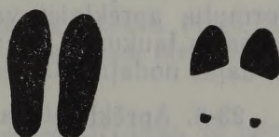
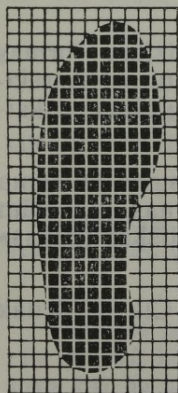
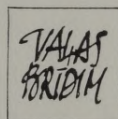
Pārveidojiet kvadrātmēros! Galarezultātu rakstiet normālformā!



Paraugi. $126 \text{ mm}^2 = 126 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2 = 1,26 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2$
 $56 \text{ cm}^2 = 56 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2 = 5,6 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2$
 $987 \text{ dm}^2 = 987 \cdot 10^{-2} \text{ m}^2 = 9,87 \cdot 10^0 \text{ m}^2 = 9,87 \text{ m}^2$
 $0,5 \text{ ha} = 0,5 \cdot 10^4 \text{ m}^2 = 5 \cdot 10^3 \text{ m}^2$
 $10,5 \text{ km}^2 = 10,5 \cdot 10^6 \text{ m}^2 = 1,05 \cdot 10^7 \text{ m}^2$

- | | | |
|--------------------------|--------------------------|---------------------------|
| 1) 34 ha | 6) 45,6 cm ² | 11) 23,6 dm ² |
| 2) 0,0067 m ² | 7) 0,345 mm ² | 12) 87 ha |
| 3) 567 mm ² | 8) 0,2 cm ² | 13) 34,8 cm ² |
| 4) 0,54 dm ² | 9) 345 mm ² | 14) 0,0078 m ² |
| 5) 0,034 km ² | 10) 4 km ² | 15) 0,06 ha |

Uz rūtiņu papīra izveidojiet kvadrātcentimetru tīklul! Uzlieciet uz šī papīra savas kājas pēdu! Apvelciet kontūru! Saskaitiet kontūra iekšpusē esošos pilnos kvadrātcentimetrus! Saskaitiet arī tās rūtiņas,



caur kurām iet pēdas kontūrlīnija! Pieņemot, ka no katras šīs rūtiņas vidēji pēdai «pieder» tikai puse, iegūto skaitli daliet ar 2! Kopējo laukumu izsakiet kvadrātmēros un šo skaitli pierakstiet! Vēlāk noderēs.

Ja jums ir grūti izprast laukuma mēru sakarības, varat rīkoties šādi.

No papīra (kaut vai avīzes) salīmējiet vienu kvadrātmetru! Sadaliet to kvadrātdecimetros, bet vienu kvadrātdecimetru — kvadrātcentimetros! Apskatot iedalījumu, varēsiet uzskatāmi redzēt svarīgākās laukuma mēru sakarības, kas dotas šīs nodaļas sākumā.

() «IZMĒRĪT LAUKUMU» VAI
«APRĒĶINĀT LAUKUMU»!

Ja gribam izmērīt grīdas laukumu tiešā veidā, jāņem kvadrātmērs un jāklāj uz grīdas. Tā kā grīdas laukums nav veseli kvadrātmētri, tad jāņem arī kvadrātdecimetri un mazākas vienības.

Kā lai izmēra, piemēram, kartupeļu lauka lielumu? Vai jāklāj virsū «hektāri», pēc tam — kvadrātmētri?

Katram zināms, ka tā neviens nedara. Grīdai, piemēram, izmēra garumu un platumu, bet laukumu aprēķina pēc formulas.

Ja figūra ir daudzstūris, tad to sadala trijstūros un taisnstūros, kuriem laukumus aprēķina pēc formulām.

Cienot valodu un terminus, nesacīsim, ka esam izmērījuši istabas grīdas vai kartupeļu lauka platību. Izmērīts ir grīdas vai lauka garums un platums, bet laukums ir aprēķināts.



23-1. Izgrieziet no papīra brīvi izraudzītas formas daudzstūri! Sadaliet to taisnstūros un trijstūros! Aprēķiniet katras daļas laukumu atsevišķi un rezultātus saskaitiet!

23-2. Lai jūs labāk iegaumētu lodes virsmas laukuma formulu, aprēķiniet vairākām Saules sistēmas planētām virsmas laukumu! Planētu rādiusi doti «Lietišķās fizikas» 1. daļas nodaļā «Saules sistēma».

23-3. Aprēķiniet sava dzīvokļa platību! Cik m^2 iznāk katram jūsu ģimenes loceklim?

PIRMS
200
GADIEM

Zemes lodes caurimērs ir 1720 jūdzes, visapkārt 5400 jūdzes, un no tā var isrēķenēt, ka viņas klaijumalielums ir 9 miliones 2 simts 88 tūkstošas četrstūrigas jūdzes. — — —

*Tās zemes-valstis .. top iekš piecām lielām daļām iedalītas. Pirmā daļā dzīvo tie Ziemeļnieki jeb **Europēri**, kur kristītu ļaužu valstis iraid. Tiem Europēriem pret rītiem ir tanī otrā pasaulis daļā tie **Aziateri** jeb tās lielas Austrumazemes, kur Turķu, Tataru, Indianeru, Zinezuru un citu paģaņu valstis iraid. Tiem Europēriem pret dienas vīdu ir aīs*

Vidusjūras ta treša pasaules daļa, tie **Aprikaneri**, tur tie Mori jeb melni cilvēki dzīvo. Tā ceturtā pasaules daļa ir pret vakariem ais lielas pasaules-jūras, kur tie **Amerikaneri**, kas us otras pasaules puses dzīvo un no tiem Eiropiešiem valditi top.

Tai piektā pasaules daļā, kas us tās pasaules puses atrodama, kas Ziemeļam it preti stāv un kur tā saule ne kā pie mums — no kreisās us labu roku, bet no labās rokas us kreisū iet, dzīvo lielajās salās tie **Australeri**, ko mēs vēl labi nepazīstam. — — —

Eiropieši ar savu gudribu daudz valstis un zemes strēķus un neisskaitamu pulku salu lielā pasaulē jūrā uzvarējuši. — — — Bet no ka tas nācis, ka Eiropieši, tie mazaki starp citām zemēm un tautām, to paspējuši? Viņu gudrais prāts, tās augstās mācības un skunstes, us ko tie dzenās, viņu gudra karošanas vīze ar šaujamiem rīkiem, viņu dzīšana us kupčošanas par visu pasauli, viņu drošs un pāstāvīgs prāts pie katras apņemšanas visu to padarijis. Eiropiešu kuģi iet caur visas pasaulē jūrām un līdz vistālākām zemēm, no kurenes tie dārgas preces par lētu naudu jeb par krellēm, vizuļiem un bērnu-spēlēm no tiem pagāņiem un melniem sumpurniem atnes.

(G. F. Stenders. Augstās gudrības grāmata
no pasaules un dabas.
R., 1988, 271., 138.—140.)

Vislielākā dzelzceļa stacijas uzgaidāmā telpa ir Pekinā. Tajā var kājās stāvēt 14 000 cilvēku.

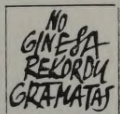
Vislielākais stadions pasaulē ir Strašovas stadions Prāgā. To uzbūvēja 1934. gadā. Stadionā ir vietas 240 tūkstošiem skatītāju.

Vislielākā pasaules viesnīca atrodas Lasvegasā (ASV). Tā uzbūvēta uz 25,5 ha zemes gabala. Uz viesnīcas jumta ir atpūtas laukums 2,47 ha platībā. Balles zāles platība ir 4460 m², bet apspriežu telpai platība — 11 600 m².

Vislielākā pils pasaulē atrodas Pekinā. Tā ir Ķīnas ķeizara pils, kuras aizņemtais laukums ir 960×750 m.

Pils sastāv no vairākām atsevišķām ēkām.

Vislielākā jaunlaiku pils, kas uzcelta 1984. gadā, pieder Brunejas sultānam. Tajā ir 1788 istabas, Salīdzinājumam — Anglijas karaļu pilī Bekingemā ir tikai 600 istabas.



Vislielākais skaits cilvēku, kuri spējuši reizē uzkāpt uz pastkastītes (0,55 m²), ir 29. To 1971. gada 21. oktobrī izdarīja kādas koledžas studenti Londonā.

Vismazākā valsts pasaulē ir Vatikāns, kura platība 44 ha.



No laukiem iebrukusi dāma pārmet viesnīcas saimniekam:
— Jūs domājat, ka esmu no provinces un tāpēc piekritīšu dzīvot šajā mazajā istabiņā?

— Nomierinieties! Nesteidzieties! Tas ir tikai lifts.

Trīs studenti apspriēž savus necilos sadzīves apstākļus.

— Mana istaba ir tik maza, ka gērbjoties rokas un kājas jāizbāž pa logu.

— Bet manējā ir tik necīga, ka slimojot mēle ārstam jārāda caur durvīm.

— Tas viss ir nieki! Manā istabā man pašam vairs nav vietas, kad iespīd Saule. Jāiet ārā.

Laulāts pāris iet uz viesībām. Sieva brīdina vīru:

— Tiklīdz esi drusku iedzēris, tu sāc plātīties. Cilvēki par tevi smejas. Nelaid vaļu fantāzijai!

Pēc vairākiem tostiem vīrs pieceļas:

— Vai jūs zināt, cik liela viesistaba ir mūsu jaunajā mājā?

Divdesmit pieci metri garumā!

Saņēmis sievas dunku sānos, viņš piebilst:

— Bet platumā — tikai pusmetrs.



24. SPIEDIENS

Zinātnē nav mūžīgu teoriju. Allaž gadās tā, ka daži fakti, ko paredzējusi teorija, eksperimentā nepastiprinās.

A. Einšteins

- () SPIEDIENA SPĒKS UN SPIEDIENS
- () SPIEDIENA FORMULA
- () SPIEDIENA VIENĪBA SI SISTĒMĀ
- () SPIEDIENA ĀRPUSSISTĒMAS VIENĪBAS
- () METĀLA MANOMETRS
- () KĀ PALIELINĀT SPIEDIENU?
- () KĀPĒC ASI PRIEKŠMETI DURAS?
- () LAPSENES DZELONIS UN ADATAS SMAILE
- () VAI VAR GULĒT «AKMENS GULTĀ»?
- () KĀPURĶĒŽU TRAKTORA UN RITENTRAKTORA SPIEDIENS
- () JA LEDUS NEDROŠS ...

- () ŠĶIDRUMA SPIEDIENS UZ TRAUKA DIBENU
- () «*EXPERIMENTI CRUCIS*»
- () HIDRAULISKĀ MAŠĪNA
- () HIDRAULISKAIS DOMKRATS
- () MEHĀNIKAS «ZELTA LIKUMS»
HIDRAULISKAJĀS MAŠĪNĀS
- () PASKĀLA LIKUMS
- () ŪDENS SŪKŅA PRINCIPS
- () HIDROSTATISKAIS SPIEDIENS
- () SMIDZINĀTĀJS
- () PASKĀLA MĒĢINĀJUMS AR MUCU
- () GAISA SŪKNIS
- () VIRZUĻA SŪKNIS AR GAISA KAMERU
- () SIFONS
- () «*HORROR VACUI*»
- () «SPĪTĪGAIS ŪDENS»
- () TORIČELĻI EKSPERIMENTS
- () TORIČELĻI ATKLĀJ ATMOSFĒRAS SPIEDIENU
- () VĒL VIENS «*EXPERIMENTI CRUCIS*»
- () ŪDENS BAROMETRS

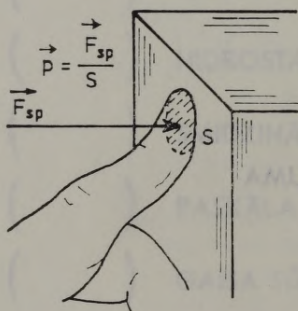
- () METĀLA BAROMETRS — ANEROĪDS
- () SAVIENOTO TRAUKU PRINCIPS
- () ŠĶIDRUMA LĪMENIS NECAURSPĪDĪGĀ TRAUKĀ
- () ARTĒZISKIE URBUMI
- () ŪDENSVADS «AR TORŅI»
- () ŪDENSVADS «BEZ TORŅA»
- () ŪDENSLĪDĒJI
- () KESONI
- () KESONA SLIMĪBA
- () ZIVS IZVILKTA NO LIELA DZIŪUMA
- () ASINSSPIEDIENA MĒRĪŠANA
- () SPIEDIENS TRIECIENĀ
- () HIDRAULISKAIS TRIECIS
- () **SPIEDIENA SPĒKS UN SPIEDIENS**

Pa irdeni sniegu cilvēkam grūti paiet. Uz katra soļa viņš grimst dziļi sniegā. Ar slēpēm cilvēks it kā kļuvis vieglāks: viņš brīvi pārvietojas, tikai drusku iegrimstot sniegā. Tomēr cilvēka smaguma spēks un svars nav mainījušies.

Atrodoties uz slēpēm, cilvēka svars (spēks, ar kādu viņš spiež uz atbalsta laukumu) sadalās pa abu slēpju laukumu, kas ir apmēram 20 reizes lielāks nekā abu zoļu laukums.



Vēl viens piemērs. Katrs no jums kaut reizi ar spraudīti ir piestiprinājis papīru. Ja spraudītei gals ir ass, tad ar nelielu spēku to iedzen kokā. Taču neasa spraudīte vai nolauzta šujamā adata prasa lielāku spēku. Nolauztai adatai spiediena spēks darbojas uz daudz lielāku laukumu nekā asai adatai.



Redzējām, ka iepriekšējos piemēros spēka darbības rezultāts atkarīgs no tās virsmas laukuma, uz kuru spēks iedarbojas. Tāpēc jālieto divi jēdzieni:

- 1) *spiediena spēks*, kas darbojas uz visu virsmas laukumu tam perpendikulāri. Spiediena spēku daudzums reizes gan pieminējām, gan arī aprēķinājām iepriekšējo nodaļu uzdevumos;
- 2) *spiediens* (bez vārda «spēks»!) — spēks, kas darbojas uz vienu laukuma vienību tai perpendikulāri.

() SPIEDIENA FORMULA

Spiedienu var aprēķināt pēc šādas formulas:

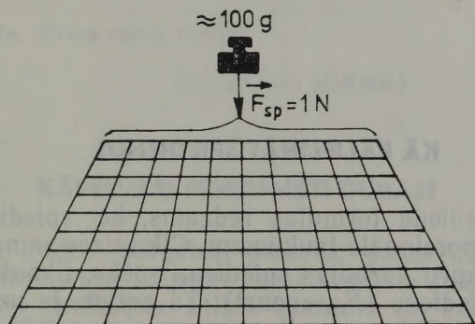
$$\vec{p} = \frac{\vec{F}_{sp}}{S},$$

- kur \vec{F}_{sp} — spiediena spēks, kas darbojas perpendikulāri virsmai, N;
 S — virsmas laukums, m^2 ;
 \vec{p} — spiediens, N/m^2 .

() SPIEDIENA VIENĪBA SI SISTĒMĀ

Starptautiskajā vienību sistēmā (SI) par spiediena vienību pieņemts tāds spiediens, ko izraisa 1 N spēks, darbojoties uz 1 m² lielu laukumu:

$$\frac{1 \text{ N}}{1 \text{ m}^2} = 1 \text{ Pa (paskāls)}.$$



Šai spiediena vienībai dots «goda nosaukums» — *paskāls*, lai iemūžinātu franču fiziķa un matemātiķa Blēza Paskāla (1623—1662) piemiņu. Viņš stāvēja «pie šūpuļa» fizikālajam lielumam — spiedienam. Par Blēza Paskāla darbu — nedaudz vēlāk.

Praksē bieži lieto par Pa lielākas vienības:

$$1 \cdot 10^3 \text{ Pa} = 1 \text{ kPa};$$

$$1 \cdot 10^6 \text{ Pa} = 1 \text{ MPa}.$$

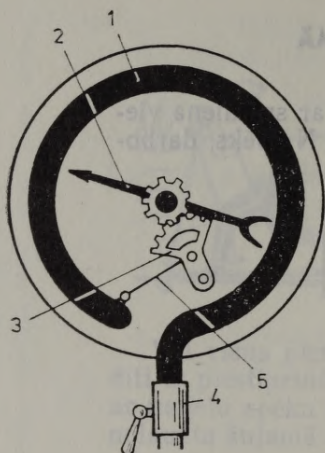
() SPIEDIENA ĀRPUSSISTĒMAS VIENĪBAS

1 tehniskā atmosfēra (at) $\approx 9,8 \cdot 10^4 \text{ Pa} \approx 1 \cdot 10^5 \text{ Pa}$.

760 mm Hg $\approx 1,013 \cdot 10^5 \text{ Pa} \approx 1 \cdot 10^5 \text{ Pa}$.

1 mm Hg $\approx 133,3 \text{ Pa}$.

Spiediena vienība — dzīvsudraba staba milimetrs — saistās ar itāļu fiziķa Evandželista Toričelli (1608—1647) vārdu.



() METĀLA MANOMETRS

Metāla manometra* galvenā sastāvdaļa ir lokā saliekta elastīga metāla caurulīte 1. Tās viens gals caur ventili 4 savienots ar trauku, kurā mēra gāzes vai šķidruma spiedienu. Palielinoties spiedienam, caurulītes aizlodētais gals atliecas un ar sviru 5 pagriež rādītāju 2. Rādītāja gals slid pa skalu, kas sadalīta spiediena vienībās.

() KĀ PALIELINĀT SPIEDIENU!

No spiediena formulas redzams, ka spiediens ir apgriezti proporcionāls laukumam. Cik reizes samazinās laukums, uz kuru darbojas spiediena spēks, tikpat reizes palielinās spiediens ($F_{sp} \approx const$). Tā notiek, ja uzasina, piemēram, nazi, šķēres un citus duramos un griežamos darbarīkus. Uz laukuma samazināšanas rēķina parasti izdodas samazināt arī pielikto spiediena spēku. Katram zināms, ka ar asu nazi vieglāk nogriezt maizes šķēli. Ja instruments ir neass, tad vēlamo rezultātu izdodas sasniegt ar daudz lielāku spēku.



Zīmējumā redzam griežamo instrumentu — pļaujmašīnas izkāpti.

* Sengrieķu *manos* — rets, neblīvs, *metreō* — mērīju.

Domādams neizdomāsi!

Jautājums. Kāpēc ar galda nazi nevar noskūt bārdu?

Atbilde. Ar galda nazi bārdu nevar noskūt tāpēc, ka tā nav pieņemts.



Jautājums. Cik sver dzērve, kad tā stāv uz vienas kājas?

Atbilde. Nezinu.

Jautājums. Bet cik tā sver, kad stāv uz abām kājām?

Atbilde. Divas reizes vairāk!



(No skolēnu atbildēm)

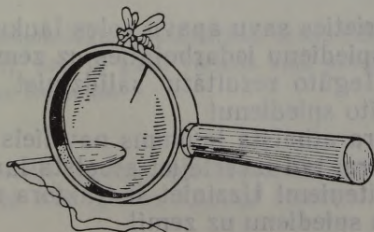
() **KĀPĒC ASI PRIEKŠMETI DURAS!**

Nejauši gadās pārgriezt pirkstu, piemēram, uz asas stikla gabala malas. Nejauši varat «sadzīt» rokās ušņu un ērkšķogulāju dzelkšņus. Stikla šķautnes un dzelkšņa lūkums, kas saskaras ar rokas ādu, ir tik niecīgs, ka pietiek ar vieglu pieskārienu, lai rastos liels spiediens. Rezultātā stikls «iegriežas» un dzelksnis ieduras ādā.

Sevišķi bīstami ir uzkāpt ar kāju uz dēļa, kam cauri rēgojas vertikāla nagla. Parasti spiediens ir tik liels, ka nagla iziet cauri apavu zolei. Šeit mazais atbalsta laukums «strādā uz vienu roku» ar lielo spiediena spēku — cilvēka svaru.

() **LAPSENES DZELONIS UN ADATAS SMAILE**

Lapsenes izraisītais spiediena spēks, kas kodiēnā darbojas uz dzeloni, ir niecīgs — apmēram 10^{-5} N. Dzelona saskares laukums — aptuveni $3 \cdot 10^{-14}$ m².



Aprēķinām lapsenes kodienā dzeloņa izraisīto spiedienu:

$$p = \frac{1 \cdot 10^{-5}}{3 \cdot 10^{-14}} = 0,33 \cdot 10^9 = 3,3 \cdot 10^8 \text{ Pa.}$$

Tā tad spiediens ir tūkstošiem reižu lielāks par 1 atmosfēru!

Šujamadatas smaile salīdzinājumā ar lapsenes dzeloni izskatās kā «strupa nūja».

() **VAI VAR GULĒT «AKMENS GULTĀ»!**

Akmens ir ciets, un tāpēc tādā gultā it kā būtu «cieta gulēšana». Taču tā nav. Šāds priekšstats radies no tā, ka maza izmēra akmens «duras». Ja, ceļot telti, apakšā paliks kaut neliels akmentiņš, tad naktī jūs to noteikti sameklēsiet un aizsviedīsiet projām. Akmens «duras», jo saskares laukums ar jūsu ķermeni ir neliels, bet svara izraisītais spiediens — liels.

Ja «akmens gulta» būtu tā izkalta, ka ar to saskartos jūsu ķermeņa virsmas lielākā daļa, tad svars — spiediena spēks sadalītos uz pietiekami lielas virsmas un spiediens būtu vēl mazāks, nekā gulot uz ne sevišķi mīksta matrača. Cita lieta, ka gulēt uz akmens «nav veselīgi». Akmens labi vada siltumu, tādēļ jūsu ķermenis atdzisis. Varat saslimt.

() **KĀPURĶĒŽU TRAKTORA UN RITĒNTRAKTORA SPIEDIENS**

Sāksim ar aprēķinu. Kāpurķēžu traktora masa ir 10 tonnas. Traktora izraisītais spiediena spēks — svars ir $1 \cdot 10^5 \text{ N}$. Vienas kāpurķēdes laukums ir $0,5 \text{ m} \times 2 \text{ m}$, abu kāpurķēžu kopējais laukums $S_{\text{kop}} = 0,5 \cdot 2 \cdot 2 = 2 \text{ m}^2$. Var aprēķināt, ka traktora izdarītais spiediens $p = \frac{1 \cdot 10^5}{2} = 0,5 \cdot 10^5 = 5 \cdot 10^4 \text{ Pa}$.

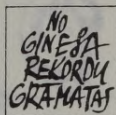
Tagad atcerieties savu apavu zoles laukumu un aprēķiniet, ar kādu spiedienu iedarbojaties uz zemi, ja stāvat uz abām kājām! Iegūto rezultātu salīdziniet ar kāpurķēžu traktora izraisīto spiedienu!

Ritēntraktora atbalsta laukums nav liels. Ja gadās būt pie šāda traktora, tad izvērtējiet atbalsta laukumu zem visiem četriem riteņiem! Uzziniet šī traktora masu un aprēķiniet tā radīto spiedienu uz zemi!

Ja rezultātu salīdzināsiet ar kāpurķēžu traktora spiedienu, tad redzēsiet, ka augsni mazāk sablīvē kāpurķēžu traktors.

Tomēr kāpurķēžu traktors bojā ceļu, it īpaši asfalta segumu, jo uz cietas virsmas atbalstās tikai kāpurķēžu izciļņi. Rezultātā spiediens ir lielāks nekā riteņtraktoram.

Rokasspiedienu skaita ziņā pasaules rekords pieder ASV prezidentam Teodoram Rūzveltam (1858—1919). 1907. gada 1. janvārī Baltajā namā, sagaidot Jauno gadu, viņš spieda roku 8513 viesiem.



Visasākie priekšmeti pasaulē ir stikla caurulītes mikropipetēs, kuras izmanto dzīvo šūnu pētījumiem. So caurulīšu izgatavošanas tehnoloģiju 1977. gadā ieviesa Kalifornijas universitātes profesori Kennets T. Brauns un Deils Dž. Flemings. Caurulīšu galu ārējais diametrs ir 0,02 μm , bet iekšējais — 0,01 μm .

Par pasaules veiklāko frizieri atzīts Džerijs Harlijs Kentas grāfistē, Anglijā. 1983. gada 28. aprīlī viņš ar žiletas skujamo aparātu 60 minūtēs noskuva bārdus 987 cilvēkiem, katram vidēji veltījot 3,64 sekundes.

1984. gadā ar parasto bārdas nazi viņš noskuva 235 «drošsirdīgos», katram vidēji patērējot 15,3 sekundes. Tikai vienam klientam tika nedaudz iegriezts sejas āda.

48 gadus vecais Rīvs Kīns Ouens nogulējis uz naglām 300 stundas laikā no 1986. gada 3. maija līdz 14. maijam. No kopējā laika 132,5 stundas tika gulēts bez pārtraukuma.

Pasaulē lielāko pūslī no košļājamās gumijas sacensībās izpūta Zuzanna Montgomerija Viljamsa. Pūšļa diametrs bija 55,8 cm.

Pasaulē lielāko ūdens barometru (12 m augsts) Nīderlandē izgatavojis Berts Bolle.

Pasaulē ievērojamākais «matemātikas brīnnumbērns» bijis Blēzs Paskāls (1623—1662). Jau 16 gadu vecumā viņš pierādīja mūsdienu matemātikā svarīgas teorēmas.

Lielākais pasaulē iegūtais spiediens ir $5,5 \cdot 10^{11}$ Pa. Tas sasniegts 1986. gada jūlijā Vašingtonas Kārnegī institūta ģeofizikālajā laboratorijā.

Mazākais sūknis pasaulē izgudrots 1990. gada aprīlī Cietvielu fizikas institūtā Minhenē.

Sūkņa izmēri ir $5 \times 5 \times 0,7$ mm. Tā tilpums 3 mikrolitri. Sūkņa ražīgums ir 15 mililitri minūtē.



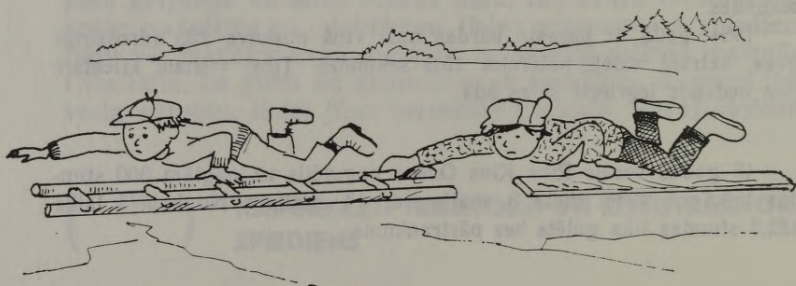
() JA LEDUS IR NEDROŠS...

No fizikas viedokļa nedrošs ledus ir tāds, kura elastības spēks nespēj līdzsvarot cilvēka smaguma spēku. Ledus vēl ir plāns ziemas sākumā, taču pavasarī tas jau ir izkurtējies un kļuvis iрдens.

Ja vien iespējams, no riska ielūzt ir jāizvairās. Vienkārši — nedrīkst kāpt uz «šaubīga ledus»!

Cilvēkam uz slēpēm riska pakāpe samazinās, bet tomēr pastāv.

Ja jāiet pa nedrošu ledu, tad vajag nest līdz 5...6 m garu kārti, turot to paralēli ledum. Kārts, bez šaubām, ledu stiprāku nepadara, taču ielūšanas gadījumā tā palielina atbalsta laukumu un palīdz noturēties virs ūdens.



Nelaimes gadījumā jāsauc palīgā! Saglabājot aukstasinību, jācenšas nelauzt ledu gabalus gar ielūzuma malām, bet, izplešot rokas (palielinot atbalsta laukumu), mierīgi jāmēģina guļus stāvoklī uzlist uz veselā ledus. Ja ir līdzīgs kāds nesamais, to vajag (ja vēl nav nogrimis) aizsviest tālu projām uz veselā ledus. Ir labi, ja izdodas ar kājām atsperties pret lūzuma malu, atgrūžot ķermeni uz veselā ledus pusi. Kājās celties nav brīv!

Kā redzams attēlā, palīgiem jātuvojas guļus, turoties citam pie cita. Ledus ielūzumi ir arī viņiem iespējami. Ir labi, ja steigā dabūts kāds dēlis vai kārts. To vajag stumt pa priekšu, tuvinot cietušajam. Ja viņam izdosies piekerties pie šī koka, tad var sacīt, ka viss ir kārtībā. Pēc izkļūšanas no ūdens vajag uzģērbt sausu apģērbu, salasot to no citiem, un nepieciešams kustēties!

() ŠĶIDRUMA SPIEDIENS UZ TRAUKA DIBENU

Izrisināsim šķidrums spiediena formulu.

Traukā ieliets šķidrums, kura masa m . Uz trauka dibenu darbojas spiediena spēks — šķidrums smaguma spēks, ko var izteikt šādi:

$$\vec{F}_{sp} = m\vec{g}. \quad (1)$$

Masu atrodam no blīvuma formulas ($\rho_{\text{šķ}} = m/V$):

$$m = \rho_{\text{šķ}} V. \quad (2)$$

Šķidrums tilpums

$$V = Sh, \quad (3)$$

kur S — trauka pamata laukums, m^2 ;

h — šķidrums staba augstums traukā, m .

Sakarības (2) un (3) ievietojam formulā (1):

$$\vec{F}_{sp} = \rho_{\text{šķ}} Sh\vec{g}. \quad (4)$$

Iegūto spiediena spēka sakarību (4) ievietojam spiediena formulā ($\vec{p} = \vec{F}_{sp}/S$) un pēc saīsināšanas ar S iegūstam

$$\vec{p} = \rho_{\text{šķ}} \vec{g} h, \quad (5)$$

kur \vec{g} — brīvās krišanas paātrinājums, m/s^2 ;

h — šķidrums staba augstums traukā, m ;

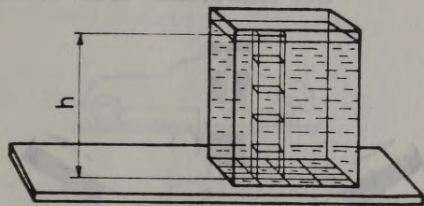
$\rho_{\text{šķ}}$ — šķidrums blīvums, kg/m^3 ;

\vec{p} — šķidrums izraisītais spiediens uz trauka dibenu, Pa .

Iegūtā sakarība (5) «pieder» Blēzam Paskālam. Eksperimentu veidā viņš to soli pa solim atklāja 17. gadimtā.

Uhdens traufā ne tiļ ween fpeefchas uf dibinu, bet wirfch ari fpeefchas traufam uf fahneem. Speefchanahs leelums traufam uf dibinu rittejas peh3 traufa dibina leeluma un uhdens augstuma. Dibinfpeedeens ir lihdfigs stahwam uhdensstabam, kura gruntsplatiba fcha traufa dibins ir un wixa augftums no dibina lihdf uhdens wirfum. Protams, fa dibinafpeedeens glufchi stahwōs traufos ir tiļ leels fa wirfch uhdens fwars; uf apaifchu platafōs traufos leelafts un fchaurafōs mafafs. — — —

Uhdens traufos nefpeefchas tiļai uf dibinu ween, bet ari uf sahneem; jo tahlafu zaurums tublam no uhdens wirfus uf apaifchu, jo ahtrafi tas ffreeen ahra.



PIRMS
100
GADIEM

() «EXPERIMENTI CRUCIS»*

Izsekosim Blēza Paskāla eksperimentam, kurā atklājami fizikas likumiem ir liela praktiska nozīme.

Mucai tika izurbti caurumi visapkārt pa riņķa līniju vairākos līmeņos, arī mucas dibenā. (Attēlā redzamā stikla kolba ar sūknī un virzuļiem visapkārt palīdzēs jums izprast zinātnieka domu eksperimentā ar mucu.)

Caurumos ievietoja cilindrus ar virzuļiem. Mucu piepildīja ar ūdeni. Ūdens spieda uz virzuļiem, bīdīdams tos no cilindriem ārā. Katram virzuļim bija piestiprināta

aukļa, kas ar trišu palīdzību tika piesieta pie svaru kausa. Lai izmēritu spēku, ar kuru ūdens darbojas uz virzuli, uz otra svaru kausa Paskāls lika atsvarus.

Salīdzinot atsvarus, kas rādīja ūdens spiediena spēku uz virzuļiem vienā un tajā pašā dziļumā, radās secinājums, ka *vienādā dziļumā ūdens spiež uz mucas sāniem vienādi.*

Salīdzinot atsvarus, kas rādīja ūdens spiediena spēku dažādos dziļumos, atklājās sakarība, ka šis spēks ir tieši *proporcionāls attālumam no šķidrums virsmas.*

Izdalot spēka lielumu ar virzuļa laukumu, dabūja spiedienu — spēku, kas darbojas uz virzuļa laukuma vienu vienību.

Apstiprinājās sakarība $p \sim h$, ko redzam arī no formulas $\vec{p} = \rho_{sk} g h$.

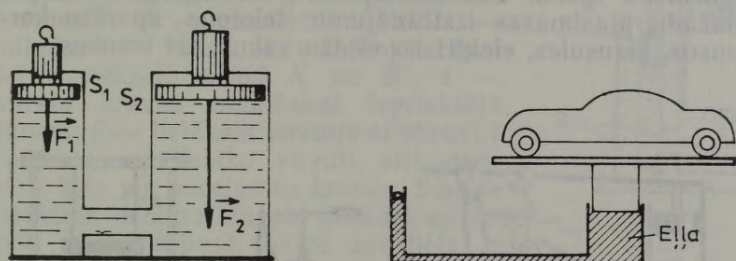
Lai izpētītu, kā darbojas spiediens virzienā uz augšu, Paskāls mucu aizvēra un ierīkoja vākā divas caurules ar virzuļiem. Cauruļu apakšējie gali bija iegremdēti ūdenī vienādā dziļumā. Uz viena virzuļa liekot atsvaru, spiediens izplatījās ūdenī un cēla otrā cilindrā virzuli uz augšu. Lai līdzsvarotu pirmā atsvara iedarbību, nācās uz otrā virzuļa uzlikt tādu pašu atsvaru. Varēja secināt, ka *vienādā dziļumā spiediens izplatās vienādi gan uz sāniem, gan arī uz augšu.*

Nemot ūdens vietā citu šķidrumu, atklājās sakarība, ka *spiediens ir tieši proporcionāls šķidrums blīvumam.*

* Tulkojumā no latīņu valodas nozīmē «izšķirošais eksperiments»..

Blēzs Paskāls eksperimentu atkārtoja arī ar gaisu. Secinājumi bija tādi paši.

Pēc tam izdarija eksperimentu ar dažāda lieluma virzuļiem mucas vākā. Uz virzuļa, kam šķērsriezuma laukums divas reizes lielāks, bija jāuzliek divas reizes lielāks atsvars. Uz trīs reizes lielāka laukuma — trīs reizes lielāks atsvars. Bija atklāts paņēmieni, kā ar mazāku spēku var iegūt lielāku spēku. Visu nosaka virzuļu laukums.

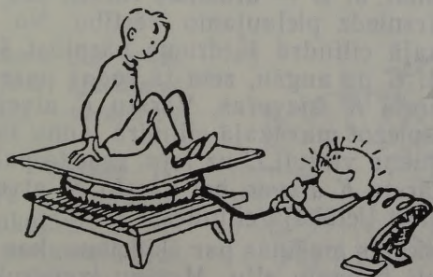


Blēzs Paskāls rakstīja: «Traukā, kas piepildīts ar ūdeni, izpaužas jauns mehānikas princips. Šis trauks ir mašīna, kas ļauj palielināt spēku līdz vēlamai pakāpei. Cilvēks ar šo ierīci var pacelt jebkuru smagumu.»

Bija atklāts hidrauliskās* mašīnas darbības princips: spēki, kas darbojas uz hidrauliskās mašīnas virzuļiem, ir tieši proporcionāli virzuļu šķērsriezuma laukumiem, t. i.,

$$\frac{F_1}{F_2} = \frac{S_1}{S_2}.$$

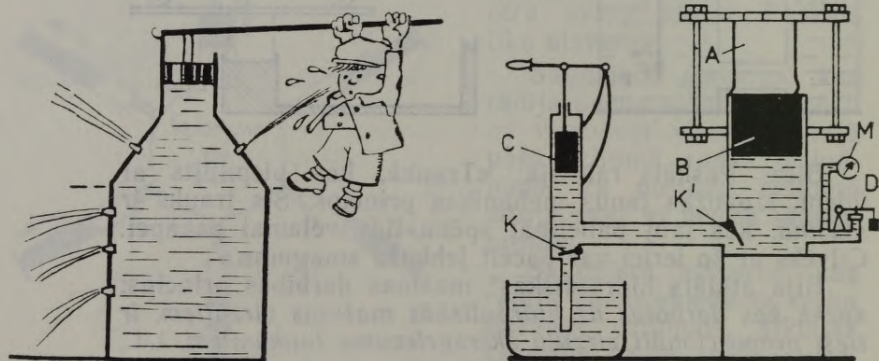
Cilvēka plaušas spēj radīt spiedienu, kas pārsniedz atmosfēras spiedienu apmēram par $\frac{1}{4}$. Kā redzams zīmējumā, uz atbalsta laukuma var iegūt spiediena spēku, kas līdzsvaro cilvēka smaguma spēku.



* Sengrieķu *hydor* — ūdens, *aulos* — caurule.

() HIDRAULISKĀ MAŠĪNA

Hidrauliskās mašīnas izmanto tur, kur vajadzīgs liels spēks, piemēram, eļļas izspiešanai no sēklām, saplākšņu un kartona presēšanai. Metālizstrādājumu rūpnīcās, lietojot hidrauliskās mašīnas, izgatavo no tērauda pat kloķvārpstas un vagonu riteņus. Mūsdienu hidrauliskās mašīnas var radīt desmitiem un simtiem miljonu ņūtonu lielu spiediena spēku. Tās izmanto arī, lai izgatavotu daudz dažādu plastmasas izstrādājumu: telefona aparātu korpusus, klausules, elektrisko slēdžu vākus, arī traukus.

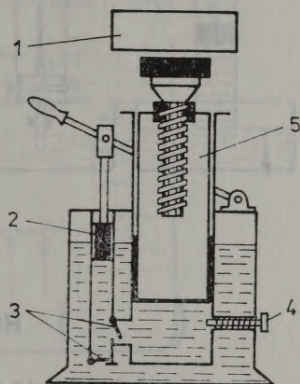


Mašīnas uzbūvi un darbības principu var izprast no shēmas. Saspiežamo ķermeni *A* uzliek uz platformas, kas savienota ar lielāko virzuli *B*. Kad šis virzulis paceļas, ķermeni piespiež pie nekustīgas augšējās platformas un deformē. Shēmā ar *M* apzīmēts manometrs šķidruma spiediena mērīšanai, ar *D* — drošības vārsts, kas atveras, kad spiediens pārsniedz pieļaujamo vērtību. No mazākā cilindra lielākajā cilindrā šķidrums pārplūst šādi. Paceļot sūkņa virzuli *C* uz augšu, zem tā rodas pazemināts spiediens un vārsts *K'* aizveras. Vārstu *K* atver atmosfēras spiediens, iespiežot mazākajā cilindrā jaunu šķidruma porciju. Bīdot sūkņa virzuli *C* uz leju, zem tā palielinās spiediens, kas vārstu *K* aizver, bet vārstu *K'* atver. Rezultātā šķidrums pāriet lielākajā cilindrā.

Hidrauliskajās mašīnās par šķidrumu, kas pārnes spiedienu, parasti izmanto eļļu. Mašīnu konstrukcijas ir dažādas atkarībā no to uzdevuma. Ir hidrauliskās mašīnas kuģu iestumšanai ūdenī, kur vajadzīgs milzīgs spēks.

() **HIDRAULISKAIS DOMKRATS**

Domkrats ir ierīce smagumu celšanai nelielā augstumā. Tā celtspeja ir no dažiem kilogramiem līdz simtiem tonnu. Attēlā redzams ar roku darbināms hidrauliskais domkrats. Ar šādu domkratu ērti var pacelt, piemēram, automobili, kad jāapmaina ritenis. (Apzīmējumi attēlā: 1 — paceļamais ķermenis; 2 — mazākais virzulis — sūknis; 3 — vārsti, kuri darbojas tāpat kā iepriekšējā attēlā K un K'; 4 — vārsts kravas nolaišanai iepriekšējā līmenī; 5 — lielākais virzulis ar skrūvi.) Skrūve ļauj lielāko virzuli pietuvināt tieši klāt pie paceļamās kravas. Šādam nelielam domkratam abi cilindri apvienoti vienā korpusā. Ierīce nav liela, ir ērti pārvietojama.



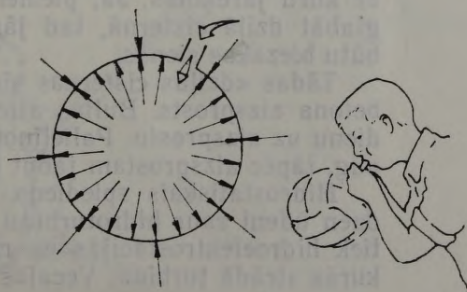
() **MEHĀNIKAS «ZELTA LIKUMS» HIDRAULISKAJĀS MAŠINĀS**

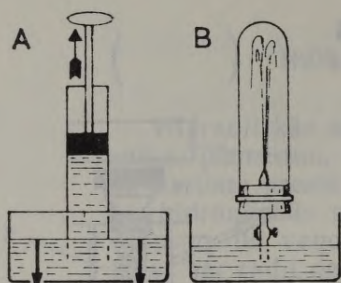
Hidrauliskā mašīna pieder pie vienkāršajiem mehānismiem, kas dod spēka ietaupījumu, bet, tāpat kā sviras, grieztuve un trīši, nedod darba ieguvumu. Cilvēks ar nelielu spēku ar rokām darbina mašīnas sūkni un «lielā ceļā» veic to pašu darbu, kas būtu patērēts, paceļot, piemēram, automobili ar rokām. Cita lieta, ja hidraulisko mašīnu (tās sūkni) darbina elektriskais dzinējs vai iekšdedzes dzinējs.

() **PASKĀLA LIKUMS**

Uz šķidrumu vai gāzi radītais ārējais spiediens izplatās visos virzienos vienādi.

Tāds ir Paskāla likums, kura izpausmi iepriekš aplūkojām tā atklāšanas eksperimentā (*experimenti crucis*) un vairākos pielietojumos.





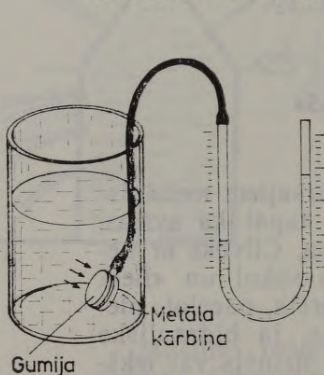
() ŪDENS SŪKŅA PRINCIPS

Atmosfēras spiediens iedarbojas uz traukā esoša šķidruma virsmu. Šķidrums, saņēmis šo spiedienu no augšas, pēc Paskāla likuma izplata to arī virzienā uz augšu (zīm. A).

Ja no caurules kaut daļēji izsūk-nēts gaiss (zīm. B), atmosfēras spie-diens caurulē izraisa strūklaku.

() HIDROSTATISKAIS SPIEDIENS

Izlasiet, lūdzu, vēlreiz soli «Paskāla likums»! Pievēr-siet uzmanību apgalvojumam, ka *radītais spiediens izpla-tās visos virzienos vienādi!*



Formulu $\vec{p} = \rho_{\text{sk}} \vec{g} h$ izrisinājām šķidruma spiedienam uz trauka di-benu. Šo spiedienu sauc par *hidro-statisko spiedienu*. Tā cēlonis ir šķidruma smaguma spēks, un tas darbojas vertikāli uz leju. Ņemot vērā Paskāla likuma apgalvojumu, tikpat liels spiediens darbojas uz trauka sienām horizontālā virzienā un vertikāli uz augšu. Lai labāk to sa-prastu, vajag iztēloties, ka dziļumā h novietota kāda cieta virsma. Zīmē-jumā redzams *membrānas mano-metrs*. Ar to var pārbaudīt tikko sa-cīto.

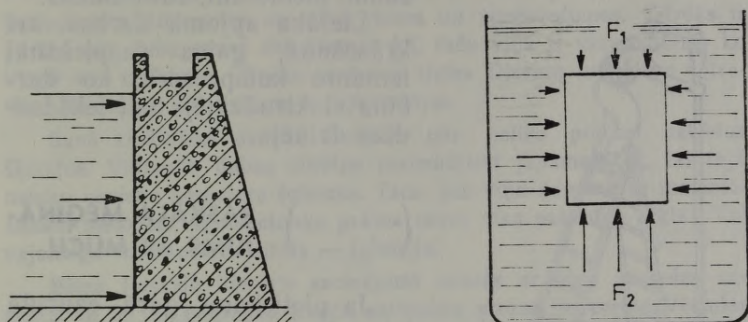
Formula $\vec{p} = \rho_{\text{sk}} \vec{g} h$ rāda, ka spiediens uz trauka sienām ir tieši proporcionāls dziļumam h . Tas ir svarīgs faktors, ar kuru jārēķinās. Ja, piemēram, gribam kādu šķidrumu glabāt dziļā cisternā, tad jā rūpējas, lai pie apakšas tai būtu biežākas sienas.

Tādas «dziļas cisternas siena» ir zīmējumā redzamais betona aizsprosts. Bultas attēlo ūdens hidrostatisko spie-dienu uz aizsprostu. Palielinoties dziļumam, spiediens pie-aug, tāpēc aizsprostam jābūt biežākam.

Hidrostatiskais spiediens, kas darbojas «uz sāniem», dzen ūdeni caur hidroturbīnu un liek tai griezties. Tā no-tiek hidroelektrostacijās un mūsdienīgās ūdensdzirnavās, kurās strādā turbīna. Vecajās dzirnavās ir ūdensrats. Var

sacīt, ka ūdensratā smaguma spēks strādā «no augšas», bet hidroturbīnā — «no apakšas», dziļumā.

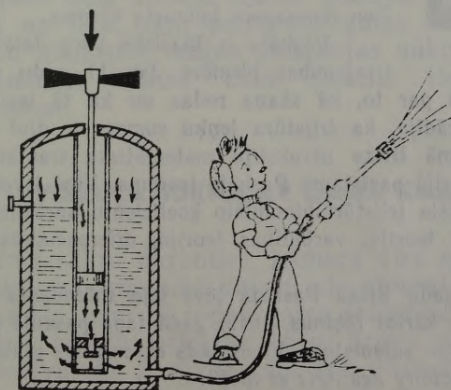
Zīmējumā, kur attēlots šķidrumā iegremdēts taisnstūra paralēlskalnis, redzam, ka hidrostatiskie spiedieni, kas



darbojas horizontālā virzienā, savā starpā līdzsvarojas. Taču uz ķermeņa apakšējo skaldni ar laukumu S darbojas vertikāli uz augšu hidrostatiskais spiediena spēks $\vec{F}_2 = \vec{p}_2 S$. Šis spēks ir cēlonis tā sauktajam Arhimēda spēkam, ko aplūkosim nākošajās nodaļās. Pagaidām der ievērot, ka spēks \vec{F}_2 ir lielāks nekā spēks \vec{F}_1 , kurš rodas no hidrostatiskā spiediena, kas darbojas uz ķermeņa augšējo skaldni.

() SMIDZINĀTĀJS

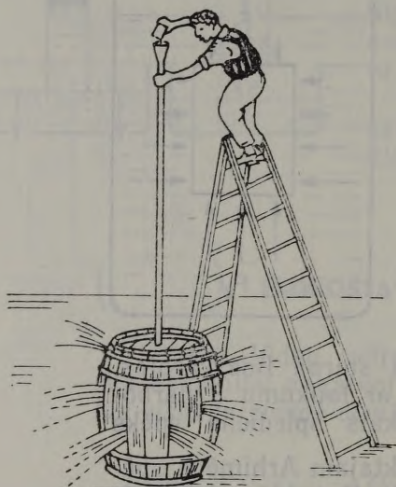
Smidzinātājs raksturīgs ar to, ka virs šķidruma uzkrāj saspiegtu gaisu, kas izdara spiedienu uz šķidruma virsmu. Gaisa spiedienā uz šķidrumu izpaužas Paskāla likums.



Šķidrums sīku pilieniņu veidā caur šļūteni un uzgali izplūst ārā.

Zīmējumā redzams ar cilvēka spēku darbināms smidzinātājs. To izmanto telpu remontam, arī kaitēkļu apkarošanai, piemēram, siltumnīcās.

Lielāka apjoma darbos, arī krāsošanā, gaisa saspiešanai izmanto kompresoru, ko darbina elektrodzinējs vai iekšdzinējs.



() PASKĀLA MĒĢINĀJUMS AR MUCU

Ja pietiekami garā caurulē ielej visai nelielu šķidruma daudzumu, var mucā izraisīt tik lielu spiedienu visos virzienos, ka mucas dēļišu elastības spēki nespēj šo spiedienu līdzsvarot.

Te izpaužas sakarība $p = \rho_{sk}gh$ un Paskāla likums.



Blēzs Paskāls (1623—1662) ir franču filozofs, rakstnieks, matemātiķis un fiziķis.

Viņš dzimis augsti izglīgota jurista ģimenē. Tēva — jurista Etjēna Paskāla blakus nodarbošanās bija matemātika. Ģimenē valdīja franču filozofa Mišela de Montēna idejas, augsti vērtēja zinātņi un garīgo darbu, aicinot apkarot tumsonību. Tajā laikā Francijā notika feodālie kari, modās tautas vēsturiskā apziņa, bija manāmas katoļu baznīcas konservatīvisma un renesanses laikmeta vēsmas.

Paskāls ir klasisks vācu talanta pārmanojamības piemērs. Jau 11 gadu vecumā viņš sacerēja rakstu par to, kā skaņa rodas un kā tā izzūd. Nedaudz vēlāk viņš pierādīja, ka trijstūra leņķu summa ir divi taisni leņķi. 16 gadu vecumā Blēzs uzrakstīja matemātisku traktātu, kur bija ietverta ģeometrijā pazīstamā Paskāla teorēma. Viņš izveidoja skaitļu tabulu — Paskāla trijstūri binomiālo koeficientu aprēķināšanai, deva ievirzes skaitļu teorijā, varbūtības teorijā, diferenciālrēķinos un integrālrēķinos.

No 1641. gada Blēza Paskāla tēvs bija intendants Ruānā. Lai tēvam palīdzētu kārtot rēķinus, 1642. gadā tapa pasaulē pirmā skaitļošanas mašina — summators. Viens šāds eksemplārs glabājas Parīzes muzejā *Conservatoire des Arts et Metiers*.

Vājas veselības un spraiga garīgā darba dēļ Blēzs Paskāls agri sāka slimot un pēc māsas — mūkenes ieteikuma pievērsās askētiskai reliģiskai dzīvei, apmetoties klosterī.

Cilvēka dabas pamatā Blēzs Paskāls saskatīja pretrunu starp patiesības meklējumiem un dzīvi melos un aizspriedumos. Cilvēks ir pārāks par dabu savas domāšanas dēļ, taču viņš ir vārga būtne, ko viegli var iznīcināt. Cilvēka cerība ir ticība Dievam un Dieva žēlastība. Šis ticības dēļ prātam ir jāpazemojas.

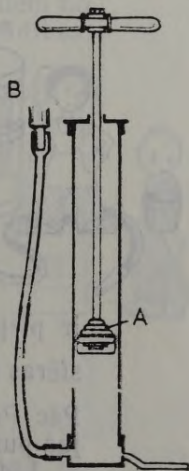
Savā zinātnieka darbībā Paskāls gan nelika prātam nekādus šķēršļus. Viņaprāt, dabas zinātne matemātiski jāpamato tā, lai tajā nebūtu neviena neskaidra teikuma. Taču, pēc viņa domām, ar matemātiskām metodēm, «ģeometrisko prātu» nevar visu patiesību atklāt. Vēl vajadzīga «zināšana ar sirdi» — intuīcija.

Blēza Paskāla literārie sacerējumi saistās ar viņa pasaules uzskatu un ir 17. gadsimta franču satīriskās prozas šedevri («Vēstules provinciālim», 1657).

Fizikai Blēzs Paskāls devis Paskāla likumu par spiediena izplatīšanos šķidrumos un gāzēs, izstrādājis hidrauliskās mašīnas darbības principus. Viņš piedalījies pētījumos, kas pierāda, ka pastāv atmosfēras spiediens.

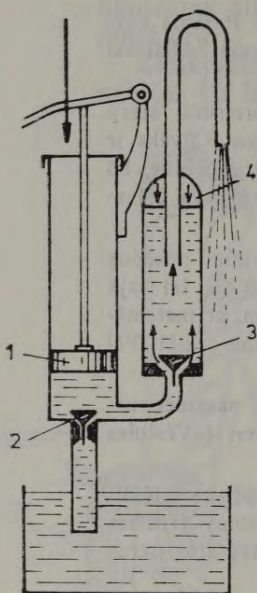
() GAISA SŪKNIS

Sūkņa svarīgākā sastāvdaļa ir manšete A. Tā bļodiņas veidā ar atveri uz leju aptver sūkņa virzuli. Lokanās caurules gals B savienots ar tvertni, kurā tiek saspiests gaiss. Tvertnei ir ventils, kas gaisu no tās nelaiž ārā. Šādas tvertnes paraugs ir velosipēda kamera. Velkot virzuli uz augšu, zem manšetes rodas retinājums. Atmosfēras spiediens gar manšetes malām iespiež zem virzuļa gaisa porciju. Bīdot virzuli uz leju, zem manšetes gaiss tiek saspiests un manšetes malas piekļaujas sūkņa cilindra sienām. Gaiss caur ventili tiek iespiests tvertnē.



() VIRZUĻA SŪKNIS AR GAISA KAMERU

Lai sūknis sāktu darboties, kamerā virs spiedvārsta 3 jābūt ūdenim, kas piespiež vārstu pie atveres. Velkot virzuli 1 uz augšu, zem tā rodas gaisa retinājums. Atmosfēras spiediens, iedarbojoties uz ūdeni ārpus sūkņa, iespiež to caur sūcējvārstu 2 sūkņa cilindrā. Virzulim kustoties uz leju, vārsts 2 aizveras, bet vārsts 3 atveras. Ar katru



virzuļa gājienu telpā 4 tiek aizvien vairāk saspiests tur esošais gaiss. Pēc Paskāla likuma, šī gaisa spiediens, darbojoties uz ūdeni, spiež to pa cauruli uz augšu. Caurule ir ļoti gara, tās augšējais gals izvadīts no akas ārā. Caurulē krājas aizvien augstāks ūdens stabs. Saspiestā gaisa 4 spiedienam vienmēr jābūt lielākam par ūdens staba spiedienu. To panāk, ievadot caur vārstu 3 aizvien jaunas ūdens porcijas.

() SIFONS

Sifona* darbības princips balstās uz to, ka, pārlejšot šķidrumu no augstāka trauka zemākā traukā, «piespiež strādāt» atmosfēras spiedienu. (Sadzīvē par sifonu sauc slēgtu trauku gāzētā ūdens uzglabāšanai. Tam nav nekā kopīga ar šeit aplūkoto paņēmieni.)

Sifons ir izlikta caurule, kas sastāv no horizontālās daļas, kurā attēlots šķidruma stabiņš (iesvītrotā daļa), un divām vertikālām daļām dažādā garumā. Turklāt $h_2 > h_1$. To panāk, ja trauks, kurā jāpārlejš šķidrums, ir zemāk nekā trauks, no kura šķidrums jāpārlejš.

Uz šķidruma vaļējo virsmu abos trau-

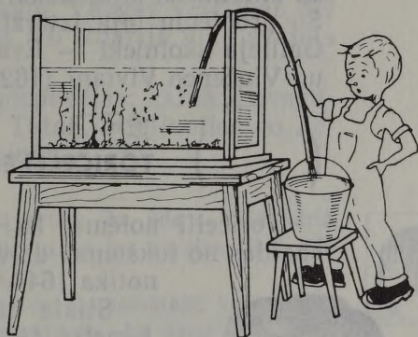
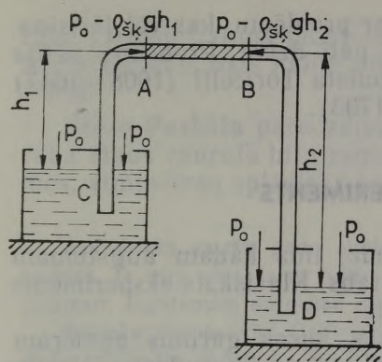
kos darbojas atmosfēras spiediens \vec{p}_0 . Izpētīsim, kāds spiediens punktā A darbojas uz ūdens stabiņu AB . Ja sifona daļa AC

ir piepildīta ar šķidrumu, tad punktā C daļu no atmosfēras spiediena \vec{p}_0 līdzsvaro šķidruma staba AC spiediens.

Pēc Paskāla likuma spiedienu starpība $\vec{p}_0 - \rho_{\text{šķ}} g h_1$ darbojas punktā A .

Līdzīgi ir ar spiedienu punktā B . Taču tur no atmosfēras spiediena «pāri paliek» mazāk nekā punktā A . Tāpēc starp punktiem A un B , arī starp punktiem C un D ir spiedienu starpība, kas liek šķidrumam tecēt. Svarīgi, lai sākumā sifons būtu piepildīts ar šķidrumu. To panāk, ja lokano cauruli pilnīgi iegremdē šķidrumā, kuru vēlas pār-sūknēt, aizspiež caurules galu ar pirkstu un strauji rauj zemākā trauka virzienā. Ja, pirkstu atlaižot, šķidrums tomēr netek, to pašu atkārtoti vēlreiz.

* Sengrieķu *siphon* — caurule, sūknis.

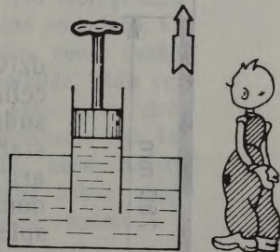


Nav ieteicams ar muti iesūkt šķidrumu caurulē. Ipaši tas jāievēro tad, ja jāpārlej benzīns vai kāds cits kodīgs vai indīgs šķidrums.

() «*HORROR VACUI*»*

No Aristoteļa laikiem līdz 17. gadsimtam ar «bailēm no tukšuma» izskaidroja gandrīz visas fizikālās parādības. Pat bultas lidojums savulaik tika skaidrots augstākā mērā dīvaini: lidojošai bultai uz priekšu skrienot, aiz tās veidojas «tukšums», ko aizņem gaiss, un šis gaiss dzen bultu uz priekšu.

Daba tukšumu necieš — tā toreiz sacīja. Daba tiecas tukšumu aizpildīt — tā izskaidroja ūdens kustību līdzī virzulim.



() «**SPĪTĪGAIS ŪDENS**»

Itaļi 1595. gadā esot lūguši Galileo Galileju, lai izskaidro, kāpēc ūdens sūkņi nepaceļ ūdeni augstāk par 10 metriem.

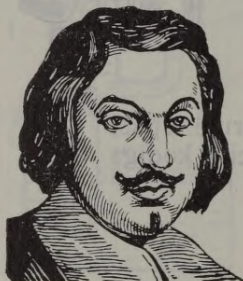
Stāvoklis esot bijis visai kļūmīgs. Kā tad tā — līdz 10 metriem «daba tukšumu baidījās» un steidzās to aizpildīt ar ūdeni, taču virs 10 metriem «bailes pārgājušas». Galileo Galilejs tā arī esot atjokojis, sacīdams, ka virs 10 metriem «bailes no tukšuma» vairs nepastāvo. Skaidrs,

* Latīņu *horror vacui* — bailes no tukšuma.

ka zinātnieks bija saskāries ar problēmu, kas vēl jārisina. Šo problēmu bija izvirzījusi pati dzīve. Problēmu pētīja Galileja skolnieki — Evandželista Toričelli (1608—1647) un Vinčenco Viviani (1622—1703).

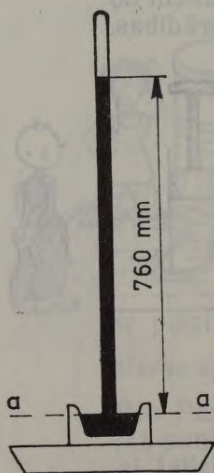
() TORIČELLI EKSPERIMENTS

Toričelli nolēma, ka jāredz, līdz kādam augstumam «baidās no tukšuma» dzīvsudrabs. Klasiskais eksperiments notika 1644. gadā.



Stikla caurule, kuras garums apmēram 1 metrs, tika pielietā ar dzīvsudrabu. Vaļējo galu aizspieda ar pirkstu, cauruli apgriezta otrādi un aizspiesto vaļējo galu iegremdēja traukā ar dzīvsudrabu. Tad pirkstu palaida vaļā. Caurulē palika 760 mm augsts dzīvsudraba stabs. Diena bija saulaina, bez mākoņiem un bez vēja. Lūk, no kurienes normālais atmosfēras spiediens — 760 mm Hg!

() TORIČELLI ATKLĀJ ATMOSFĒRAS SPIEDIENU



Toričelli un Viviani sāka rūpīgi novērot dzīvsudraba līmeni caurulē. Tas mainījās. Toričelli izteica pieņēmumu, ka gaiss spiež uz dzīvsudrabu traukā un notur caurulē dzīvsudraba stabu. Ja staba augstums mainās, tad mainās arī gaisa spiediens. Tā pirmo reizi izskanēja doma, ka pastāv, kā tagad saka, atmosfēras spiediens.

Galileo Galilejs bija noskaidrojis, ka gaisam ir svars, taču šo faktu nebija iedomājies saistīt ar gaisa spiedienu.

Vēlāk Toričelli eksperimenta rezultātā izveidoja *dzīvsudraba barometru*.

Tukšo telpu virs dzīvsudraba staba nosauca par «Toričelli tukšumu». Tur gaisa nav, ir tikai dzīvsudraba tvaiki. Taču «*horror vacui*» tik viegli nepadevās.

() VĒL VIENS «EXPERIMENTI CRUCIS»

Par abu itāļu eksperimentiem uzzināja Francijā Blēzs Paskāls. Ja patiešām, domāja Paskāls, atmosfēras spiediens līdzsvaro dzīvsudraba stabu caurulē, tad dzīvsud-

raba stabam kalnos jābūt zemākam. Vārgās veselības dēļ Blēzs Paskāls pats kalnā nekāpa. To izdarīja viņa svainis Perjē.

Blēza Paskāla paredzējums piepildījās: kalnā dzīvsudraba stabs caurulē bija zemāks. Tātad, attālinoties no Zemes, atmosfēras spiediens samazinās.

Jau priekš vairāk gadu simteņiem zināja, ka ūdens šādā kārtā paceļas, ja virs viņa taisa tukšu vietu, un ka tas paceļas tikai līdz zināmajam augstumam un nekad augstāk.

Itāliešu zinības vīrs Galilejs, šis slavenais domātājs, kuru inkvizīcija notiesāja tādēļ, ka viņš bija apgalvojis, ka saule stāvo uz vietas un zeme kustoties, šis vīrs reiz pastaigājās pa savu dārzu Florences apkārtnē, kad viņu viens dārznieks lūdza, lai izskaidrojot, kādēļ ūdens paceļas tukšā trubā. Galilejs atkārtoja to, ko viņa laikā mācīja: tas nākot tādēļ, ka daba neieredzot tukšumu un ka ūdens labāk dodoties uz augšu nekā atstājot tukšu vietu, no kuras pat gaiss izdziņs. Dārznieks, prātīgs vīrs būdams, bij maz apmierināts ar šo skaisto atbildi un jautāja tālāk: kādēļ ūdens nekāpjot augstāk, nekā viņš mēdzot kāpt. Galilejs acumirkli bij sajucis, bet, tā kā mācītie vīri nedrīkst palikt atbildi parādā, tad viņš beidzot izskaidroja, ka tas nākot tādēļ, ka daba tukšumu neieredzot tikai līdz 32 pēdu, t. i., apm. 10 metr. augstumam.

Kad tos laikos pēc kādas lietas cēloņa jautāja, tad teologi atbildēja, ka šis cēlons esot Dievs; zinību vīri atkal, ka tas esot daba, kas to darot. Ja ar šādām atbildēm apmierinās, tad vairs nevar nekāda zinība pastāvēt. Galilejs to labi atskārta. Tādēļ arī atbilde, kādu viņš Florences dārzniekam bij devis, viņam gulēja kā akmens uz sirds. Viņš sāka pamatīgāk pārdomāt šo jautājumu, un iznākums bija tas, ka viņš atrada gaisa smagumu un uzstādīja teoriju, kuras pamata likumus mēs augšā pārrunājam. Šis viņa atradums dabas zinību laukā bija no milzīga svara un tām deva gluži jaunu virzienu.

(E. Veidenbaums. Izlase. R., 1988, 158.)

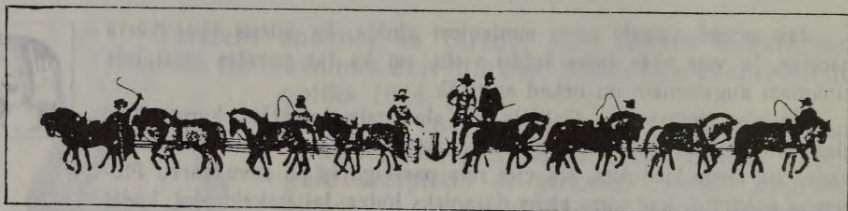


Oto fon Gērike (1602—1686) ir vācu fiziķis un inženieris, izcilš fizikālā eksperimenta meistars. Viņš dzimis Magdeburgā, Vācijā. Studējis tieslietas, pēc tam pievērsies fizikai, matemātikai un inženierzinātnēm. Viņš vadījis nostiprinājumu būvi daudzās Vācijas pilsētās. Tolaik tas bija inženieru galvenais uzdevums.

Oto fon Gērike izgudroja vakuumsūkni un pētīja problēmu «horror vacui». Šim nolūkam viņš ņēma rūpīgi nodarvotu mucu un piepildīja to ar ūdeni. Tad ūdeni izsūknēja ārā, cerot, ka mucā izveidosies vakuums. Taču gaiss cauri koka porām atkal iekļuva mucā atpakaļ («daba baidās tukšuma»).

Zinātnieks nolēma, ka jāņem metāla lode. Jau pirmajā reizē vara lodei ar troksni ielūza sāni. Izpētījis lūzuma vietu, zinātnieks secināja, ka lode nevienā vietā nedrīkst būt plakana. Pilnīgi apaļa lode

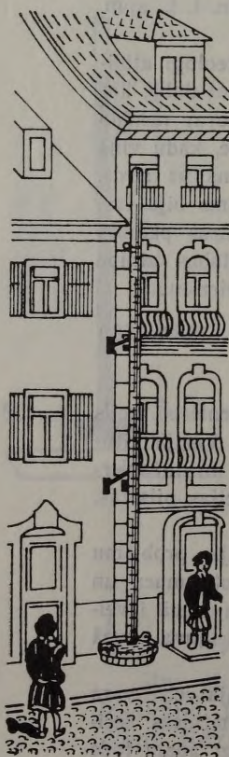
deva rezultātu. Pēc tam tika izgatavotas divas puslodes. Vienā puslodē bija ventilis gaisa izsūkņēšanai. Starp lodēm novietoja blīvi — ādas gredzenu, kas bija piesūcināts ar eļļu un vasku. Kad no puslodēm izsūknēja gaisu, tās vienu no otras varēja atraut tikai 16 zirgi (astoņi katrā pusē). Eksperiments notika 1654. gadā. «Magdeburgas puslodes» droši vien ir arī jūsu skolas fizikas kabinetā.



Oto fon Gērikes eksperiments pilnīgi apstiprināja atmosfēras spiediena esamību. Lai pierādītu, ka atmosfēras augstākie slāņi ir retāki, zinātnieks ņēma stikla trauku un uzkāpa tornī. Ventilī atverot, varēja novērot, ka gaiss no trauka plūda ārā. Nokāpis no torņa lejā, zinātnieks atkal atvēra ventilī — gaiss plūda traukā iekšā.

Rādās secinājums: «Apakšējie gaisa slāņi ir vairāk saspiesti nekā augšējie slāņi. So starpību var novērot ne tikai kalnos, bet pat torņos. Tas nozīmē, ka gaiss nevar atrasties pārāk tālu no Zemes. Tā augstums salīdzinājumā ar milzīgajiem attālumiem līdz zvaigznēm ir niecīgs.»

Oto fon Gērike ir noteicis gaisa blīvumu, atklājis to, ka gaiss vada skaņu. Viņš uzbūvējis vienu no pirmajām elektrostatiskajām mašīnām (1660). Mašīnā rotēja sēra lode, kurai piespiežot plaukstas notika elektrizācija. Viņš atklājis arī elektrostatiskās atgrūšanās spēku.



() ŪDENS BAROMETRS

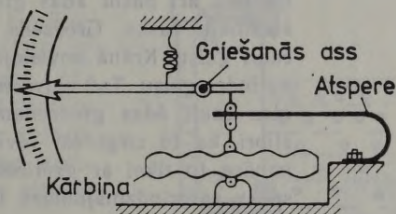
Oto fon Gērike 1657. gadā izgatavoja ūdens barometru — Toričelli dzīvsudraba barometra «milzu brāli». Desmit metru virs zemes Toričelli tukšumā ūdenī peldēja kokā griezta cilvēka figūra. Izstieptā roka rādīja uz iedaļām. Novērojumu rezultātā ātri tika aptverts, ka atmosfēras spiediena pazemināšanās vēstī lietaina laika tuvošanos un otrādi. Magdeburgas iedzīvotājiem jau 17. gadsimtā bija savs «laika pareģis». Oto fon Gērike no 1657. gada bija Magdeburgas burgo-mistrs — pilsētas galva.

Savus pētījumus un atklājumus viņš ir veicis Magdeburgā — dzimtajā pilsētā.

Ja jums gadās būt Magdeburgā, uzziniet, vai pie kādas senlaicīgas mājas arī tagad nedarbojas ūdens barometrs?

() METĀLA BAROMETRS — ANEROĪDS

Ierīces galvenā sastāvdaļa ir viļņota skārda kārbīņa, kurā atrodas retināts gaiss. Pieaugot atmosfēras spiedienam, kārbīņa nedaudz saplok un rādītājs pārvietojas pa skalu. Spiedienam samazinoties, atspere kārbīņu iztaisno, rādītājs pagriežas pretējā virzienā. Skala tiek graduēta pēc dzīvsudraba barometra. Aneroiādu lieto arī kā augstuma mērītāju. Tad skala rāda, cik metru virs Zemes ierīce atrodas.



Rēgensburgas pilsētas iedzīvotāji XVII gadsimta vidū bija liecinieki neparastam skatam: 16 zirgi no visa spēka centās atraut vienu no otras divas kopā saliktas vara puslodes. Kas tās saistīja? «Nekas,» — gaiss. Un tomēr, astoņi zirgi, vilkdami uz vienu pusi, un astoņi citi — uz otru pusi, nevarēja tās atraut. Tā birģermeistars Oto fon Gērike uzskatāmi visiem pierādīja, ka gaiss nebūt nav «nekas» un spiež ar ievērojamu spēku uz visiem zemes priekšmetiem.



So eksperimentu izdarīja ļoti svinīgi 1654. gada 8. maijā. Mācītais birģermeistars prata visus ieinteresēt savos zinātniskajos pētījumos, kaut gan viss tas notika politisku juku un postošu karu laikā.

Pazīstamais eksperiments ar «Magdeburgas puslodēm» aprakstīts fizikas mācību grāmatās. Tomēr esmu pārliecināts, ka lasītājs ar interesi uz klausīs, kā par šo notikumu stāsta pats Gērike. Biezā grāmata, kurā aprakstīti daudzi viņa eksperimenti, iznākusi 1672. g. latīņu valodā Amsterdamā. Līdzīgi citām tā laika grāmatām tai ir garš un plašs virsraksts. Lūk, kāds tas ir.

OTO fon GERIKE

tā saucamie jaunie Magdeburgas eksperimenti ar

BEZGAISA TELPU,

ko pirmais aprakstījis Vircburgas universitātes matemātikas profesors KASPARS ŠOTS.

Autora paša izdevums,
paplašināts un papildināts ar dažādiem
jauniem eksperimentiem.

Eksperimentam, kas mūs interesē, veltīta šīs grāmatas XXIII nodaļa. Lūk, tās burtisks tulkojums:

«Eksperiments, kas rāda, ka gaisa spiediens savieno divas puslodes tik cieši, ka tās nevar atraut ar 16 zirgu spēku.

Es pasūtīju divas vara puslodes, kuru diametrs bija trīs ceturtdaļas Magdeburgas olekts (550 mm). Patiesībā to diametrs bija tikai 67/100, jo meistari, kā parasts, nevarēja izgatavot precīzi to, ko vajadzēja. Abas puslodes bija gluži līdzīgas. Vienā puslodē bija ierīkots krāns. Ar šī krāna palīdzību var izsūknēt gaisu no iekšienes un neļaut gaisam ieplūst no ārienes. Bez tam puslodēm bija piestiprināti 4 gredzeni, caur kuriem izvēra tauvas, kas bija piesietas zirgu iejūgam. Es liku arī pašūt ādas gredzenu, kas bija piesātināts ar terpentīnā šķīdinātu vasku. Gredzens, kad to iespieda starp puslodēm, nelaida cauri gaisu. Krānā novietoja gaisa sūkņa cauruli un izsūknēja caur to no lodes gaisu. Tad kļuva redzams, kāds spēks spiež vienu puslodi pret otru cauri ādas gredzenam. Ārējā gaisa spiediens saspieda tās tik stipri, ka 16 zirgi (ar rāvienu) pavisam nevarēja tās atraut vai arī panāca to tikai ar grūtībām. Kad puslodes, padodoties zirgu kopējā spēka sasprindzinājumam, izdevās atraut, atskanēja šāvienam līdzīgs grāviens.

Bet, līdzko atgriezta krānu un pavēra brīvu ceļu gaisam, puslodes varēja viegli atņemt vienu no otras ar rokām.» — — —

Lasītājs būs droši vien pārsteigts, uzzinājis, ka dažas mūsu skeleta locītavas neizjūk tā paša iemesla dēļ kā Magdeburgas puslodes. Mūsu gūžas locītava ir tieši tādas Magdeburgas puslodes. Var atbrīvot šo locītavu no muskuļiem un skrimšļu saitēm, — un tomēr gūžas kauls ārā nekritīs: to piespiež atmosfēras spiediens, jo telpā starp kauliem gaisa nav.

(J. P e r e l m a n i s. Saistošā fizika, II. R., 1952, 96.—99.)

() SAVIENOTO TRAUKU PRINCIPS

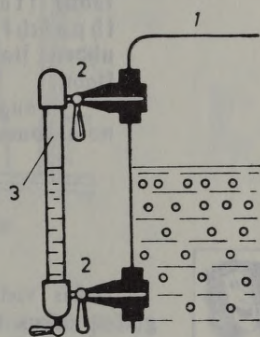
Viendabīgs šķidrums, piemēram, ūdens, traukos, kas savā starpā savienoti, nostājas vienādā horizontālā līmenī.



Savienoto trauku zemākajā vietā spiedienam no visām pusēm jābūt vienādam, lai visi «šķidruma stabi» būtu savstarpēji līdzsvaroti. Tas izriet no spiediena formulas $p = \rho_{\text{sk}} g h$. Savienoto trauku principu — šķidruma līmeņu vienādību tajos — dažādi izmanto praksē.

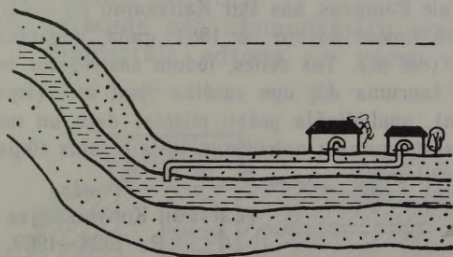
() ŠĶIDRUMA LĪMENIS NECAURSPĪDĪGĀ TRAUKĀ

Katlam 1, kur iegūst ūdens tvaiku, ūdens līmeni var pārbaudīt caurulītē 3, kas ar katlu veido savienotos traukus. Atgriežot ventiļus 2, caurulītē ieplūst tvaiks un ūdens, kura līmenis vienāds ar ūdens līmeni katlā. Līdzīgi iekārto līmeņa kontroles ierīces degvielās tvertnēm un citiem traukiem, kuros uzglabā šķidrumus.



() ARTĒZISKIE URBUMI

Nosaukums cēlies no Francijas provinces Artuā latīniskā nosaukuma *Artesium*.



Meklējot ūdeni nesošas iegulas starp ūdensnecaurlaidīgiem iežiem, var izmantot savienoto trauku principu. Jāizpildās nosacījumam, ka urbums ir ieplakā. Ūdens pa urbumu pacelsies tādā pašā līmenī, kāds ir ūdenim kalnā. Tā var izveidot «bezmaksas» ūdensvadu, arī strūklaku.

PIRMS
100
GADIEM

Divus- jeb wairaf faweenuotus (komunigus) steebrus jeb traufus, tur fchfidrums war tezeht no weena ohtrà, fauz par topufsteebreem. Rohpigu jeb komunigu steebru dabaslikums ir fchis: Weenadi fchfidrumi (uhdens ar dsihwais fidrabs un dsihwais fidrabs) stahw komunigòs fteebròs, weena alga, wai tee no weenada jeb fawada platuma, tad tee nostahju fchees, weenadà augftumà, t. i. wixu wirfus ir horizontalà lihnijà; neweenadi fchfidrumi (uhdens ar dsihwo fidrabu) stahw neweenadà augftumà, prohti wixu ihpafchfwara atfchganifkà ffastahwibà. Tad teews uhdens stabs war notureht refnaku, bet tif pat augftu uhdensstabu.

Žit augftu stahw fchfidrums muzàs un wahtès war mehriht no ahrpuses ar glahfchu fteebreem.

Daugavas plūdi



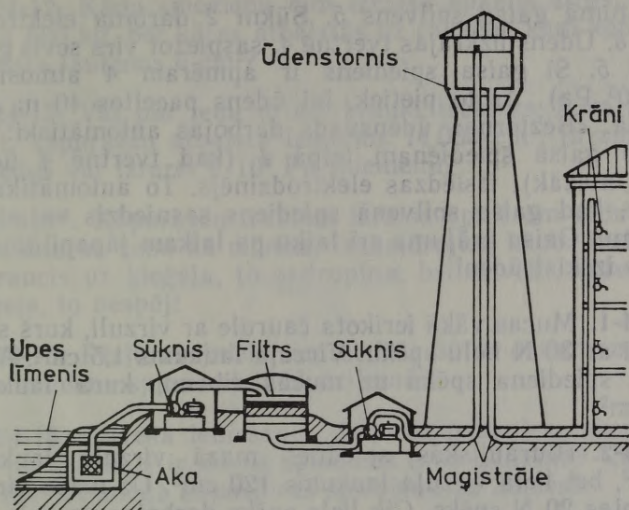
Dažās vietās, pavasarī ledum sastrēgstot un aizsprostojot upes gultni, ūdens līmenis augšpus sastrēgumiem var pacelties ap 12 m virs normas, un plūdi var apsmelt arī augstākas krasta terases, kur atrodas apdzīvotas vietas. Tādi lieli plūdi gar Daugavu bijuši 1807., 1839., 1855., 1859., 1862., 1878., 1889. gadā. Dažos gadījumos aizsprostotais ūdens rod izeju uz sāniem, pāri laukiem un apdzīvotām vietām, uz kādu Daugavas sānupi, pa ko nokļūst savā gultnē, apejot ledus dambi. 1904. gadā tas noticis Ķeguma apkārtnē. 1615., 1770., 1777. un 1867. gadā Daugava aptecējusi ledus barjēru, kas uzkrāvis pie Doles salas, un pa zemumiem gar Salaspili nokļuvusi Juglas ezerā. Vairākas reizes šādiem plūdiem vienā vietā atkārtojoties un upei pēc jaunas gultnes meklējot, laikam radušās dažas lielās attekas gultnes, kas at-rāvušas dažas prāvas salas (Doles u. c.) no cietzemes. Laikam tāpat cēlusies ieleja pie Rānavas, kas šķir Katlakalnu no apkārtnes. — — —

Jaunjelgavā līmeni novēro no 1881. gada, augstākais bija 1924. gada 3. aprīlī (8,6 m). Tas cēlies, ledum sastrēgstot leļpus Jaunjelgavai. Ielejas šauruma dēļ upe sacēlās visai ātri (iepriekšējā dienā bij tikai 2,7 m), applūdināja prāvu pilsētas daļu un nopostīja dažas mājas. Ledus sastrēgumam notrūkstot, upes līmenis tikpat ātri nokrita (nākošā dienā 3,1 m).

(Latviešu Konversācijas vārdnīca, III.
R., 1928—1929, 4756.—4757.)

() ŪDENSVADS «AR TORNI»

Sūkņi ūdeni paceļ līdz filtrācijas tilpnēm. Tur no ūdens atdala mehāniskos piemaisījumus, ievada vielas, kas iznīcina mikrobus. Ūdens kļūst derīgs lietošanai.

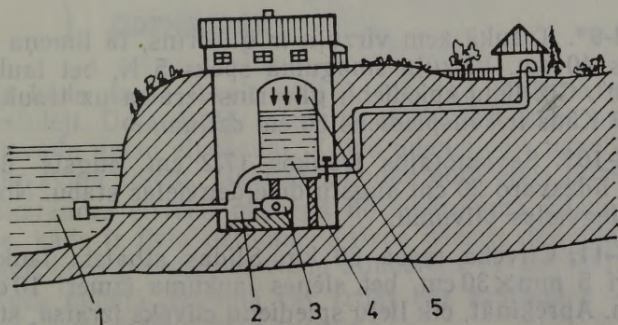


Pēc tam darbojas savienotie trauki. Ūdenstornim jābūt augstākam par visiem dzīvokļiem un citām vietām, kur izmanto ūdeni. Šāds ūdensvads «ar torni» ir pagājušā gadsimta ietaise. Tagad jūs nevienā jaunā pilsētā vai pilsētas jaunajos rajonos ūdenstorni neredzēsiet.

() ŪDENSVADS «BEZ TORŅA»

Zīmējumā redzama «beztorņa» ūdensvada vienkāršota shēma. Nav attīrīšanas mezglu.

Ūdensvads darbojas pēc ugunsdzēsēju mašīnas principa: ūdeni 1 magistrālē «dzen» un paceļ vajadzīgajā



augstumā gaisa spilvens 5. Sūkni 2 darbina elektrodzinējs 3. Ūdens uzkrājas tvertnē 4, saspiežot virs sevis gaisu telpā 5. Šī gaisa spiediens ir apmēram 4 atmosfēras ($4 \cdot 10^5$ Pa). Ar to pietiek, lai ūdens paceltos 40 m augstumā. «Beztorņa» ūdensvads darbojas automātiski: krietoties gaisa spiedienam telpā 4 (kad tvertnē 4 ūdens kļūst mazāk), ieslēdzas elektrodzinējs. To automātika izslēdz, kad gaisa spilvenā spiediens sasniedzis vajadzīgo lielumu. Gaisa krājums arī laiku pa laikam jāpapildina, jo gaiss izšķīst ūdenī.



24-1. Mucas vākā ierīkota caurule ar virzuli, kurš spiež ūdeni ar 30 N lielu spēku. Virzuļa laukums $1,5 \text{ cm}^2$. Aprēķināt spiediena spēku uz mucas dibenu, kura laukums $0,25 \text{ m}^2$.

24-2. Hidrauliskās spiednes mazā virzuļa laukums 8 cm^2 , bet lielā virzuļa laukums 120 cm^2 . Uz mazo virzuli darbojas 20 N spēks. Cik liels spēks darbojas uz lielo virzuli? Kāds spiediens darbojas uz spiednes sienām?

24-3. Uz velosipēda sūkņa virzuli, kura laukums 4 cm^2 , darbojas 30 N spēks. Ar cik lielu spēku gaiss spiež uz velokameras iekšējo virsmu, kuras laukums 20 dm^2 ?

24-4*. Dzīvsudraba stabs, kura augstums 760 mm, izraisa spiedienu $10,13 \text{ N/cm}^2$. Cik lielam jābūt ūdens staba augstumam, lai tas izraisītu tikpat lielu spiedienu?

24-5. Cik lielu sānspiedienu rada ūdens uz Pļaviņu HES aizsprostu 40 m dziļumā?

24-6. Cik liels spiediena spēks darbojas uz cilvēka ķermeņa katru kvadrātdecimetru 6 m dziļumā zem ūdens?

24-7. Ar cik lielu spēku ūdens spiež uz batiskafa iluminatora stiklu $1,5 \text{ km}$ dziļumā, ja iluminatoram ir riņķa forma ar diametru 400 mm?

24-8*. Vai Paskāla likums darbojas bezsvara apstākļos?

24-9*. Traukā zem virzuļa ir glicerīns, tā līmeņa augstums 40 cm. Virzuļa smaguma spēks 5 N, bet laukums 20 cm^2 . Cik lielu spiedienu glicerīns izraisa uz trauka dibenu? Kāds ir sānspiediens 30 cm dziļumā?

24-10*. Savienotajos traukos 17,2 cm augsts ūdens stabs līdzsvaro 20 cm augstu dīzeļdegvielas stabu. Noteikt dīzeļdegvielas blīvumu.

24-11. Cilvēka masa 80 kg. Slidas atbalsta laukuma izmēri $5 \text{ mm} \times 30 \text{ cm}$, bet slēpes laukuma izmēri $10 \text{ cm} \times 2 \text{ m}$. Aprēķināt, cik lielu spiedienu cilvēks izraisa, stāvot uz abām slidām? uz vienas slidas? uz abām slēpēm?

24-12. Kādu spiedienu ejot izraisa apkalts zirgs, kura masa 600 kg, bet kājas atbalstās uz radzēm, kam kopējais atbalsta laukums 6 cm²?

24-13. Vai pār ledu drīkst braukt traktors, kura masa 5,4 t, kāpurķēžu atbalsta laukums 14 000 cm², ja zināms, ka ledus var izturēt $9 \cdot 10^4$ Pa spiedienu?

24-14*. Kāpurķēžu traktors izraisa apmēram tādu pašu spiedienu uz zemi kā cilvēks. Izskaidrojiet, kāpēc traktors, uzbraucis uz ķieģeļa, to sadrupina, bet cilvēks, stāvot uz ķieģeļa, to nespēj!

24-15. Pērļu zvejnieki ienirst līdz 30 m dziļumam. Cik liels ir ūdens spiediens tādā dziļumā?

24-16. Cilvēka ieniršanas dziļuma pasaules rekords ir 105 m. Cik liels ir ūdens spiediens tādā dziļumā? Cik reizes tas pārsniedz atmosfēras spiedienu uz Zemes?

24-17. Pasaules okeāna visdziļākā ieplaka ir Klusajā okeānā (11 022 m). Cik liels spiediens ir tādā dziļumā? Izsakiet to atmosfērās!

24-18. Pilsētā ir līdz 45 m augstas celtnes. Cik lielam jābūt ūdens spiedienam zemes līmeņa augstumā, lai ugunsgrēka gadījumā varētu ar ūdeni no pirmā stāva dzēst uguni augšējos stāvos?

24-19. Medicīnas krēsls balstās uz virzuļa, kuram 10 cm diametrs. Krēslu pacel ūdens spiediena spēks. Krēsla masa kopā ar cilvēku ir 100 kg. Cik liels ūdens spiediens jārada, lai krēslu paceltu vienmērīgi, neievērojot berzi? Šo spiedienu rada otrs virzulis, kura diametrs 2 cm. Cik liels spēks jāpieliek šim virzulim?

() ODENSLĪDĒJI

Ja kāds darbs jāveic zem ūdens, tad jāaicina palīgā ūdenslīdēji. Ūdenslīdējs ietērpjas skafandrā, kurā pa cauruli ievada gaisu elpošanai. Kājās ūdenslīdējs uzvelk apavus ar svina zolēm. Tikai tā izdodas noturēties līdzsvarā.

Skafandrs cilvēku pasargā no ievērojamā ūdens spiediena, kāds ir lielā dziļumā. Katros desmit dziļuma metros spiediens pieaug par vienu atmosfēru ($1 \cdot 10^5$ Pa).

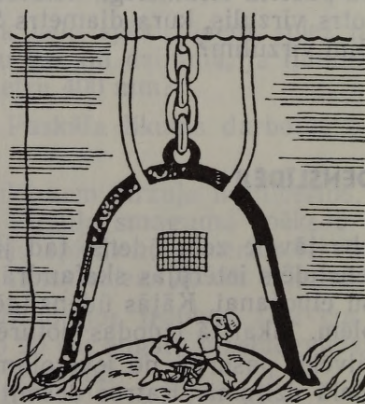
Taču nelielā dziļumā var iztikt bez skafandra — noļaieties zem «ūdenslīdēju zvana».

() KESONI

Izdariet mēģinājumu! Ielejiet šķīvī ūdeni un uzlieciet uz šķīvja apgāztu glāzi! Ūdens glāzē tikai nedaudz pacelsies virs līmeņa, kāds ir šķīvī — «gaiss netaiž»!



Ja izgatavotu «ļoti lielu glāzi» — zvanu (ne jau no stikla!), tad tajā būtu vieta cilvēkam. Cilvēks zem tāda zvana varētu staigāt un strādāt upes vai jūras dibenā. Agrāk šādus zvans izmantoja, taču tagad tos vairs nelieto. Zvans pārtapis par dzelzsbetona kasti — kesonu*.



* Franču *caisson* — kaste.

Cilvēks zem kesona var būt tilta balstus, apskatīt nogri-
mušu kuģi, veikt sīkus remontdarbus kuģa ārpusē. Sa-
tiksmi ar kesonu nodrošina pa vertikālu šahtu. Lai kesonā
neieplūstu pārāk daudz ūdens, tajā jārada pietiekami liels
gaisa spiediens. Cilvēkam nākas strādāt vairākas reizes
palielinātā atmosfēras spiedienā.

() KESONA SLIMĪBA

Kesona slimība (*morbus decompressiones*) rodas, ja strauji paze-
minās apkārtējās vides spiediens. Ar to var saslimt kesonu strādnieki,
ūdenslīdzīgi, lidotāji. Cilvēkam strādājot paaugstinātā spiedienā, audos
un asinīs pastiprināti izšķīst slāpeklis. Ja pēc tam apkārtējās vides
spiediens pazeminās lēni, slāpeklis pakāpeniski pāriet atkal gāzveida
stāvoklī un caur plaušām izdalās no organisma. Taču, ja spiediens
pazeminās strauji, asinīs veidojas slāpekļa pūslīši, kas var aizsprostot
asinsvadus un traucēt asinsriti. Viegļākos gadījumos rodas sāpes mus-
kuļos un locītavās, arī ādas nieze. Ļoti bīstams ir lielo asinsvadu
aizsprostojums. Slimību ārstē, cilvēku atgriežot atpakaļ paaugstinātā
spiedienā. Pēc tam lēni spiedienu atkal pazemina.

() ZIVS IZVILKTA NO LIELA DZIĻUMA

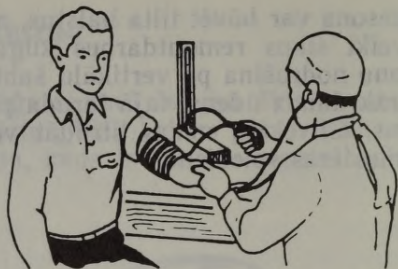
Lielā dziļumā dzīvojošās zivis un citi ūdens dzīvnieki ir pielāgo-
jušies lielam ūdens spiedienam $p = \rho_{\text{sk}}gh$. Iekšējo orgānu gaiss šo spie-
dienu līdzsvaro. Nonākot normālā atmosfēras spiedienā, zivs iekšējos
orgānos esošais gaiss strauji izplešas un saplēš peldpūsli, kā arī sa-
ārda citus iekšējos orgānus.

() ASINSSPIEDIENA MĒRĪŠANA

Cilvēka sirds darbojas līdzīgi sūknim — tā pārvieto asinis pa
asinsvadiem. Sirds muskuļu saraušanās — *sistoles* — laikā asinis iz-
plūst no sirds artērijā, izejot cauri vārstuļiem, kas tām neļauj ieplūst
atpakaļ sirdī.

Pēc tam sirds muskuļi atslābst, iestājas *diastole* un sirds šajā
laikā piepildās ar asinīm, kas plūst no vēnām un plaušām.

Kā izmērīt asinsspiedienu?



Vienkāršākā asinsspiediena mērīšanas ierīce sastāv no trim galvenajām daļām — manšetes, spiedējsūkņa un manometra (dzīvsudraba vai metāla). Manšete ir plakana gumijas kamera, kas ievietota auduma apvalkā un ar gumijas caurulēm pievienota manometram un spiedējsūknim.

Mērot asinsspiedienu, manšeti aptin ap roku virs elkoņa locītavas. Tad manšetē iesūknē gaisu, kas izpleš manšeti un saspiež roku tik stipri, ka asins plūsma galvenajā artērijā apstājas. Ārsts izklausā šo artēriju, vienlaikus pakāpeniski izlaižot gaisu no manšetes. Kad spiediens manšetē kļūst vienāds ar asinsspiedienu artērijā un turpina samazināties, ārsts dzird asins pulsāciju. Tad asinsspiedienu nolasa no manometra skalas. Tas ir maksimālais asinsspiediens — sistoles laikā.

Ārsts turpina izlaist gaisu no manšetes. Kad pēc skaņas izmaiņas var secināt, ka manšete vairs neierobežo asins plūsmu, atkal nolasa manometra rādījumu. Tas ir minimālais asinsspiediens — diastoles laikā.

Veseliem jauniem cilvēkiem sistoliskais spiediens ir apmēram 120 mm Hg, bet diastoliskais spiediens — apmēram 75 mm Hg. Bieži saka un raksta vienkārši — spiediens ir 120/75 mm Hg.

Asinsspiediens pieaug, ja cilvēkam ir fiziska slodze. Tas palielinās arī līdz ar gadu skaita palielināšanos, reizēm — arī sakarā ar medikamentu lietošanu vai nervu sistēmas uzbudinājumu.

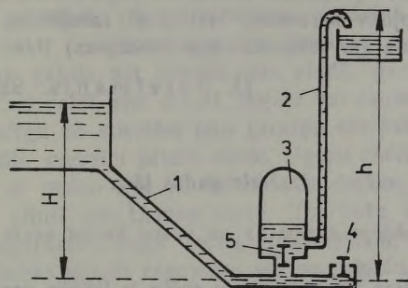
Jāpiezīmē, ka sirds muskuļa darbība izraisa daudz lielāku absolūto spiedienu. Izmēritais spiediens ir tas spiediens, kāds vajadzīgs, lai sirds varētu darboties pretī ārējam atmosfēras spiedienam, to ne tikai līdzsvarojot, bet arī pārsniedzot. Ja tā nebūtu, tad atmosfēras spiediens saspiestu asinsvadus un asinsrite nebūtu iespējama.

() **HIDRAULISKAIS TRIECIS**

Hidraulisko trieci izgudrojis Žozefs Mišels Mongolijē 1797. gadā. Tā ir automātiska ierīce, ar kuru, asprātīgi izmantojot ūdenskrituma enerģiju, izdodas ūdeni pacelt daudz augstāk, nekā tas ir ūdenskrātuvē.

Trieci var ierīkot pie avotiem, upēm, dīķiem, ja iespējams vismaz 1 m augsts ūdenskritums. Taču triecis jau sāk darboties, ja kritums ir vismaz 0,2 m.

Pirms Otrā pasaules kara Latvijā trieči «pakšēja» daudzās nokalnēs. Strādāja smaguma spēks. Par tā darbu saimnieks nemaksāja ne santīma. Triečus pareizā darba režīmā iestādīja trieču meistari.



Zīmējumā redzama trieča shēma, kas sastāv no šādiem elementiem: 1 — ūdens pievads; 2 — spiedvads; 3 — gaisa katls; 4 — triecienvārsts; 5 — spiedvārsts; h — ūdens pacelšanas augstums; H — ūdens krituma augstums pievadā.

Kā triecis darbojas?

Ūdens plūsma, iztekot caur triecienvārstu 4, pārvar tā smaguma spēku — paceļ to uz augšu un aizsit ciet. Rodas hidrauliskais trieciens, kurā krasi pieaug spiediens. Šis spiediens atver spiedvārstu 5 un dzen ūdeni gaisa katlā 3 un spiedvadā 2. Gaisa katlā trieciens spēku izlīdzina.

Kad trieciens izraisītais spiediena vilnis beidzies, spiediens samazinās, triecienvārsts 4 smaguma spēka iedarbībā noslīd uz leju. Caur to atjaunojas ūdens izplūde. Ūdens staba 2 spiediens aizver spiedvārstu 5. Cikls atkārtojas.

Lielākā daļa ūdens iztek caur triecienvārstu 4 un iet zudumā. Tomēr trieču darba ražīgums var sasniegt 5...25 m³/h. Tas atkarīgs no pievadītā ūdens krituma augstuma H un ūdens pacelšanas augstuma h .

Zemūdens fabrikas

Domu par fabriku celšanu dziļi zem ūdens ierosina tur esošais lielais spiediens. Vai nevar šim milzu spēkam, kas iet zudumā, neatnēsdams nekāda labuma, likt kalpot tehnikas vajadzībām? Pastāv taču ķīmiski procesi, kas norisinās nesalīdzināmi enerģiskāk tieši zem liela spiediena. Dažiem no tiem ir ļoti svarīga nozīme tehnikā, piemēram,



tām ķīmiskām reakcijām, kas norisinās, kad saista gaisa slāpekli nolūkā iegūt slāpekļskābi mākslīgiem mēslojumiem, vai kas notiek, kad cietu kurināmo pārvērš šķidrā. Ir dabiski domāt par šādas rūpniecības iekārtošanu jūras dibenā, lai izmantotu tur valdošo milzīgo spiedienu. — — —

Dziļūdens tvirtnēm uzkrāto gāzu glabāšanai saspīestā veidā nevajadzētu pārāk lielu izmēru.

Projekts paredz rūpnicas zemūdens daļām tādu iekārtojumu, kas neprasa apkalpojošā personāla klātbūtni: ražošanas procesu novēro un vada no krasta (ar telemehānikas līdzekļiem).

(J. Perelmanis. Saistošā fizika, II. R., 1952, 85.)

Dažreiz gadās tā...



Pārdevējs pēdējo «kripatu» uz svaru kausa nevis uzliek, bet ļauj tai krist.

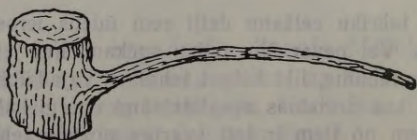
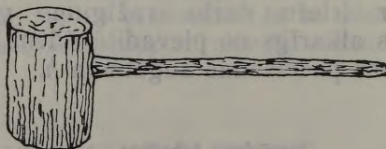
Kritiens izraisa triecienu, kura spēks ir lielāks par minētās «kripatas» smaguma spēku. Triecienā notiek mijiedarbība starp kritošo ķermeni un svaru kausu. Kausss noslīd lejup.

Pērkamā prece momentā tiek no svaru kausa noņemta. Ja sagaidītu, lai svāri apstājas, tad droši vien būtu redzams, ka preces vēl ir par maz.

Pircējam šķiet, ka viss ir kārtībā — svāri bija ne tikai līdzsvarā, bet nosvērās «viņam par labu».



Gaišās rudens un ziemas sākuma dienās, kad upes un ezeri pārklājās ar pietiekami stipru, caurspīdīgu neapsnigušu ledus kārtu, visā Latvijā izplatīts zvejas veids bija līdaku, vēdzeļu un citu zivju sišana zem ledus: gar piekrasti pa ledu ejot un ieraugot zem ledus seklumā mierīgi gulošu zivi, zvejnieks centās to apdullināt ar pirmo smago priekšmetu, kas gadījies pie rokas, — nūju, akmeni, cirvja pietu. Ar to pašu priekšmetu tiek izsists ledū caurums, lai izņemtu apdullināto zivi. Lai sitiens būtu veiksmīgs, vajadzēja trāpīt zivij virs galvas. Ūdens dziļums nedrīkstēja pārsniegt 60 cm. Visdrošākās sekmes bija tad, ja zivs gulēja tieši zem ledus.



Zivju apdullināšanai zvejnieks jau laikus sagatavoja vāli (to sauca: bungu vāle, bungvāle, knulle, knūģe, kūja, vaseris, vāza u. c.). — — — Dažreiz zivis sist gāja divatā — viens apdullināja zivis, otrs cirta āliņģus un vilka zivis ārā. Z. Ligera 1942. g. rakstīja, ka ātrākas pārvietošanās labad zvejnieks apāvis slidas vai, lai mazinātu soļu troksni, pāri apaviem uzvilcis zeķes vai auklu vizes. Aglonas apkārtnes ezeri bijuši tik bagāti zivīm, ka vēl 20. gs. pirmajos gadu desmitos zināmās to atrašanās vietās slaucījuši sniegu no ledus un dullinājuši gulētājas. Ogrē, Lēdmanes apkārtņē, līdakas situši pavasaros zem naktī uzsalušā ledus. Pa Feimaņu ezera krastmalām zivju sitēji dienā gājuši pat četratā gan rindā, gan izklaidus. Tur zivis dullinājuši arī naktī, ejot divatā, trijatā vai četratā. Viens rādījis uguni ar katlveidīgu no stieplēm pitu groziņu «čerpaku», kurā dedzināti siki saskaldīti, sveķaini priežu celmi. Uguns rādītājam uz muguras bijis maiss ar maku. Pēc A. Bilenšteina datiem, zivis naktī pie uguns gaismas situši arī Usmas ezerā. Tur ledu apgaismojuši ar priežu malkas ugunsroku, kurš dedzis virs velēnām, kas uzliktas uz ragaviņām. Zvejnieks stūmis ragaviņas sev pa priekšu.

Zivju sišana zem ledus pazīstama visām Ziemeļaustrumeiropas tautām. ..Latvijā tā vietumis tika praktizēta pat mūsu gadsimta 60. gados.

(S. Cimermanis. Kā latvietis zivis ķēris. —
Dabas un vēstures kalendārs —
1993. R., 1992, 123.—124.)

Cilvēks pārslodzē un bezsvarā



Mums, kas nekad neesam atstājuši Zemi, ir grūti pat iedomāties, kādu garīgu un fizisku piepūli prasa kosmiskais lidojums.

Vispirms cilvēkam jāiztur kosmosa kuģa nesējraķetes pacelšanās un tās izraisītās pārslodzes, vibrācijas, trokšņi utt., bet tad iestājas bezsvara stāvoklis. Kā cilvēks pārdzīvo pirmās lidojuma minūtes, stāsta kosmonauts V. Volkovs: «No apakšas, kaut kur no dziļumiem augšup celdamās, pieaug dobja rūkoņa. Ir tāds iespaids, it kā mēs sēdētu uz vulkāna krātera, kas izverd uguni un velnišķīgu enerģiju. Pēkšņi sajūtam vieglu vibrāciju, it kā raķete satrūktos. Un, lūk, ātrs rāviens iekustina šo milzeni. Lēni, tikko manāmi, bet pēc tam arvien ātrāk un ātrāk kuģis sāk celties augšup. .. Sāk pieaugt pārslodze. Mūs spiež krēslā. Vibrācija kļūst stiprāka. Mēs cenšamies noteikt tās virzienu un svārstību biežumu. Sajūta tāda, it kā brauktu pa bedrainu ceļu. Vēl viens grūdiens. Un esam jau orbītā ap Zemi. Iestājas brīdis, kad mūsos viss sagriežas, pamirst sirds. Mūs pārņem divaina sajūta. Pēkšņi kļūst brīnišķīgi viegli. Atklājam, ka viss sācis lidot. Atbrīvojamies no siksniem, ar kurām bijām piesprādzējušies pie krēsla starta laikā. Kad izlienu no tā, liekas, ka, atgrūzdamies no krēsla, sašūpoju kuģi. Šķiet, it kā es atrastos laivā, kuru šūpo viļņi. Sī sajūta izzuda tikpat ātri, kā bija radusies.» — — —

Kosmiskā raķete paceļ orbītā lielu masu. Piemēram, kuģa-pavadoņa «Vostok» kopējā masa bija 4725 kilogrami. Lai taupītu degvielu, raķete startē ar maksimālo cilvēkam panesamo paātrinājumu. Uz cilvēku tad iedarbojas liela pārslodze. Pārslodzes rādītājs ir skaitlis, kas izsaka, cik reizes kosmonauta svars dotajā raķetes starta vai nolaišanās brīdī ir lielāks par kosmonauta svaru uz Zemes (normālo svaru, kas vienāds ar cilvēka smaguma spēka moduli, L. A.). Piemēram, amerikāņu pirmajā kosmosa kuģī-pavadonī, kas 1961. gada 3. maijā tika ievadīts 184 km augstā orbītā, kosmonauts A. Šepards izjuta savu ķermeņa svaru kā piecas reizes palielinātu. — — —

..cilvēkam stāvot, vislielākajai pārslodzei pakļauta ķermeņa lejasdaļa, it īpaši kājas, ..cilvēkam sēžot, pārslodzes spēks sadalās uz ķermeņa vidusdaļu un kājām, ..cilvēkam atrodoties pusguļus stāvoklī, pārslodze darbojas virzienā no krūtīm uz muguru, tādēļ nenotiek tik krasa asiņu pārdale organismā. — — —

Kosmonauts H. Titovs pārslodzi raksturoja kā «smagumu, kas spiež ķermeni plakanu», kā sāpes zem krūškaula un vēderā; ir grūti, bet, ja pārslodze pieaug, pat neiespējami pakustināt rokas un kājas, izdarīt jebkuru kustību.

Kā ciniņties pret pārslodzi? Pirmām kārtām ļoti svarīgs ir cilvēka ķermeņa stāvoklis. Ja kosmonauts kuģī stāvēs, tad pārslodze darbošies virzienā no galvas uz kājām un asinis pārpildīs kāju asinsvadus. Visi iekšējie orgāni tieksies lejup. Tiks traucētas to funkcijas. Asins pieplūde sirdij būs apgrūtināta, samazināsies sirds pārsūknēto asiņu daudzums. Rezultātā galvas smadzenes un maņu orgāni nesapems pietiekami daudz asiņu. Parādīsies redzes traucējumi. Pārslodzei vēl vairāk pieaugot, var zust samaņa, iestāties krampji un pat nāve. — — —

Izturamās pārslodzes lielums ir atkarīgs arī no tās iedarbības laika: īsākā laika sprīdī cilvēks var panest lielāku pārslodzi. — — —

Islaicīgu bezsvara stāvoklī cilvēks iepazīst jau bērnībā. Bezsvaru (līdz 2 sekundēm ilgu) cilvēks izjūt, braucot lejup ātrgaitas liftā, šūpojoties šūpolēs, skrienot. Piemēram, nolēcot no galda, bezatbalsta stāvoklis ilgst apmēram 0,3 sekundes. Bezsvaru labi ir izjutuši augstlēcēji, daiļlēcēji, kā arī slēpotāji, lēcot no tramlīna. Augstlēcējs, pārvārot 2 m lielu augstumu, bezsvara stāvoklī atrodas nepilnu sekundi. Lēcot ar izpletni, bezsvara stāvoklis ilgst apmēram trīs sekundes.

Turpretī īsts, ilgstošs bezsvars, kas turpinās stundām, mēnešiem, pat, iespējams, gadiem, jāiztur tikai kosmiskajā lidojumā. Cilvēka organismam tas ir jauns, neparasts stāvoklis, tāpēc ka dzīvības evolūcija uz mūsu planētas ir norisinājusies Zemes gravitācijas laukā un sakarā ar to visu dzīvo organismu (gan kādreiz, gan tagad dzīvojošo) funkcionēšana ir lielā mērā atkarīga no šī spēka iedarbības. — — —

Pirmie primitīvie vienkāršas formas organismi izveidojās pirms aptuveni 3,5 miljardiem gadu. Pēc tam sekoja ilga un sarežģīta vienkāršu evolūcija un ar to dzīvības procesiem saistītā Zemes virsmas un atmosfēras pārveidošanās. Pirmie daudzšūnu organismi — mūsdienīgie daudzveidīgās augu un dzīvnieku pasaules pirmsenči — sāka veidoties krievni vēlāk, pirms apmēram 500 miljoniem gadu. — — —

Doma, ka gravitācijas spēkam ir noteikta loma dzīvo būtņu at-
tīstībā, pirmajam radās K. Ciolkovskim. — — —

Pēc viņa uzskatiem, dzīvo būtņu lielumu uz Zemes vai uz kādas
citas planētas nosaka gravitācijas spēks. Piemēram, uz Jupitera, kur
gravitācijas spēks ir 2,5 reizes lielāks nekā uz Zemes, mājotu pundu-
riši vien. Analogisku pieņēmumu par dzīvnieku izmēru atkarību no to
apdzīvotās planētas lieluma izteica 1917. gadā Dž. Tomsons. Viņš ap-
galvoja, ka gadījumā, ja Zeme palielinātos, vairums dzīvnieku pārvei-
dotos par iskājainiem rūpuļiem, kas nespētu atraut ķermeņi no gigan-
tiskās planētas, bet, gravitācijas spēkam divkārt samazinoties, dzīv-
nieki kļūtu viegli, tievi un aktīvi, turklāt patērētu daudz mazāk
enerģijas, lai pārvietotos.

Gravitācijas spēka iedarbība nav vienāda arī virs zemes un ūdenī.
Ūdenī to zināmā mērā līdzsvaro ūdens cēlējspēks. Tādēļ arī vislielākie
dzīvnieku pasaules pārstāvji ir ūdens dzīvnieki. — — —

Mēs, pieaugušie, esam pielāgojušies pastāvīgai gravitācijas spēka
ietekmei un ikdienā par to nemaz nedomājam. Vienīgi zīdains sajūt
ar gravitāciju saistītās grūtības, bet arī viņš ātri pie tā pierod. Kad
bērns ir iemācījies noturēt savu ķermeņi vertikāli, viņš pirmoreiz ir
pārvarējis gravitācijas spēku. — — —

Smaguma spēka ietekmē deformējas ne tikvien kauli, bet arī citi
orgāni un orgānu sistēmas. Piemēram, cilvēkam vertikālā stāvoklī asi-
nis un limfa, ar savu svaru spiežot uz leju, rada hidrostatisko spie-
dienu, kas izstiep, deformē asinsvadus. Viss cilvēka ķermenis, arī ske-
lets, tiek it kā saspiests, auguma garums samazinās par 1—2 cm
salīdzinājumā ar horizontālu stāvokli.

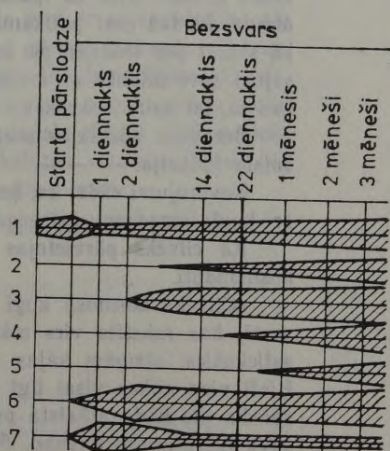
Kājas pēda ir tā kustību un balsta aparāta daļa, kura, cilvēkam
stāvot un pārvietojoties, izjūt vislielāko slodzi, tā pakļauta vislielā-
kajai deformācijai. — — —

Pēdā ir spēcīgs receptīvs (ārējos kairinājumus uztverošs, L. A.)
lauks, kas raída sīku un diferencētu informāciju galvas smadzenēm
ikreiz, kad mainās ķermeņa stāvoklis Zemes gravitācijas laukā, bet it
īpaši — noturot ķermeņa vertikālo pozu.

Bet kas notiek bezsvārā, kad pārstāj
darboties smaguma spēks?

Kā noskaidrots, ilgstoša (līdz 7 mē-
nešiem) bezsvara apstākļos cilvēka orga-
nismā rodas virkne atgriezenisku jeb
funkcionālu pārmaiņu. Šo funkcionālo
pārmaiņu galvenais cēlonis ir zaudētā
smaguma spēka un līdz ar to deformā-
cijas iedarbība uz organismu. — — —

Piezīme. Zīmējumā parādīti fizio-
lģiskie traucējumi ilgstošā bezsvara stā-
voklī: 1 — asinsrites sistēmas darbības
traucējumi; 2 — muskuļu atrofija; 3 —
ūdens un sāļu maiņas traucējumi, orga-
nisma dehidratācija (ūdens zudums);



4 — kalcija maiņas traucējumi, kaulu demineralizācija; 5 — asinsrades traucējumi; 6 — gremošanas traucējumi; 7 — vestibulārā aparāta darbības traucējumi (nelaba dūša, reiboņi). (Redakc. piezīme.)

Uz deformācijas zudumu bezsvara apstākļos visjutīgāk reaģē divas organisma sistēmas — kustību un balsta aparāts un asinsrites sistēma.

Kā zināms, Zemes gravitācijas apstākļos ir palielināts asins (arī limfas) pieplūdums ķermeņa lejasdaļā, turpretī bezsvara stāvoklī asinis vienmērīgi sadalās pa visu ķermeni un līdz ar to vairāk asiņu pieplūst galvai un krūškurvja orgāniem. Plakstiņi piepampst, seja kļūst sārta, vēnas uz kakla un pieres paplašinās. Kuģa «Sojuz 7» izmēģinātājs inženieris V. Gorbatko stāsta: «Pirms lidojuma mēs par bezsvaru zinājām itin visu, ko par to var uzzināt uz Zemes, un, protams, bijām tam sagatavoti. Bet, kad kuģis bija iegājis orbitā, viss kļuva jauns un neparasts. Es tūlīt sajutu asins pieplūdumu galvā. Sejas vaibsti izkropļojās. Saku V. Volkovam: «Palūkojies, kāds tu izskaties!» Bet viņš atbild: «Paraugies pats spogulī, esi gan skaistulis!» Es gandrīz vai varu redzēt, kā asinis atplūst no kājām — tās kļūst tievas, mazas, un skaidri apzinos, ka ar mani notiek fizioloģiskas pārmaiņas.»

Uz Zemes kaut ko līdzīgu cilvēks izjūt, gulēdams ar galvu uz leju. — — —

Bezsvara apstākļos, kad asinsrites sistēmas noslogojums strauji samazinās, pazeminās arteriālais asinsspiediens un pulss kļūst retāks. — — —

Organisms atbrīvojas no visa nevajadzīgā. Pasaulē, kurā nav smaguma spēka, cilvēkam nav vairs vajadzīgs ne tik spēcīgi attīstīts skelets, ne tādi muskuļi kā uz Zemes. Un, lūk, bezsvarā no kauliem sāk aizplūst sāļi, it īpaši kalcijs, atrofējas skeleta muskulatūra. It īpaši pazeminās tās ķermeņa muskulatūras daļas aktivitāte, kas Zemes gravitācijas apstākļos nodrošina cilvēkam noteiktu pozu.

Ķermeņa pozas noturēšanas muskuļu tonusa pavājināšanos bezsvarā cilvēks izjūt kā īpatnēju vieglumu visā ķermenī. G. Beregovojs atzina, ka tas esot patīkami tikai sākumā. Pēc tam ķermenis sākot it kā skumt pēc slodzes, pie kuras pieradis jau kopš dzimšanas: «Gribas sajust sevi saistītu ar muskuļu šķiedrām, locītavu saitēm un izstaipīties tā, lai kauli nokrakšķ.»

Bezsvara apstākļos skeletam tiek atņemta galvenā tā funkcija — balsta funkcija. — — —

Novērojumi rāda, ka, ķermenim atņemot balsta funkciju, pazeminās arī kaula smadzeņu asinsrades funkcija.

Kā cilvēks pārvietojas bezsvara stāvoklī? Atbildi uz to sniedz kosmonauti.

«Cilvēks kosmosa kuģī nevis staigā, bet peld,» savā «Dienasgrāmatā, kas rakstīta virs mākoņiem» stāsta V. Sevastjanovs. «Peldam saliekušies, staipām kājas un kaklu. Tas ir grūti, bet nepieciešami. Bieži vien nākas visai ilgi gaidīt, kamēr tevi lēnām piensies vai piespiedīs pie kāda atbalsta punkta, no kura atgrūzoties varēsi turpināt savu mērķtiecīgo kustību. Šī kustība vienmēr ir taisnvirziena līdz sa-

skarei ar citu šķērslī. Pārvietošanās lielā ātrumā nekad nav vadāma: katrā ziņā uzlidosi kaut kam virsū un atdursies. Visbīstamākā ir kustība ar muguru pa priekšu. Nav acu, kas mēra ātrumu un nosaka virzienu, nav roku, kas vienmēr var noderēt par amortizatoriem. Kājas, piemēram, kļūst par īstu mehānismu ķermeņa vadīšanai. Tās, kā izteicās mans biedrs pirmajā lidojumā Andriāns Nikolajevs, pārvēršas par divām astēm. Sākumā kustībām trūkst precizitātes. Grūti aprēķināt atspēriena spēku. Vai arī — paliec karājamies gaisā, tā arī neaizlidojis līdz nodomātajam mērķim. Vai arī — ar visu savu masu ietiecies sienā, jo masa atšķirībā no svāra nepavisam nav zudusi. Par laimi, drīz vien parādās neatkarījamā sajūta, ka proti brīvi vadīt savu «peldējumu», esi iemācījies izdarīt precīzas kustības.

Man ir visai īpatnējs suvenīrs no pirmā lidojuma — parastas vilnas zeķes. Lidojuma vissvarīgākajā brīdī es pamanīju, ka zeķes pie mazajiem pirkstiņiem pavisam cauras. Es pat nebiju ievērojis, ka kājas nepārtraukti kustējās, balstīdamās pret kabīnes sienām un mēģinādamas kaut kur aizķerties, lai noturētu ķermeni vajadzīgā stāvoklī. Rokas nemitīgi bija ar kaut ko aizņemtās. Caurumi zeķes parādījās tajās vietās, kas visu laiku pieskārs kādam atbalstam.» — — —

Lasītājs jau zina, ka bezsvāra apstākļos svāru zaudē viss, tātad arī otolīti — vestibulārā aparāta svarīga sastāvdaļa. Tādēļ bezsvāra stāvoklī cilvēkam izzūd tādas telpiskas sajūtas kā «augša», «apakša», «griesti» un «grīda» u. c. — — —

Šai sakarībā kosmonauts V. Volkovs, lidojot orbitālajā stacijā «Salūts 6», izteicās: «Lai cilvēks lidotu kosmosā cik ilgi lidodams, viņš tomēr paliec Zemes būtne: cilvēks vienmēr centīsies ieņemt tādu stāvokli, lai griesti būtu virs viņa.»

Mums, uz Zemes dzīvojošajiem, ir grūti iedomāties vertikāli novietotu gultu. Turpretī bezsvārā tā nemaz neizskatītos neparasti: šeit «vertikāle» un «horizontāle» nav atšķirīgi jēdzieni. Kad H. Titovam jautāja, kā viņš gulējis bezsvāra apstākļos, viņš atbildēja: «Patiesību sakot, es nezinu. Varbūt stāvus, bet varbūt arī gulus. Kas to lai pasaka? Starpības taču nav — bezsvārs...»

Bezsvārā cilvēks var sēdēt tikai tad, ja viņš ir piesprādzējies pie krēsla. Tādēļ galvenais nav vis krēsls, bet piesprādzējamās siksnas. Amerikāņu astronauts Č. Konrads, trešo reizi lidodams kosmosā, pārliecinājās, ka bezsvāra stāvoklī stāvēt kājās pie kuģa vadības pults ir tikpat viegli kā sēdēt piesprādzētam pie krēsla. Tādēļ viņš, projektējot kosmosa kuģi «Apollo», no Mēness kabīnes «izmeta» krēslu kā nevajadzīgu. Viņš aprobežojās tikai ar kāju fiksatoriem.

(I. B e l d a v a. Cilvēks kosmosā, R., 1983, 6.—25.)



25. ARHIMĒDA SPĒKS

Valdnieks apsolija tam, kurš nosvērs ziloni, dot tik daudz zelta, cik sver zilonis.

Pārcēlājs ievada ziloni laivā un uz laivas malas atzīmēja ūdens līmeni.

Tad ziloni izveda krastā un lūdza bērt zeltu laivā, kamēr tā iegrima līdz atzīmei. Zelta svars bija vienāds ar ziloņa svaru.

Sena austrumu leģenda

- () ARHIMĒDA LIKUMS
- () ARHIMĒDA SPĒKA FORMULAS IZRISINĀJUMS
- () ĶERMEŅA SVARS ŠĶIDRUMĀ
- () ĶERMENIS GRIMST
- () CILVĒKS NOGRIMIS GAISA OKEĀNĀ
- () VĒLREIZ PAR ĶERMEŅA NORMĀLO SVARU
- () ĶERMENIS UZPELD ŠĶIDRUMĀ VAI GĀZĒ
- () ĶERMENIS PELD AR DAĻĒJU IEGRIMI
- () ZEMŪDENE
- () KOKU PLUDINĀŠANA

- () NĀVES JŪRA
- () NOGRIMUŠU KUĢU IZCELŠANA
- () KUĢU ŪDENSLĪNIJA
- () AISBERGI
- () LĒCĒJS AR GAISA BALONU

Arhimēds (ap 287—212 pirms Kristus) ir sengrieķu matemātiķis un mehāniķis. Viņš dzimis sengrieķu pilsētvalstī Sirakūzās, kas atradās Sicīlijas salas dienvidaustrumu daļā. Senās grieķu pilsētvalsts vietā uzbūvēta tagadējā Itālijas pilsēta — Sirakūzas. Ilgu laiku Arhimēds dzīvoja Aleksandrijā, kur iepazinās ar daudziem sengrieķu zinātniekiem. Šajā sadarbībā attīstījās un izvērsās dabas dotais talants.

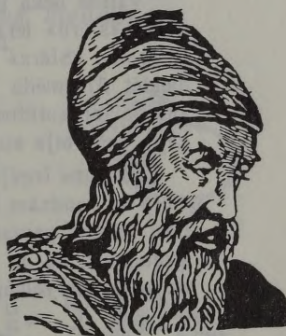
213. gadā pirms Kristus karagājienā uz Sirakūzām devās Romas konsuls Marcellus. Kā vēsta leģenda, Arhimēda izgudrotās un uzbūvētās kara mašīnas romiešus apturējušas, iedvēšot šausmas. Sākās divus gadus ilgs pilsētas aplenkums.

Pilsētu ieņemot, konsuls Marcellus esot pavēlējis saudzēt Arhimēdu. Taču veco zinātnieku nonāvējis romiešu kareivis, nepazīdams viņu. Arhimēds sēdējis un risinājis kādu uzdevumu, smiltis izveidojot zīmējumu. Kareivim pienākot, viņš izsaucies: «Neizjauciet manus riņķus!» Romas konsuls Marcellus nožēlojis sava ievērojamā pretinieka bojā eju un licis viņam uzcelt pieminekli — cilindrā ievilkto lodi. Kapa uzraksts vēstīja, ka šo ķermeņu tilpumi attiecas kā 2:3. So savu atklājumu Arhimēds esot augstu vērtējis.

Kaut gan Arhimēdam bija lieli militārie nopelni un viņš bija pasaulslavens matemātiķis un mehāniķis, tomēr Sirakūzās drīz vien viņu aizmīrsa.

No uzvarētāju romiešu viedokļa Arhimēds, kura dēļ viņi bija cietuši lielus zaudējumus, turot ilgstošā aplenkumā Sirakūzas, bija kara noziedznieks.

Arhimēda darbu pārrakstīšana un izplatīšana, pat viņa pieminēšana vairāku paaudžu laikā varēja izraisīt apsūdzību par Romai naidīgu nostāju.



Ne tikai Sirakūzās, bet arī Romā un tai pakļautajās valstīs zinātnieku apcerējumos Arhimēda vārds ilgu laiku netika minēts. Vienīgi Romas vēsturnieki, rakstot par Sirakūzu aplenkumu, izklāsta Arhimēda bojā ejas vēsturi. Visiem autoriem bija kopīga vēlēšanās — noņemt atbildību par zinātnieka nogalināšanu romiešu karavadonim Marcellum. Viņš esot jūsmojis par grieķu zinātnieku un no izlaupītās pilsētas, kuras bagātība plaši daudzina, aizvedis nevis dārglietas, bet divas Arhimēda izgatavotās «sfēras». Lielāko un pilnīgāk izveidoto «sfēru» Marcellus nodevis Tikumības templim, bet mazāko «sfēru» paturējis savam namam.

Šīs «sfēras» bija planetārija pirmsākumi — tās demonstrēja debess parādības, dienas un nakts maiņu, planētu kustību, Saules un Mēness aptumsumus, Mēness fāzes.

Arhimēds savas «sfēras» uzskatīja par ļoti nozīmīgām un tās aprakstīja grāmatā «Par debesu sfēras izgatavošanu». Šī grāmata pazīstama tikai no atsaucēm.

Vairāk nekā gadsimtu pēc Arhimēda nāves Marcellus mazmazdēla namā «sfēru» ieraudzīja romiešu rakstnieks un politiskais darbinieks Cicerons. «Sfēra» atstājusi tik lielu iespaidu, ka Cicerons nolēmis uzmeklēt Arhimēda kapu. Uzturoties Sicīlijā, viņš iegriezies arī Sirakūzās, lai apjautātos par Arhimēda kapu. Taču izrādījās, ka ļaudis viņa kapa vietu bija aizmirsuši.

Cicerons izgājis pa Sirakūzu vārtiem un atradis nezālēm aizaugušu vietu ar daudzām kapu kopiņām. Viņš ilgi klīdis starp ērkšķu krūmiem, līdz pēkšņi pamanījis krūmos nelielu kolonnu. Piegājis tuvāk, viņš ieraudzījis, ka uz tās attēlota lode un cilindrs... Dažas dzejas rindas uz kolonnas vēl bijušas salasāmas. Pārējo nodzēsis laiks...

Arhimēds darbojās dažādās matemātikas nozarēs, tālu apsteigdam savu laiku. Viņš atrada skaitli π , nosakot attiecību starp riņķa līnijas garumu un diametru. Arhimēds pirmais uzrakstīja lodes virsmas un lodes tilpuma formulas. Arī trijstūra laukuma formula, kuru sauc par Herona formulu, ir Arhimēda, nevis Herona atklājums. Arhimēds pierādīja, ka naturālo skaitļu kopa ir bezgalīga.

Daudzas viņa matemātiskās idejas noderēja par izejas punktu vēlāko matemātiķu atklājumos.

Astronomijā Arhimēds noteica Saules diska leņķisko diametru, pēc Ptolemaja priekšstatiem uzbūvēja mehānisku debess sfēru, kurā varēja redzēt debess ķermeņu kustību, Saules un Mēness aptumsumus.

Fizikā Arhimēds atklāja sviru, trišu un skrūvju likumus. Leģenda stāsta, ka zinātnieks pēc sviras likuma atklāšanas esot lepnī iesaucies: «Dodiet man atbalsta punktu, un es pacelšu zemeslodi!» Arhimēds atklājis likumu, kas nosaka, kāpēc ķermenis šķidrumā vai gāzē grimst, peld un uzpeld, ja ticis ar spēku nogremdēts.

Jebkuru fizikālu situāciju viņš pamatojis ar stingru matemātisku aprēķinu. Arhimēds ir matemātiskās fizikas pamatlicējs.

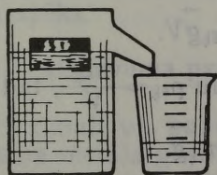
Kāda cita leģenda vēsta, ka Sirakūzu valdnieks uzdevis Arhimēdam pārbaudīt, vai zeltkalis nav noblēdījis daļu zelta, izgatavojot viņam kroni. Valdniekam bijušas aizdomas, ka nozagtā zelta vietā kronī iekausēts tikpat daudz sudraba. Reiz, mazgājoties vannā, Arhimēdam radusies ideja, ka, iegremdējot ķermeni šķidrumā, var noteikt tā blīvumu. Stāsta, ka Arhimēds sajūsmā izlēcis no vannas un izskrējis uz ielas saukdam: «Heirēka, heirēka (Atradu, atradu)!» Novēroto sakarību Arhimēds vēlāk formulēja kā fizikas likumu, kas tagad tiek saukts viņa vārdā.

() ARHIMĒDA LIKUMS

Šķidrums vai gāze uz tajā iegremdētu ķermeni iedarbojas ar vertikāli augšup vērstu spēku, kas vienāds ar izspiestā šķidruma vai gāzes smaguma spēku.

Augšup vērsto spēku sauc par *cēlējspēku* jeb par *Arhimēda spēku*.

Arhimēda spēks darbojas pretī smaguma spēkam. Ķermenis, atrodoties šķidrumā vai gāzē, kļūst it kā vieglāks, jo daļu no smaguma spēka līdzsvaro Arhimēda spēks.

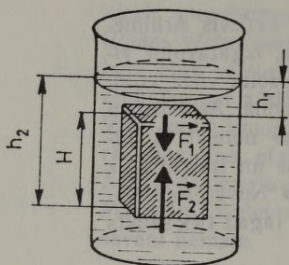


() ARHIMĒDA SPĒKA FORMULAS IZRISINĀJUMS

Iegremdējam šķidrumā taisnstūra paralēlskaldni. Tā augšējās un apakšējās skaldnes laukumu apzīmējam ar S , bet ķermeņa augstumu — ar H . Tad paralēlskaldņa tilpums

$$V = SH.$$





Lai atrastu šķidruma spiediena spēku uz paralēlskaldņa augšējo skaldni (\vec{F}_1), izmantosim spiediena formulu

$$\vec{p}_1 = \frac{\vec{F}_1}{S}$$

un formulu spiedienam šķidruma iekšienē

$$\vec{p}_1 = \rho_{\text{šķ}} g h_1.$$

Apvienojot abas šīs formulas, dabūjam

$$\vec{F}_1 = \rho_{\text{šķ}} g h_1 S.$$

Līdzīgi atrodam šķidruma spiediena spēku uz paralēlskaldņa apakšējo skaldni:

$$\vec{F}_2 = \rho_{\text{šķ}} g h_2 S.$$

Šis spēks darbojas vertikāli uz augšu, kā to nosaka Pas-kāla likums.

Izsakām abu spiediena spēku \vec{F}_2 un \vec{F}_1 starpību:

$$\vec{F}_2 - \vec{F}_1 = \rho_{\text{šķ}} g h_2 S - \rho_{\text{šķ}} g h_1 S = \rho_{\text{šķ}} g S (h_2 - h_1).$$

Tā kā šķidruma stabu augstumu starpība $h_2 - h_1 = H$, tad spiediena spēku starpība

$$\vec{F}_2 - \vec{F}_1 = \rho_{\text{šķ}} g S H.$$

Zinot, ka $SH = V$, iegūstam

$$\vec{F}_2 - \vec{F}_1 = \rho_{\text{šķ}} g V.$$

Ja ievietojam blīvuma formulu $\rho_{\text{šķ}} = \frac{m_{\text{šķ}}}{V}$, tad

$$\vec{F}_2 - \vec{F}_1 = m_{\text{šķ}} g.$$

Ko esam ieguvuši?

Iegūtās formulas labā pusē izsaka izspiestā šķidruma smaguma spēku. Formulas kreisajā pusē esošo spiediena spēku starpību var apzīmēt ar $\vec{\Delta F}_{\text{sp}}$. Šī starpība ir Arhi-

mēda spēks \vec{F}_{Arh} , kas uz iegremdēto ķermeni darbojas vertikāli uz augšu. Tad Arhimēda spēka galīgā formula ir

$$\vec{F}_{\text{Arh}} = m_{\text{šķ}} g.$$

Te redzams, ka Arhimēda likuma (spēka) formula pilnīgi atbilst vārdiskajam formulējumam.

Risinot uzdevumus, bieži ir ērtāk Arhimēda spēka formulā šķidruma masas vietā lietot reizinājumu $\rho_{\text{šķ}} V$. Tad Arhimēda spēka formula ir šāda:

$$\vec{F}_{\text{Arh}} = \rho_{\text{šķ}} V \vec{g}.$$

Gāzēm Arhimēda spēka formula ir tāda pati.

Formulas matemātiskajam izrisinājumam izmantojām vienkāršas formas ķermeņi. Tāds pats rezultāts būs ar jebkuras formas ķermeņi, tikai tad būs jālieto augstākās matemātikas metodes.



Ja ķermenis pilnīgi iegremdēts šķidrumā vai gāzē, tad tilpums V «nepieder» tikai šim ķermenim vien.

Tāds pats tilpums ir arī izspiestajam šķidrumam vai gāzei, kuras vietā tagad atrodas ķermenis.

Tas jāievēro, risinot uzdevumus.

Uzdevumos būs arī

«divas masas un divi blīvumi».

Dodiet tiem, lūdzu,

katram savu indeksu!

() ĶERMEŅA SVARS ŠĶIDRUMĀ

Iekariet dinamometrā, piemēram, lielu dzelzs skrūvi! Iegremdējiet skrūvi traukā ar ūdeni tā, lai skrūve būtu pilnīgi zem ūdens! Atcerieties, ka ķermeņa svars ir spēks, ar kādu tas nostiepj saiti! Soreiz «saite» ir dinamometra atspere.

Vai ievērojāt, ka skrūve ūdenī «kļuvusi vieglāka»? Skrūves svaru «samazinājis» Arhimēda spēks.

Uzdevuma paraugs

Ņemiet zīmuli un papīru! Risināsim.

Nezināma metāla gabals gaisā sver 3,2 N, bet ūdenī tā svars ir 2,7 N. Aprēķināt šī metāla blīvumu. Abos gadījumos metāla gabals piekārts dinamometram, kas rāda tā svaru.

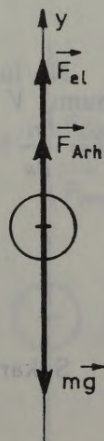
Uzdevuma fizikālais saturs

Metāla gabala apkārtne:

1) Zeme, tāldarbība. $mg = F;$ (1)

2) ūdens, tuvdarbība. $F_{\text{Arh}} = F';$ (2)

3) saite, tuvdarbība. $F_{\text{el}} = F_{\text{sast.}}$ (3)



$$(\vec{m}\vec{g})_y = -mg$$

$$(\vec{F}_{\text{el}})_y = F_{\text{el}}$$

$$(\vec{F}_{\text{Arh}})_y = F_{\text{Arh}}$$

Ķermeņa svars gaisā tiek pieņemts vienāds (pēc moduļa) ar ķermeņa smaguma

spēku, jo ķermeņa izspiestā gaisa smaguma spēks (Arhimēda spēks) ir visai niecīgs un tādēļ ķermeņa svaru samazina neievērojami. Tāpēc $mg = 3,2 \text{ N}$.

Taču ūdens izraisītais Arhimēda spēks ir vērā ņemams. Tas ķermeņa svaru, t. i., saites, kurā ķermenis piekārts, sastiepuma spēku jūtami samazina. Sakarība (3) norāda nezināmā metāla gabala svaru ūdenī: $F_{el} = F_{sast} = 2,7 \text{ N}$.

Zīmējumā, kā vienmēr, attēloti tikai apkārtnes spēki: smaguma spēks (metāla gabala svars gaisā) mg , Arhimēda spēks \vec{F}_{Arh} un saites elastības spēks \vec{F}_{el} .

Spēku projekciju vienādojums pa y asi:

$$-mg + F_{Arh} + F_{el} = 0 \text{ (1. Ņūtona likuma situācija)}. \quad (4)$$

Risinājums

$\rho_x = ?$

$$\begin{aligned} mg &= 3,2 \text{ N} \\ F_{sast} &= 2,7 \text{ N} \\ \rho_{\text{ūd}} &= 1 \cdot 10^3 \text{ kg/m}^3 \\ g &= 10 \text{ m/s}^2 \end{aligned}$$

Nezināmā metāla blīvums

$$\rho_x = \frac{m}{V}. \quad (5)$$

Arhimēda spēks

$$F_{Arh} = \rho_{\text{ūd}} V g. \quad (6)$$

Ievietojam formulas (6) un (3) spēku projekciju vienādojumā (4):

$$-mg + \rho_{\text{ūd}} V g + F_{sast} = 0. \quad (7)$$

No formulas (5) izsakām nezināmā metāla gabala tilpumu V un, ievērojot «pūces sacīto», iegūto izteiksmi

$$V = \frac{m}{\rho_x} \text{ ievietojam vienādojumā (7):}$$

$$-mg + \rho_{\text{ūd}} \frac{m}{\rho_x} g + F_{sast} = 0;$$

$$-mg + \frac{\rho_{\text{ūd}} m g}{\rho_x} + F_{sast} = 0. \quad (8)$$

Sakarībā (8) vienādojam saucējus un izrisinām ρ_x :

$$-\rho_x m g + \rho_{\text{ūd}} m g + \rho_x F_{sast} = 0;$$

$$-\rho_x m g + \rho_x F_{sast} = -\rho_{\text{ūd}} m g;$$

$$\rho_x (F_{sast} - m g) = -\rho_{\text{ūd}} m g;$$

$$\rho_x = \frac{\rho_{\text{ūd}} m g}{m g - F_{sast}}.$$

Vienības pārbaude

$$[\rho_x] = \frac{\frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \cdot \text{N}}{\text{N} - \text{N}} = \frac{\frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \cdot \text{N}}{\text{N}} = \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}.$$

Skaitļojums

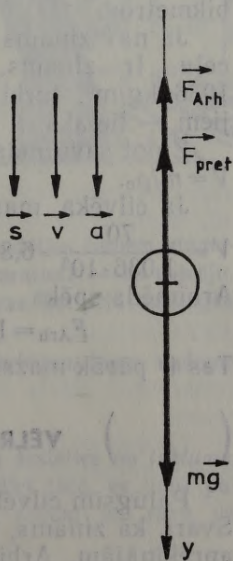
$$\rho_x = \frac{3,2 \cdot 1 \cdot 10^3}{3,2 - 2,7} = \underline{\underline{6,4 \cdot 10^3 \text{ kg/m}^3}}.$$

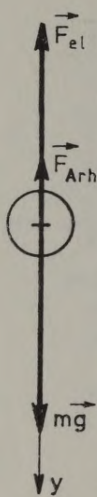
Risinājumā izmantojām tos pašus paņēmienus, kurus lietojām uzdevumos par Ņūtona likumiem. Arī te ir 1. un 2. Ņūtona likumu situācijas. Klāt nācis līdz šim nebijis spēks — Arhimēda spēks.

() KĒRMENIS GRIMST

Kermenis grimst šķidrumā vai gāzē, ja Arhimēda spēks, «sadarbojoties» ar kustības pretestības spēkiem, tomēr nespēj līdzsvarot smaguma spēku. Izveidojas 2. Ņūtona likuma situācija, kuru attēlo spēku projekciju vienādojums

$$mg - F_{\text{Arh}} - F_{\text{pret}} = ma.$$





Ķermenis grimst, kamēr atduras pret kādu šķērslī, kas parasti ir ūdenskrātuves vai trauka dibens. Šajā situācijā Arhimēda spēks darbojas vienā virzienā ar šķēršļa elastības spēku. Tie abi kopā līdzsvaro smaguma spēku. Situācija atbilst 1. Ņūtona likumam:

$$mg - F_{\text{Arh}} - F_{\text{el}} = 0.$$

Te jāpiezīmē, ka mijiedarbībā ar trauka dibenu izpaužas sakarība, kas izsaka šķidrumā vai gāzē nogrimuša ķermeņa svaru:

$$P = F_{\text{sp}} = F_{\text{el}}.$$

() CILVĒKS NOGRIMIS GAISA OKEĀNĀ

Kāpēc tā noticis? Cilvēka smaguma spēks ir pārāk liels, lai Arhimēda spēks gaisā to spētu līdzsvarot. Dzīvojot uz Zemes, cilvēks tikai tad spēj līdzsvarot smaguma spēku, ja pret kaut ko atbalstās vai arī turas pie kādas saites.

Mēģināsim noskaidrot, cik liels ir Arhimēda spēks, ko cilvēks saņem no gaisa. Gaisa blīvums ρ_g Zemes tuvumā ir $1,29 \text{ kg/m}^3$. Arhimēda spēku izsaka ar tilpumu un blīvumu šādi: $F_{\text{Arh}} = \rho_g V g$.

Atceramies, ko «teica pūce»: izspiestā gaisa tilpums ir tikpat liels kā cilvēka tilpums.

Vai jums izdevās noteikt savu tilpumu? Par to bija runa tematā «Tilpums».

Ja cilvēka ķermeņa tilpums ir zināms, tad Arhimēda spēka aprēķins ir vienkāršs. Tilpumam jābūt izteiktam kubikmetros.

Ja nav zināms cilvēka tilpums, mēģināsim iet aplinkus ceļu. Ir zināms, ka cilvēka vidējais blīvums ρ_c ir 1036 kg/m^3 , turklāt tuklākajiem tas ir mazāks, kalsnējiem — lielāks.

Zinot savu masu m , varam aprēķināt ķermeņa tilpumu: $V = m/\rho_c$.

Ja cilvēka masa, piemēram, 70 kg , tad viņa tilpums $V = \frac{70}{1,036 \cdot 10^3} = 6,8 \cdot 10^{-2} \text{ m}^3$. Uz šo cilvēku gaisā darbojas Arhimēda spēks

$$F_{\text{Arh}} = 1,29 \cdot 6,8 \cdot 10^{-2} \cdot 10 = 8,8 \cdot 10^{-1} \text{ N}.$$

Tas ir pārāk mazs!

() VĒLREIZ PAR ĶERMEŅA NORMĀLO SVARU

Palūgsim cilvēku, kura masa 70 kg , uzkāpt uz svāriem. Svāri, kā zināms, ir ierīce masas noteikšanai. Kā mēs jau aprēķinājām, Arhimēda spēks samazina šī cilvēka spie-

diena spēku uz svariem par $8,8 \cdot 10^{-1}$ N. Izsakot to procentos, dabūjam

$$\frac{8,8 \cdot 10^{-2}}{7 \cdot 10^2} = 1,3 \cdot 10^{-4} \cdot 100\% = 0,013\%.$$

Par tādu daļu Arhimēda spēks ir samazinājies cilvēka normālo svaru.

Pārāk tukls cilvēks gribējis novājēt. Viņa paziņam bijusi brīnišķīga recepte, kas spēja resnus cilvēkus atbrīvot no liekā svara. Resnis dabūjis šo recepti un iedzēris zāles... Tas ir sākums angļu rakstnieka Herberta Velsa (1866—1946) stāstam par Paikraftu (tā sauca resni).

Paikrafta paziņa ieradies ciemos — un, lūk, kādi pārsteigumi viņu sagaidījuši:

«Durvis ilgi neatvērās. Es dzirdēju, kā apgriezās atslēga, tad Paikrafta balss sacīja:

— Nāciet iekšā!

Es nospiedu rokturi un atvēru durvis. Protams, es sagaidīju, ka ieraudzīšu Paikraftu.

Bet, vai jūs zināt — viņa nebija. Kabinets bija nekārtībā: šķīvji un bļodas stāvēja starp grāmatām un rakstāmpiederumiem, daži krēsli bija apgāzti, bet Paikrafta nebija...

— Es esmu šeit, vecais! Aizveriet durvis, — viņš sacīja.

Un tad es viņu atradu. Viņš atradās pie pašiem griestiem stūrī pie durvīm, it kā kāds būtu viņu tur pielīmējis. Seja viņam bija dūsmīga un baiļu pilna.

— Ja kaut kas paies vaļā, tad jūs, Paikraft, nokritīsiet un lauzīsiet sev sprandu, — es sacīju.

— Es būtu priecīgs, ja tas notiktu, — viņš piezīmēja.

— Cilvēkam jūsu gados un ar jūsu svaru nodoties šādiem vingrinājumiem... Bet kā jūs, velns lai parauj, tur turaties? — es vaicāju.

Un pēkšņi es ieraudzīju, ka viņš nemaz neturas, bet peld tur augšā kā pūslis, kas piepūsts ar gāzi. — — —

— Šīs zāles, — viņš elsa, — bija pārāk iedarbīgas. Svara zudums tikpat kā absolūts.

Tad es visu sapratu.

— Paikraft! — es teicu. — Jums vajadzēja ārstēties no tukluma, bet jūs to vienmēr saucāt par svaru... Pagaidiet taču, es jums palīdzēšu, — teicu es, saņēmu nelaimīgo aiz rokām un rāvu uz leju. — — —



— Viens ir skaidrs, — es sacīju, — un, proti, tas, kas jums nav jādara. Piemēram, ja jums ienāks prātā iziet no mājām, jūs pacelsities aizvien augstāk un augstāk... — — —

Es pavadīju viņa dzīvoklī veselās divas dienas. Lietojot svārpstu un veseri, es ierīkoju viņam dažādas asprātīgas ierīces: izvilku stiepli, lai viņš varētu aizsniegt zvanus, utt.

Es sēdēju pie kamīna, bet viņš karājās savā iemīļotā stūrī, piesīzdams pie griestiem turku tepīki, kad man galvā iešāvās doma:

— Klau, Paikraft! — es izsaucos. — Viss tas ir pilnīgi lieks! Svina odere zem apģērba, un lieta ir darīta!» — — —

Pirmajā acu uzmetienā liekas, ka viss tas saskan ar fizikas likumiem. Tomēr nevar atstāt bez iebildumiem dažus stāstā minētos sīkumus. Svarīgākais iebildums ir tas, ka resnis pēc sava svara zaudēšanas tomēr nebūtu pacēlies līdz griestiem. — — —

Mēs sveram apmēram 60 kg (mūsu masa 60 kg, L. A.), ūdens līdzīgā tilpumā — apmēram tikpat daudz, bet gaiss, kas aizņem tilpumu, vienādu ar mūsu ķermeņa tilpumu, sver 80 g. Cik smags arī bija misters Paikrafts, vairāk par 100 kg viņš nez vai svēra un tātad nevarēja izspiest vairāk par 130 g. Vai patiešām uzvalks, apavi, pulkstenis, kabatas portfelis un viss pārējais, kas bija Paikraftam mugurā, svēra ne vairāk par 130 g? Zināms, ka vairāk!

(J. Perelmanis. Saistošā fizika, I. R., 1950, 91.—83.)

NO
GINEŠA
REKORDU
GRĀMATĀJ

No 1983. gada 1. septembra līdz 15. oktobrim Fricis Vēbers pa Mainas upi Vācijā ar peldslēpēm nogāja vairāk nekā 575 km, veicot attālumu starp Baireitas un Maincas pilsētām.

() ĶERMENIS UZPELD ŠĶIDRUMĀ VAI GĀZĒ

Ķermenim atrodoties šķidrumā vai gāzē, retu reizi ir līdzsvars starp Arhimēda spēku un ķermeņa smaguma spēku. Ķermeņa grimšanu šķidrumā vai gāzē mēs jau iepriekš aplūkojām. Tagad izpētīsim situāciju, kad ķermenis uzpeld Arhimēda spēka dēļ.

Ja ķermeņa smaguma spēka modulis ir mazāks par Arhimēda spēka moduli, tad izveidojas 2. Ņūtona likuma situācija: ķermenis, vaļā palaists, sāk uzpeldēt, iegūdamas paātrinājumu virzienā uz augšu.

Lai ķermenis šķidrumā vai gāzē uzpeldētu, tā vidējam blīvumam jābūt mazākam par šķidruma vai gāzes blīvumu.

To var redzēt, ja salīdzina ķermeņa smaguma spēka un Arhimēda spēka modulius:

$$F_{\text{Arh}} > mg;$$
$$\rho_{\text{šķ}} Vg > \rho_{\text{k}} Vg.$$

Saisinot ar Vg , dabūjam

$$\rho_{\text{šķ}} > \rho_{\text{k}}.$$

Atcerēsīmies «pūces teikto», ka iegremdētā ķermeņa tilpums ir tikpat liels, cik izspiestā šķidruma vai gāzes tilpums. Tāpēc abās pusēs tilpumus V var saīsināt.

Blīvumu nevienādība vēl nenozīmē to, ka uzpeldošs ķermenis nevar būt izgatavots no vielas, kurai blīvums lielāks par šķidruma vai gāzes blīvumu. Ja, piemēram, dzelzs lodes vai slēgtas kastes — pontona iekšienē ir gaiss, tad šāda ķermeņa *vidējais blīvums* ir mazāks par ūdens blīvumu.

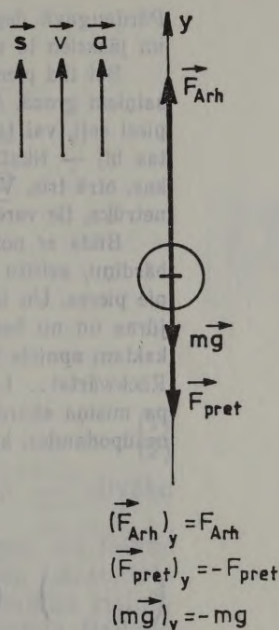
Taču homogēnam jeb viendabīgam ķermenim jebkuras tā daļas blīvumam jābūt mazākam par šķidruma vai gāzes blīvumu. Tikai tad, atstājot ķermeni Arhimēda spēka un smaguma spēka «ziņā», tas uzpeldēs. Tā notiek, ja, piemēram, koka gabalu ieliek ūdenī un palaiž zem ūdens vaļā.

Šķidrumā uzpeldošs ķermenis nonāk virspusē un «apstājas», saglabājot daļēju iegrimi. Daļa no ķermeņa tilpuma tagad ir ārpus šķidruma un Arhimēda spēka lielumu vairs neietekmē. Taču tas ķermeņa daļas tilpums, kurš palicis šķidrumā, ir tieši tik liels, lai izspiestā šķidruma smaguma spēks būtu vienāds ar ķermeņa smaguma spēku. Iestājas 1. Ņūtona likuma situācija — ķermenis, daļēji iegrimis, šķidrumā peld.

Pēdējā laikā kļūst populāri ceļojumi ar gaisa baloniem. Balona tilpums, no pirmā acu uzmetiena, šķiet milzīgs. Tā vajag, lai būtu 2. Ņūtona likuma situācija — Arhimēda spēka modulis lielāks par balona smaguma spēka moduli.

Daugavmalā tāds juceklis, ka neko tur nevarēja saprast. Lielie kuģi stāvēja rindām, no pontonu tilta līdz dzelzstiltam sablīvējušies lieli un mazi velkoņi, viens stiepa liellaivu pa pašu Daugavas vidu. Patlaban atirās no krasta prāvs zils, pasažieriem un mantām pieblīvēts tvaikonis ar baltu uzrakstu: Dahlen — tas aplieca likumu un brauca pa tilta stabu starpu pret straumi. Šķērsu pāri kūlās plati kuģīši lieliem riteņiem sānos, pa vidu slidēja zemi un strupī kā raudas, braucēju galvas zem brezenta uzjuma likās kā taisni no ūdenī izbāztas.

Piestātņu mājeļu, lielu un mazu, vesels jūklis, no tiem krieviskajiem uzrakstiem nekādu skaidrību nevarēja dabūt, Ošu Andreja stāstījums arī neko daudz nelīdzēja. Laužu te kā skudru pūzni, bet arī tikpat steidzīgi, šķitās, apturēt būtu tikpat kā aizkavēt kādu, kam



Pārdaugavā dega māja, vai atkal kādu, kam bērns iekritis Daugavā un jāskrien to vilkt laukā. — — —

Bet tad pienāca apaļa žirgta sieviņa ar skaisti nomazgātu burkānu saiņiem grozā. Āgenskalna stēkus viņiem vajadzēja? Bet tas tak tepat, pieci soļi, vai tad tie nemaz nemācēja paskatīties? — — — Tapat jau tas bij — tikai biļete papriekš jānopērk. Pirmajā klasē piecas kapeikas, otrā trīs. Viņa vienmēr brauca otrajā, bet lauciniekiem jau naudas netrūka, tie varēja par pieci... — — —

Būdā ar nolaistiem stikliem iesēdās kapteinis, neliels vīrs apcirptu bārdiņu, zeltītu cepures loku un milzīgu zelta enkuru zelta vainagā pie pieres. Un izskatījās tāds, kas savā laikā apbraucis visas pasaules jūras un nu bezgala garlaikojas šajā nicināmā Daugavas peļķē, līdz kaklam apnicis tos, kas te jāved pāri no vienas un no otras puses... Rückwärts!.. Langsam!.. Vorwärts!.. Volle Kraft!.. viņš dārdināja pa misiņa skārda cauruli lejā. Lielos riteņus blūkšinādams un nemaz nešūpodamies, kuģis brauca Daugavai iešķērsām pāri.

(A. Upīts. Zaļā zeme. R., 1948, 758.—760.)

() ĶERMENIS PELD AR DAĻĒJU IEGRIMI

Peldoša ķermeņa zemūdens daļas tilpums izspiež noteiktu ūdens daudzumu, kura radītais Arhimēda spēks līdzsvaro peldošā ķermeņa smaguma spēku. Ja peldošā ķermeņa smaguma spēks palielinās, tad ķermenis iegrimst dziļāk. Palielinās izspiestā ūdens daudzuma smaguma spēks un tāpat arī Arhimēda spēks. Tā notiek, ja kuģis «uzņem kravu». Arī tad, ja kravu uzkrāj plostam vai iekrauj laivā.



Uzdevuma paraugs

Laivas tilpums 1 m^3 , masa 80 kg. Cik cilvēku vienlaikus var pārvadāt ar šo laivu, pieņemot, ka viena cilvēka masa vidēji ir 70 kg un laivas pieļaujamā ieegrime ir 70% no tās tilpuma?





Uzdevuma fizikālais saturs

Laivas apkārtne:

1) Zeme, tāldarbība. $m_l g + n m_c g = F_{sm};$ (1)

2) ūdens, tuvdarbība. $F_{Arh} = F'.$ (2)

Sakarība (1) ietver meklējamo lielumu — cilvēku skaitu n .

Sakarība (2) izsaka vienādību starp ūdens un laivas mijiedarbības spēku moduļiem. F' ir laivas izraisītais spiediena spēks uz ūdeni. Sakarība (2) uzdevuma risināšanā nav vajadzīga, tā raksturo tikai uzdevuma fizikālo saturu.

Spēku projekciju vienādojums pa y asi:

$$-m_l g - n m_c g + F_{Arh} = 0 \text{ (1. Ņūtona likuma situācija).} \quad (3)$$

Risinājums

$n = ?$

$$F_{Arh} = \rho_{\text{ūd}} V g. \quad (4)$$

$m_c = 70 \text{ kg}$
 $m_l = 80 \text{ kg}$
 $V = 0,7 \text{ m}^3$
 $\rho_{\text{ūd}} = 1 \cdot 10^3 \text{ kg/m}^3$

Formulu (4) ievieojam vienādojumā (3) un izsakām cilvēku skaitu:

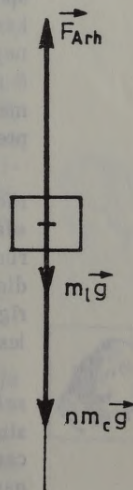
$$n = \frac{\rho_{\text{ūd}} V g - m_l g}{m_c g}$$

Sāisinot ar g , dabūjam

$$n = \frac{\rho_{\text{ūd}} V - m_l}{m_c}$$

Vienības pārbaude

$$[n] = \frac{\frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \cdot \text{m}^3 - \text{kg}}{\text{kg}} = \frac{\text{kg} - \text{kg}}{\text{kg}} = \frac{\text{kg}}{\text{kg}} = 1.$$



Skaitļojums

$$n = \frac{1 \cdot 10^3 \cdot 10^{-1} \cdot 7 - 80}{70} = \frac{700 - 80}{70} = \underline{8}.$$



Ceturtajā dienā pēc stāšanās flotes priekšgalā Čerčils uzdod admiralitātes štābam izstrādāt plānu par *izlaušanos uz Baltijas jūru* (8. IX 39.). — — —

Pēc slepenām apspriedēm ar dažiem lietpratējiem un kara kabineta locekļiem Čerčils 12. septembrī par šo operāciju uzraksta memorandu, ko iesniedz piekritīgiem štābiem un iestādēm. Memorands paredz speciāli apbruņot lielu kara flotes eskadru, kam jāizkaro ieeja Baltijas jūrā. — — —

Tā ir liela flote, kuras galvenais kodols un mugurkauls ir lieli angļu kaujas kuģi. To kaujas iedarbības spēkam vāciešiem nav nekā līdzīga, ko stādīt pretim. Bet šim plānam ir divas lielas grūtības: 1) kā šos lielos un *dziļi peldošos* (pasvītrojums mans, L. A.) okeāna kaujas kuģus iedabūt Baltijas jūrā? Šaurumi, caur kuriem tiem jābrauc cauri, ir tam daudz par seklu un 2) kā tos nosargāt no vācu gaisa flotes uzbrukumiem, kas vienīgie varētu kļūt angļu eskadrai bīstami. Šajā ziņā ir plāns apbruņot šo eskadru, it sevišķi lielos kaujas kuģus, ar tik biežām jumta bruņu plātēm, kurām lidmašīnu bumbas nevar kaitēt.

Bet kā šos milzīgos kaujas kuģus, uz kuriem katra ir tik daudz kara jūrnieku, kā visā Dobelē vai Talsos iedzīvotāju, dabūt pāri sekļajiem šaurumiem uz Baltijas jūru? Ja tas izdodas, tad tas vien jau ir pārsteigums un panika pretinieka lēģerī. Čerčils kopā ar speciālistiem izstrādā asprātīgu plānu, kas līdz šim uzskatāms par vienreizīgu flotes operāciju vēsturē. Pēc tā operāciju kuģiem dokos piemontē speciālas plates, kas ostās pārvēršamas par baseiniem, un tie tad lielo kaujas kuģu dziļpeldi paseklina par 2,70 m. Tas kuģiem gan piedod neparastu 42 m platumu, bet tie var izbraukt jūras šaurumus tikai ar 8 m dziļpeldi, pēc tam no baseiniem atbrīvoties un pieņemt atkal normālu dziļpeldi, pie kam piebūvētās plates rada arī sevišķu aizsardzību pret torpēdām. — — —

Nolūks, kādam Čerčils šo, pēc svarīguma pirmo lielo flotes operāciju plānojis un sagatavojis, izteikts viņa 12. IX 39. g. memorandā: «Ja mums izdodas iegūt virskundzību Baltijas jūrā, mēs apturēsim rūdas, citu izejvielu un pārtikas līdzekļu sūtīšanu uz Vāciju no Skandināvijas. Iespējams, ka mūsu flotes parādīšanās Baltijas jūrā izšķirīgi iespaidos Skandināvijas valstu nostāju un tās varbūt ierosinās iestāties karā mūsu pusē.» — — —

Bet galvenā Čerčila doma tomēr ir tā, ka «ar to būtu atjaunoti sakari ar Krieviju, kas varētu izšķirīgi iespaidot Padomijas politiku un stratēģiju». Tāpēc Čerčils šim plānam dod paroli «Katrīna», pēc krievu cienes Katrīnas Lielās vārda, jo «Krievija bija manu apsvērumu pamatā». — — —

Kāpēc angļu flote Baltijas jūrā neiebrauca? 1940. g. 6. janvārī Čerčils flotes virspavēlniekam admirālim Poundam raksta, ka viņš sāk pārliecināties, ka «Katrīnas» operāciju 1940. g. nevarēs realizēt, jo zviedru kūdras raktuvju sagrābšanai un noturēšanai jūras flote nav izšķirīga. Tomēr operācijas sagatavošanas darbi jāturpina ar piepūli, bet jānogaida, kā notikumi atrisināsies. 15. I 40. Čerčils pirmajam jūras lordam raksta par imesliem, kamdēļ šajā gadā nevarēs realizēt «Katrīnas» operāciju: «Mums vēl nav pilnīgi izdevies zemūdenes un mazos vācu bruņu kuģus turēt šahā, tāpēc daudzos «Katrīnas» operācijai vajadzīgos mazākos kuģus mēs nevaram atvietot... Arī politiskais stāvoklis Baltijas jūras telpā tā sajaukts kā nekad... Ļoti var būt, ka karš turpināsies vēl 1941. gadā, un neviens nevar teikt, vai tad nerodas kāda izdevība.» Čerčils vēlas, lai sagatavošanas darbus «Katrīnas» operācijai turpina.

Bet 1940. g. pavasarī Hitlera rokās krīt Dānija, Holande, Norvēģija. Tas «Katrīnas» operāciju padara daudz neiespējamāku. Ciņu izraisījums lielajās frontēs Čerčilu no flotes ministra padara par impērijas līderi un visas aizsardzības koordinātoru. Francijas kauja un tās zaudējums arī jūras kara lauku pievelk tuvāk britu salām. Angļi to vairs nevar meklēt tālajā un grūti pieejamajā Baltijas jūrā pie Stecīnas, Liepājas vai Ventspils.

(Z. U n ā m s. Neatkarības saulrietā. —
Lauku Avīze, 1993, 8. janv.; 1993, 15. janv.)

() ZEMŪDENE

Zemūdene ir kuģis, kas var peldēt arī zem ūdens līdz 500 m dziļumā. Starp zemūdenes iekšējo un ārējo korpusu ir balasta cisternas. Ja tās piepilda ar ūdeni, tad zemūdene ienirst. Ja no tām ar saspiestu gaisu ūdeni izpūš, tad zemūdene uzpeld.

Ar kamerās esošo ūdens daudzumu panāk, ka zemūdenes vidējais blīvums kļūst vienāds ar ūdens blīvumu. Tad, kā jau iepriekš sacīts, Arhimēda spēks pilnīgi līdzsvaro smaguma spēku — zemūdene var atrasties jebkurā dziļumā. Uzpeldēt augstāk vai iegrimt dziļāk palīdz horizontāla stūre. Dziļumā zemūdene pārvietojas ar elektriskajiem dzinējiem, kurus baro akumulatori.

Lamanša pārpeldētāji

Lamanša jūras šaurumu jeb Lamanša kanālu, kas šķir Angliju no Francijas, pirmais pārpeldēja angļu kuģa kapteinis Metjū Vebs. Šis vēsturiskais peldējums notika 1875. gada augustā. 20,5 jūdžu atālumu viņš veica 22 stundās. Tas bija kapteiņa otrais mēģinājums. Pirmais mēģinājums bija neveiksmīgs.



Kopš tā laika dažādu valstu drošminieki vairāk nekā 3000 reizes centušies pārpeldēt Lamanšu, bet tikai apmēram 300 peldējumi bijuši sekmīgi. Ir nodibināta Lamanša pārpeldētāju asociācija. Katrs, kurš grib, lai viņa rezultāts tiktu ierakstīts Lamanša pārpeldēšanas vēsturē, iestājas šai asociācijā, samaksādams prāvu summu. Toties šāds asociācijas biedrs drīkst peldēt komfortablos apstākļos: viņu pavada motorlaivas ar atspirdzinājumiem un akvalangistiem, peldējumu fiksē uz videolentes. Tāpēc peldējumu laikā jau labi sen nav bijis neviena traģiska notikuma. Pēdējais atgadījās 1953. gadā, kad anglis Teds Rejs atteicās no jebkādas pavadīšanas. Pirmajā mēģinājumā viņam laimējās: kad distances vidū Teds sāka grimt, viņu uzņēma garāmbraucošs kuģis. Otrajā peldējumā šāda laime viņam vairs neuzsmaidīja...

Lamanša pārpeldēšanas rekordists ir Ipsvičas pilsētas ārsts — dietologs Maiks Rids: viņš šo ūdens maratonu pārvarējis 22 reizes! Anglis Mervins Šarps kļuva slavens ar to, ka astoņas reizes pārpeldējis Lamanšu un ceļā lietojis sviestmaizes ar gaļu, kuras pirms ēšanas samērcējis jūras ūdenī...

() KOKU PLUDINĀŠANA

Ja koksnes blīvums mazāks nekā ūdens blīvums, tad kokmateriālus var pārvietot pa ūdeni — pludināt.

Koku pludināšanu cilvēki izmantoja jau senenos laikos.

Kopš Rīga izveidojusies par ostas pilsētu, tur pa Daugavu un Gauju saplūda ploti ar kokmateriāliem eksportam: mastu priedes burinieku laikos un citi koki. Ar ozolu ir problēma. Tikko cirstam ozolam blīvums ir 1020 kg/m³. Tādu pludināt nevar — nogrims. Apzuvuša ozola koksnes blīvums ir ap 700 kg/m³. Taču, atrodoties ilgstoši ūdenī, ozola koksne atkal piesūcas ar ūdeni un var nogrimt. Tādus ienirušus ozola klučus kā zemūdeni var pārvietot zem ūdens — kur noliek, tur arī paliek. Lai iegūtu «melno ozolu», tišuprāt liek koksnei atrasties ūdenī. Tādā veidā iegūst izcilu materiālu mēbelēm.



Par plostniekiem un strūgu strādniekiem parasti līga Daugavas apkārtnes zemniekus, sevišķi no Vitebskas guberņas, tāpat tuvējo pilsetiņu un miestu iedzīvotājus, kam bieži vien šī nodarbošanās deva vienīgo peļņas iespēju, kaut arī visai niecīgu. — — —

Zemniekiem bieži maksāja ar sāli un citām precēm vai arī naudā. 1800. g. Rīgas tirgotāju memoriālā uzsvērtā sāls lielā nozīme meža materiālu tirdzniecībā. Rīgas tirgotāji atzīmē, ka darbaspēkam, ko tie nolīgšot Krievijā meža materiālu transportam, ļoti bieži maksājot ar sāli, ko strādnieki pieņemot labāk nekā naudu. — — —

Pēc izvešanas no meža kokus sagāza ūdenī pludināšanai uz Daugavu. Pludināšanai pa mazajām Daugavas pietekām un citām upītēm plostus nesēja, bet kokus pludināja izklaidus. Tas neprasīja sevišķus izdevumus. — — —

Pie Daugavas vai tās lielajām pietekām (pa kurām varēja pludināt plostus) kokus izvilka no ūdens un novietoja krautuvē, kur tos apstrādāja un šķiroja. Par koku turēšanu krautuvē vajadzēja maksāt tās īpašniekam īri (*Raumgeld*). — — — Pēc tam kokus atkal sagāza ūdenī un sasēja plostos. T. s. smago koku plostu sasiešana bija pavisam vienkārša — baļķus tikai vajadzēja sasaistīt kopā ar tauvu un kāršu palīdzību. — — —

Lielākas grūtības sagādāja mazāka izmēra koku plostu sastiprināšana. Bez parastajiem sasaistīšanai paredzētajiem materiāliem (lielām un mazām kārtīm, klūgām, virvēm, enkuru tauvām, stūri — t. s. drigalku, airi) bija nepieciešami lielie plostu baļķi (*Floss-Balken*, *Rundholz*), uz kuriem novietoja sīkos kokus. — — —

Preču transports pa Daugavu sākās agrā pavasarī, tikko bija izgājis ledus. Ledus no Daugavas parasti izgāja marta otrajā pusē vai aprīļa sākumā. Preču piegādes kontraktos piegādes termiņš atzīmēts vienkārši «pavasarī», taču ļoti bieži lietots apzīmējums «ar pirmo valējo ūdeni» vai «pirmajā pludināšanas sezonā», tas nozīmēja — tūlīt pēc ledus izešanas. Izrādās, ka pastāvējis arī otrais un trešais nopludināšanas laiks. — — —

Tirdzniecības tiesas aktis, kā arī atsevišķu tirgotāju izteikumi liecina, ka vairums lielo mastu plostu lejup nāca maijā un jūnijā. Rudenī, kaut arī lietus perioda dēļ ūdenslīmenis bija cēlies, lejup nāca ļoti maz koku. Tas izskaidrojams ar to, ka ārzemju kuģi pēc precēm vairs neieradās, vēlā rudenī to bija riskanti darīt, jo draudēja piespiedu pārzīemošana Rīgā. — — —

Bez dabīgajiem šķēršļiem Daugavas ūdensceļā pastāvēja arī cilvēku radītie šķēršļi, kas sadārdzināja meža materiālu transportu. Daugavas malā dzīvojošie muižnieki un zemnieki upē izvietoja zivju ķeramās ierīces, upes gultnē ievēla akmeņus, lai izraisītu transporta līdzekļu avārijas. Vietējie iedzīvotāji, kas bija pieņemti palīgā plostniekiem un strūdziniekiem, tišām novadīja transporta līdzekļus bīstamās vietās. Bieži bija sūdzības par patvarīgu plostu izjaukšanu. Avarējušās preces zaga un pēc tam pārdeva. Bez tam krastu īpašnieki pieprasīja nodevas, t. s. grunts naudu avarējušo preču nokraušanaī, kā arī glābšanas naudu (*Berglohn*) par palīdzības sniegšanu u. tml. — — —

1761. g. preču piegādātāji sūdzējās, ka Daugavas krastu īpašnieki bez parastās glābšanas naudas ņemot kaut ko līdzīgu nodevai par to, ka transporta līdzeklis uzskrējis uz akmeņa, kas piederot viņam («*Dein Fahrzeug ist auf meinen Stein gestossen*») — 10 un vairāk rbļ. apmērā. — — —

No Disnas līdz Rīgai ideālos apstākļos plostus bija iespējams nopludināt 7—8 dienās. Šo ceļu atpakaļ varēja veikt 2 reizes ilgākā laikā (pierēķinot vēl aizkavēšanos ceļā dažādu iemeslu dēļ — apmēram 3 nedēļās). Jāņem vērā arī vismaz dažu dienu uzturēšanās laiks Rīgā. Rezultātā plostnieks varēja atgriezties mājās ne agrāk kā pēc 1,5 vai 2 mēnešiem. Pa šo laiku plostniekam vajadzēja pašam gādāt

par uzturu, naktsmītnēm u. tml. Tādējādi no saņemtajiem 4 dāld.* nekas liels pāri nepalika, jo nedrīkst aizmirst krogus, kas gar Dau-gavu bija saradušies kuplā skaitā.

(V. Pāvulāne. Rīgas tirdzniecība ar meža materiāliem XVII—XVIII gs. R., 1975, 108.—123.)

() NĀVES JŪRA

Nāves jūra (*Bahr el Miyet*) ir liels sālsūdens ezers Jordānijas un Izraēlas teritorijā. Ezera garums 76 km, lielākais platums 17 km, lielākais dziļums 356 m. Krasti ir tuksnešaini, vietām klinšaini, retas oāzes. Nāves jūrā ietek divas upes — Jordāna un Mūdžiba. Taču karstais un sausais klimats veicina ūdens iztvaikošanu no ezera virsmas un upes nespēj «atšķaidīt» pārlietu sāļo ūdeni. Ūdenī dažādi sāļi sastāda 26...27%, dažos gados pat līdz 31%.



Tādā ūdenī nedzīvo ne zivis, ne cita «ūdens radība». Tāpēc ezeram dots tāds vārds. Cilvēks tik sāļā ūdenī nevar nogrimt — liela daļa no cilvēka tilpuma paliek virs ūdens.



Humorists Marks Tvens, kas apmeklēja šo ezeru-jūru, ar komisku pamatīgumu apraksta neparastās sajūtas, ko viņš ar saviem pavadoņiem izbaudīja, peldoties Nāves jūras smagajos ūdeņos.

«Tā bija ērnota peldēšanās. Mēs nevarējām nogrimt. Seit var izstiepties virs ūdens visā garumā, guļot uz muguras un saliekot rokas

* *Dālderis* — sudraba monēta (16. gs.—20. gs. sāk.), kuras diametrs apmēram 40 mm, masa 29 g. Pirmoreiz kalts Joahimstālē (1518), vēlāk arī Cēsīs (1525), Rīgā (1557), Jelgavā (1575).

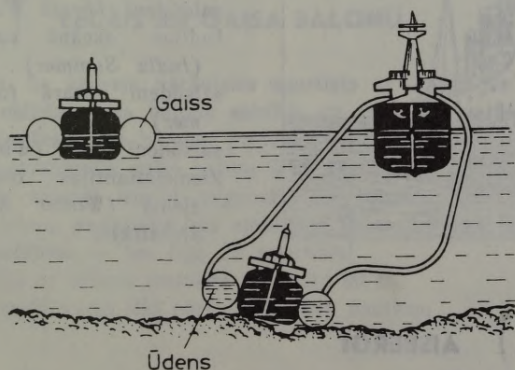
Dālderis ir latviešu tautasdziesmās visvairāk apdziedātā nauda.

uz krūtīm, pie kam ķermeņa lielākā daļa atradīsies virs ūdens. Var arī galvu pilnīgi pacelt... Jūs varat ļoti ērti gulēt virs ūdens, pacelt ceļus līdz zodam un apķert tos ar rokām, — bet drīz jūs apvelsieties apkārt, jo galva vilks uz leju. Jūs varat nostāties uz galvas — un no krūšu vidus līdz kāju pirkstgaliem paliksiet ārpus ūdens, bet ilgi jūs šādā stāvoklī palikt nevarēsiet. Jūs nevarat, peldot uz muguras, kaut cik jūtami pārvietoties uz priekšu, jo kājas rēgojas ārā no ūdens un jūs varat atstumties tikai ar papēžiem. Turpretim, ja jūs peldat ar seju uz leju, tad virzāties nevis uz priekšu, bet atpakaļ. Zirgs ir tik nestabils, ka nevar Nāves jūrā ne stāvēt, ne peldēt, — tas tūlīt apvels uz sāniem.»

(J. P e r e l m a n i s. Saistošā fizika, II. R., 1952, 80.)

() NOGRIMUŠA KUĢA IZCELŠANA

Aprakstīsim kuģa avāriju no fizikas viedokļa. Kuģis korpusā dabūjis sūci, iekštelpas pieplūdušas ar ūdeni. Kuģa smaguma spēka modulis kļuvis lielāks par Arhimēda spēka moduli. Kuģis nogrimis dziļi, lai saskartos ar kādu virsmu, kas kuģim pieliek elastības spēku. Tas kopā ar Arhimēda spēku līdzsvaro kuģa smaguma spēku. Kuģis attiecībā pret Zemi ir miera stāvoklī, taču atrodas jūras dibenā un nav izmantojams.



Kuģa izcelšana atpakaļ virs ūdens varētu notikt šādi. Metāla balonus piepilda ar ūdeni, nogremdē blakus nogrimušam kuģim un piestiprina pie tā. Tad, iesūknējot gaisu, no baloniem izspiež ārā ūdeni.

Ja aprēķini izdarīti pareizi, tad ar gaisu pildītie metāla baloni dod pietiekami lielu Arhimēda spēku, lai nogrimušu kuģi izceltu virs ūdens.

Izcelto kuģi aizvelk uz doku, kur to remontē.

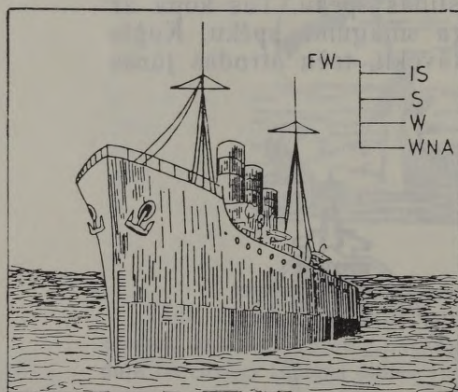
() KUĢU ŪDENSLĪNIJA

Kuģim uz sāniem uzkrāsota plata josla — parasti sarkanā krāsā, lai var labi saredzēt. Tā ir kuģa ūdenslīnija.

Kuģi izkraujot, tā ieprīme samazinās. No ūdens parādās aizvien platāka ūdenslīnijas daļa. Kuģa smaguma spēks samazinās. Taču izkraut kuģi drīkst tikai līdz noteiktai robežai. Ja ūdenslīnija kļūst redzama visā platumā, tad kuģa izkraušana jāpārtrauc.

Uzņemot kravu, kuģis ieprīms aizvien dziļāk. Kad visa ūdenslīnija ir zem ūdens, tad kuģis ir uzņēmis pieļaujamo masu. Vairāk nedrīkst kuģi noslogot.

Ūdenslīnijas vietu uz kuģa sāniem nosaka konstruktors, veicot vajadzīgos aprēķinus.



Sāls saturs dažādās jūrās ir atšķirīgs, tāpēc arī kuģu iegrimmes nav vienādas. Kuģiem, kuriem paredzēts peldēt visās pasaules jūrās, uz sāniem ir šādas atzīmes:

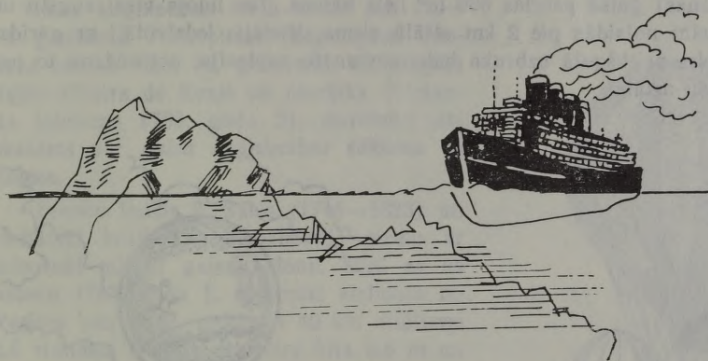
saldūdenī (<i>Fresh Water</i>)	FW
Indijas okeānā vasarā (<i>India Summer</i>)	IS
sālsūdenī vasarā (<i>Summer</i>)	S
sālsūdenī ziemā (<i>Winter</i>)	W
Ziemeļatlantijas okeānā ziemā (<i>Winter North Atlantik</i>)	WNA

() AISBERGI

Aisbergi ir ledus kalni, kas peld okeānā vai arī «sēd» uz sēkļa. Aisbergi rodas, ja ledājam nolūst mala. Tas galvenokārt notiek Antarktīdā, Grenlandē un Kanādas arktiskajā daļā.

Ūdens sasilstot izplešas. Ledus blīvums ir mazāks nekā ūdens blīvums, tāpēc ledus peld ūdenī, tikai nedaudz

parādoties virs ūdens. Apmēram $\frac{9}{10}$ no aisberga ir zem ūdens. Tomēr šī $\frac{1}{10}$ ir grandioza: Arktikā aisbergi izceļas virs ūdens vidēji 70 m augstumā, bet Antarktīkā — pat līdz 100 m.



Aisbergu «mānīgais lielums» ir bijis cēlonis ne vienai vien kuģu katastrofai.

Aisbergos nav sāls. Tie ir milzīgi saldūdens krājumi. Tiek izteiktas idejas, ka aisbergus vajadzētu nogādāt pie lielām pilsētām, kur ir problēmas ar ūdeni.

() LĒCĒJS AR GAISA BALONU

Varbūt, ka kādreiz parādīsies sportists ar koferi pie rokas, bet koferī — neliela gaisa balona sainītis un ierīce ūdeņraža iegūšanai. Sportists izvilks gaisa balonu, piepildīs to ar ūdeņradi. Un virs galvas viņam izveidosies gaisa balons 5 m diametrā!

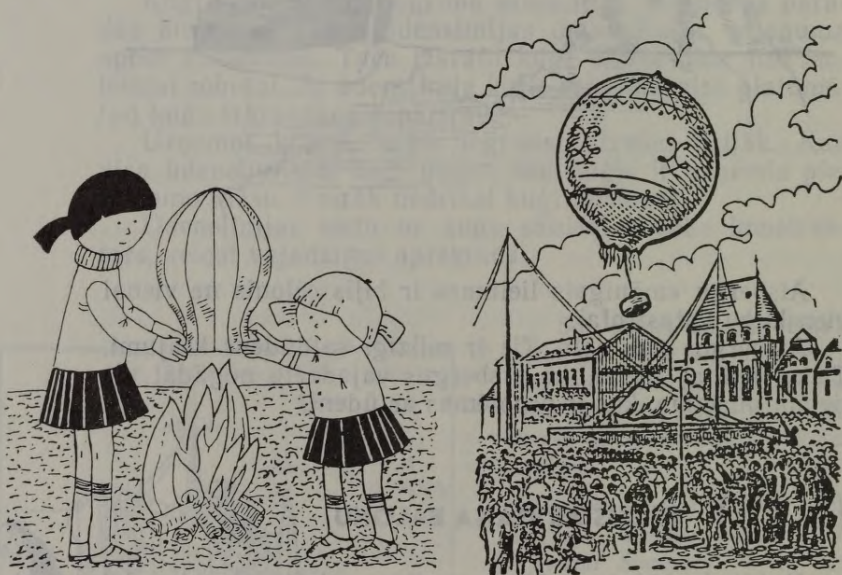
Sāksies milzīgi lēcieni augstumā un tūlumā. Aprēķini rāda, ka lēcieni augstums būs apmēram 45 m. Lēcieni būs labi «paskatāms» — tas ilgs 27 sekundes!

Tāllēcējs ar balonu sasniegs rezultātu 90 m.

Tādā veidā varēs lēkt pāri daudzstāvu namiem.



Etjēns (1745—1799) un Žozefs (1740—1810) Mongolfjē ir divi brāļi — franču izgudrotāji. Viņi studēja matemātiku un dabaszinātnes, tad pārņēma tēva papīrfabriku Parīzes tuvumā. Sākās eksperimenti. Jaunie izmēģinātāji bija liela, vaļējs caurums, bet zem tā — dzelzs panna ar karstām oglēm. 1783. gada 5. jūnijā Anonē (netālu no Lionas) gaisā pacēlās 600 m³ liels balons. Tas lidoja visai augstu un lēnām nolaidās pie 2 km attālā ciema. Vietējie iedzīvotāji ar garīdznieku priekšgalā uzbruka balonam un to saplosīja, noturēdami to par pašu nelabo.



Ziņa par neparasto lidojumu sasniedza arī Francijas karali Ludviku XVI. Viņš pavēlēja lidojumu atkārtot Versajā.

1783. gada 19. septembrī tas tika izdarīts. 800 m³ lielo balonu aptvēra auklu tīkls ar apakšā piestiprinātu grozu.

Grozā atradās pīle, gailis un auns. Pēc 10 minūšu lidojuma balons veiksmīgi nolaidās — sasilušais gaiss pamazām atdzisa, samazinājās Arhimēda spēks.

Ziņa par šo lidojumu ātri izplatījās Eiropā. Radās daudz sekotāju. Tā paša gada 23. oktobrī aptiekārs Pilātrs de Rozjē balonam piesietajā grozā pacēlās gaisā. Mēnesi vēlāk 21. novembrī Rozjē ar marķīzu d'Arlandu divatā veica 25 minūtes ilgu lidojumu virs Parīzes.

Talantīgie izgudrotāji brāļi Mongolfjē, darbodamies ar baloniem, izgudroja arī «kritamo širmi» — mūsdienu izpletņa priekšteci. Drošs paliek drošs!

Vecākais no brāļiem — Žozefs ir arī iepriekš aplūkotā hidrauliskā trieca izgudrotājs.

No gaiskuģniecības vēstures



Gaiskuģniecība — lidošana gaisa telpā ar ierīcēm, kuras «vieglākas par gaisu». Sākumā lidojumiem izmantoja gaisa balonus, kurus pildīja ar sakarsētu gaisu. Vēlāk balonu pildīšanai sāka lietot ūdeņradi un hēliju. Šādi baloni ieguva nosaukumu — *aerostati*.

Gaisa kuģniecības ideja radās jau 13.—14. gadsimtā. Taču pirmie mēģinājumi lidošanā notika tikai 18. gadsimtā. 25 minūšu ilgais Pilatra de Rozjē un markīza d'Arlanda lidojums 1783. gada 21. novembrī uzskatāms par *gaisa kuģniecības sākumu* uz Zemes.

Franču fiziķis Ž. Šarls (1746—1823) un mehāniķi brāļi Robēri uzbūvēja pirmo ar ūdeņradi pildīto gaisa balonu. Viņi ar šo balonu 1783. gada 1. decembrī aizlidoja no Parīzes līdz Nelei, veidami 40 km attālumu 2,5 stundās. Balona diametrs bija 8,5 m un celtspēja trīs reizes lielāka nekā ar gaisu pildītajam balonam. Lidojums notika 3400 m augstumā. Tika mērīts gaisa spiediens un temperatūra.

Krievijā nelielus aerostatus palaida 1783.—1784. gadā. Latvijā pirmo gaisa balonu izgatavoja latviešu mehāniķis E. Binemanis, kurš tolaik strādāja Jelgavas Pētera akadēmijā par profesora V. Beitlera palīgu. Jelgavas Pētera akadēmijā arī tapa Latvijā pirmais aerostats.

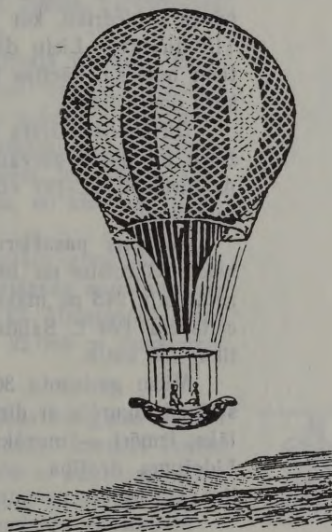
Taču Krievijas impērijā darbs ar gaisa baloniem apsīka, jo Katrīna II drīz vien aizliedza šos mēģinājumus.

Pirmie lidojumi ar aerostatiem noderēja sensācijai un izklaidei, bet 19. gadsimtā tiem pievērsās arī zinātnieki un militāristi. 1849. gadā, kad Itālija cīnījās ar Austriju par neatkarības iegūšanu, austriešu karaspēks, izmantodams izdevīgu vēja virzienu, no aerostatiem bombardēja Venēciju. 1859. gadā radās ideja par piesietu jeb pūķa aerostatu, no kura varētu izlūkot pretinieka pozīcijas.

Aerostati labi noderēja 1871. gadā vāciešu aplenktajai Parīzei. Četrus mēnešus 65 gaisa baloni uzturēja sakarus starp aplenkto pilsētu un pārējo Franciju.

Līdz 19. gadsimta vidum aerostati nebija vadāmi. Vajadzēja lidot vēja virzienā. Stāsta, ka bijuši mēģinājumi pieradināt dzērves, lai tās lidojot vilktu sev līdzīgu gaisa balonu.

Pirmo vadāmo aerostatu uzbūvēja 1852. gadā francūzis A. Zifārs. Ar šo aerostatu, kuram bija 2,2 kW jaudas tvaika dzinējs, viņš pacēlās gaisā 1852. gada 24. septembrī un veica pirmo reizi vadāmu lidojumu ar ātrumu 11 km/h. Ar šo dienu sākās *vadāmo lidaparātu*





ēra. Vadāmos aerostatus nosauca par *dirižabļiem**. Aerostati pamazām ieguva cigārveidīgu formu, jo pieauga kustības ātrums un vajadzēja domāt par gaisa pretestības samazināšanu.

Dirižabļu projekti un paši dirižabļi «auga kā sēnes pēc lietus». Taču augstākais sasniegums bija vācu grāfa Ferdinanda fon Cēpēlina 1895. gadā patentētais tā sauktais *cietais dirižablis*. Šīs sistēmas dirižabļus sāka saukt par *cepelīniem*. Pirmais cēpēlina lidojums notika 1900. gada 2. jūlijā. Projekta autors 1908. gadā nodibināja dirižabļu būves sabiedrību, kur no 1909. gada līdz 1938. gadam tika uzbūvēti 112 dirižabļi. Lielu daļu no šīs sabiedrības izgatavotajiem lidaparātiem nopirka Vācijas kara resors. Cēpēlini piedalījās Pirmā pasaules kara operācijās.

Dirižablis «Grāfs C», kuru uzbūvēja 1928. gadā, noderēja pasažieru un pasta pārvadājumiem pāri Atlantijas okeānam uz Ameriku. Ar dirižabli LZ-127 «*Graf Zeppelin*» četros posmos veica lidojumu ap zemeslodi.

Pēdējais pasažieru dirižablis — cēpēlins LZ-129 «*Hindenburg*» veica 63 reisu un 1937. gada 6. maijā cieta avāriju. Dirižabļa garums bija 245 m, maksimālais diametrs 41,2 m, tilpums 200 000 m³ un celtspēja 126 t. Salīdzinājumā ar lidmašīnām ātrums bija neliels — tikai 135 km/h.

Mūsu gadsimta 30. gados sākās dirižabļu noriets. Aviācija veiksmīgi konkurēja ar dirižabļiem, jo «smago» lidaparātu ātrums bija lielāks, izmēri — mazāki. Arī lidojumu tālumi pamazām kļuva vienādi. Lidojuma drošība — apmēram vienāda. Gaiskuģniecību — «vieglo lidaparātu» ēru nomainīja *aviācija* («smagie lidaparāti»).

Mūsdienās atdzimst interese par vadāmajiem aerostatiem — dirižabļiem. Tie labi noder grūti pieejamu rajonu izpētē un apgūšanā. Smagu kravu pārvadājumos un lielu iekārtu montāžā tie var sekmīgi konkurēt ar helikopteriem.

Dirižabļus pieņemts iedalīt mikstajos, puscietajos un cietajos.

Mikstie dirižabļi ir tie paši gaisa baloni. Tiem ir miksts, ar gāzi pildīts apvalks ar plūdlīnijas formu. Gondola piesieta tieši pie apvalka. Dzinējs, kurš darbina propelleri, atrodas gondolā. Balona aizmugurē ir stabilizatori un stūre. Mikstie dirižabļi ir pirmie, tātad vecākie no visiem dirižabļiem.

Puscietajiem dirižabļiem ir miksta čaula, kurai apakšā atrodas metāla kopne. Pie tās nekustīgi piestiprināta gondola.

Cietajiem dirižabļiem ir metāla čaula. Tajā atrodas maisi ar gāzi, kas rada vajadzīgā lieluma Arhimēda spēku. No gondolām ir izeja karkasa iekšienē. Tur atrodas kravas telpas, kabīnes ekipāžai, saloni pasažieriem. Cēpēlini, kā jau minēts, bija cietie dirižabļi.

Vai dirižabļi, noiedami no «tehnikas skatuves», savā laikā neizspieda gaisa balonus? Jā un arī nē. Satiksmei, protams, gaisa baloni nebija un arī nevar būt piemēroti. Tomēr savu vietu tie saglabāja un ir nozīmīgi arī mūsdienās.

* Franču *dirigeable* — vadāms.

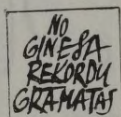
Meteorologi, veidojot gaidāmā laika prognozes, izmanto radiozondi. Radiozonde ir gumijas balons, kas piepildīts ar ūdeņradi. Balonam garā auklā piekarina nelielu automātisku meteostaciju ar radiatoraidītāju.

Balons meteostaciju un radiatoraidītāju paceļ 30...35 km augstumā. Sifrētās radiogrammas veidā raidītājs ziņo par temperatūru, gaisa spiedienu, mitrumu dažādos atmosfēras slāņos. Pašlaik pasaulē ir apmēram 1000 meteostaciju, kuras izmanto radiozondes. Lai iegūtu ziņas par vēja virzienu un ātrumu lielā augstumā virs Zemes, radiozondes kustības virzienam un ātrumam seko radiolokators.

Piesietie gaisa baloni tika plaši izmantoti Otrajā pasaules karā. Virs pilsētām un svarīgiem militāriem objektiem vairāki aerostati gaisā pacēla tērauda trosu tīklu. No trosēm lejup nokarājās liels daudzums metāla stieplu, kurām galā bija piekārti smagumi. Lidmašīnas propellerim pietika pieskarties pie kādas no stieplēm, lai notiktu avārija. Bumbvedējiem vajadzēja lidot lielā augstumā, no kurienes mesto bumbu trāpījumi vairs nebija precīzi.

Lielā izmēra aerostati ar hermētiski noslēgtām gondolām bija populāri atmosfēras augšējo slāņu pētīšanā. Pacelšanās augstuma rekords pieder amerikāņu ekipāžai (A. Stīvens un O. Andersons), kura 1935. gada 11. novembrī ar stratostatu pacēlās 22 066 m augstumā.

Pirmais cilvēks pasaulē, kurš ar izpletni izlēca no gaisa balona gondolas, bija Andrē Zaks Garnerens (1769—1823). Lēcieni notika 1797. gada 22. oktobrī Parīzē Monso parkā no 680 m augstuma. Tika pirmo reizi izmantots brāļu Mongolfjē konstruētais izpletnis.



Gaisa balona (bez cilvēkiem) pacelšanās augstuma rekords ir 51 815 m. Balons startēja Kalifornijā 1972. gada oktobrī. Tā tilpums bija 1,35 miljoni m³.

Pirmo reizi pasaulē 1987. gada 2.—3. jūlijā ar siltā gaisa balonu Atlantijas okeānu šķērsoja Rihards Bransons (Anglija) un Pērs Lindstrands (Zviedrija). 4947 km attālums tika nolidots 31 stundā 41 minūtē.

Džo Kītingers ir pirmais cilvēks pasaulē, kas ar gaisa balonu vienaatnē pārlidoja Atlantijas okeānu. Tas notika 1984. gada 14. septembrī. Lidojuma ilgums bija 86 stundas, veiktais attālums — aptuveni 5701 km, Balona tilpums 3000 m³, tas bija piepildīts ar hēliju.

25-1. Kādēļ zem ūdens lielus akmeņus ir vieglāk pacelt nekā uz sauszemes?

25-2. Zemūdene, kas nogrimusi uz māla vai smilšu grunts, dažkārt nevar pacelties augšup. Kā izskaidrot to, ka zemūdene it kā pielīp pie ūdenskrātuves dibena?



25-3. Aristotelis, gribēdams pierādīt, ka gaisam nav svara, rīkojās šādi. Vispirms viņš nosvēra tukšu ādas maisu, pēc tam — ar gaisu piepūstu ādas maisu. Svāri abos gadījumos rādīja vienādu masu. Ko Aristotelis nebija ņēmis vērā? Kā vajadzētu rīkoties, lai noteiktu gaisa svaru?

25-4. Glābšanas riņķis, kura tilpums $2,12 \cdot 10^{-2} \text{ m}^3$, notur jūras ūdenī cilvēku, kam masa 71,2 kg, tā, ka virs ūdens atrodas 0,1 cilvēka ķermeņa tilpuma. Glābšanas riņķis pilnīgi iegrimis ūdenī. Cilvēka vidējais blīvums 1036 kg/m^3 . Aprēķināt glābšanas riņķa materiāla blīvumu.

25-5. Lode peld glicerīnā tā, ka $\frac{2}{3}$ tās tilpuma atrodas šķidrumā. Kāds ir lodes blīvums? Glicerīna blīvums ir $1,26 \cdot 10^3 \text{ kg/m}^3$.

25-6. Aprēķināt sālskābes šķīduma blīvumu, ja uz tajā iegremdētu ķermeni, kam tilpums 200 cm^3 , darbojas 2,156 N liels cēlējspēks.

25-7. Dzelzs priekšmets ūdenī sver 2,94 N. Aprēķināt tā masu.

25-8. Aerozondes balona masa 0,4 kg, bet tilpums piepildītā stāvoklī $1,5 \text{ m}^3$. Aprēķināt balona celtspēju, ja tas piepildīts ar ūdeņradi.

25-9. Cik lielam jābūt amfībijas minimālajam tilpumam, lai tā ūdenī nenogrimtu? Masa ir 3 t.

25-10*. Noteikt vismazāko tilpumu ledus gabalam, kurš var noturēt virs ūdens cilvēku, kam masa 73,5 kg.

25-11*. Stratostata masa 8 kg. Cik lielu masu tas spēj pacelt, ja balona tilpums 20 m^3 un tas piepildīts ar ūdeņradi?

25-12. Aerostats, kam masa 500 kg un tilpums 600 m^3 , bez sākuma ātruma 10 sekundes vienmērīgi paātrināti ceļas gaisā. Cik augstu aerostats pacelsies šajā laikā?

Domādams neizdomāsi!



Arhimēda likumu var pielietot tehnikā un citām vajadzībām. Šo likumu var pielietot arī tad, ja grimst kubs. Ja kubs ir smags un viņš ir kaut kas, viņš nogrimst uzreiz, bet, ja kubs ir viegls, tas peld pa ūdens virsu.

Dzelzs gabalu iemetot ūdenī, tas nogrimst, piemēram, zemūdene. Dzelzs gabalam lielāks spiediens ir uz leju, uz ūdens dibenu, bet mazāks spiediens ir uz ūdens virsu. Ir arī daži tādi priekšmeti, kuriem

ūdenī uz dibena ir mazāks spiediens, bet uz virsu ir lielāks spiediens. Tādi priekšmeti peld pa ūdens virsu.

Ja kuģis grimst, tad cēlējspēks Arhimēdijā ir mazs, nav spējīgs kuģi noturēt virs ūdens. Arhimēdijs atrodas starp kuģa dibenu un ūdens baseina dibenu.

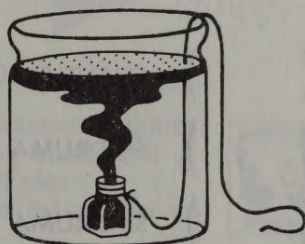
(No skolēnu atbildēm)

«Vulkāns» zem ūdens

VALAS
FORIDIM

Piepildiet mazu pudelīti ar karstu ūdeni un iekrāsojiet to ar tinti! Šo pudelīti piesieniet diegā un iegremdējiet stikla burkā ar ūdeni! No pudelītes kā no «vulkāna» pacelsies krāsains mākonis, kas ūdens virspusē izplūdis plašumā.

Karstais ūdens ir izpleties vairāk nekā aukstais. Tas ir kļuvis vieglāks, un Arhimēda spēks to ceļ augšup. Tikai pēc kāda brīža karstais un aukstais ūdens sajaucas un tintes krāsviela sadalās stikla burkā vienmērīgi.

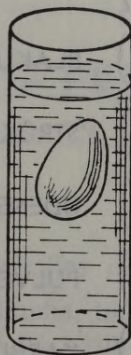


Ķermenis ienirīs šķīdumā

Ielejiet traukā ūdeni un ielieciet ūdenī olu! Ola nogrims, jo tās smaguma spēku nespēj līdzsvarot Arhimēda spēks. Pakāpeniski ūdenim pieberot sāli un to izšķīdinot, šķīduma blīvums

pieaugs. Arhimēda spēks $\vec{F}_{Arh} = \rho_{\text{šķ}} \vec{V}g$ kļūs aizvien lielāks, kamēr līdzsvaros olas smaguma spēku. Olu ar nelielu grūdienu var pārvietot šķīduma iekšienē. Tā var atrasties jebkurā šķīduma vietā. Ola negrimst un neuzpeld, tā ienirusi sāls šķīdumā.

Olas vietā var ņemt nomizotu kartupeli, tikai tad šķīduma pagatavošanai būs lielāks sāls patēriņš. Šo paņēmieni izmanto lauku saimnieces, gatavojot sāls šķīdumu gaļas sāļīšanai. Šķīduma vajadzīgā koncentrācija sasniegta tad, kad kartupelis negrimst un neuzpeld. Sāls tiek šķīdināta vārošā ūdenī.



Velingtona pārvaldes likums: virsū uzpeld krējums un arī putas.





26. BERNULLI LIKUMS

Bet pacel citu, un tu celsies pats!

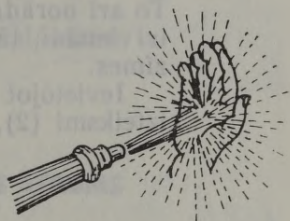
J. Rainis

- () ŪDENS STRŪKLAS SPIEDIENS
- () ŠĶIDRUMA UN GĀZES PLŪSMA
- () ŠĶIDRUMA UN GĀZES PLŪSMAS ĀTRUMS
- () SPIEDIENS PLŪSTOŠĀ ŠĶIDRUMĀ UN GĀZĒ
- () BLAKUS PELDOŠU KUĢU SADURSME
- () STRŪKLAS SŪCOŠĀ DARBĪBA
- () ŪDENSSTRŪKLAS SŪKNIS
- () PULVERIZATORS
- () KARBURATORS
- () LIDMAŠĪNAS SPĀRNA CĒLĒJSPĒKS
- () KUĢA DZENSKRŪVE UN LIDMAŠĪNAS PROPELLERIS
- () LIDMAŠĪNA

- () HELIKOPTERS
- () ZEMŪDENS SPĀRNU KUTERIS
- () ŪDENS STRŪKLAS SPIEDIENS

Atveriet «līdz galam» ūdens krānu un palieciet roku zem strūklas! Jūs sajūtsiet visai stipru spiedienu. Ja noliksiet plaukstu priekšā ūdens strūklai, kas iztek no ugunsdzēsēju šļūtenes, tad roka tiks atsviesta sānis. Tādā veidā var roku pat salauzt.

Kāpēc rodas ūdens strūklas spiediens, un cik liels tas ir?

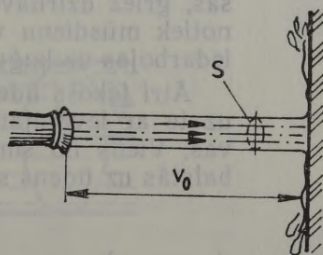


Pieņemsim, ka ūdens strūklas šķērsriezuma laukums ir S un ūdens ātrums strūklā — v_0 . Ūdens blīvums ir ρ . Šāda ūdens strūkla krīt perpendikulāri pret sienu.

Aprēķināsim, ar cik lielu spēku strūkla iedarbojas uz sienu.

Katru sekundi ar sienu mijiedarbojas tā ūdens masa, kas ietilpst «cilindrā» ar tilpumu Sv_0 . Izmantojot ūdens blīvumu ρ , dabūjam izteiksmi masai m , kura ik sekundi triecas pret sienu:

$$m = \rho S v_0 \quad (1)$$



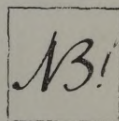
Siena «likvidē» ūdens impulsu mv_0 , iedarbojoties uz ūdeni ar spēku \vec{F} . Pēc ķermeņu mijiedarbības likuma, tikpat liels, tikai pretēja virziena spēks darbojas uz sienu. Šī spēka lielumu mēs gribam aprēķināt. Vēlreiz jāuzsver, ka ūdens impulsa «likvidācija» nav acumirklīga, kā agrāk aplūkotojos triecienos, bet ilgst vienu sekundi!

Ievietojot impulsa mv_0 izteiksmē formulu (1), iegūstam

$$mv_0 = \rho S v_0 v_0 = \rho S v_0^2 \quad (2)$$

Uzrakstām spēka impulsa izteiksmi, kuru bieži izmantojām «Lietišķās fizikas» 1. daļā:

$$Ft = mv - mv_0 \quad (3)$$



Šīs sakarības labajā pusē ir ķermeņa impulsa izmaiņa, bet kreisajā — spēka impulss, kurš šo izmaiņu izraisījis.

Pielāgosim sakarību (3) mūsu gadījumam. Reizinājums mv_0 ir iepriekšējās sakarībās lietotais ūdens impulss. Zinot, ka ūdens beigu impulss $mv=0$, mijiedarbības laiks $t=1$ s, izteiksme (3) iegūst šādu veidu:

$$F = -mv_0. \quad (4)$$

Formulā (4) spēks F ir pēc virziena pretējs impulsam mv_0 . To arī norāda dažādās zīmes. Mijiedarbības spēku moduli ir vienādi, tāpēc sakarību (4) varam rakstīt bez mīnusa zīmes.

Ievietojot formulā (4) iepriekš atrasto ūdens impulsa izteiksmi (2), iegūstam

$$F = \rho S v_0^2. \quad (5)$$

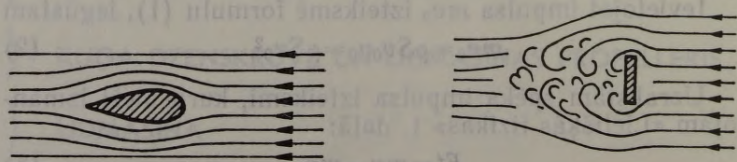
Šī izteiksme ļauj aprēķināt trieciena spēku ne tikai šķidrums strūklai, bet arī gāzes, piemēram, gaisa, strūklai.

Vispirms ievērosim, ka trieciena spēks strauji pieaug, ja palielinās strūklas ātrums: trieciena spēks ir tieši proporcionāls strūklas ātruma kvadrātam. Tas izpaužas daudzos tehniskos procesos, arī dabā. Vējš, nesot gaisa masas, griež dzirnavu spārnus ar spēku $F = \rho S v_0^2$. Tas pats notiek mūsdienu vēja dzinējos. Līdzīgi rodas spēks, kas iedarbojas uz kuģu un laivu burām.

Ātri tekošs ūdens, bremzējoties pret šķērslī, iedarbojas uz to ar ievērojamu spēku: izskalo krastus, izveido gravas. Viens no smilšu un grants iegūšanas paņēmieniem balstās uz ūdens strūklas trieciena spēka izmantošanu.

() ŠĶIDRUMA UN GĀZES PLŪSMA

Šķidrums un gāzu plūsmas novērojamas ik uz soļa. Upes tek, vējš pūš. Pa caurulēm plūst ūdens, nafta, dabasgāze. Asinsvadi dzīvajās būtnēs un kapilāri augos arī ir «caurules», pa kurām plūst šķidrums.



Ja šķidrums vai gāzes ātrums nav liels, tad var pieņemt, ka plūsma sastāv no atsevišķiem slāņiem. Tie slīd cits pa citu nesajaucoties. Tāda plūsma ir *lamināra**.

Ja laminārā ūdens plūsmā ievada kādu krāsvielu, piemēram, kālija permanganātu, tad ir redzamas plūsmas līnijas. Ar *plūsmas līnijām* var raksturot minēto slāņu kustību.

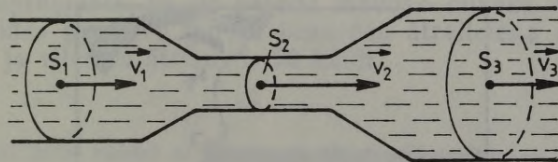
Pieaugot ātrumam, šķidrums vai gāzes plūsma kļūst citāda. Atsevišķi slāņi sajaucas, rodas virpuļi. Tā ir *turbulenta*** plūsma. Šādā plūsmā ievērojami pieaug šķidrums un gāzes iekšējā berze.

Aplūkojot parādības šķidrums vai gāzu plūsmās, izmantosim tikai lamināro plūsmu.

() ŠĶIDRUMA UN GĀZES PLŪSMAS ĀTRUMS

Caurulē ar dažādiem šķērsriezuma laukumiem izvēlēsimes trīs šķērsriezuma laukumus S_1 , S_2 un S_3 .

Vienā un tajā pašā laikā caur katru no šiem šķērsriezuma laukumiem izplūst vienāds šķidrums vai gāzes tilpums. Citādi nevar būt — caurulē brīvas vietas nav. Saurākā caurules vietā šķidrumam vai gāzei «jāpasteidzas». Tas nozīmē, ka tur ir lielāks plūsmas ātrums.



Var pierādīt, ka *šķidrums vai gāzes plūsmas ātrumi dažādās caurules vietās ir apgriezti proporcionāli caurules šķērsriezuma laukumiem*, t. i.,

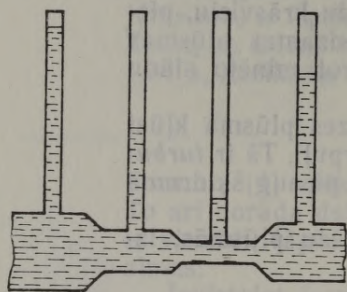
$$\frac{v_1}{v_2} = \frac{S_2}{S_1}.$$

Ūdens plūsmas ātruma atkarība no šķērsriezuma laukuma labi vērojama krācainā upē. Kur krāces, tur ūdens tek ātrāk, jo upe ir seklāka.

* Latīņu *laminia* — slāņains, plakans.

** Latīņu *turbulentus* — virpuļveida.

() SPIEDIENS PLŪSTOŠĀ ŠĶIDRUMĀ UN GĀZĒ



Caurule ar dažādiem šķērsriezuma laukumiem novietota horizontāli. Katrai caurules daļai ir savs «manometrs» — vertikāla caurulīte. Šķidruma līmenis tajā dod iespēju secināt par plūstošā šķidruma spiediena lielumu. Novērojumi liecina, ka šaurākajā caurules daļā plūstošā šķidruma spiediens ir mazāks.

13!

Kustībā esoša šķidruma vai gāzes spiediens ir lielāks tur, kur plūsmas ātrums mazāks, un otrādi: spiediens mazāks tur, kur plūsmas ātrums lielāks.

So sakarību 1738. gadā atklāja Šveices zinātnieks Daniēls Bernulli (1700—1782).

Atklājums nosaukts autora vārdā — par *Bernulli likumu*.

VALAS
BĒRĪM

Nolieciet uz galda gareniski pārlocītu pastkarte! Sākumā šķiet, ka, spēcīgi pūšot zem tās gaisu, pastkarte apgriezīsies otrādi. Tomēr tas neizdodas — pastkarte piekļaujas galdam vēl ciešāk. Pēc Bernulli

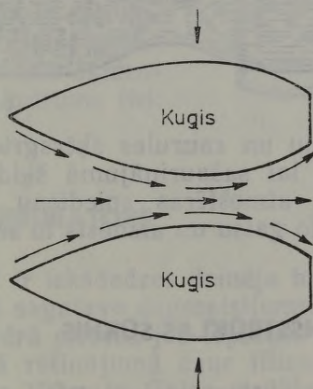


likuma, palielinoties plūsmas ātrumam, gaisa spiediens samazinās. Tāpēc zem pastkartes ir pazemināts spiediens, bet no augšas darbojas normāls atmosfēras spiediens. Tā rezultātā pastkarte pieplok pie galda.

() BLAKUS PELDOŠU KUĢU SADURSME

Kad divi kuģi peld savā starpā paralēli, starp tiem izveidojas īpatnējs «ūdens kanāls». Parastajam kanālam krasti ir nekustīgi, bet plūst ūdens. Šajā gadījumā ir

otrādi: ūdens stāv uz vietas, bet pārvietojas «kanāla» krasti. Taču spēku darbība ir tāda pati: istā kanāla šaurākajās vietās ūdens spiediens uz krastiem ir mazāks, tāpat arī ūdens spiediens starp kuģiem ir mazāks nekā ūdens spiediens uz kuģiem no otras puses. Spiedienu starpības dēļ kuģi tuvojas viens otram. Kuģis, kura masa mazāka, sāk kustēties straujāk un atduras pret lielāko kuģi. Tas it kā paliek nekustīgs, jo mazu pārvietojumu grūtāk pamaniņt.



Ir aprēķināts, ka uz perona stāvošs cilvēks var tikt «pievilktš» pie tuvu garām braucoša ātrvilciena ar 80 N spēku, ja vilciena ātrums ir 50 km/h.

1912. gada rudenī ar okeāna tvaikoni «Olimpiku» — toreiz tas bija viens no lielākajiem pasaules kuģiem — notika šāds gadījums. «Olimpiks» peldēja atklātā jūrā, bet gandrīz paralēli tam, apmēram simt metru attālumā, gāja ar lielu ātrumu cits — daudz mazāks bruņu kreiseris «Hauks». — — — Notika sadursme: «Hauks» iedrāzās ar priekšgalu «Olimpikā». Trieciens bija tik spēcīgs, ka «Hauks» izsita «Olimpika» sānos lielu sūci.



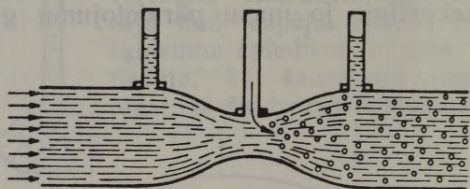
Kad šo savādo gadījumu caurskatīja jūras tiesā, par vainīgo atzina milzeņa «Olimpika» kapteini, jo, — kā bija sacīts tiesas spriedumā, — viņš nebija devis nekādus rīkojumus, lai dotu ceļu šķērsām braucošajam «Haukam».

Tiesa tāpat nesaskatīja šeit neko neparastu: vienkārša kapteiņa tūlība, vairāk nekā. Bet notika šeit kaut kas pavisam neparedzēts: kuģi uz jūras pievilka viens otru.

(J. Perelmanis. Saistošā fizika, II. R., 1952, 102.—103.)

() STRŪKLAS SŪCOŠĀ DARBĪBA

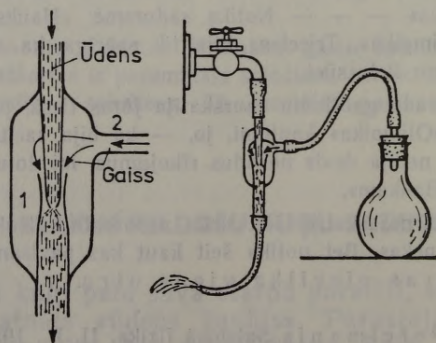
Caurulē plūst šķidrums. Tās šaurākajā vietā, kā apgalvo Bernulli likums, šķidruma spiediens ir pazemināts.



Strūklas ātrumu un caurules šķērsriezuma laukumu var piemeklēt tā, lai sašaurinājumā šķidruma spiediens būtu mazāks par atmosfēras spiedienu. Tad šķidruma strūkļa iesūks ārējo gaisu un aiznesīs to sev līdz.

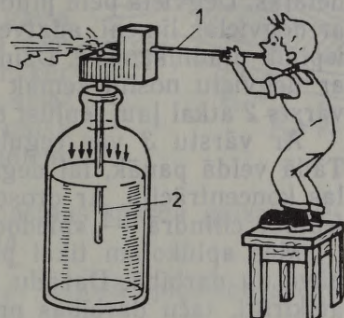
() ŪDENSSTRŪKLAS SŪKNIS

Ūdens no krāna plūst caurulē. Pie spraugas 1 ūdens caurule sašaurināta, lai ūdens strūklai būtu lielāks ātrums. Gaisa pa cauruli 2 tiek ievilkts ūdens strūklā, jo spiediens no ārpuses ir lielāks. Caurule 2 savienota ar kolbu, no kuras jāizsūknē gaisa. Skaidrs, ka pilnīgu vakuumu kolbā ar ūdensstrūklas sūkni sasniegt nevar (tāpat kā to nevar veikt arī neviens cits sūknis). Taču ūdensstrūklas sūknim ir sava priekšrocība: tam nav kustīgu detaļu. Gaisa retiņājuma pakāpi kolbā nosaka ūdens strūklas ātrums: jo ātrāk tek ūdens, jo vairāk gaisa ārējais spiediens iespiež ūdens strūklā.



() PULVERIZATORS

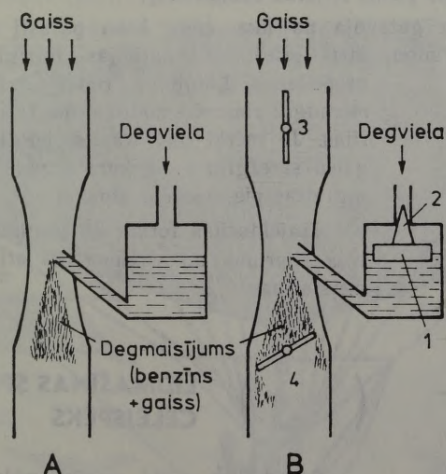
Caurulītes 1 sašaurinātais gals novietots virs caurulītes 2 augšējā gala. Caur sašaurinājumu izplūst gaisa strūkļa, kuras spiediens mazāks par atmosfēras spiedienu. Uz šķidrumu traukā darbojas atmosfēras spiediens, kas paceļ šķidrumu caurulītē 2 līdz augšai. Gaisa strūkļa aizrauj līdzīkus šķidruma pilieniņus. Šķidrums tiek izsmidzināts.



() KARBURATORS

Karburators* ir iekšdedzes dzinēja barošanas sistēmas sastāvdaļa. Tajā sagatavo degmaisījumu.

Dzinēja cilindrā pirmās jeb ieplūdes takts laikā rodas retinājums. Šajā retinājumā caur filtru ieplūst gaiss ar ātrumu apmēram 100 m/s. Gaisa strūklai karburatora sašaurinājumā ir niecīgs spiediens. Atmosfēras spiediens gaisa strūklā iespiež degvielu. Tā sadalās sīkos pilieniņos, sajaucas ar gaisu un daļēji arī iztvaiko.



* Franču *carbureteur* — ievadīt, sajaukt.

Zīmējumā A varam izsekot procesiem, kuri noris karburatorā.

Zīmējumā B attēlotas vairākas būtiskas karburatora detaļas. Degvielā peld pludiņš 1. Pludiņam paceļoties reizē ar degvielas līmeni, adatveida vārsts 2 pārtrauc degvielas ieplūdi pludiņkamerā. Dzinēja darba laikā pludiņš 1 reizē ar degvielu noslīd zemāk un laiku pa laikam adatveida vārsts 2 atkal ļauj ieplūst degvielai.

Ar vārstu 3 var regulēt gaisa pieplūdi karburatorā. Tādā veidā panāk, lai degmaisījumā būtu lielāka degvielas koncentrācija. Ar droseļvārstu 4 regulē degmaisījuma ieplūdi cilindrā — «piedod gāzi» vai arī «noņem gāzi».

Mēs aplūkojām tikai pašu svarīgāko karburatora uzņēmē un darbībā. Dažādu tipu karburatori izveidoti visai atšķirīgi, taču darbības princips ir viens un tas pats — ātri plūstošas gaisa strūkļas sūcošā darbība.

Karburators vajadzīgs tikai tā sauktajiem karburator-dzinējiem jeb «benzīna dzinējiem». Dīzeļdzinēji darbojas bez karburatora.

13!



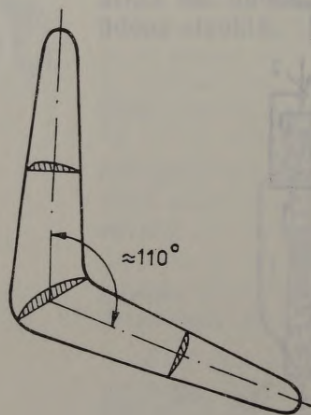
Bumerangs

Bumerangs ir sens medību un kaujas metamais ierocis. Tas bija izplatīts Austrālijā, Senajā Ēģiptē, Dienvidindijā, arī Eiropā.

Tas atrasts pat Latvijas teritorijā Sārnates purva mītnēs (3.—2. gadu tūkstotis pirms Kristus dzimšanas).

Bumerangu gatavoja no līka, cieta koka parasti sirpja veidā. Izmests bumerangs, ātri griežoties, darbojas līdzīgi lidmašīnas propellerim. Lidojumā rodas spēks, kas bumerangu vienmēr novirza no taisnas trajektorijas. Ja mērķi nav trāpīts, ierocis, aprakstījies gaisā sarežģītu līkni, kura atgādina astotnieku, atgriežas pie sviedēja atpakaļ.

Trajektorijas forma un garums atkarīgi no vēja stipruma un virziena, kā arī no sviedēja meistarības.

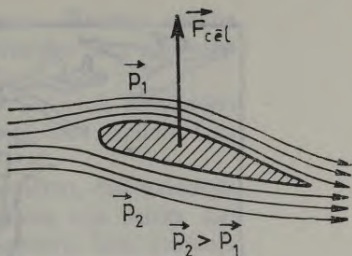


()

LIDMAŠĪNAS SPĀRNA CĒLĒJSPĒKS

Ņūket, ka pati nozīmīgākā Bernulli likuma izpausme ir lidmašīnas spārna cēlējspēks.

Zīmējumā redzam lidmašīnas spārna šķērsriezumu. Ieskrējiena un lidojuma laikā spārns šķeļ gaisu. Rodas divas gaisa plūsmas — virs spārna un zem spārna. Virs spārna gaisa plūsmas ātrums ir lielāks nekā zem spārna. Pēc Bernulli likuma, tur, kur gaisa plūsmas ātrums ir lielāks, spiediens mazāks, bet tur, kur gaisa plūsmas ātrums mazāks, spiediens ir lielāks.



Varam secināt, ka virs lidmašīnas spārna gaisa spiediens ir mazāks nekā zem spārna.

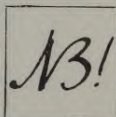
Spiedienu starpība $\Delta p = p_2 - p_1$ izraisa spiediena spēku starpību jeb cēlējspēku

$$\vec{F}_{c\acute{e}l} \approx \Delta p S,$$

kur S — spārna virsmas laukums.

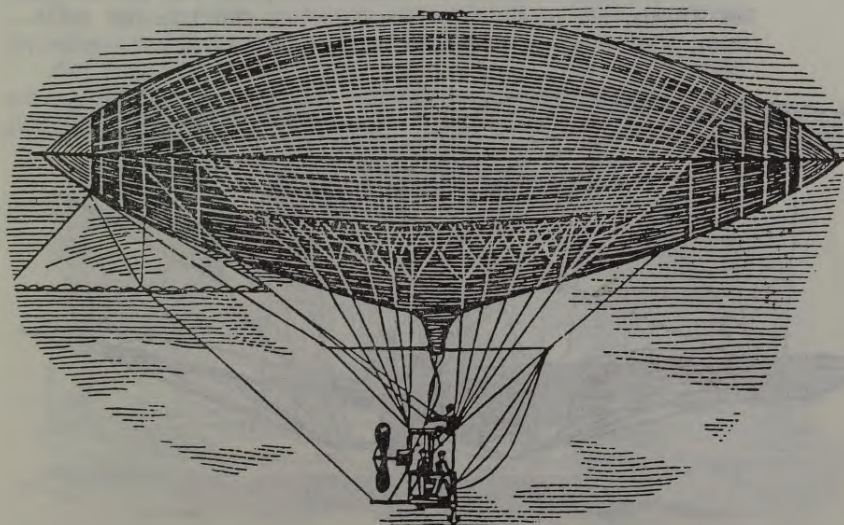
Starpība starp spiediena spēkiem, kas darbojas uz lidmašīnas spārna apakšējo un augšējo virsmu, ir spārna cēlējspēks.

Lidojuma laikā lidmašīnas spārnu cēlējspēks līdzsvaro lidmašīnas smaguma spēku.



Jālido!

19. gadsimta beigas bija «vieglo lidaparātu» — dirižabļu laiks. Pa gaisu pārvietojās milzīgs cigārveidīgs balons. Gaisā to noturēja Arhimēda spēks, bet piekārtajā gondolā strādāja dzinējs. Tas grieza





propelleri, kurš atsvieda gaisu atpakaļvirzienā. Pēc mijiedarbības likuma, gaiss iedarbojās uz balonu ar vilcējspēku kustības virzienā.

Attēlā redzams franču aeronauta G. Tisandjē dirižablis. Propelleri griež elektrodzinējs.

Ļaudis izsenis ar skaudību nolūkojušies putnu lidojumā. Putni var lidot, kāpēc lai mēs nevarētu?

Vēsture saglabājusi sengrieķu teiku par Dedalu un Ikaru. Dedals ar dēlu Ikaru nokļuvuši Krētas valdnieka gūstā. Jābēg!

Dedals sev un dēlam pagatavoja spārnus. Lielas putnu spalvas salipinājis ar vasku, un lidojums varējis sākties. Bēgšana no gūsta izdevusies.

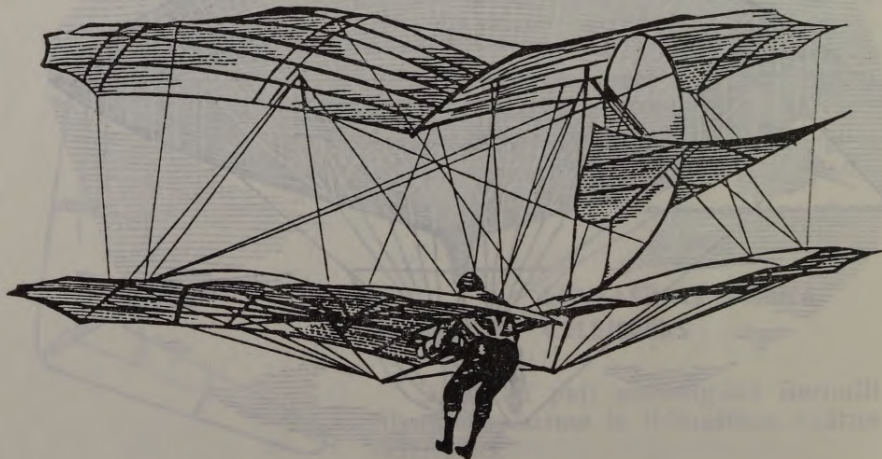
Taču Ikarš aizmirsis tēva norādījumu — nelidot pārāk tuvu Saulei. Vasks izkusis, spalvas nobirušas. Ikarš nokritis jūrā...

Cita leģenda vēsta, ka Parīzes drēbnieks uzšūvis sev spārnus no plāna, bet izturīga auduma. Vēcinot tos, meistars nolēcis no augsta torņa un palicis dzīvs.

Vēl 19. gadsimtā daudzi izgudrotāji laužija galvas, kā labāk izgatavot putnu spārniem līdzīgus spārnus, lai varētu lidot ar savu muskuļu spēku. Tā kā to dara putni.

Taču Leonardo da Vinči (1452—1519) jau 16. gadsimtā bija izpētījis, ka cilvēku gaisā var pacelt tikai kāda mehāniskā dzinēja spēks. Paša cilvēka muskuļu spēks salīdzinājumā ar ķermeņa smaguma spēku ir pārāk mazs. Putniem šī attiecība ir daudz labvēlīgāka.

Tomēr pagājušā gadsimta beigās cilvēks pirmo reizi pacēlās gaisā bez dzinēja. Šis cilvēks bija vācu inženieris Oto Lilientāls (1848—1896). Viņš uzbūvēja lidaparātu, kuru mūsdienās sauc par *planieri*.



Lidojumi notika ar ieskrējienu no stāva paugura. Planiera kustība izraisīja gaisa plūsmu ap spārnēm. Radās cēlējspēks. Tas planierim kopā ar lidotāju ļāva aizlidot 200...300 m attālumā.

Laikā no 1891. gada līdz 1896. gadam Oto Lilientāls ar planieri veica vairāk nekā 2500 lidojumu, aizvien kaut ko planieri papildinot un uzlabojot.

Vispirms planierim bija viens spārns (monoplāns), tad parādījās otrs spārns (biplāns). Biplānam, protams, cēlējspēks bija lielāks. Lai vēl vairāk palielinātu planiera cēlējspēku, izgudrotājs tam pierīkoja trešo spārnu. Tad notika viņa pēdējais lidojums 1896. gadā. Gaisā neizdevās saglabāt pareizu ķermeņa stāvokli. Tīrieciens pret Zemi bija liktenīgs.

Planieru lidojumi turpinājās. Atrādās aizvien jauni drošminieki.

Mūsdienās *planierisms* ir iecienīts sporta veids. Viens no lidojuma veidiem ir tāds pats kā Oto Lilientālam — ar ieskrējienu no kraujas.

Daudz ilgāk izdodas lidot gaisā, ja planieri, uzņemot sākotnējo augstumu, ievēl lidmašīna. Tad lidojuma augstums un arī sākuma ātrums ir lielāki. Sportists, attiecīgi grozot planiera spārnus un stūres iekārtu, var pacelties augstāk vai nolaisties zemāk. Lidojumā var izpildīt dažādas figūras.

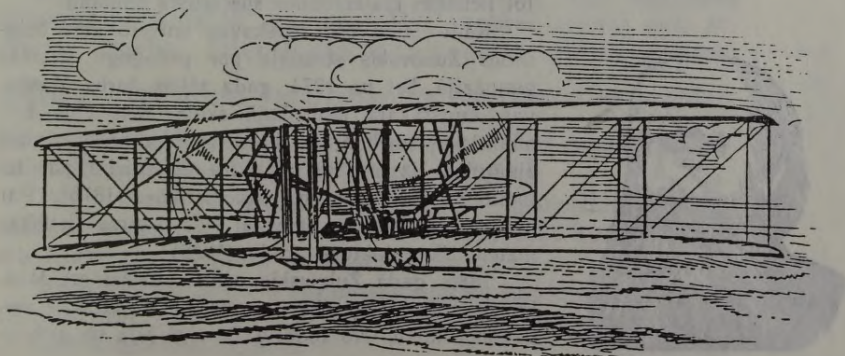
Vilburs Raits (1867—1912) un **Orvils Raits** (1871—1948) ir brāļi — amerikāņu aviokonstruktori un lidotāji. Viņi pirmie pasaulē veica lidojumu ar pašbūvētu lidmašīnu (1903).

Jau pusaudžu vecumā abi brāļi nodarbojās ar gaisa pūķu izgatavošanu. Viņu gaisa pūķi bija vislabākie.

13 gadu vecumā Orvils uzbūvēja drukājamo mašīnu, bet vecākais brālis to uzlaboja. 1892. gadā abi nešķīramie brāļi kļuva par nelielas tipogrāfijas īpašniekiem.

Drīz tika izveidota velosipēdu remontdarbnīca. Vēlāk tā izauga par velosipēdu fabriku, kurā varēja remontēt arī automobiļus.

Kad brāļi uzzināja par Oto Lilientāla bojā eju, viņos radās apņēmība uzbūvēt savu lidaparātu. Tehniskā bāze velosipēdu fabrikā bija pietiekama, lai to izdarītu.



Tapa biplāns «*Flyer I*», kas bija apgādāts ar stūres ierīci. Brāļiem ar padomu palīdzēja aviācijas profesors O. Šanute. Biplānam vajadzēja dzinēju. Brāļi to izgatavoja paši. Tas bija iekšdedzes dzinējs ar jaudu 12 ZS.

Sākās lidojumi. Tie notika lielā slepenībā Ziemeļkarolinā. Pirmā lidojuma ilgums bija tikai 12 sekundes, attālums 53 metri. Tas notika 1903. gada 17. decembrī, ko var uzskatīt par *aviācijas dzimšanas dienu*. Sākās lidojumi ar lidaparātiem, kuri «smagāki par gaisu». Ceturtā lidojuma ilgums jau bija 59 sekundes, attālums — 260 m.

Uzlabojot lidmašīnas konstrukciju, līdz 1908. gadam tika sasniegti 1,5 stundu ilgš lidojuma laiks.

1908. gada 9. septembrī Orvils Raitis pirmoreiz pacēlās gaisā kopā ar pasažieri. Šajā gadā brāļi Raiti demonstrēja lidojumus gan Amerikā, gan arī Eiropā. Viņi lasīja lekcijas par aviāciju, tādā veidā stipri ietekmējot jauno gaisa satiksmes veidu.

1909. gadā brāļi Raiti Amerikas Savienotajās Valstīs nodibināja lidmašīnu būves kompāniju.

Pirmā pasaules kara priekšvakarā brāļi pārdzīvoja gan pirmatklājēju prieku, gan sarūgtinājumu tiesas procesos ar sāncensiem. Taču apziņa, ka radītais lidaparāts ir liela dāvana cilvēcei, brāļos uzturēja možumu.

1912. gadā Vilbars šķīrās no dzīves. Orvils nodzīvoja 36 gadus ilgāk nekā brālis, bet neko nozīmīgu vairs nepaveica. Zaudējums bija pārāk smags...

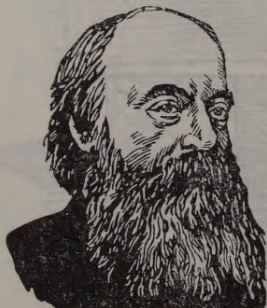
«Cilvēkam nav spārnu... kopējās ķermeņa masas attiecība pret muskuļu masu cilvēkam ir 72 reizes mazāka nekā putniem. Es ceru, ka cilvēks lidos nevis ar muskuļu spēku, bet ar sava prāta spēku!» sacīja aerodinamikas pamatlicējs, krievu zinātnieks **Nikolajs Žukovskis** (1847—1921).

Ģimnāzista gados Nikolajs cerēja iet tēva pēdās un kļūt par dzelzceļu inženieri. Lai to sasniegtu, vajadzēja doties mācīties uz Pēterburgu, bet ģimenes apstākļi to neļāva.

Pēc ģimnāzijas beigšanas Nikolajs iestājās Maskavas universitātē fizikas un matemātikas fakultātē, kuru pabeidza 1868. gadā, iegūstot lietišķās matemātikas speciālista diplomu.

Kādu laiku pēc Maskavas universitātes beigšanas Žukovskis strādāja par pedagogu sieviešu ģimnāzijā, bet no 1874. gada sākās darbs Maskavas Augstākajā tehniskajā skolā. Šeit viņš bija analītiskās mehānikas katedras docents. Jaunais zinātnieks izstrādāja maģistra disertāciju par tematu «Šķidra ķermeņa kinemātika» (1876). Par pētījumiem kustības teorijā viņš ieguva lietišķās matemātikas doktora grādu (1882).

1885. gadā Žukovskis uzsāka darbu arī Maskavas universitātē, kur pasniedza teorētiskās mehānikas kursu. No 1886. gada viņš bija šīs univer-



sitātes profesors. Abās Maskavas augstskolās viņš nostrādāja līdz mūža beigām.

1894. gadā Zukovski ievēlēja par Pēterburgas Zinātņu Akadēmijas korespondētājlocekli, taču no vēlāk piedāvātā ZA īstenā locekļa amata viņš atsacījās, jo negribēja atstāt Maskavu un iesāktos pētījumus.

1902. gadā viņa vadībā Maskavas universitātē tika uzbūvēta Eiropā viena no pirmajām aerodinamiskajām caurulēm, kas bija nepieciešama pētījumiem lidojumu teorijā.

Ierosmi atklājumiem zinātnieks ņēma no dabas. Jau 1891. gadā tapa pētījums «Par putnu lidojumu». Tika izpētīts mehānisms, kādā veidā var «uzņemt augstumu».

Nikolajs Zukovskis formulēja teorēmu (1904), pēc kuras nosaka lidmašīnas spārna cēlējspēku. Viņš pierādīja, ka lidmašīnas spārns nedrīkst būt plakans. Tam jābūt kā putna spārnam: virspusē izliektam, apakšā — ieliektam, priekšpusē — biezākam, aizmugurē jābeidzas ar asu malu. Tika izstrādāta arī lidmašīnas propellera teorija.

19. gadsimta beigās zinātnieks izstrādāja teorētiskos pamatus augstākās pilotāžas elementiem, arī «nāves cilpai» (Nesterova cilpa).

Pirmā pasaules kara laikā Zukovskis pētīja bumbu mešanas teoriju un tālšāviņu lādiņu kustību. Viņš bija daudzu pētījumu autors cieta ķermeņa fizikā, astronomijā, hidrodinamikā, hidraulikā un pielietojamā mehānikā. Viņa pētījumiem raksturīga dziļa teorijas izstrādne un tās cieša saite ar inženiertehnisko risinājumu.

Nikolajs Zukovskis ir vairāku vispāratzītu teorētiskās mehānikas mācību grāmatu autors.

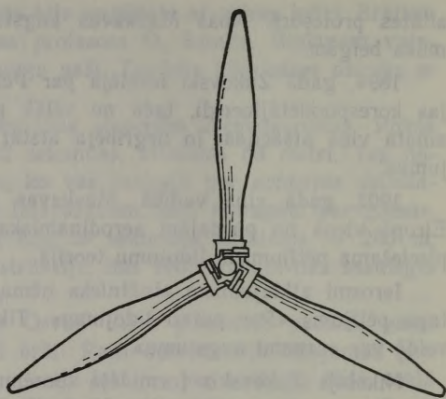
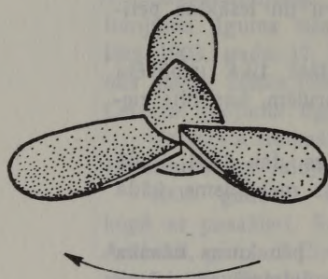
() KUĢA DZENSKRŪVE UN LIDMAŠĪNAS PROPELLERIS

Kuģa dzenskrūve pirmoreiz parādījās 1836. gadā. Taču tās priekštecis — dzenrats vēl ir saglabājies, galvenokārt upju kuģos.

Dzenskrūves konstrukcija ir vienkārša. Tās lāpstiņas izliektas tādā veidā, ka, griežoties skrūvei, ūdens tiek atsviests atpakaļ. Dzenskrūve iedarbojas uz ūdeni ar *tiešo spēku* \vec{F}_1 , bet ūdens iedarbojas uz dzenskrūvi ar *pretdarbibas* jeb *reaktīvo spēku* \vec{F}_r . Tam pamatā ir ķermeņu mijiedarbības likums (trešais Ņūtona likums).

Tāpat darbojas gaisa dzenskrūve — propelleris. Tā izraisītās gaisa kustības reaktīvais spēks liek kustēties lidmašīnām, dirižabļiem, aerokamanām.

Propellerim ir 2—4 lāpstiņas, kuras novietotas slīpi attiecībā pret rotācijas asi. *Gaisa strūklas reaktīvais spēks ir lidmašīnas vilcējspēks.*



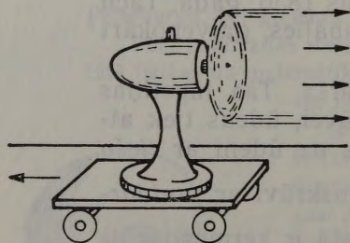
Zīmējumos redzam, ka kuģa dzenskrūvei un lidmašīnas propellerim ir atšķirīga forma. Tas ir tāpēc, ka šīs ierīces darbojas vidēs ar dažādu blīvumu. Abu ierīču forma ir zinātniski pamatota. Noskaidrots arī, ka propelleris ir lietderīgs tikai tad, ja lidmašīnas ātrums nepārsniedz skaņas ātrumu gaisā — apmēram 330 m/s. Virsskaņas lidmašīnām nav propellera. Tās «dzen uz priekšu» reaktīvais dzinējs.

VAĻAS
BRĪDĪM

Galda ventilators arī ir ierīce ar dzenskrūvi. Vējš, kas nāk no ventilatora spārniņiem, ir tāda pati atpakaļ dzītā gaisa strūkļa, kas dod pret darbības spēku (lidmašīnai vilcējspēku).

Galda ventilatoram gaisa plūsmas pret darbības spēks nav liels.

Uzlieciet ventilatoru uz ratiņiem, ieslēdziet dzinēju un jūs redzēsiet, ka ratiņi kopā ar ventilatoru sāks ripot gaisa plūsmai pretējā virzienā!



Piebildīsim, ka arī ūdenī vilcējspēks ir kāda cita spēka pret darbības spēks. Peldoties ievērojiet, ka jūsu rokas iedarbojas uz ūdeni kustībai pretējā virzienā! Ūdens pret darbības spēks liek jums pārvietoties uz priekšu.

Sēdieties laivā un ķerieties pie ariem! Airu vēzieni iedarbojas uz ūdeni, dzenot to atpakaļ. Ūdens pret darbības spēks pārvieto laivu uz priekšu.

Varbūt, ka jums pieder sniega aerokamanas? Metoties iekšā sniega virpuļos, padomājiet, kāds spēks velk kamanas!

Varbūt, ka jūsu vaļasprieks ir lidmodelisms? Arī lidmodelim ir propelleris. Savērpjot gumiju, tajā tiek uzkrāta jūsu enerģija. Gumija atritinās un griež propelleri. Tālāk viss notiek kā «istajai lidmašīnai».

Varbūt, ka jums ir motorlaiva? Sēdot tajā, ir vērts padomāt par dzenskrūves darbību un tās izraisīto vilcējspēku.

LIDMAŠĪNA

«Kā tas var būt,» daudzi gadsimta sākumā brīnījās, «ka mašīna smagāka par gaisu, bet lido...!»

Izbrīnu radīja arī gaisa baloni un dirižabļi, taču, kāpēc gan nelidot, ja tie ir vieglāki par gaisu? Par gaisu smagākai ierīcei būtu jākrīt zemē... Tomēr lido! To gaisā notur spārni. Spārni ir lidmašīnas galvenā sastāvdaļa. Pirms pacelšanās gaisā lidmašīna skrejceļā sasniedz lielu ātrumu. Ja jums ir iznācis lidot pasažiera lomā, tad droši vien atceraties šo ieskrējieni. Pēc tam notiek atrašanās no zemes. Sēdot lidmašīnā, liekas, ka zeme attālinās kaut kur lejup. Ieskrējienā rodas spārnu cēlējspēks. Kā tas notiek, iztīrājām soli «Lidmašīnas spārņa cēlējspēks». Vārētu sacīt — lidmašīnai spārni dod iespēju «atbalstīties» pret gaisu, paceļoties no lidlauka un arī lidojot.

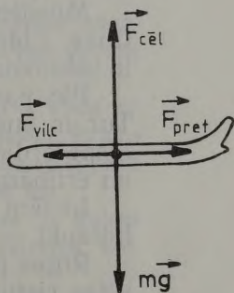
Aplūkosim zīmējumu. Iezīmējiet, lūdzu, to savās burtņīcās, norādot koordinātu asi un uzrakstot spēku projekciju vienādojumus!

Vertikālā virzienā spārnu izraisītais cēlējspēks līdzsvaro lidmašīnas smaguma spēku. Lidmašīna turas gaisā un nekrīt lejup. Taču jāievēro, ka *spārnu cēlējspēks pastāv tikai kustībā!* Gaisam nepārtraukti jāplūst ap lidmašīnas spārniem.

Arī horizontālā virzienā ir spēku līdzsvars — lidmašīnas ātrums nemainās. Kā rodas lidmašīnas vilcējspēks, aplūkojām iepriekšējā solī.

Lidmašīnas kustībai gaisā ir ievērojama pretestība. Dažkārt šķiet, ka gaiss, kas ir ne visai blīva viela, maz bremsē kustību. Tad jāatceras, piemēram, ātrs brauciens ar motociklu. Gaisam piemīt iekšējā berze — viskozitāte. Gaisa slānis it kā «pielīp» lidmašīnas korpusam. Berze rodas starp šo gaisa slāni un tālākajiem slāņiem.

*Fizelāža** ir lidmašīnas korpus. Lidmašīna lielā ātruma dēļ it kā ieurbjas gaisā, tāpēc arī radies šāds nosaukums. Lidmašīnas fizelāža ir cilindriska, ar smailu priekšējo daļu un sašaurinājumu aizmugurē. Šādas formas ķermenim ir mazāka gaisa pretestība. Fizelāžas iekšienē ir telpas apkalpei, pasažieriem, kravai, degvielai. Daudzām lidmašīnām degvielas tvertnes novietotas spārnos. Pie fizelāžas piestiprinātas trīs šasijas. Tās vajadzīgas ieskrējenam un arī nolaižoties aerodromā. Lidojuma



* Franču *fuselage* — vārpsta.

laikā šasijas ir ievilkta fizelāžas iekšpusē, lai samazinātu gaisa pretestību.

Lidmašīnu vada no lidotāja kabīnes, kur atrodas stūres rats. Ar to groza vertikālo un horizontālo stūri.

Lidotāja kabīnē atrodas arī dzinēju vadības ierīces, autopilota iekārta. *Autopilot*s ir sarežģīta elektroniska ierīce lidmašīnas automātiskai vadīšanai. Tas uztver lidlauku raidītos signālus, tos atšifrē un liek lidmašīnai ieturēt pareizo kursu. Lidotāja kabīnē ir aparāti, kas ziņo apkalpei par lidmašīnas atrašanās vietu, augstumu, arī automātisko iekārtu darbību. No šejienes vada lidmašīnas apsildi, apgaismojumu, ventilāciju.

No lidotāja kabīnes uztur radiosakarus ar lidlaukiem. Mūsdienu lidmašīna ir sarežģīta un lielā mērā automatizēta iekārta.

Lidmašīnām nepieciešams *lidlauks*. Tajā izvietotas lidmašīnu pacelšanās un nolaišanās joslas, lidmašīnu stāvvietas, dažādas celtnes un iekārtas, kas vajadzīgas lidlauka apkalpei.

Mūsdienu lielie lidlauki aizņem tūkstošiem hektāru platības. Lidmašīnu ieskrējiena un nolaišanās joslu garums ir tūkstošiem metru.

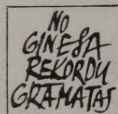
Pie pasažieru maršrutu lidlaukiem atrodas *lidostas*. Tur ir laukums pilsētas transporta līdzekļiem, viesnīca, dispečerdienests un viss, kas vajadzīgs pasažieru atpūtai un ērtībām.

Lielām pilsētām lidostas mēdz būt pašā pilsētā, bet lidlauki — ārpus tās.

Rīgas pasažieru lidosta un lidlauks atrodas blakus, pilsētas rietumu nomalē. Latvijā ir trīs pasažieru lidostas — Rīgā, Liepājā un Daugavpilī.

Cilvēks vienmēr ir tiecies augšup. Varbūt arī jūs jūtat šādu aicinājumu?

Latvijā ir divas augstākās mācību iestādes, kur gatavo aviatorus: *Rīgas Aviācijas universitāte un Rīgas Aeronavigācijas institūts*.



Jaromirs Vāgners (dzimis 1941. gadā Čehoslovākijā) pirmais pasaulē pārlidoja Atlantijas okeānu, atrodoties uz lidmašīnas spārna.

Lidojuma starts bija Aberdīnas lidostā (Skotijā) 1980. gada 28. septembrī.



Rodžersa likums: tiklīdz stjuarte lidmašīnas salonā ienes kafiju, tūlīt sākas lidmašīnas vibrācijas.

Dēvisa piebilde Rodžersa likumam: kafijas pasniegšana izraisa lidmašīnas vibrācijas.

Aerobagāžas pamatprincips: pasažieris var gaidīt savu bagāžu pie jebkura transportiera, taču viņa koferis vienalga būs uz citas lentes.

Kaufmaņa pirmais lidostu likums: attālums līdz lidostai ir apgriezti proporcionāls laikam, kurš ir pasažiera rīcībā līdz lidmašīnas pacelšanās brīdim.

No aviācijas vēstures

Aviācijas attīstība sākās 15. gadsimta beigās, kad Leonardo da Vinči, pētīdams putnu un sikspārņu lidojumu, izstrādāja lidaparātu un helikopteru modeļus.

19. gadsimta beigās un 20. gadsimta sākumā, pamatojoties uz zinātnieku Dž. Keilija, N. Ārenta, D. Mendeļejeva, N. Žukovska darbiem, tika uzbūvētas un izmēģinātas pirmās lidmašīnas.

Francijā K. Adērs 1890. un 1897. gadā izmēģināja lidmašīnas ar tvaika dzinēju. Izrādījās, ka tvaika dzinējs lidmašīnām neder, jo ir pārāk smags. Pasaulē pirmo lidojumu 1903. gada 17. decembrī ar pašizgatavotu lidmašīnu veica amerikāņi brāļi Raiti. Viņu lidmašīnai bija ar petroleju darbināms iekšdedzes dzinējs.

1909. gada 25. jūlijā L. Blerio (Francija) ar pašizgatavotu monoplānu «Bleriot XI» pirmais pārlidoja Lamanšu. 1910. gadā viņš pirmais ar savu lidmašīnu sasniedza ātrumu 100 km/h.

Lidmašīnas sekmīgi piedalījās Pirmajā pasaules karā. Viens no galvenajiem lidmašīnu uzdevumiem bija izlūkošana. Lidmašīnu ātrums kara laikā bija pieaudzis no 90...120 km/h līdz 220 km/h. Lidojuma augstums sasniedza 7000 m, bet lidojuma tālums — 900 km.

Latvijā aviācijas attīstība sākās ar 1909. gadu, kad T. Kāleps Rīgas rūpnīcā «Motors» sāka būvēt lidmašīnas un to dzinējus. Lidmašīnas sāka būvēt arī Krievu-Baltijas vagonu fabrikā.

1914. gadā, fronteī tuvojoties, rūpnīcu «Motors» evakuēja uz Maskavu. Krievu-Baltijas vagonu fabrikas lidmašīnu nodaļa nokļuva Petrogradā.

Pirmie latviešu lidotāji bija E. Pulpe, K. Skaubītis un citi.

Pēc Pirmā pasaules kara sāka attīstīties pasažieru lidmašīnu būve. Sajā nozarē vadošās bija holandiešu firma «Fokker», vācu firma «Junkers» un angļu firma «De Havilland».

Krievijā 1918. gadā pēc N. Žukovska ierosinājuma izveidoja Centrālo aerohidrodinamikas institūtu.

No 1930. gada līdz 1939. gadam vairākas pasažieru un transporta lidmašīnas konstruēja A. Tupolevs. Tāllidojumu attīstībā lielu ieguldījumu deva lidmašīnas ANT-25. Ar šādu lidmašīnu 1937. gada jūnijā V. Čkalova vadīta apkalpe 63 stundās veica lidojumu bez nosēšanās no Maskavas līdz Vankūverai (Kanādā). Lidojums notika pāri Ziemeļpolam, maršruta kopgarums — 8504 km.

Laikā starp abiem pasaules kariem no sērijveidā ražotajām lidmašīnām pazīstamākās bija krievu lidmašīnas ANT-35, amerikāņu lidmašīnas «Douglas DC-3» un vācu lidmašīnas «Junkers Ju-52».

Pēc Otrā pasaules kara sākās reaktīvās jeb virsskaņas aviācijas attīstība. Tajā liela nozīme bija S. Čaplīgina 1903. gada pētījumiem



par lielu ātrumu gāzu plūsmām. Virsskaņas aerodinamikas teoriju tālāk attīstīja T. Kārmāns (ASV) un S. Hristianovičs (Krievija). Tas deva iespēju izveidot virsskaņas aviāciju. Reaktīvo lidmašīnu ātrums pārsniedza 1100 km/h.

Tika izveidoti turboreaktīvie dzinēji. Tajos reaktīvā dzinēja kamerā deggāzes griež turbīnu, kas uztver un saspiež gaisu pirms tā nokļūšanas degkamerā.

Pasaulē pirmo turboreaktīvo pasažieru lidmašīnu uzbūvēja 1949. gadā Anglijā. Taču to sērijveida ražošana sākās tikai 1958. gadā.

1955. gadā Krievijā sāka ražot tolaik slavenās A. Tupoleva konstruētās turboreaktīvās lidmašīnas TU-104 ar lidojuma tālumu 3200 km un ātrumu 800...830 km/h.

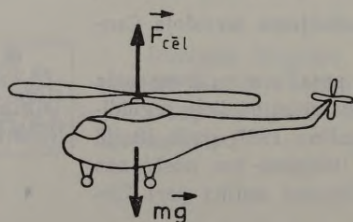
1968. gada 31. decembrī notika pasaulē pirmās virsskaņas lidmašīnas TU-144 lidojums. Dažus mēnešus vēlāk sāka lidojumus Francijas un Anglijas kopīgi būvētā pasažieru virsskaņas lidmašīna «Concorde».

1960.—1970. gadā plaši sāka izmantot lidmašīnas-aerobusus, kuri var uzņemt 250—500 pasažieru. Sajā laikā sāka konstruēt arī tādas lidmašīnas, kurām nevajag garu starta un nolaišanās skrejceļu. Radās «vertikālā starta» lidmašīnas.

Mūsdienu aviācijas sasniegumus raksturo šādi skaitļi: *lidmašīnu* lidojuma ātrums — līdz 3500 km/h, lidojuma augstums — virs 30 km, lidojuma tālums bez degvielas uzpildes — līdz 20 000 km; *helikopteru* lidojuma ātrums — līdz 350 km/h, lidojuma augstums — līdz 11 km, lidojuma tālums — līdz 3500 km.

() HELIKOPTERS

Helikopters* ir lidaparāts, kas gaisā paceļas vertikāli. No lidmašīnas tas pirmām kārtām atšķiras ar to, ka helikopteram nav spārnu. Vertikāli vērstu cēlēj spēku dod liela izmēra propelleris. Dzinējs griež propelleri, kas dzen gaisa plūsmu lejup. Rodas gaisa pret darbības spēks — cēlēj spēks.



Helikopteram nav vajadzīgs lidlauks. Tam pietiek, piemēram, ar horizontālu mājas jumtu.

Mainot lielā propellera griešanās ātrumu, var radīt tādu cēlēj spēku, kas līdzsvaro helikoptera smaguma spēku. Tad helikopters «karājas gaisā».

Vienrotora helikopteriem ir tikai viens lielais propelleris, bet astē — viens vai vairāki vertikālā plaknē rotējoši mazie propelleri. Tie kalpo kā stūre un arī vajadzīgi, lai

* Sengrieķu *helikos* — virpulis, *pteron* — spārns.

līdzsvarotu lielā propellera izraisīto griezes momentu. Horizontāli virs jumta novietotais lielais propelleris, griežoties vienā virzienā, izraisa helikoptera griešanos pretējā virzienā. Astes propelleris liek helikopteram griezties uz otru pusi.

Divrotoru helikopteriem ir divi lieli, horizontāli novietotie propelleri. Tie griežas katrs uz savu pusi. Cēlējspēki, protams, summējas, taču reaktīvie griezes momenti viens otru līdzsvaro. Šī tipa helikopteriem astē nav propellera.

Lielas celtspējas helikopteri izveidoti kā «lidojošs vagons»: dzinēju propelleri izvietoti viens aiz otra uz vaгона — garas fizelāžas.

Helikopters no uzbūves, apkalpošanas un lidojuma drošuma viedokļa ir pārāks par lidmašīnu. Ja, piemēram, sabojājas dzinējs, tad helikopters krītot bremsējas. Pašrotācijā lielais propelleris darbojas līdzīgi izpletnim. Helikopters var nolaieties grūti pieejamās vietās, kur nav ne ceļa, ne lidlauka.

Helikopterus nereti izmanto kā ceļamkrānus. Tie ir neaizstājami meža ugunsgrēku dzēšanā.

Helikoptera darbības principu aprakstīja un zīmējumu izveidoja jau 1475. gadā Leonardo da Vinči.

Pirmais «lidojums» ar helikopteru notika 1907. gadā. Izgudrotājs Kornī (Francija) ar savu aparātu pacēlās virs zemes tikai 30 cm augstumā. Tāds bija sākums.

() ZEMŪDENS SPĀRNU KUTERIS

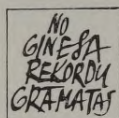
Kuterī* strādā iekšdedzes dzinējs. Tas griež dzenkrūvi. Zem kutera korpusa ir spārni, kas pēc uzbūves atgādina lidmašīnas spārnus.



Kuterim atrodies miera stāvoklī vai braucot ar nelielu ātrumu, iegrime ir lielāka, nekā braucot ar lielu ātrumu.

* Angļu *cutter* — neliels kuģis.

Kuterim sākot kustību, tā ātrums palielinās un ap zemūdens spārniem plūstošā ūdens ātrums arī pieaug. Rodas cēlējspēks. Kutera korpusa ieprīme samazinās un, kad ātrums ir pietiekami liels, zem ūdens paliek tikai spārni. Ūdens saskare ar kutera virsmu ievērojami samazinās. Mazāks kļūst pretestības spēks, tāpēc kuteris ar zemūdens spārniem var attīstīt krietni lielāku ātrumu nekā parastais kuteris.



Kuģi ar zemūdens spārniem (angliski — ACV) pasaulē pirmais uzbūvēja seris Kristofers Sidnejs Kokernels. Viņam šāda kuģa būvēšanas ideja radās 1954. gadā. Izgudrojums patentēts 1955. gada 12. decembrī.

Bernulli dzimta. Bernulli likuma atklājējs Dāniels Bernulli (1700—1782) ir šveiciešu fiziķis, matemātiķis, fiziologs un mediķis.

Laikā no 1725. gada līdz 1733. gadam viņš strādāja Pēterburgas Zinātņu akadēmijā: sākumā fizioloģijas katedrā, bet pēc tam pārgāja uz mehānikas katedru. 1733. gadā viņu ievēlēja Bāzeles universitātē par fizioloģijas profesoru. Zinātnieks no Pēterburgas atgriezās Šveicē, bet līdz mūža beigām palika Pēterburgas Zinātņu akadēmijas Goda loceklis.

No 1750. gada viņš bija Bāzeles universitātē mehānikas profesors.

Dāniels Bernulli ir slavenās Bernulli dzimtas pārstāvis. Paaudžu paaudzēs šī dzimta devusi izcilus zinātniekus.

Sākot no 1687. gada, veselus divus gadsimtus kāds no Bernulli dzimtas pārstāvjiem ir strādājis Bāzeles universitātes matemātikas katedrā.

Simts gadu pēc kārtas divi šīs dzimtas pārstāvji bija Parīzes Zinātņu akadēmijas īstenie locekļi.

Cetri Bernulli dzimtas zinātnieki bijuši Pēterburgas Zinātņu akadēmijas Goda locekļi, bet trīs — īstenie locekļi.

Dāniels Bernulli savu galveno darbu mehānikā — «Hidrodinamiku» sāka rakstīt Pēterburgā 1728. gadā. Tika izdarīti pētījumi un atklājumi desmit gadu laikā. Darbu pabeidza Bāzelē 1738. gadā. Šo gadu arī uzskata par Bernulli likuma atklāšanas gadu.

Ja jūs studēsiet matemātiku, tad ne vienu reizi vien matemātikas kursā sastapsiet Bernulli vārdu.



Augu dienu tīrelī nenorīma dzērvju klāigas. Tikai no rīta puses bij drusku klusāk: tad visas lielās aizskrēja mežam pāri laukmalā barību meklēt un, kas palika perekli uz olām vai par sargiem, tās izturējās klusu un iekliedzās tikai retu reizi, kad mežsarga āpšelis ierējās tīreļa salu ataugā vai izbiedēts briedis paskrēja tuvu garām. Bet jau pirms pusdienas tīrelī ņudzēja visi mežmalas ieloki un gaiss trīcēja dzērvju klāīgās. It sevišķi uz vasaras beigām, kad visi perekli bij tukši un dzērves sāka nopietni taisīties uz rudens ceļojumu.

Jaunā dzērve bij kā apmulsusi, kā noreibusi šajā ņudzeklī. Visa lidošanas māksla, visi paņēmiņi, izveidojumi un izlocījumi, ko citas dienām mācījās, viņai ar reizi bij rokā. Vecie, parauga dēļ visvisādi izlocījušies, izmanevrējuši, mazliet aizkusuši nolaidās zemē. Jaunā spēcīgi pavēcināja spārnus, paskrēja divus soļus uz priekšu, pacēlās un ar četriem spēcīgiem spārnu vēciņiem uzšāvās pāri visgarākās egles galotnei. — — — Kājas un kaklu izstiepusi, spārnus tikai mazliet kustinādama, viņa lēniem, spēcīgiem lokiem šūpojās gaisā un pamazām cēlās arvien augstāk. Pār mežu vilka žirgts vējiņš, drebināja smalkās, pūkainās spalvas jaunās dzērves astē, tā ka tā no zemes izskatījās kā virmojošs pelēku putu kamols. Bet pamazām it kā sarāvās dzērves augums gaisā. Nebij vairs atšķirami par sevi viegli vizošie, pelnu pelēkie spārni, bālganā pavēdere un garais, gludenaiss kakls. Skaļi un dzirdami augšā atkal atskanēja spēkā un aizgrābtībā aprauts kļiedziens. — «Grū-ū... grū-ū!» apakšā liksmi atsaucās vecās dzērves. Un, kad jaunā augšā atkal atbildēja, tad arī viņas ilgāk nevarēja noturēties. Pacēlās spārnos pāri meža galotnēm, cēlās arvien augstāk, tuvāk jaunajai. Un pakaļ viņām, uztraukti iekliegdamās, skrēja otra jaunā... — — —

Neapturamas, neapmierināmas ilgas bij izmanāmas jaunās dzērves kļiedzienā. Kā maza sērkokciņa liesma aizdedzināja visu noras sauso zāli, tā tas uztrauca jaunās un vecās dzērves pa visu tīreli: simtām balsu apakšā to atskaņoja gari stieptā likumotā laidā. Kur jaunā dzērve atgriezies skrēja garām, tur tūliņ sacēlās nemierīga spārnu švikoņa.

Tas bij iedzimtais gājputnu nemiers, kas, rudenim tuvojoties, auga arvien lielāks un lielāks. Gājputnu ilgas vienmēr ir kā ceļā starp divām pasaulēm, starp divām tēvijām, kas mūžam cīnās savā starpā, velk katra uz savu pusi. Pāvisam tās neapklust nekad, tikai reizēm tā kā apgurst, tad dzērves stāv tīrelī uz ciņiem, šķietami vienaldzīgas un laiskas, ierautiem kakliem, vienaldzīgām, miegainām, bālganu plēvīti aizvilktām acīm. Jaunās dzērves skaļie kļiedzieni un straujā tiekšme uz neredzēto dienviņu tēviju uztrauca un sajūsmināja visas agrāk nekā citiem gadiem.

Divas dienas dzērves taisījās tālā, grūtā ceļā. Rindojās, manevrēja, izjuka, laidelējās pa vienai, iebēcās, nolaidās zemē un cēlās atkal. Nakts bija nemierīga. Līdz pat gaismai dzirdami uztraukto, miegā iztraucēto jauno dzērvju bailīgie kļiedzieni un veco rājošās, mierinošās balsis.

Bij skaista, rāma, dzirkstoši skaidra rudens diena, kad tīreļa dzērves pacēlās uz garo ceļu. Viņas bij pirmās — no citiem apkārtnes dumbbrājiem un purviem nekur vēl neredzēja. Slaidā, varenā kāsi viņas cēlās pāri tīrelim ieslīpi gaisā, mierīgi, nesteigdamās, spēkus taupīdamas, labi apzinādamās garo ceļu un ceļa grūtības. Priekšējā, vadone, laiku pa laikam kārtību atgādinādama, asi iekliedzās, pārējās klausīgi, klusi atsaucās: dzērves skumji atsveicinājās no savas ziemeļu dzimtenes... — — —

Jaunā dzērve nevarēja novaldīties rindā. Skaļi iebēcās un aplami savēcināja spārnus. Sirdīgi kļiedzieni priekšā un aiz muguras apsauca

viņu. Viņa padevās, bet tikai ar lielām pūlēm savaldīdamās un noturēdamās. Viņai likās, ka viss kāsis virzās tik gauži lēnām un gausi, ka ne mūžam nesasnies viņējo debesmalu, no kuras mākonīši cēlās augšām.

Bērni lejā bij dzirdējuši dzērves.

— Rindā dzērves! Rindā dzērves — rindā-ā! — atskanēja sikas, skaļas, skaidri sadzirdamas balstiņas.

Plaukstām aizsegtās acis tur no lejas velti vērās gaisā: pret sauli ņirbošā dzidrumā dzērves nebij saskatāmas.

Jauno dzērvī bērnu bālsis savādi uztrauca. Viņa acumirkli aizmirsā visu, redzēja tikai zilos, tālos dienvidus un mirdzošo brīvo plašumu apkārt. Nesavaldāmā spēka un prieka pārplūdumā iebūrējās kā negudra, pasītās sāņus no rindas laukā un kā lode devās taisni gaisā. Acumirkli kāsis izjuka, dzērves sabruka vienā ņudzeklī, kuram cauri jaunā dzērve šāvās uz augšu. Uztraukti, nikni kliezdzieni skānēja no visām pusēm, visapkārt šmikstēja spēcīgu spārnū un knābju cirtieni, dzirkstēja dūsmās iekaisušās acis. Jaunā dzērve nevēroja neko. Izvijās ņudzeklim cauri, pacēlās augstu pāri tam, neprātīgā sajūsmā savēcinājās tā, ka gandrīz apmetā kūleni. Bet tajā acumirkli — pati nesaprata, kas bij, kas ne — sajuta labajā spārnā pie pleca briesmīgu, asu dzēlienu, iebūrējās no sāpēm un atkrita atpakaļ. Tikai acumirkli, tad sāpes likās pārgājušas. Dzērve pavēcināja spārnus parastā ritmā. Viņai likās, ka skrien uz priekšu. Bet tad piepeši ar baigu sajūtu nomanīja, ka svērās sāņus uz labo pusi. Viņa pagrieza galvu atpakaļ. Kreisais spārnš vēcinājās kā arvien, bet labais karājās slābi uz leju un nekustējās. Viņa paskatījās augšup. Augstu gaisā kliegdamš griezās sajukušu dzērvju ņudzeklis, palika arvien augstāk. Viņa kritā lejā... Iebūrējās izmisumā, atlieca kaklu pār muguru atpakaļ, pierāva kājas pie vēdera un atspērās kā senāk, no zemes celdamās, bet apgriezās tikai riņķi tukšā gaisā. Spēji no apakšas izslējās egļu robainās galotnes ar sakaltušiem ciekuriem. Zaros mezdamās, ar kreiso spārnū izmisusi kuldamās, kūleņodama dzērve nokrita zemē.

(A. Upītš. Jaunā dzērve. — Ķopotī raksti.
R., 1951, 15. sēj., 27.—31.)



27. ENERĢĒTIKA

Augu pasaule veido rezervuāru, kurā nostiprinās un izmantošanas nolūkā uzkrājas ātri plūstošie Saules stari — ekonomisko labumu avots, ar kuru nesaraucjami saistīta cilvēku dzimuma fiziskā eksistence.

R. Maiers

- () KĀDU ENERĢIJU CILVĒKAM VAJAG?
- () MŪSDIENU ENERĢĒTIKA
- () KURINĀMĀ KRĀJUMI PASAULĒ
- () PASAULES ENERĢĒTIKAS BILANCE 20. GADSIMTĀ
- () BENZĪNS
- () UZLIESMOŠANAS TEMPERATŪRA
- () KURINĀMĀ SADEGŠANAS SILTUMS
- () SILDĪTĀJA LIETDERĪBAS KOEFICIENTS
- () MALKĀ
- () KŪDRA

- () SILDĪŠANAI VAJADZĪGO SILTUMU DOD
KURINĀMAIS (BILANCES VIENĀDOJUMS)
- () DEGVIELAS SADEGŠANAS SILTUMS DOD
MEHĀNISKO ENERĢIJU (BILANCES VIENĀDOJUMS)
- () UZDEVUMA PARAUGS PAR AUTOMOBILĀ
DEGVIELAS PATĒRIŅU
- () ZEMES DZĪĻU SILTUMS
- () TERMĀLIE ŪDEŅI
- () ĢEOTERMĀLĀS ELEKTROSTACIJAS
- () TERMĀLO ŪDEŅU NĀKOTNE
- () ZEMES BIOFIZIKĀLĀS ANOMĀLIJAS
- () SAULE — GALVENAIS ENERĢIJAS AVOTS
UZ ZEMES
- () HELIOTEHNIKA
- () VIENKĀRŠĀKĀS HELIOTEHNISKĀS IERĪCES
- () SAULES VIRTUVE UN SAULES KRĀSNS
- () HELIOELEKTROSTACIJA
- () SAULES BATERIJA
- () LATVIJAS UPJU ENERĢIJA
- () VĒJA ENERĢIJA
- () LATVIJAS ELEKTROENERĢĒTIKA
- () KURINĀMĀ PĀRGĀZĒŠANA

() KĀDU ENERĢIJU CILVĒKAM VAJAG!

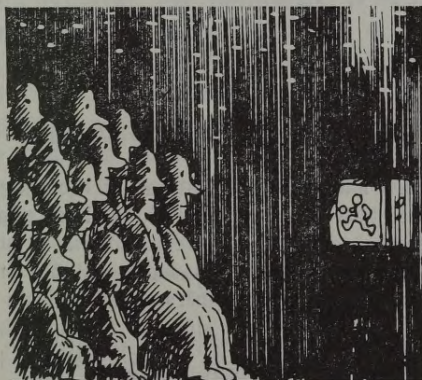


Cilvēkam vajag *pārtiku* — organisma «kurināmo». Pārtikas enerģija uztur organisma dzīvības procesus un nodrošina darba spējas.

Vajag arī *mehānisko enerģiju*, ko dod dažādas mašīnas, strādājot cilvēka vietā. Pagājis laiks, kad cilvēks visu veica savām rokām. Mehāniskā enerģija vajadzīga arī transportam. Nav vairs tas laiks, kad cilvēks lielus attālumus veica kājām vai jāšus uz zirga.

Vajag *siltumu* telpu apsildei, ēdiena gatavošanai. To izmanto arī ražošanas nozarēs, kuras cilvēkam nepieciešamas.

Vajag *elektrību* telpu apgaismošanai. Skals un petrolejas lampa mūsdienās nevienu neapmierina. Elektrību vajag arī transportā un ražošanā.



No elektrības protam iegūt gaismu, siltumu, mehānisko enerģiju. Mūsu sadzīve bez elektrības, šķiet, vairs nav iespējama. Ledusskapis, televizors, radio, mūzikas agregāti, telefons un citas sadzīvē nepieciešamās ierīces nevar darboties bez elektrības.

Šī nodaļa ir par enerģētiku un tās problēmām pasaulē mērogā un arī Latvijā.

Atcerēsimies — cilvēkam vajag pārtiku, mehānisko enerģiju, siltumu un elektrību!

() MŪSDIENU ENERĢĒTIKA

Kurināmā rūpniecība un elektroenerģētika ir nozares, kas nodrošina daudzveidīgo enerģijas patēriņu rūpniecībā,

lauksaimniecībā, transportā, sakaros, zinātnē, kultūrā un sadzīvē.

Dabā esošos enerģijas krājumus iedala divās grupās:

1) krājumi, kas neatjaunojas (nafta, dabasgāze, akmeņogles);

2) krājumi, kas nepārtraukti atjaunojas (ūdens, vēja, Saules starojuma, paisuma un bēguma enerģijas, augu valsts kurināmais, Zemes dziļu siltums).

Pirmās grupas enerģijas krājumi ir ierobežoti. No otrās grupas enerģijas krājumiem pašlaik pietiekami plaši izmantojam tikai ūdens enerģiju jeb *hidroresursus*. Pārējos šīs grupas enerģijas veidus izmantojam samērā maz.

Pirmās grupas enerģijas krājumi noder ne tikai kā *kurināmais*, bet arī kā *izejviela ķīmiskajai rūpniecībai*.

20. gadsimta otrajā pusē attīstās *kodolenerģētika*, kas dod iespēju samazināt ķīmiskā kurināmā patēriņu siltuma un elektrības iegūšanai.



Kā rodas organiskais kurināmais?

Saules gaismas ietekmē augi saista gaisā esošo ogļskābo gāzi un to pārveido — sintezē sākumā ogļhidrātus, kuri augu audos tālāk pārveidojas nešķīstošā celulozē, kas veido *koksni*. Šī sinteze noris, izmantojot Saules enerģiju. Koksnei sadegot, uzkrātā enerģija atbrīvojas. Absolūti sausa koksne satur apmēram 50% oglekļa (C), 6% ūdeņraža (H), 43% skābekļa (O), 1% slāpekļa (N) un minerālvieļu.

Sauszemes augiem atmirstot un daļēji sadaloties bez gaisa klātbūtnes (ūdenī vai lielā mitrumā purvā), augu atliekas pakāpeniski sadalījās. Tā veidojās *kūdra*. Zemes garozas ģeoloģisko pārvērtību rezultātā atsevišķās vietās kūdru pārklāja ieži, un kūdras masa liela spiediena, augstas temperatūras un baktēriju iedarbībā pakāpeniski pārroglojās — pārvērtās *brūnoglēs* un vēlāk — *akmeņoglēs*.

Šķidrās kurināmais — *nafta* ir veidojusies no augu un sīku organismu atliekām, tām nogulsņējoties kopā ar neorganiskajām vielām seklās jūrās un lagūnās. Pēc Zemes garozas iegrimšanas šie nogulumi, daļēji sadaloties, pakāpeniski pārvērtās naftā. Tā kā dažādās vietās naftas veidošanās apstākļi bija atšķirīgi, tad arī naftas īpašības un sastāvs katrā atradnē ir citāds.

Dabasgāzi arī iegūst no Zemes dziļēm. Pēc ķīmiskā sastāva tā līdzīga naftai. Galvenā sastāvdaļa — metāns CH_4 . Dabasgāze parasti sastopama naftas atradņu tuvumā vai pat tieši virs naftas slāņā. Dažreiz tā «slēpjas» akmeņogļu atradnēs un var izraisīt eksplozijas. Visbiežāk gāze ir iesūkusies irdenajos iežos vai arī izšķīdusi naftā. Domā, ka dabasgāze veidojusies līdzīgi naftai.

KURINĀMĀ KRĀJUMI PASAULĒ

Zinātnieki noteikuši, ka augu valsts radītā kurināmā sadalījums uz Zemes pašlaik ir aptuveni šāds.

Kurināmais	Nosacītā kurināmā tonnas	%
Akmeņogles	$(4 \dots 5) \cdot 10^{12}$	72,5
Nafta	$(0,9 \dots 1,2) \cdot 10^{12}$	17,5
Dabaszāze	$(0,6 \dots 0,7) \cdot 10^{12}$	10,0
Kopā	$(5,5 \dots 6,9) \cdot 10^{12}$	100,0
Urāna krājumi	$\approx 60 \cdot 10^{12}$	—

Lai varētu izvērtēt, cik lietderīgs ir katrs kurināmā veids, lieto nosacītā kurināmā jēdzienu.

Nosacītais kurināmais dod iespēju uzskaitīt enerģijas krājumus un izlietojumu pēc vienotas sistēmas.

Par nosacītā kurināmā vienību pieņem 1 kg tāda kurināmā, kas sadegot dod 29,3 MJ enerģijas (7000 kcal).

Sakarību starp nosacītā un faktiskā kurināmā masām izsaka formula

$$m_{\text{nos}} = \frac{q}{29,3 \cdot 10^6} m,$$

kur q — faktiskā kurināmā īpatnējais sadegšanas siltums jeb siltumspēja*, J/kg;

m_{nos} — nosacītā kurināmā masa, kg;

m — faktiskā kurināmā masa, kg.

Ir aprēķināts, ka koeficients $\frac{q}{29,3 \cdot 10^6}$ dažādiem kurināmā veidiem ir šāds:

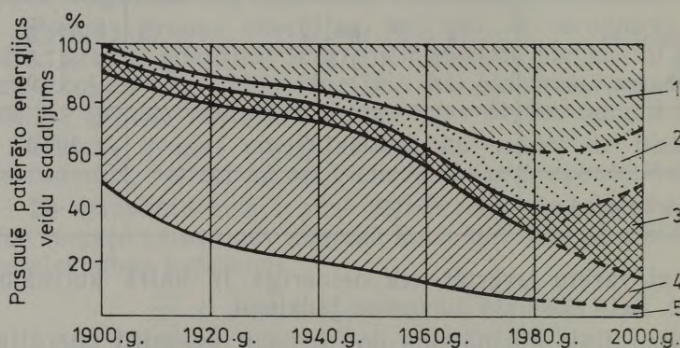
naftai	1,43
dabaszāzei	1,175
akmeņoglēm	0,69
kūdrai	0,34
malkai	0,27 (vidēji)

Salīdzinot aprēķinātos koeficientus, varam secināt, cik vērtīgs ir katrs kurināmā veids.

* Par siltumspēju sauc siltuma daudzumu, kas izdalās, pilnīgi sadegot vienam kilogramam kurināmā; siltumspējas vienība ir J/kg.

() PASAULES ENERĢĒTIKAS BILANCE 20. GADSIMTĀ

Pasaulē patērēto enerģijas veidu izmaiņas 20. gadsimtā redzamas grafikā (1 — nafta; 2 — dabasgāze; 3 — kodolenerģija un hidroenerģija; 4 — akmeņogles; 5 — pārējie enerģētiskie resursi).



Naftas patēriņš gadsimta otrajā pusē un beigās ir strauji pieaudzis. Tas ir tāpēc, ka plaši attīstījusies iekšdedzes dzinēju izmantošana transporta līdzekļos. Palielinājies arī termoelektrostaciju daudzums, kur sadedzina mazutu, un to katlu māju skaits, kurās siltumu iegūst no šķidrā kurināmā.

Steidzami jāmeklē citi kurināmā veidi, lai varētu taupīt naftu.

Dabasgāzei patēriņa pieaugums ir apmēram tāds pats kā naftai. Tās galvenie patērētāji ir termoelektrostacijas, katlu mājas, sadzīves iekārtas, pēdējā laikā arī transporta līdzekļi.

Kodolenerģijas un *hidroenerģijas* īpatsvara pieaugums saistīts ar hidroelektrostaciju un atomelektrostaciju celtniecību.

Akmeņogļu patēriņš strauji samazinājies. Galvenais iemesls ir tas, ka samazinājies tvaika dzinēju daudzums, kuros par kurināmo izmanto akmeņogles. Jāņem vērā arī tas, ka nafta un dabasgāze ir vieglāk iegūstamas un tām ir augstāka siltumspēja nekā akmeņoglēm.

Pārējo enerģijas veidu izmantošanas īpatsvars ir strauji samazinājies. Tas attiecas uz vēja, ūdensdzirnavu, augu valsts kurināmā, arī cilvēku un dzīvnieku muskuļu darba izmantošanu. Tieši šo enerģētisko resursu izmantošanā turpmāk jāpanāk vislielākais pacēlums. Tie ir otrās grupas enerģijas veidi, kas nepārtraukti atjaunojas.

Benzīns ir bezkrāsains, viegli uzliesmojošs šķidrums, ko iegūst naftas produktu pārtvaices procesā.

Gandrīz 90% no Latvijā esošajiem automobiļiem ir karburatordzinēji, kuriem vajadzīgs benzīns.

Lai automobiļa dzinējs strādātu ekonomiski un kalpošanas ilgums būtu pietiekami liels, degvielai jābūt kvalitatīvai. Kvalitatīvam benzīnam raksturīga pietiekami liela siltumspēja un iztvaikošanas spēja. Daļai benzīna labi jāiztvaiko pirms sadegšanas. Benzīns nedrīkst *detonēt* — pārāk strauji sadegt, izraisot it kā sprādzienu.

Benzīnam ir visai mazs blīvums — no 690 kg/m³ līdz 770 kg/m³.

Benzīnam nedrīkst būt pārāk liela iekšējā berze — viskozitāte. Tam brīvi jāplūst caur sīkajām atverēm karburatorā. Pazeminoties temperatūrai, benzīna viskozitāte pieaug. Tāpēc aukstā laikā ieteicams karburatoru noregulēt tā, lai benzīna un gaisa maisījums būtu «bagātāks». Ir ziemas un vasaras benzīni. Tajos viskozitātes izmaiņas ņemtas vērā.

Iztvaikošanas spēja ir viens no galvenajiem benzīna parametriem. Vāji iztvaikojošs benzīns pasliktina degvielas sadegšanu. Tās patēriņš var palielināties par 15...30%. No otras puses, pārāk gaistoša degviela iztvaiko jau pirms nonākšanas karburatorā. Katrā gadījumā apmēram 10% no benzīna kopējās masas jābūt viegli iztvaikojošai daļai. Tā ir tā sauktā *iedarbināšanas frakcija*, kas uzliesmo no aizdedzes dzirksteles. Ilgi glabāts benzīns šo sastāvdaļu ir lielā mērā zaudējis, tāpēc grūtāk iedarbināt dzinēju.

Degvielas izturību pret detonāciju raksturo oktānskaitlis. Jo lielāks *oktānskaitlis*, jo degviela ir izturīgāka pret detonāciju un līdz ar to augstvērtīgāka.

Benzīna oktānskaitli var paaugstināt mākslīgi šādā veidā:

1) benzīnam pievieno benzolu, toluolu vai citas vielas līdz 20% no kopējā daudzuma;

2) benzīnam pievieno nelielā daudzumā (tikai no 0,04% līdz 0,33%) kādu *antidetonatoru*. Visizplatītākais no tiem ir tetraetilsvins Pb(C₂H₅)₄ — smags, eļļains, bezkrāsains šķidrums, kas labi šķīst benzīnā, bet ir ļoti indīgs. Šai vielai ir saīsināts apzīmējums TES. Benzīnu, kam piejaukts šāds šķidrums, sauc par *etilēto benzīnu*. Etilētais benzīns ir indīgs. Lai varētu atšķirt no parastā benzīna, etilēto benzīnu nedaudz iekrāso ar kādu benzīnā šķīstošu krāsvielu. Rīkojoties ar etilēto benzīnu, jābūt ļoti piesardzīgiem. Nedrīkst ieelpot etilētā benzīna tvaikus, nedrīkst

tajā mazgāt rokas, nedrīkst ar muti ievilkt šo benzīnu šļūtenē, lai pārlietu citā traukā.

TES kopā ar dūmgāzēm no dzinējiem izplūst atmosfērā un nosēžas uz kokiem un zāles. Ja lielu autoceļu tuvumā ir sakņu vai augļu dārzi, ja pie ceļiem ir ganības un tur tiek ievākts siens, tad galarezultātā tetraetilsvins nonāk cilvēka organismā.

Benzīnam tiek meklēti aizvietotāji divu iemeslu dēļ:

- 1) naftas produktu daudzums samazinās;
- 2) nepieciešams aizsargāt vidi.

ASV, piemēram, plāno, ka līdz 1997. gadam vienam miljonam automobiļu lietos benzīna aizvietotājus.



Viens no aizvietotājiem ir *metanols* (metilspirts). Par metanola izejvielu var izmantot dabasgāzi, lauksaimniecības produktu atlikumus, arī akmeņogles.

Metanola «tuvs radnieks» ir *etanols*. Meksikā jau tagad etanolu izmanto jaunāko izlaidumu automobiļos. Taču tā iegūšanai jāizmanto lauksaimniecības produkcija, kas derīga arī uzturam, — cukurniedres, arī graudi.

Metanols un etanols sadegot daudz mazāk piesārņo atmosfēru nekā benzīns.

Taču minētajiem aizvietotājiem ir vairāki trūkumi. Tiem ir augstāka uzliesmošanas temperatūra nekā benzīnam. Tas nozīmē, ka ziemā dzinēju grūtāk iedarbināt. Abiem šiem šķidrumiem ir agresīva iedarbība uz metāliem. ASV speciālisti uzskata, ka pareizāk būtu automobiļu dzinējus darbināt ar maisījumu, kurā benzīnam piejauktu 10...20% minēto aizvietotāju.

Videi visnekaitīgākā degviela ir *dabasgāze*, kas sadegot dod tikai ūdens tvaiku. To mēs zinām no sadzīves, kur dabasgāzi virtuvēs sadedzina atklātā veidā. Itālijā, Kanādā un Jaunzēlandē automobiļu dzinējiem par degvielu lieto tikai dabasgāzi.

Visai tālā nākotnē par benzīna aizvietotāju var kļūt *ūdeņradis*. Tā sadegšanas produkts, tāpat kā dabasgāzei, ir ūdens tvaiks.

Amerikāņu firma «General Motor» eksperimentēja ar 63 automobiļiem, izmantojot visdažādāko degvielu. Vislabākos rezultātus uzrādīja «Volkswagen» ar ūdeņraža degvielu.

Ūdeņraža izmantošanu apgrūtina tā mazais blīvums gāzveida stāvoklī. Vajadzīgi masīvi un izturīgi baloni tā uzglabāšanai. Tāpēc ūdeņradi vajadzētu pārvērst šķidrā stāvoklī.

Speciālisti spriež, ka varētu izmantot «saistīto ūdeņradi». Sildot vielu, kurā uzkrāts ūdeņradis, tas izdalītos no vielas. Sildišanai varētu izmantot dzesēšanas sistēmas ūdeni. Šādus «ūdeņraža akumulatorus» varētu uzlādēt tūkstošiem reižu.

() UZLIESMOŠANAS TEMPERATŪRA

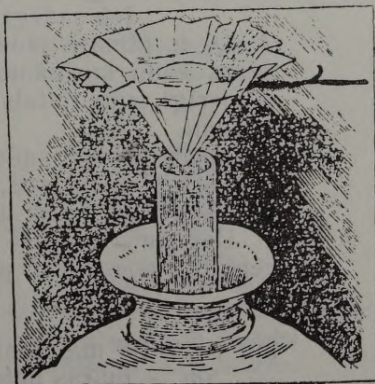
Lai izraisītu degšanu, viela jāsakarsē līdz *uzliesmošanas temperatūrai*. Senais cilvēks to panāca ar berzi. Arī sērskociņa galviņa aizdegas tāpēc, ka berzes dēļ tās sastāvs sakarst līdz uzliesmošanas temperatūrai. Pēc tam



sāk degt sērskociņa «koka daļa». Koka uzliesmošanas temperatūra ir apmēram 300 °C. Ar sērskociņa liesmas temperatūru izraisām degšanas procesu citās vielās.

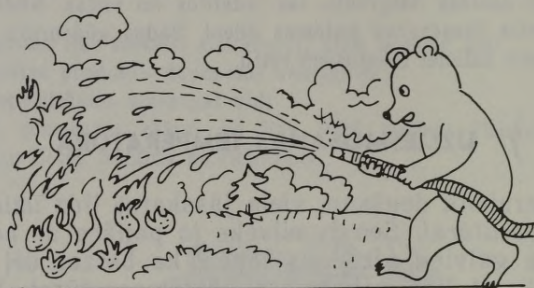
Ne vienmēr vajadzīga liesma, lai kaut ko aizdedzinātu, piemēram, cepeškrāsnī un uz plīts aizdegas žāvēšanai nolikta malka. Šķūnī aizdegas slikti izžāvēts siens. Dizeldzinējos «patī no sevis» aizdegas degviela, kad tā nonāk cilindrā, kur saspiesta gaisa temperatūra ir apmēram 700 °C.

Ja vielu neizdodas sakarsēt līdz uzliesmošanas temperatūrai, degšanas process nesākas. Virs petrolejas lampas cilindra «papīra katliņā» var izvārit olu.



Degšanas procesā izdalās siltums, ko cilvēks izmanto saviem mērķiem. Šis siltums vielā uztur temperatūru, kas vajadzīga degšanas turpināšanai.

Izplatīto uzskatu, ka «ūdens dzēs uguni», var fizikāli pamatot. Ugunij uzlietais ūdens iztvaikojot paņērē tik daudz siltuma, ka degošā viela vairs nespēj aizvien no jauna uzliesmot — degt.



Dažādu kurināmo uzliesmošanas temperatūras ir šādas: malkai $\approx 300^\circ\text{C}$, kūdrai $\approx 215 \dots 230^\circ\text{C}$. Akmeņogles «pašas aizdegas», ja to temperatūra ir apmēram 480°C . Lai uzliesmotu, benzīnam vajag $410 \dots 430^\circ\text{C}$, dīzeļdegvielai — $300 \dots 360^\circ\text{C}$, dabasgāzei (metānam) — vismaz 700°C .

() KURINĀMĀ SADEGŠANAS SILTUMS

Kurināmā sadegšanas siltumu aprēķina pēc formulas

$$Q_s = m_k q,$$

kur q — kurināmā siltumspēja, J/kg;

m_k — sadegušā kurināmā masa, kg;

Q_s — degšanas procesā izdalītais siltuma daudzums jeb sadegšanas siltums, J.

Q_s ir pilnais sadegšanas siltums, ko iegūst, ja sadedzina kādu kurināmo. Daļa no šī siltuma daudzuma ir lietderīgi izmantotais siltums, bet pārējā daļa ir *siltuma zudumi*.

Iekārta, kurā sadeg kurināmais, ir *sildītājs*. Sildītājs var būt plīts, krāsns, tvaika katls, iekšdedzes dzinēja cilindrs, arī vienkārši ugunskurs pārgājienā.

Degšanas procesā izdalītais siltums rodas, masai pārvešoties enerģijā E pēc sakarības

$$E = \Delta m c^2, \quad (1)$$

kur $c = 3 \cdot 10^8$ m/s (gaismas ātrums);

Δm — masas defekts.

Veiksim aprēķinu. Termoelektrocentrālē sadedzina 80 t akmeņogļu. Iegūtais siltuma daudzums

$$Q_s = m_k q; \quad (2)$$

$$Q_s = 8 \cdot 10^4 \cdot 2,7 \cdot 10^7 = 2,2 \cdot 10^{11} = 2,2 \cdot 10^{12} \text{ J.}$$

No sakarības (1) izriet

$$\Delta m = \frac{E}{c^2}$$

kur $E = Q_s$;

$$\Delta m = \frac{2,2 \cdot 10^{12}}{9 \cdot 10^{16}} = 0,24 \cdot 10^{-4} = 2,4 \cdot 10^{-5} \text{ kg} = \underline{\underline{24 \text{ mg.}}}$$

Redzam, ka «masas zudums» ir visai niecīgs — tikai 24 mg. Nosakot 80 t lielu masu, tik niecīgu izmaiņu atklāt ir grūti.

Dažādu kurināmo siltumspējas

Kurināmais	q , J/kg	Kurināmais	q , J/kg
Saujampulveris	$0,38 \cdot 10^7$	Kokogle	$3,4 \cdot 10^7$
Sausa malka	$1,1 \cdot 10^7$	Dabaszāze	$4,4 \cdot 10^7$
Kūdra	$1,4 \cdot 10^7$	Nafta	$4,4 \cdot 10^7$
Akmeņogles	$2,7 \cdot 10^7$	Benzīns	$4,6 \cdot 10^7$
Spirts	$2,7 \cdot 10^7$	Petroleja	$4,6 \cdot 10^7$
Antracīts	$3,0 \cdot 10^7$	Ūdeņradis	$12 \cdot 10^7$

() SILDĪTĀJA LIETDERĪBAS KOEFICIENS

Sildītājā iegūto siltuma daudzumu pieņemsim par 100%.

Daļa no šī siltuma tiek iztērēta lietderīgi. Sauksim to par *lietderīgo siltumu* un apzīmēsim ar Q_l .

Lielums, kas rāda, kāda daļa no iegūtā siltuma tiek izmantota lietderīgi, ir sildītāja lietderības koeficients. To apzīmē ar grieķu burtu η un izsaka ar formulu

$$\eta = \frac{Q_l}{Q_s}$$

Aprēķinos lietosim sakarību

$$Q_l = \eta m_k q.$$



Vēlreiz atgādinu,
ka aprēķinos procenti izsakāmi simtdaļās:
cik procentu, tik simtdaļu!
Piemēram, 60% = 0,60.

Sveci, kuras diametrs 2,59 m un garums 24,38 m, 1897. gadā Stokholmas izstādē eksponēja firma «Lindal». Taču pasaulē lielāko sveci, kuras garums 27,15 m, 1986. gada 1. jūnijā izgatavoja sporta klubs «Atletih Trimoaranging Tagalen» Nīderlandē.

Vislielākais ugunskurs pasaulē tika sakurts Anglijā 1902. gadā sakarā ar troņmantnieka kronēšanas svinībām. Tika iztērētas 812 tonnas malkas un 4546 litri petrolejas un deguta*. Ugunskuram bija nošķeltas astoņstūra piramīdas forma, augstums 36,67 m. Piramīdas apakšējā pamata perimetrs bija 47,2 m, bet augšējā pamata perimetrs — 6,1 m.



Kas ir uguns un kas caur degšanu notiekās?

Malku vai sveci aisdedzināt ir viegla lieta, bet, caur ko un kapēc malka un svece deg un kas degšana un uguns īsti ir, to ne ikviens varēs isskaidrot.

Mācīti vīri jau no seniem laikiem us to atbildu mekleja un arī dabuja, jo — meklejiet, tad jūs atrasiēt.

Vispirmak nomanīja, ka ugunim gaiss vajadzīgs. Bet kapēc ugunim priekš degšanas gaiss vajadzīgs? Kapēc malka krāsni nedeg, ja skursteni aissedz, un kapēc sveces galiņš isdziest, ja to ar kādu alus glāzi apsedz, ka gaiss netop klāt? Kapēc turpretim gruzdoša malka liesmās idegās, ja us to pūšam un tādā vīzē tai jo vairak gaisa pievedam?

Us šim jautāšanām jau viņu reiz atbildejam, kad par gaisu runajam. Proti: ugunim priekš degšanas gaisa vajag skābekļa dēļ. — — —

Ogle degdama arī pārvērtās tvaikā jeb gazā, ko pēc patikšanas varam kādā plašā glāžu traukā usķert un sakrāt un ar svāriem svert. Sverdami atrodam, ka šis rūpīgi sakrāts gāz kopā ar atlikušiem pelniem ne vien tikpat daudz, bet vēl vairak sver, ne ka sausa ogle priekš sadedzinašanas svēra. Par provi no 10 lotēm ogļu dabujam 1 loti pelnu un 33 lotes gāza, kopā 34 lotes. Kā redzam, nu tā dieva svētība atkal padaudz. Kur nu gadījās 24 lotis klāt? Viņas citur nenāca, ka no gaisa. Viena no gaisa daļām, oksigens jeb skābeklis, bija vajadzīgs, lai ar ogli savienodamies ogli par gāzu pārvērš. Tās pārkas 24 lotis ir tapēc skābekļa svārs, kas ar ogli savienojās. Tapēc gāzu, kas no šis savienošanās rodās, nosauca par ogļu skābi (Kolen-saure). Un uguns degšana ir dedzīgu lietu savienošanās ar skābekli. Pie šis iekšīgās savienošanās allaž karstums un gāisums ceļās, ko mēs par uguni saucam. — — —

Ja krāsni isstabā kurinajam, tad daudz gaisa mums no istabas zūd caur skursteni ārā un jauns priš gāiss, caur logiem, durim un daudz citām šķīrbām iekšā spiedzamies, trūkumu atlīdzina. Tapēc krāss

* Deguts — darva, kas iegūta no bērza tāss sausās pārtvaices rezultātā.

kurinašana istabu ne vien silda, bet arī viņas vecu neskaidru gaisu ar prišu gaisu pārmaina. Un skaidrs gaiss ir veselībai tā vajadzīgāka lieta.

Kas tad pelni ir? Pelni ir tās zemaigas un sāļainas daļas, kas malkā atrodās un kas uguni nekad nesadeg. Us mēles likti tie smeķe sāļīgi vai sārmiģi. Pelni saimniecībā dažādi brūķējami. No pelniem taisa sārnu priekš drānu mazgašanas, pelni vajadzīgi pie ziepju vārišanas, pelni arī ļoti derīgi priekš lauku un dārzu uskopšanas. Tapēc katram saimniekam un saimniecei pelni jāsakopj, lai vajadzīgā laikā ir pie rokas. Pelni īpaši skābu zemi pārlabo. Tapēc tādās vietās, kur mežus priekš laukiem iscērt un kur zeme caur pūstošām lapām saskābuse, būs labi, ja zarus sadedzina un pelnus vispār iskaisa.

Bes tam ja apdomajam, ka pelnu daļas līdz ar citām stādiem derīgām barības zaftēm no zemes usņemtās top, un stādiem pie augšanas visai vajadzīgas, tad jau pienākās, ka pelnus atkal zemei priekš ļauniem stādiem atdodam.

Bes ogļu skābes un pelniem pie degšanas ceļās vēl sodeji, kas skursteņos sakrājās, un dūmi, kas caur skursteni gaisā dodās. Viņi nāk no tam, ka ne visas ogļu daļas pilnīgi ar skābekli savienojās un ka malkā bes ogļu daļām arī vēl atrodās miklums (ūdens) un dažādas citas lietas, no ka savā laikā runasim. Šis lietas dod dūmiem pēro, smaku un smeķi.

Pieminesim vēl īpaši tās zilās liesmas, kas virs dziestošām oglēm rādās. No šim ceļās tvaiks, kas veselībai liels ienaidnieks. Ja krāsni pa ātru aistaisam, kamēr šis liesmas nav isdegušās, tad tvaiks, caur skursteni neistapdams, pa istabu isplešās, ļaudim galvu un apmaņu pārņem un tiem ļāmirst, ja tīrā gaisā netop. — —

Viņš katru reiz ceļas, kad pie degošām oglēm maz gaisa un talab maz skābekļa pietop.

(«Pēterburgas Avīzes», 1862, Nr. 13, 122.—124.)

() MALKĀ

Latvijā malka ir vissenākais kurināmā veids. Atkarībā no koku sugas malka var būt stipri atšķirīga. Cieta koksne ir ozolam, osim, bērzam, mīksta koksne — eglei, priedei, apsei un alksnim.

Malku uzskata par sausu, ja tā pārskaldīta ne mazāk kā vienu reizi un vienu gadu nostāvējusi brīvā gaisā. Tādā malkā mitrums ir 25...30%. Zaļās malkas mitrums ir 50...55%.

Ja malkas mitrums ir 25%, tad tās siltumspēja ir vidēji $1,1 \cdot 10^7$ J/kg. Zaļai malkai, kuras mitrums 55%, siltumspēja ir tikai $0,7 \cdot 10^7$ J/kg, jo gandrīz puse no siltuma, kas rodas, malkai sadegot, jāpatērē ūdens iztvaicēšanai. Šo darbu vajag «uzticēt Saulei». Lai Saule pa vasaru

13!

malku izžāvē. Krāsni ar zaļu malku kurina tikai slinks un un nevižīgs saimnieks.

Sausai malkai tilpummasa ir gandrīz divas reizes mazāka nekā zaļai malkai. Piemēram, apses malkas tilpummasa ir 360 kg/m^3 , ja mitrums tajā 25%, bet tilpummasa jau ir 600 kg/m^3 , ja mitrums ir 55%.



Baltalksnis kopējā meža kopšanas un ciršanas bilancē tuvākajos desmit gados izvirzīsies pirmajā vietā, jo baltalksnim ir liels ikgadējs pieaugums (ap $10 \text{ m}^3/\text{ha}$), mežs ir pieaudzis jau 31 gadu vecumā. Baltalksnis parasti ir piemistrojumā bērza, apšu, egļu, priežu un citās audzēs. Tā kā cirtmets (ciršanas vecums, L. A.) baltalksnim ievērojami zemāks nekā citām koku sugām, tas jāizcērt ātrāk. Baltalkšņa krāja auglīgā mežā ir apmēram $250\text{--}300 \text{ m}^3/\text{ha}$. Kā izdevīgāk Latvijas tautsaimniecībā šo krāju izmantot? — — —

Vinnējuši tie, kas savas kurtuves pārveidojuši malkas, cirsmu un zāgētavu atkritumu sadedzināšanai. Cērtot kailcirtēs, baltalksnis vien tuvākajos desmit gados dos apmēram 1,5 miljonus kubikmetru koksnes ik gadu. Baltalksnis ir lielisks kurināmais, ko viegli sagatavot, turklāt tas sadegot nepiesārņo dūmvadus ar darvu, kā to dara bērzs. Kopšanas cirtes un krūmāju pārveidošana lauksaimnieku zemēs dos vēl pusotra miljona kubikmetru koksnes gadā. Tātad — kopā 3 miljoni kubikmetru baltalkšņa koksnes katru gadu. — — —

Turklāt baltalksnis lieliski uzlabo augsni, jo tā saknēs ir gumiņbaktērijas, kas piesaista slāpekli augiem viegli izmantojamā veidā, bet koksnes un lapu atbiras veido humusu. Lūdzu — erodētajās augsnēs ierīkojiet uz divdesmit gadiem baltalkšņu plantāciju enerģētikas vajadzībām, un pēc divdesmit gadiem jums būs 200 m^3 koksnes no hektāra!

Lai paglābtos no lauksaimniecībai atjaunojamo platību aizaugšanas ar baltalksni, šis koks jācērt jūlijā vai augustā un vecā mēnesī.

(M. Dāboliņš. Mans, latvieša, mežs. —
Lauku Avīze, 1993, 10. aug.)



Uguni iesākumā izlietoja vienīgi tai nolūkā, lai neatkarīgi no dabas sev uzturētu gaismu un siltumu, bet nebūt vēl ne ēdienu sagatavošanai, kuram nolūkam tā tikai daudz vēlākā laikmetā sāka kalpot. — — —

Kā uguņa īpašnieks, cilvēks palika neatkarīgs no savas dzīves vietas klimata. Viņš vairs nebija saistīts pie siltajiem zemes vidiem, jo, ko viņš pazaudēja no saules staru siltuma, to tam atdeva uguns. Uguns gaisma atkal atbaidīja no viņa naktī plēsīgos zvērus. — — —

Uguni pret plēsīgiem zvēriem izlietojot, cilvēkam tika atvieglināts viens no viņa lielākiem darbiem, viņš vairs nebija piespiests nerimstoši bruņoties pret draudošām briesmām, caur to viņam cēlās dūša un pašapziņa, un katrs zina, cik no liela svara tas priekš attīstības. — — —

Arī mēs, apgaismotie cilvēki, runājam par «nakts šausmīgumu» un nejutamies omulīgi, ja, saulei nogājušai, nespējam dabūt mākslīgu gaismu. — — —

Līdz pat jaunākajiem laikiem pastāvēja šāda apgaismošana. De-gošais skals, sienā vai lākturī iesprausts, vēl mūsu tēvutēvu laikos bija galvenais apgaismošanas līdzeklis.

Viduslaikos ielas apgaismoja — tajos retajos gadījumos, kad to pavisam darīja, — vienīgi ar malku, ko ielika drāts kurvjos. Kārļa Lielā ķeizariško pili arī visvairāk mēdza apgaismot sveķu ska-liem. — — —

Ugunsкура vai skala izlietošana lielumā bija iespējama tikai tā-dos apgabalos, kur daudz meža, tādēļ redzam arī Ēģiptē, kur mežu trūkums, jau agri izlietojam citu apgaismošanas līdzekli.

Skalu lietošana veda uz domām izgudrot lāpu; skals jau pats nozīmē ar sveķiem piezīdušos koka šķēpeli. Ja nu koka vietā, ko, zi-nāms, iepriekš nebija jāsamērcē dedzējās vielās, ņem aškus jeb ezera niedras, samērcētas taukos, piķī vai sveķos (vaskus šim mērķim sāka lietot daudz vēlākos laikos), tad dabū mūsu jaunlaiku lāpu vai sveci viņas pirmatnējā veidā. — — —

Šķidra eļļa nevarēja ilgāku laiku turēties ašku jeb niedru serdē, ārā netecējusi. Tādēļ visādi bij jāliek apakšā trauks, lai eļļa nedabūtu pilēt zemē. Ši ietaise nu bija lampa pirmatnējā veidā. Tā sastāvēja, kā teikts, iz kaut kāda trauka, kura vienā malā iemērca ašķa serdi vai stādu šķiedru, vai arī iz lopu spalvām sagrieztu posmu. — — —

Šādā, pēc mūsu ieskatiem, nepilnīgā stāvoklī apgaismošanas tek-nika palika līdz pat pagājušā gadsimtena beigām. — — —

Vecos laikos labāka apgaismošana nebija nemaz vajadzīga. Tā kā, salīdzinot ar mūsu laikiem, atklātā satiksme naktī bija ļoti maza, tad ielas un laukumi nebija jāapgaismo. Visas politiskās un tirdznieciskās darīšanas bija izdarāmas gluži labi dienas laikā. Ja kāds gribēja naktī iet uz ielu, tad ņēma līdz sveķu vai piķa lāpu, kura pietiekoši apgaismoja ceļu, lai būtu drošs pret laupītāju uzbrukumiem un nejaušu sasi-šanos. Bagātnieku dzīvokļiem krāšņā veidā izgatavotas lampas deva gaismas diezgan, lai varētu būt omulīgs un lai jautrajās dzirēs netiktu traucēts no tumsības baiguma. — — —

Teātru izrādes un svinīgos izrikojumus, kas tagadējos laikos no-tiek vakariem, senos laikos noturēja vienīgi dienas laikā milzīgās, ne-apjūmtās telpās. — — —

Mācītie strādāja pie vienkāršas vecu laiku eļļas lampas. Arī vidus-laikos ielas netika apgaismotas. Tajos retos gadījumos, kad tas lielu svētku dēļ notika, apgaismošanai izlietoja piķa lāpas, ko dzelzs riņķos piestiprināja pie ielu stūriem, vai arī ugunsurus drāts kurvjos, lai pilsētai dotu svinīgu izskatu, vai sakūra vienkārši lielas ugunis iz sal-miem un malkas.

Tikai tad, kad, tvaika mašīnu ievēdot, pilnīgi pārgrozījās visi darba un ražojamie apstākļi, bija stipri sajūtam, ka vajadzīga labāka apgaismošana. No šā laika arī iesākās apgaismošanas tehnikas attīstība līdz viņas tagadējai pilnībai. — — —

Lāpu un sveču attīstību atstāsim nepārrunātu, jo tā tik maz ievērojama, ka tai kultūras ziņā nava nozīmes. Daudz lielāks iespaids turpretim bijis — — — cilindra izgudrojumam, kuru pagājušā gadu simteņa beigās pirmoreiz apgaismošanas tehnikā ievada Parīzes aptieķa turētājs Kinkē (*Quinquet*). — — —

Tālāk milzisku panākumu apgaismošanas tehnikā ieguva caur dedzināmās gāzas ievēšanu. — — —

Zinātņu vīru aprindās dedzināmā gāza jau izgājušā gadu simteņa beigās bija pazīstama, 1798. gadā tā pat vienā vietā tehniski tika izlietota; jo šai gadā anglis Murdoks ar viņu pirmo reizi apgaismoja savu mašīnu fabriku, caur ko pierādīja tā praktisko derīgumu. — — —

Dedzināmo gāzu iegūst caur destilāciju iz organiskām vielām, it īpaši iz akmeņa oglēm un malkas, un sastāv iz dažādiem oglekļa un ūdeņraža savienojumiem; galvenākā iz šīm sastāvdaļām ir etiķa gāze (*Aethylenas*), kura deg ļoti gaišu liesmu. — — —

Gāza un petroleja līdz pat jaunākiem laikiem ļoti maz viena ar otru konkurējušas. Ar gāzu apgaismoja visvairāk ielas, laukumus, atklātas ēkas, birojus utt., kamēr petroleja bija un ir vēl līdz šai dienai (izņemot dažas lielpilsētas) gaismas devēja mājai un ģimīlijai.

(E. Veidenbaums. Izlase. R., 1988, 95.—103.)

() KŪDRA

Latvijā kūdra ir nozīmīgs vietējais kurināmais. Pirmās ziņas par kūdras izmantošanu kurināšanai Latvijā ir atrodamas 18. gadsimta beigās.

Pēc Otrā pasaules kara kūdras kurināšana izvērtās ļoti plaši, un 1960. gadā kūdras īpatsvars Latvijas kurināmā bilanci bija 27% (1940. gadā tikai 4%). Maksimālais kūdras patēriņš Latvijā bija 1967. gadā — 1,8 milj. tonnu. Visvairāk kūdru kurināšanai patērē Rīgas TEC-1.

Masveidā pārejot uz ievesto kurināmo, kūdras izmantošana samazinājās, un 1991. gadā kurināšanai patērēja tikai 0,17 milj. tonnu.

Pēdējos 15—20 gados kūdras ieguve bija orientēta tikai uz lauksaimniecību — pakaiši, komposta kūdra, augsnes mēslojums. Kurināmās kūdras ražošanas bāze lielā mērā tika likvidēta.

Atkarībā no ieguves paņēmiena ir frēzkūdra, kūdras briketes un gabalkūdra.

Frēzkūdru iegūst, sasmalcinot kūdras masīva augšējo slāni ar speciālu griezēju — frēzi. Frēzkūdras atsevišķo gabalu izmēri nepārsniedz 25 mm, un tā labi izžūst: mitrums samazinās no 90% līdz 40...53%. Šis ir vislētākais kūdras ieguves paņmiens — to var pilnīgi mehanizēt. Taču frēzkūdru var izmantot tikai lauksaimniecībā un termoelektrocentrālēs (TEC). Kurtuvei jābūt īpaši izveidotai:

kūdru tajā iepūš reizē ar gaisu. Kūdra sadeg «plīvojošā stāvoklī».

Frēzkūdru sapresējot, iegūst *kūdras briketes*. Tām siltumspēja ir apmēram 1,5 reizes lielāka nekā malkai. Kūdras briketes ir iecienīts kurināmais pilsētu dzīvokļos.

Latvijā kūdras briketes ražo Baložu, Olaines un Stružānu kūdras fabrikās, bet frēzkūdru iegūst arī Misas, Silmalas, Sedas un Zilākalna kūdras fabrikās.

Gabalkūdru iegūst ar ekskavatoriem ķieģeļu veidā. Pēc tam ķieģeļiņus žāvē, lai mitruma saturs samazinātos līdz 35...50%. Tos var izmantot jebkurā kurtuvē, kas piemērota malkas vai akmeņogļu sadedzināšanai. Gabalkūdra nav tik blīva kā briketes, tāpēc tā aizņem lielāku tilpumu.

() SILDĪŠANAI VAJADZĪGO SILTUMU DOD KURINĀMAIS (BILANCES VIENĀDOJUMS)



Siltuma bilances vienādojumā atspoguļojas enerģijas nezūdamības likums:

$$Q_{\text{atd}} = Q_{\text{saņ.}} \quad (1)$$

Sildītāja atdotais siltuma daudzums

$$Q_{\text{atd}} = Q_l = \eta m_k q, \quad (2)$$

kur m_k — sadegušā kurināmā masa, kg;

q — kurināmā siltumspēja, J/kg;

η — sildītāja lietderības koeficients;

Q_l — lietderīgi izmantotais siltums, J.

Sildāmā ķermeņa saņemtais siltuma daudzums

$$Q_{\text{saņ}} = cm(t_2 - t_1), \quad (3)$$

kur m — sildāmā ķermeņa masa, kg;

t_2 — sildāmā ķermeņa beigu temperatūra, °C vai K;

t_1 — sildāmā ķermeņa sākuma temperatūra, °C vai K;

c — sildāmā ķermeņa vielas īpatnējā siltumietilpība, J/(kg·K).

Ievietojot formulas (2) un (3) bilances vienādojumā (1), iegūst

$$\eta m_k q = cm(t_2 - t_1). \quad (4)$$

Iegūto bilances vienādojumu izmanto uzdevumos «par sildīšanu», ja vajadzīgo siltumu iegūst, sadedzinot kurināmo, piemēram, silda ūdeni. Vielu īpatnējo siltumietilpību c tabulu atradīsiet nodaļā «Iekšējā enerģija» (3. daļā). Var gadīties, ka ūdens jāsilda cilindriskā tvertnē, kurai

doti izmēri. Tad izmantojama blīvuma formula $\rho_{\text{ūd}} = \frac{m}{V}$ un

cilindra tilpuma formula $V = \frac{\pi D^2 h}{4}$. Ja tiek lietots šķidrums kurināmais, tad $m_k = \rho_k V$.

Gala rezultātā siltuma bilances vienādojums iegūst šādu veidu:

$$\eta \rho_k V q = c \rho_{\text{ūds}} \frac{\pi D^2 h}{4} (t_2 - t_1).$$

Pēc tam izdara algebriskus pārveidojumus, vienības pārbaudi un skaitļošanu.

() **DEGVIELAS SADEGŠANAS SILTUMS DOD
MEHĀNISKO ENERĢIJU
(BILANCES VIENĀDOJUMS)**

Risinot uzdevumu, kurā aprakstīts automobilis vai mopēds, vispirms jāuzraksta siltuma (pareizāk, enerģijas) bilances vienādojums

$$Q_{\text{atd}} = Q_{\text{saņ}}. \quad (1)$$

Vienādojuma kreisajā pusē — lietderīgi izmantotais siltums

$$Q_{\text{atd}} = Q_l = \eta m_k q. \quad (2)$$

Siltuma dzinējs saņemto siltumu pārvērš mehāniskajā darbā A , tāpēc vienādojuma (1) labajā pusē

$$Q_{\text{saņ}} = A. \quad (3)$$

Degvielu parasti mēra tilpuma vienībās — litros, tāpēc

$$m_k = \rho_k V. \quad (4)$$

Ievietojot sakarības (2), (3) un (4) bilances vienādojumā (1), dabūjam uzdevuma gala formulu

$$\eta \rho_k V q = A. \quad (5)$$

Vienādojuma (5) labajā pusē, iespējams, vajadzēs darbu A aizvietot ar izteiksmi Nt (no jaudas formulas $N = A/t$). Tad iegūst

$$\eta \rho_k V q = Nt. \quad (6)$$

Ir uzdevumi, kuros siltuma bilances vienādojuma pārveidojumi šajā vietā beigušies. Taču var gadīties, ka vienādojuma labā puse jāpapildina tālāk. Jums zināmas sakarības $N = F_{\text{vilc}} v$ un $s = vt$. Tās var noderēt, lai enerģijas bilances vienādojumu algebriski pārveidotu «līdz galam». Tad izrisina prasīto lielumu, pārbauda vienību un izskaitļo rezultātu.

Ieteicams būtu, lai jūs iepriekšējos matemātiskos spriedumus atkārtotu, lietojot zīmuli un papīru.

Tagad tādā pašā veidā, pārdomājot ik soli, atrisiniet nākošo uzdevumu savās burtņīcās!

() **UZDEVUMA PARAUGS PAR AUTOMOBĪĻA DEGVIELAS PATĒRĪŅU**

Cik garu ceļu var nobraukt automobilis ar 60 litriem benzīna, ja automobiļa masa 1800 kg un dzinēja lietderības koeficients 28%? Pretestības koeficients kustībai ir 0,04.

Uzdevuma fizikālais saturs

Automobiļa kustību uzskatām par viennērīgu.

Automobiļa apkārtne:

$$1) \text{ Zeme, t\ddot{a}ldarb\ddot{i}ba.} \quad mg = F; \quad (1)$$

$$2) \text{ Zeme, tuv\ddot{a}rb\ddot{i}ba.} \quad F_{\text{v\ddot{i}lc}} = F'; \quad (2)$$

$$3) \text{ ce\ddot{l}a virsma, tuv\ddot{a}rb\ddot{i}ba.} \quad F_{\text{el}} = F_{\text{sp}}; \quad (3)$$

$$4) \text{ ce\ddot{l}a virsma, gaiss, tuv\ddot{a}rb\ddot{i}ba.} \quad F_{\text{pret}} = \bar{F}'' \quad (4)$$

Spēku projekciju vienādojums pa x asi

$$F_{\text{v\ddot{i}lc}} - F_{\text{pret}} = 0 \text{ (1. Ņ\ddot{u}tona likuma situ\ddot{a}cija).} \quad (5)$$

Spēku projekciju vienādojums pa y asi

$$F_{\text{el}} - mg = 0 \text{ (1. Ņ\ddot{u}tona likuma situ\ddot{a}cija).} \quad (6)$$

Enerģijas bilances vienādojums

$$\eta m_k q = A. \quad (7)$$

Risinājums

$s = ?$

$$V = 60 \text{ l} = 6 \cdot 10^{-2} \text{ m}^3$$

$$m = 1800 \text{ kg} = 1,8 \cdot 10^3 \text{ kg}$$

$$\eta = 28\% = 2,8 \cdot 10^{-1}$$

$$\mu = 0,04 = 4 \cdot 10^{-2}$$

$$\rho_k = 700 \text{ kg/m}^3 = 7 \cdot 10^2 \text{ kg/m}^3$$

$$q = 4,7 \cdot 10^7 \text{ J/kg}$$

No blīvumu formulas izsakām degvielas masu

$$m_k = \rho_k V, \quad (8)$$

kur ρ_k — benzīna blīvums;

V — benzīna tilpums.

Automobiļa veikto darbu atrodam pēc formulas

$$A = F_{\text{vilc}} s, \quad (9)$$

kur F_{vilc} — dzinēja vilcējspēks;

s — veiktais ceļš.

Sakarības (8) un (9) ievietojam enerģijas bilances vienādojumā (7):

$$\eta \rho_k V q = F_{\text{vilc}} s. \quad (10)$$

Automobiļa dzinēja vilcējspēku izsakām no spēku projekciju vienādojuma (5):

$$F_{\text{vilc}} = F_{\text{pret}}.$$

Kustībā pa horizontālu virsmu pretestības spēks

$$F_{\text{pret}} = \mu mg.$$

Tātad

$$F_{\text{vilc}} = \mu mg. \quad (11)$$

Sakarību (11) ievietojam enerģijas bilances vienādojumā (10) un no tā izrisinām ceļu:

$$\eta \rho_k V q = \mu m g s;$$

$$s = \frac{\eta \rho_k V q}{\mu m g}.$$

Vienības pārbaude

$$[s] = \frac{\frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \cdot \text{m}^3 \cdot \frac{\text{J}}{\text{kg}}}{\text{kg} \cdot \frac{\text{m}}{\text{s}^2}} = \frac{\text{J}}{\text{N}} = \frac{\text{N} \cdot \text{m}}{\text{N}} = \text{m}.$$

Skaitļojums

$$s = \frac{2,8 \cdot 10^{-1} \cdot 7 \cdot 10^2 \cdot 6 \cdot 10^{-2} \cdot 4,7 \cdot 10^7}{4 \cdot 10^{-2} \cdot 1,8 \cdot 10^3 \cdot 10} = \frac{2,8 \cdot 42 \cdot 4,7 \cdot 10^6}{4 \cdot 1,8 \cdot 10^2} =$$

$$= 76,8 \cdot 10^4 \approx 8 \cdot 10 \cdot 10^4 \approx \underline{8 \cdot 10^5 \text{ m}} \quad (800 \text{ km}).$$



No dotajiem skaitļiem vismazāk ciparu ir berzes koeficientam 0,04 (viens cipars).

Pēc skaitļu noapaļošanas likuma
gala rezultātā arī jāatstāj
tikai viens cipars.

27-1. Kāds ir kalēja ēzes lietderības koeficients, ja 1 kg tērauda sasildīšanai par 1400 K patērē 0,8 kg akmeņogļu?



27-2. Katlā ir 3000 litru ūdens. Tā sasildīšanai sadedzina 40 kg malkas. Līdz kādai temperatūrai sasilst ūdens, ja tā sākuma temperatūra bija 10 °C, bet kurtuves lietderības koeficients ir 60%?

27-3. Arī salmus var izmantot par kurināmo. Pamatojiet, kāpēc tas nav visai lietderīgi!

27-4. Par cik kelviniem var sasildīt 5 kg ūdens, pilnīgi sadedzinot 30 l petrolejas? Enerģijas zudumus neievērot.

27-5. Lai uzturētu normālu temperatūru dzīvoklī, nepieciešami $2,2 \cdot 10^8$ J siltuma diennaktī. Cik daudz malkas jāsadzina, ja krāsns lietderības koeficients ir 25%? Cik kg akmeņogļu būtu jāsadzina malkas vietā?

27-6. Cik daudz ūdens var sasildīt no 10 °C līdz 100 °C, sadedzinot 42 g benzīna? Sildītāja lietderības koeficients ir 60%.

27-7. Uz lodlampas silda vara lodāmuru, kam masa 200 g. Par cik kelviniem lodāmurs sasilst, ja sildīšanai sadedzina 25 g benzīna? Lodlampas lietderības koeficients ir 2%.

27-8. Prīmusa lietderības koeficients ir 40%. Tajā ieliets 0,42 kg petrolejas. Cik daudz ūdens var uzvārit, izlietojot šo petroleju, ja ūdens sākuma temperatūra ir 8 °C?

27-9. Cik daudz petrolejas jāizlieto, lai uzvāritu uz primusa 5 litrus ūdens, kam sākuma temperatūra 8 °C? Prīmusa lietderības koeficients ir 40%.

27-10. Izmantojot kurināmo siltumspēju tabulu, aprēķiniet, cik m³ malkas jums vajadzētu apkurei ogļu vietā, ja gadā apkurei paredzēts izlietot 5 tonnas akmeņogļu! Koksnes blīvums ir $0,5 \cdot 10^3$ kg/m³.

27-11. Aprēķināt mopēda jaudu, ja, braucot ar ātrumu 27 km/h, benzīna patēriņš ir 2 litri uz katriem 100 km. Lietderības koeficients ir 20%.

27-12. Lokomotīve, kuras lietderības koeficients ir 7%, strādā trīs stundas ar vidējo jaudu 350 kW. Aprēķināt izlietoto ogļu masu.

27-13. Lidmašīnas attīstītā vidējā jauda ir 660 kW. Lietderības koeficients ir 30%. Noteikt, cik daudz benzīna jāpatērē 470 km lidojumam ar vidējo ātrumu 360 km/h.

27-14. Aprēķināt automobiļa VAZ-2101 lietderības koeficientu, ja zināms, ka dzinēja jauda ir 45,6 kW. Braucot ar ātrumu 80 km/h, benzīna patēriņš ir 8 litri uz katriem 100 km.

27-15. Aprēķināt automobiļa «Zaporožec» jaudu, ja, braucot ar vidējo ātrumu 64,8 km/h, benzīna patēriņš ir 7 kg uz katriem 100 km. Lietderības koeficients ir 30%.

27-16. Aprēķināt iekšdedzes dzinēja jaudu, ja tas vienā stundā patērē vienu kilogramu benzīna. Dzinēja lietderības koeficients ir 25%.

27-17*. Cik garu ceļu var nobraukt automobilis ar 60 litriem benzīna, ja automobiļa masa ir 1800 kg un lietderības koeficients — 28%? Pretestības koeficients kustībai ir 0,04.

27-18. Laiva, braucot ar ātrumu 11,5 km/h, pārvar 800 N lielu ūdens pretestības spēku. Aprēķināt, cik kilogramu benzīna vienā stundā patērē laivas dzinējs, ja tā lietderības koeficients ir 20%.

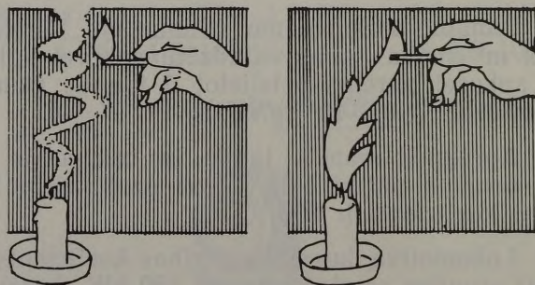
27-19. Aprēķināt kravas automobiļa ātrumu, ja tas, attīstot 76 kW jaudu, 120 km garā ceļā izlieto 60 litrus benzīna. Dzinēja lietderības koeficients ir 32%.

27-20. Automobilis «Volga» patērē 13 litrus benzīna uz katriem 100 km. Aprēķināt automobiļa attīstīto jaudu, ja ātrums ir 90 km/h, bet dzinēja lietderības koeficients ir 0,24.

Aizdedzināmais tvaiks

Aizdedziniet sveci, ļaujiet tai kādu brīdi degt un tad nopūstiet! No dakts paceļas balti dūmi. Ja šajā dūmu strūklā ievieto degošu sērķociņu, liesma pārsviežas uz daksti un atkal to aizdedzina.

VALAS
BRĪDĪM

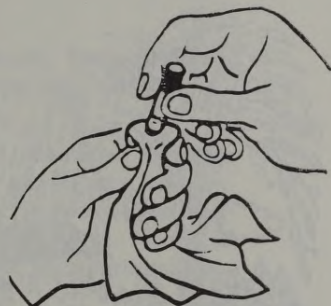


Parādību var izskaidrot šādi. Pēc tam kad liesma nopūsta, stearīns vēl joprojām ir karsts un turpina iztvaikot. Šis tvaiks viegli uzliesmo, tāpēc no atklātas liesmas tas tūlīt aizdegas. Mēģinājums rāda, ka cietas vielas virspuse vispirms iztvaiko un tikai pēc tam sadeg.

Nedegošais kabatlakatiņš

Palieciet metāla naudas gabalu zem kokvilnas kabatlakatiņa un palūdziet kādu no pieaugušajiem, lai piespiež pie kabatlakatiņa virs monētas degošu cigaretī! Nav jābaidās, ka kabatlakatiņš varētu apdegt. Uz tā paliks tikai pelnu traips.

Mēģinājums rāda, ka monētas metāls ir daudz labāks siltuma vadītājs nekā kokvilnas audums. Kad cigareti ātri piespiež, siltumu tūlīt pat novada naudas gabals. Siltuma daudzums pietiek vienīgi monētas vieglai sasilīdīšanai. Kokvilna nesasilst līdz tik augstai temperatūrai, lai notiktu uzliesmošana.



ZEMES DZĪĻU SILTUMS

Jau pirmatnējais cilvēks zināja, ka no Zemes plaisām nāk ārā uguns. «Ugunsvēmēji kalni» liecināja, ka pazemē mīt vareni un ļauni spēki.

Uz Zemes dziļū augsto temperatūru norāda daudz kas: ugunīgā lava, ko izverd vulkāni, karstie avoti, temperatūras palielināšanās, rokot aizvien dziļāk. Katrī 28 m padziļinājuma dod temperatūras pieaugumu par vienu grādu.

Zemes dziļēs siltums rodas kodolreakciju rezultātā. Šādu hipotēzi pieļauj zinātnieku vairākums. To, kā notiek *kodolreakcija*, uzzināsiēt vidusskolas pēdējā klasē.

Zemes siltumvadītspēja nav liela, taču ik sekundi katrs Zemes virsmas kvadrātmeters atdod gaisam 0,05 J siltuma. Visa Zemes virsma vienā gadā izdala apmēram $8 \cdot 10^{20}$ J siltuma. Tādu pašu siltuma daudzumu iegūtu, ja ik sekundi sadedzinātu 830 tonnas akmeņogļu. Tomēr tas ir tikai 1% no tā siltuma daudzuma, ko Zeme saņem no Saules. Zemes siltumu mēs praktiski nejūtam.

Cita lieta — siltums Zemes dziļēs. Vulkānu izvirdumi, protams, praktisku labumu nedod. Ir tikai eksotika un nodarītais posts.

Praktiska nozīme ir karstajiem *termālajiem ūdeņiem*, un tvaikam, kas rodas pazemē.

TERMĀLIE ŪDEŅI

Ūdens no virszemes pa Zemes garozas spraugām un plaisām nonāk dziļāk, saskarē ar karstajiem iežiem. Ūdens krātuves iežu spraugās tautā sauc par «ūdens āderēm».

Ja karstie ieži ir visai tuvu Zemes virsmai, tad ūdens iežu plaisās uzvārās, daļēji iztvaiko.

Tvaika spiediens pieaug tiktāl, ka uz savas iekšējās enerģijas rēķina izšļāc Zemes virspusē karstu vai pat verdošu ūdeni.

Reizē ar ūdeni Zemes virspusē izplūst tvaiks. Tad tvaika spiediens pazemē samazinās un atsākas ūdens vārīšanās. Atkal uzkrājas tvaiks. Nākošā karstā ūdens un tvaika porcija būs atkal tad, kad radīsies vajadzīgais spiediens.

Karstā ūdens avotus sauc par *geizeriem* (islandiešu *geysir*).

Islandes galvaspilsētu Reikjavīku ar siltumu apgādā tikai termālie ūdeņi. Vēl vairāk — šajā ziemeļu zemē siltumnīcās, ko «apkurina» Zemes siltums, izaug ne tikai gurķi un tomāti. Islandē var nopirkt pašmāju ananasus un vīnogas!

Termālie ūdeņi sastopami galvenokārt darbīgu un nesen izdzisušu vulkānu rajonos. Tur sakarsētā magma ir visai tuvu

Zemes virsmai — tikai dažus simtus metru dziļumā. Magmas temperatūra ir no 600 °C līdz 1200 °C. Šādās vietās arī karstais ūdens «pats tiek ārā». Tur vieglāk ierīkot urbumus ūdens un tvaika izvadišanai virspusē.

Citās vietās magma ir krietni dziļāk. Tur nav arī termālo ūdeņu tik tuvu Zemes virsmai.

Geizeru rajoni uz Zemes ir Kamčatkā, ASV Jeloustonas nacionālajā parkā, Islandē, Jaunzēlandē, Japānā, Ķīnā.

Seismiski aktīvajās zonās daudzviet termālos ūdeņus izmanto telpu apsildei, siltumnīcu kompleksos, rūpnīcās, sadzīves pakalpojumu iestādēs.

Pazemes siltums ļauj ietaupīt kurināmo.

Temperatūra Zemes dzīlēs

Dziļums, km	Temperatūra, °C
10	180
20	270
50	700... 800
100	900... 1300
500	1500... 2000
1000	1700... 2500
2900	2000... 4700
6371	2200... 5000

Mūžīgais sasalums vairāk nekā 1370 m dziļumā ir Viļujas upes ziemeļu krastā Sibīrijā (1982. gada februāra dati).

NO
GINEŠA
REKORDU
GRĀMATĀJ

Zinātniskā nolūkā visdziļākais urbums Zemē veikts Kolas pussalā (Krievija). Urbums sākts 1991. gada aprīlī. Sasniegts 12 262 m dziļums. Plānotais urbuma dziļums ir 15 000 m. Darbu pabeigšanas termiņš — 1995. gads.

12 km dziļumā temperatūra bija +210 °C.

Visdziļāk zem Zemes cilvēks bijis Karltonvilā (Dienvidāfrika). Šahtas dziļums 3777 m. Tādā dziļumā temperatūra bija +55 °C.

Pasaulē vislielākais darbīgais vulkāns ir Maunaloa («Garais Kalns») Havaju salās. Kalna garums 120 km un platums 103 km. Lavas izvirdumi noseguši 5180 km² lielu platību. Krātera atveres laukums ir 10,4 km². Krātera dziļums no 150 m līdz 180 m. Maunaloa augstums virs jūras līmeņa ir 4168 m. Kopš 1832. gada izvirdumi notiek regulāri — ik pēc 3,5 gadiem.

Tie vis-brīnīšķi kalni ir tie uguns-vēmeji, kas laikam briesmīgas uguns-liesmas un līdz ar tām sēru, akmeņus, kramu, ogles, kausētu sveķainu straumi un pulku pelnus isgāž un brīžam lielu zemes-strēķi apkārt sadedzina, apbārsta un maita. Tie, par laimu, ne allaž deg, brīžam dažus gadus klusu stāv. Bet, kad jau sāk plosīties, tad viss krāc, sprāgst un rīb. Par Dieva laimi, maz tādu kalnu pasaulē iraid. — — —

PIRMS
200
GADIEM

Bet no ka šie uguns-vēmeji kalni nāk? Tas tā nāk: Dziļā zemē daudz alas un gaņģi ir. Kā dzīslas caur miesu, tā šie caur zemi iet. Dažas no iekšķīgiem sērainiem tvaikiem satvīkst, iekarsās un gruzd, kamēr uguns iešaujās. Kur nu caurumu atrod, tur tās liesmas kā caur skursteni iet, un uguns-spēks kā caur bisi vis ismet, kas iekšā ir, kamēr isdedzis norimst. Bet, kad vietām caurumu neatrod, kur tie iekšķīgi karsti tvaiki, kas plešās, isiet varetu, tad visa virseja zeme top celta un kratīta un rīb un tric. Un, kad drusciņ vairāk zemi kust, tad mūru-nami, baznīcas un torņi sagāzās. Tā mūsu laikā, tā 1755tā gadā, tas liels un bagāts pilsats Lisbone Portuģīzu zemē postīts tape, ka dividesmit tūkstoši cilvēki sadauzīti un dzīvi aprakti tape, un tie citi līdz ar Ķēniņu caur bēgšanu glābušies. — — —

Kas par briesmām, kad zeme apakš kājām zūd un lejās par kalniem ceļās, kad upes savu ceļu pamet un jaunās gultas taisās, kad jūra usplūst un ar saviem viļņiem vis aprok.

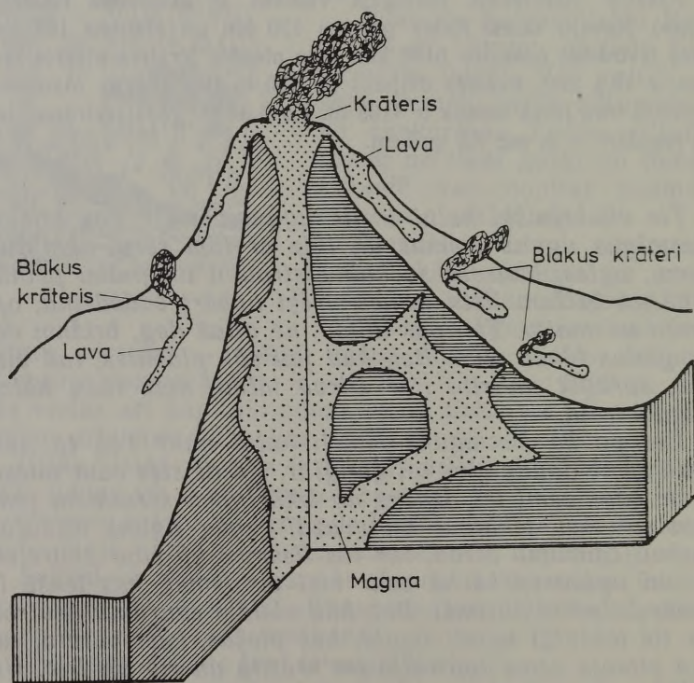
(G. F. Stenders. Augstas gudrības grāmata no pasaules un dabas. R., 1988, 165.—166.)



Stāvēdams krācoša konusa virsotnē un vēl nepaguvis atvilkt elpu pēc grūtā kāpiena, es vēriģi lūkojos krātera dziļumā. — — —

Pēc katra sprakšķa iestājās apmēram minūti ilgs starpbrīdis, un tad no krātera izšāvās izsviedumu zalves, uzlidoja pret debesīm, izšķīda ugunīgā vēdekļi un svilpdamas krita uz konusa ārējām nogāzēm.

..Pēc katra sprādziena iestājās neilgs klusums. Pēc tam no vulkāna kanāla izejas pacēlās smagi tumšbrūnu un zilu dūmu mutuļi, kamēr dobja rūkoņa līdzīgi briesmīga zvēra rēkšanai satricināja vulkānu. Tomēr vēl nepagūst atslābt nervu sasprindzinājums, atelpa pārāk īsa — atkal sauss sprakšķis, atkal spilgts acumirkļīgs izkausētās masas uzliesmojums un jauna zalve.



Bumbu kūlis, dobji dunēdams, traucas uz augšu un izšķīst gaisā — man tas ir sasprindzinātas gaidīšanas brīdis. Gaisa svilpjošu skaņu pilns. Tās nāk arvien tuvāk, arvien biežāk cita aiz citas, un pēc katras no tām atskan īsa triecienu skaņa. Uz melnās izdedžu virsas lēni dziest vēl mīkstās izkausētās lavas pikas. — — —

Te var iet tikai pa paša krātera malu. Esmu gandrīz virs paša bezdibeņa, un skatiens iespiežas dziļumā kā akmens, ko aprijis bezdibenis. Galu galā tas ir tikai vertikāls tunelis 10—15 metru dia-

metrā, bet tā sienas ir tik pārkarsētas, ka stieejas kā mīkla, un dažreiz no tām atdalās milzīgas ugunīgas lāses un, mirdzēdamas kā zelts, krīt un izzūd žilbinošajā dzelmē. Pat biezie brūnganie dūmu mutuļi, kas no apakšas ceļas uz augšu, nespēj apslēpt visu verdošā kanāla krāšņumu. — — —

Pēdējais skatiens bezdibenī — briesmīgā un brīnišķā —, un es jau gatavojos doties tālāk, lai pabeigtu 200 metrus garo riņķa maršrutu, kad piepeši saņemu triecienu pa muguru. Aizkavējusies bumba! Elpu aizrūvējis, sastingsstu uz vietas. Pēc dažām sekundēm pagriežu galvu — pie manām kājām lēni dziest kaut kas līdzīgs lielam maizes klaipam. — — —

Krātera iekšējām sienām ne visur bija vienāds slīpums: ziemeļos, rietumos un dienvidos tās gandrīz vertikālas, bet te, austrumos, slīpuma leņķis nebija mazāks par 50°. Ja nokāpj uzmanīgi, tad 50° slīpums ir pilnīgi pieveicams. Nokāpt vulkāna sirdī... Sākumā pats brīnījās par savu neprātu, bet kārdinājums bija pārāk liels.

Uzmanīgi speru soli, otru, trešo... Tā lieta iet! Sāku nokāpt, iespiedzams papēžus pēc iespējas dziļāk izdedžos. Pamazām milzīgā rīkle tuvojas, apdullinošais troksnis kļūst arvien skaļāks. Plati atvērtās acis ar baudu noraugās šaušalīgajā skaistumā. Izkausēta zelta un vara aizkari līgojas tik tuvu, ka man šķiet — es, nožēlojams cilvēciņš, esmu iekļuvis pašas leģendārās pasaules dzīlēs. Gaiss karsts kā uguns — tā ir īsta pekle. — — —

Bet laikam gan pietiks, es jūtu, ka sāku nogurt. Pagriežos atpakaļ un sāku rāpties augšup pa nogāzi, kas kļuvusi it kā daudz stāvāka; izdedži birst lejā, nosēžas zem mana smaguma un velk mani uz leju. «Mierīgi,» es atkārtāju sev, «metodiski, veco zēn, citādi tu labu galu neņemsi.»

(H. Taziefs. Ugunīgie krāteri. R., 1971, 3.—10. lpp.)

() GEOTERMĀLĀS ELEKTROSTACIJAS

Ģeotermālās elektrostacijas turbīnu griež pazemē uzkrātais ūdens tvaiks. Šādā veidā ražota elektroenerģija ir 10...15 reizes lētāka nekā elektroenerģija parastajās elektrostacijās, kuras kurina ar naftas produktiem un dabasgāzi.

Pasaulē pirmo ģeotermālo elektrostaciju uzbūvēja 1904. gadā Itālijā. 1980. gadā šādas elektrostacijas darbojās ASV, Itālijā, Jaunzēlandē, PSRS, Meksikā, Japānā. Jāatzīmē, ka Jaunzēlandē šādā veidā ražo 40%, Itālijā — 6% no visas elektroenerģijas.

«Pazemes tvaika katlus» varētu ierīkot arī mākslīgi. Šim nolūkam, izmantojot sprādzienu, Zemes cietajos iezos būtu jāizveido plaisas. Tur iesūknētu aukstu ūdeni. Pa citu cauruli nāktu ārā tvaiks.

() TERMĀLO ŪDEŅU NĀKOTNE

Zemes iežu urbšana vairāku kilometru dziļumā mūsdienās nav nekāda problēma. Pa urbumiem var izvadīt termālos ūdeņus Zemes virspusē, kur tas ir izdevīgi.

Termālie ūdeņi ir savdabīgs «derīgais izrakteņš», kura enerģija tikai tagad sākusī kalpot cilvēkam. Šo ūdeņu izmantošanai ir liela nākotne. Izsīkstot tradicionālajiem kurināmā veidiem, nāksies pievērsties Zemes siltumam.

Rietumsibīrijā ir pasaulē lielākie termālo ūdeņu krājumi. Vai tos nevarētu izmantot Tjumeņas naftas ieguvē? Sasildītu naftu varētu daudz vieglāk izsūknēt!

Iespējamas daudzas tehnoloģiskās iekārtas, kurās var izmantot termālos ūdeņus. Jābūvē, protams, termālās elektrostacijas.

() ZEMES BIOFIZIKĀLĀS ANOMĀLIJAS

Zemes garozas plaisās ir ūdens. Tas smaguma spēka ietekmē satek aizvien dziļāk, līdzīgi kā irdenajos iežos — oļos, grantī, smiltīs.

Rokot šajās vietās aku, ūdens noteikti būs. Atrast «ūdens āderi» prot «rīkstnieki» — cilvēki, kam klausas koka rīkstīte.

Pašlaik rīkstniecības zinātniskais izskaidrojums nav viennozīmīgs. Ir vairākas hipotēzes, kas visas tomēr nonāk pie vienas atziņas — vietās, kur Zemes garozā ir plaisas, *mūsu planētas magnētiskajam laukam ir izmaiņas*. Jādomā, ka rīkstnieks uztver tieši šīs izmaiņas. Līdz ar to ūdens ir atrasts.

Lai «āderu» vietā lietotu zinātnisku terminu, fiziķi iesaka sacīt šādi: virs Zemes pamatiežu lūzuma vietām pastāv *biofizikālās anomālijas*.

Zemes siltuma starojums, kā jau minēts, nesatur kaut cik ievērojamu enerģiju. Tāpat arī Zemes magnētiskā starojuma izmaiņu enerģija ir niecīga.

Taču, kā vēlāk redzēsīm, cilvēka dzīvē un saimnieciskajā darbībā šīm izmaiņām ir liela, pat izšķiroša nozīme.

Tas pagaidām ir mazizpētīts jautājums, kurā uzkrāts gadsimtiem vecs tādu faktu materiāls, ar kuriem jāērēķinās.

Kas liek griezties rīkstei?

— Tie ir Zemes magnētiskie lauki, — saka Neretas puses zeminieks Alberts Jaunzemis. — Tikai ne visiem cilvēkiem uz tiem ir vienāda reakcija, vieniem rīkste klausas, citiem — ne. — — — Reiz vajadzēja noteikt vietu, kur rakt aku. Es rīksti paņēmu labajā rokā, bet



kāds cits puisis to pašu riksti turēja kreisajā rokā. Kad nonācām virs āderes, rikste ar milzīgu spēku cēlās uz augšu. Teicu puisim — vai tad tev spēka nav? Turi, ja vari noturēt, nelauj rikstei griezties! Puisis turēja, cik spēka, bet — nekā. Un pārliecinājās par āderes spēku, kaut daudzi tam iesākumā netic. — — —

Rikstniekus parasi pieaicina tad, kad vajag noteikt vietu akai...

— Jā, varu to noteikt — aku vislabāk rakt āderu krustpunktā. Ar riksti varu noteikt arī, cik dziļa aka jārok. Ar riksti rokās virzās prom no krustpunkta. Līdzko spriegums jeb iedarbība uz riksti izbeidzas, apstājos. Un attālums no krustpunkta līdz šai vietai ir akas dziļums. Reiz man zināmi vīri bija «ieurbušies» 22 metru dziļumā, bet ūdens kā nav, tā nav. Papemu riksti — izrādās, aka jārok turpat netaļu, pie tam tikai sešu metru dziļumā.

Bet kad jūs šīs spējas sevī atklājāt?

— Tikai pirms vairākiem gadiem. Toreiz vēl strādāju Jēkabpils mežrūpniecībā. Mūsu māja atradās uzkalnā, bet abpus mājai bija purvs. Septiņu gadu laikā es sabeidzu veselību, kādas kaites tik man nebija — osteohondroze, slimāju ar sirdi, plaušām, tiku pat līdz otrajai grupai. Ārsti jau mani norakstīja, sak, esot vēzis, nosūtīja operēt audzēju. Bet tā sagadījās, ka todien ārsts nevarēja operēt, un tā arī mani neizoperēja. Izrādījās, ka es visus šos septiņus gadus biju gulējis uz āderēm. Ja toreiz sabiedrībā nebūtu radusies interese par āderēm, par rikstniecību, kas zina, kā būtu bijis. Pamēģināju, un brīnums, rikste klausīja. No tā laika ārstēties neesmu, bet uz āderēm arī vairs neguļ, un visas nosauktās kaites arī tā vairs nemanu. Mainīju dzīvesvietu, bet manā iepriekšējā dzīvoklī apmetās kāds jauns, neprecēts puisis. Divu gadu laikā viņš kļuva ļoti resns, domāju, ka, guļot uz āderēm, viņam radās vielmaiņas traucējumi. Nopirku māju šeit, Neretas pusē, tāda pussabrukusi, jāceļ jauna. Šīs mājas saimniecei ļoti sāpējusi galva, bet pašam saimniekam bijis kuņģa vēzis. Atklāju, ka viņi gulējuši uz āderu krustpunktiem. Esmu pārbaudījis apmēram trīsdesmit vēža slimnieku gultu atrašanās vietas un, kā likums, tās ir bijušas uz āderēm vai to krustpunktiem. — — —

Bet kā vairs āderēm jūtas mājlopi?

— Govis slimo, rodas mastīti, kuņģa slimības. Tāpat aitas. Mājlopi reaģē tāpat kā cilvēki. Turpretī stīrna, cik esmu novērojis, guļ uz krustpunkta. Ja vista perē uz āderes, nav neviena vanckara. Citreiz saimniece ierīko vistai perēkli pēc savas saprašanas — un nekā, izšķīlas trīs cāliši. Vista pati zina, kur perēt. Uz krustpunkta stārķis ligzdu vij. Kādam saimniekam bites saslīma ar vareatozi, un no desmit saimēm deviņas aizgāja bojā. Pārbaudīju ar riksti dabā — izrādās, ka viena palikusī bišu saime atrodas uz krustpunkta. Mans suns labā laikā guļ uz āderes, bet sliktā laikā no tās bēg. Āderes patik arī sliekām un kurmjēim.

Vai āderes ietekmē arī augļu kokus un dāržņus?

— Jā. — — — Pavasarī pupiņas, gurķīši, ja atrodas uz āderes, izsalst. Kāposti aug visur, bet galviņas vislabāk veidojas uz āderēm. — — — Kur āderes nav, tur bietes ir lielas. Kartupeļiem, gluži

otrādi, patīk augt uz āderēm, . . Ir rudzu zeme. Un ir kviešu zeme. Ir jāzina, kas katrā zemē aug, tikai tad var iegūt labu ražu.

Kas aug rudzu zemē?

— Rudzu zemē labi aug rudzi, auzas, kamolzāle, kartupeļi, zirņi, lielās pupas, krustzieži — kāposti, kāļi, rutki, redīsi, arī cidonijas, upeņes, avenes, saulespuķes, visi mežeņi.

Bet kviešu zemē?

— Labi aug kvieši, mieži, bietes, burkāni, āboliņš, timotiņš, zemesnes, mazās pupiņas. Kviešu zemi grib potētie koki — ābeles, bumbieres, ķirši un citi, tiem āderes nepatīk. Mans tēvs, cik atceros, āderes nenoteica — viņš laukus pazina pēc augiem. Kur auga pelašķis, tur viņš stādīja kartupeļus. Kur labi aug suņuburkšķi, nātres, vibotnes, usnes, tur ir āderes. Pienenes aug visur.

(G. Bērz a. Kas liek griezties rikstei? — Staburags, 1990, 8. sept.)

() SAULE — GALVENAIS ENERĢIJAS AVOTS UZ ZEMES

Saule nepieder pie milžu zvaigznēm. Starojums, ko tā dod, ir dzeltenā krāsā. Tas ir tāpēc, ka Saules temperatūra nav pietiekami augsta, lai starojuma krāsa būtu balta vai pat zila. Tādas krāsas starojumam vajag daudz augstāku temperatūru.

Visumā ir milžu zvaigznes, turklāt gan «baltie milži», gan «zilie milži», gan arī «sarkanie milži».

Mūsu zvaigzne — Saule — ir tikai «dzeltenais punduris».

Pavērojiet nakts debesis skaidrā laikā! Jūs redzēsiet kā nelielus punktiņus gan baltos, gan zilos, gan arī sarkanos milžus. Mūsu «dzeltenais pundurītis» ir tik liels tikai tāpēc, ka atrodas ļoti tuvu Zemei — «tikai» 150 miljonus kilometru.

Saules centrā notiek *kodoltermiskās reakcijas*, kurās ūdeņradis pārvēršas hēlijā. Reakcijās izdalās siltums. Uz zemes šī reakcija ir notikusi ūdeņraža bumbā. Zinātnieki strādā arī pie «mākslīgās Saules» — lēni notiekošas kodoltermiskās reakcijas problēmām.

Saules dziļu siltuma enerģija nonāk Saules atmosfērā un sakarsē to. Tālāk Saules enerģija starojuma veidā izplatās Visumā. Starojuma jauda ir milzīga — ik sekundi



Saule dod $3,86 \cdot 10^{26}$ J enerģijas. Zeme no šīs enerģijas saņem tikai dažas miljardās daļas. Taču arī tas ir ārkārtīgi daudz.

Daļa Saules starojuma paliek Zemes atmosfērā un to silda. Nevienmērīgas sasilšanas dēļ atmosfērā rodas gaisa konvekcijas strāvas — vējš. Par to jau mācījāties iepriekšējā nodaļā. Der atcerēties arī to, ka Saule, atrodoties zemu virs horizonta, maz silda. Jo zemāk Saule, jo tās starojumam jāiziet cauri biezākam atmosfēras slānim, jo vairāk tajā paliek Saules enerģijas, kas «domāta» Zemei.

Saules sistēma, tātad arī Saule un Zeme pastāv 4,6 miljardi gadu. Ir izpētīts, ka no Saules enerģētiskajiem krājumiem — ūdeņraža — iztērēta puse. Otra atlikusī puse pietiks vēl tikpat ilgam laikam. Tāpēc nav pamata raizēm par to, ka Zeme drīz paliks bez enerģijas avotiem.

Šī enerģija ir Saules starojums un tā izraisītās sekas: vēja enerģija, upju enerģija un augu valsts.

Turpretī Saules uzkrātā enerģija izrakteņos — ķīmiskajā kurināmajā (nafta, akmeņogles, dabasgāze) — ir ierobežotā daudzumā un pamazām izsīkst.

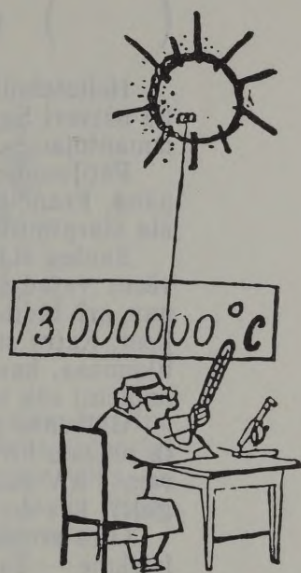
Ko darīt, lai Zemei nepietrūktu enerģijas?

Jācenšas iespējami dažādos veidos un vairāk izmantot to enerģiju, ko Saules starojums dod Zemei nepārtraukti, ik dienas.

Ipašs Saules enerģijas veids ir pārtika, kas nepārtraukti atjaunojas, ja protam radīt vajadzīgos apstākļus — apstrādāt augsni, iesēt, kopt un novākt to, ko Saule mums devusi.

Kurināmais, kas nāk no augu valsts, arī ir «Saules dāvana». Meži nepārtraukti atjaunojas. Taču tam vajadzīgs ilgāks laiks.

Saule Zemei ir galvenais, bet ne vienīgais enerģijas avots. Aizvien plašāk tiek izmantota kodolenerģija.



() HELIOTEHNIKA

Helio tehnika ir zinātnes un tehnikas nozare, kas pēta, kā uztvert Saules starojuma enerģiju un to pārvērst ērtāk izmantojamās enerģijas veidos.

Pētījumus veic daudzās valstīs, galvenokārt ASV, Japānā, Francijā, Itālijā, Vācijā, Krievijā. Šajā jomā izvērstā starptautiska sadarbība.

Saules starojuma enerģija 30 000 reizu pārsniedz cilvēces vajadzības. Tā neizraisa vides piesārņošanu. Tai nav arī tādu enerģijas «pārpalikumu» kā siltuma dzinējiem. Katrs siltuma dzinējs izvada atmosfērā šos «pārpalikumus», kas pamazām izjauc Zemes siltuma bilanci un nopietni sāk ietekmēt klimatu.

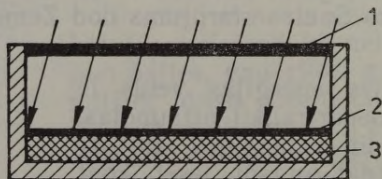
Galvenās grūtības Saules starojuma izmantošanā rada tā mazais blīvums. Pie Zemes virsmas tas ir tikai apmēram 1 kW uz 1 m². Tāpēc jāizmanto iekārtas (dažādi spoģuļi), kas šo enerģiju savāc nelielā laukumā.

Otra problēma ir gadalaiku un diennakts dažādu stundu ietekme — Saules starojums nav vienmērīgs. Tādēļ jārada iespēja uzkrāt Saules starojuma enerģiju.

() VIENKĀRŠĀKĀS HELIOTEHNISKĀS IERĪCES

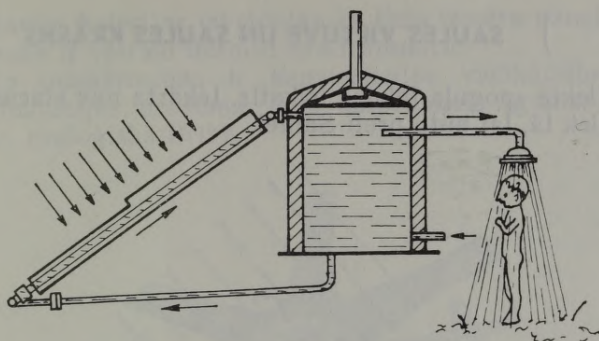
«Karstās kameras» un lecektis veido: 1 — caurspīdīgs pārklājums, kas parasti ir stikls, arī polietilēna plēve; 2 — absorbējošā (siltumu uztverošā) virsma; 3 — siltumizolācija.

Pasaulē pirmais «karsto kameru» uzbūvēja šveicietis O. Sosīrs 1770. gadā.

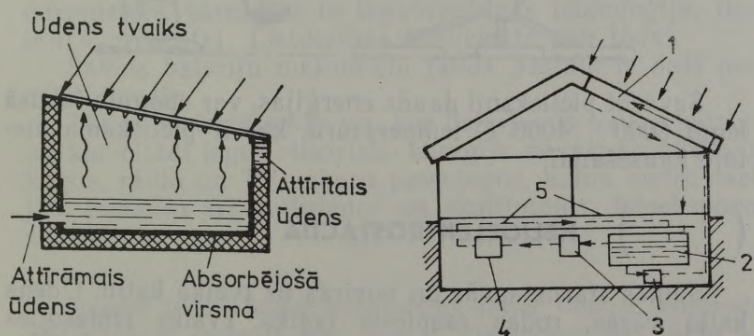


Šādas iekārtas izmanto augu un augļu žāvēšanai. Lecektis pastāv īpašs mikroklimats, kas nodrošina augu veģetāciju.

Ūdens sildītājs ar dabisko cirkulāciju. Konvekcijas veidā siltais ūdens sakrājas kameras augšdaļā. Cik daudz ūdens tiek paņemts «no augšas», tikpat daudz tas ieklūst kamerā «no apakšas». Šajā iekārtā enerģijas uzkrāšana atrisināta vienkārši — dienā ūdeni silda, vakarā izmanto.



Ūdens helioatsālotājs. Saules starojumu uztver baseina tumšās sienas, atdodot siltumu ūdenim. Ūdens intensīvi iztvaiko (varbūt pat vāroties!). Caurspīdīgais vāks no infrasarkanajiem stariem tikpat kā nesasilst, tāpēc ūdens tvaiks pie tā kondensējas. Tīrais ūdens satek tvertnē.



Šādas iekārtas populāras Austrālijā, Čilē, Grieķijā, Izraēlā.

Helioapkure. Helioapkures sistēmu veido: 1 — Saules starojuma uztvērējs — tumšs mājas jumts (māja jābūvē tā, lai jumts būtu perpendikulārs Saules stariem); 2 — siltā ūdens uzkrājējs; 3 — ūdens cirkulācijas sūkņi; 4 — rezerves sildītājs «tumšajām un aukstajām» dienakts stundām. Tas var būt elektriskais sildītājs, arī akmeņi vai ķieģeļi, kas uzkrāj siltumu līdzīgi parastajai krāsnij; 5 — grīdas paneļi, kas saņem siltumu un atdod to istabas gaisam.

Helioapkuri izmanto ASV dienvidos, Japānā, Austrālijā, Vidusjūras baseina valstīs.

() SAULES VIRTUVE UN SAULES KRĀSNIS

Ieliektā spoguļa fokusā ir katls. Iekārta nav stacionāra, to noliek tā, lai būtu pretī Saulei.



Savācot pietiekami daudz enerģijas, var spoguļa fokusā iegūt 3000...4000 °C temperatūru, kas ir pietiekama metālu kausēšanai.

() HELIOELEKTROSTACIJA

Saules starus savāc un novirza uz tvaika katlu. Ūdens katlā vārās, rodas saspiegts tvaiks. Tvaiks izplešoties griež turbīnu, turbīna darbina elektrisko ģeneratoru. Šis elektrostacijas tips atšķiras no parastajām termoelektrostacijām tikai ar «kurināmā» veidu.

Šādam elektriskās enerģijas iegūšanas paņēmienam ir nākotne — kurināmais neko nemaksā un ir «mūžīgs».

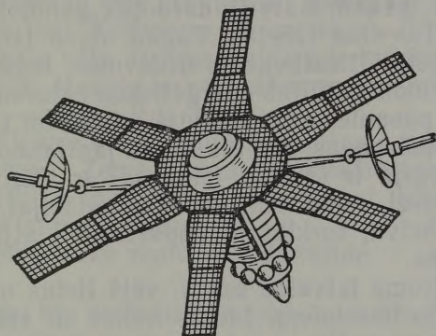
Pirmā šāda tipa elektrostacija uzcelta 20. gadsimta sākumā Ēģiptē, tās jauda 44 kW. Pašlaik lielākās helioelektrostacijas darbojas Meksikā (jauda līdz 10 MW) un ASV.

() SAULES BATERIJA

Pusvadītāju fotoelements Saules starojuma optisko (redzamo) daļu pārvērš elektriskajā enerģijā tieši, bez darba vielas — tvaika starpniecības.

Saules baterijas izveidotas kā lielu izmēru paneļi, kuru laukums ir vairāki desmiti kvadrātmetru.

To priekšrocības ir konstrukcijas vienkāršība, liels ekspluatācijas drošums, liels kalpošanas ilgums, neliela masa, ekoloģiskā tīrība.



Taču iekārta ir dārga (pusvadītāju fotoelementos ir dārgmetāls, sarežģīta to izgatavošanas tehnoloģija, liels brāķa procents). Lietderības koeficients nav liels.

Saules bateriju maksimālā jauda pašlaik ir dažī desmiti kilovatu.

Tās ir neaizstājamas tur, kur liela jauda nav vajadzīga un kur citādi iegūt elektrisko enerģiju nevar: kosmiskajos kuģos, radio un TV sakaru pavadņos, kalnu meteostacijās. Izmanto arī pulksteņos un skaitļotājos, fotoeksponometros.

Pasaulē lielākā Saules elektrostacija «Solar One» ir Kalifornijā. Elektrostācijas jauda 10 MW. Tajā ir 1818 spoguļi, kuri Saules siltumu koncentrē uz 77,7 m augstu torni, kur atrodas tvaika katls. Elektrostacija darbojas kopš 1982. gada aprīļa.

NO
GINEŠA
REKORDU
GRAMATAS

() LATVIJAS UPJU ENERĢIJA

Latvijas upju hidroresursu jauda ir apmēram 613 MW, no tiem Daugava dod 500 MW.

Uz Daugavas darbojas trīs hidroelektrostācijas:

Pļaviņu HES (1965. g., jauda 825 MW);

Ķeguma HES (1939. g., pēc 1979. g. rekonstrukcijas jauda 260 MW);

Rīgas HES (1976. g., jauda 360 MW).

Hidroelektrostaciju kopējā jauda trīs reizes pārsniedz Daugavas hidroresursus. Taču tās ar pilnu jaudu nestrādā nepārtraukti. To uzdevums ir dot enerģiju dažas stundas diennaktī, kad krasi pieaug elektrības patēriņš. Tās ir rīta un vakara maksimumstundas.

Vislielākā enerģijas izstrāde ir palu laikā.

Līdz 1963. gadam Latvijā darbojās gandrīz trīsdesmit mazo HES. Tās tika slēgtas. Tagad mazo HES atjaunošana ir enerģētiku neatliekams uzdevums. Iegūtā enerģija jūtami papildinās Latvijas enerģētiskos resursus.

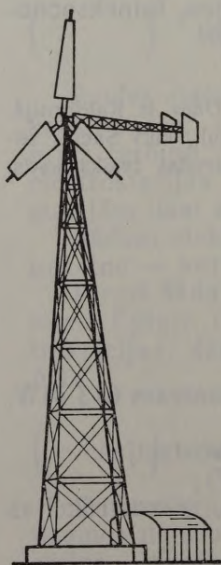
Pēc Otrā pasaules kara Latvijā pamazām tika likvidētas arī ūdensdzirnavas. Arī tās tagad jāatjauno.

Upju enerģija ir lēta — izmaksas ir tikai aizsprostu un iekārtu būvei, remontam un ekspluatācijai. Pati enerģija — par brīvu, turklāt tā nepārtraukti atjaunojas, jo «strādā Saule».

Saules siltums iztvaicē ūdeni, vējš lietus mākoņus izdzenā pa upju baseiniem. Lietus nolist un «sāk strādāt» Zemes smaguma spēks — ūdens tek uz Baltijas jūru. Vajag tikai ūdens enerģiju virs aizsprosta sakrāt un likt lietā.

Latvijas upju enerģētika sīkāk aplūkota nodaļā «Darbs, jauda, enerģija».

() VĒJA ENERĢIJA



Vējam piemīt liela enerģija — apmēram 2% no enerģijas, ko Saule dod Zemei.

Vēja enerģijai ir vairākas priekšrocības. Enerģijas avots pie patērētāja «atnāk pats». Tas ir izdevīgi grūti pieejamās vietās — tuksnešos, kalnos.

Vēja, tāpat kā upju, enerģijas krājumi ir «mūžīgi».

Taču vēja enerģijai ir būtisks trūkums. Vējam mainās ātrums, turklāt tas notiek plašās robežās. Vēja dzinēja jauda ir tieši proporcionāla vēja ātruma trešajai pakāpei. Ja, piemēram, vēja ātrums samazinās divas reizes, dzinēja jauda kļūst astoņas reizes mazāka. Taču, veicot darbu, «kad ir vējš», šo trūkumu var pieciest.

Vēja izmantošana ir izdevīga tajās vietās, kur vidējais vēja ātrums ir apmēram 5 m/s un lielāks. Kad vēja ātrums

ir 5 m/s, šūpojas vidēja lieluma koku zari, sausā laikā gaisā paceļas putekli. Tad tautā saka, ka laiks ir vējains.

Latvijā vēju, kas nāk no jūras, stipri aiztur meži. Vēja elektrostaciju darbībai labāki apstākļi ir uz pakalniem, kurus ietver brīvs laukums 5...6 km rādiusā. Protams, ka īstā vieta vēja elektrostacijām ir jūras krastā.

Latvijā spēcīgs vējš (15 m/s un lielāks) ir tikai 20...30 dienas gadā, bet Kurzemes piekrastē — līdz 50 dienām gadā. Lielākais vēja ātrums Latvijā ir laikā no novembra līdz janvārim. Mazākais vēja ātrums pie mums ir jūlijā un augustā — no 2,5 līdz 3 m/s.

Ja vēja ātrums cauru gadu ir apmēram 5 m/s, tad gada laikā no viena Zemes virsmas kvadrātkilometra «var iegūt» $3,6 \cdot 10^{12}$ J enerģijas. Tas ir tikpat, cik dabū, ja sadedzina 130 tonnas akmeņogles.

Sena vējdzirnavu zeme ir Nīderlande.

Mūsu grupai bija paredzēts izbrauciens no Amsterdamas pa tuvāko apkārtni.

Par vēja dzirnavām Nīderlandē, protams, dzirdējis biju. Ieskatījos pirms ceļojuma arī tūrisma prospektos. Taču redzētais pārsteidza vislielākajā mērā.

Brauciens automobili bija kādi 80 km. Cik dzirnavas redzēju, nevaru tieši pateikt. Vairāk par simtu noteikti. Sāku skaitīt — nojuka.

Zeme līdzena, ar kanāliem sadalīta taisnstūros vai kvadrātos. Katra zemes gabala stūrī — dzirnavas. Visas griežas.

(No tūrista stāstījuma)

Vēja elektroenerģētika pasaulē sāka strauji attīstīties kopš 1973. gada, kad iezīmējās kurināmā krīze. Sākās

Elektrostaciju veidi	Uzstādītās īpatnējās jaudas izmaksas, 1000 ASV \$ uz 1kW						
	1	2	3	4	5	6	7
Kondensācijas elektrostac. ar oglēm	1	2					
Kondensācijas elektrostac. ar gāzi	1						
Termoelektrocentrāles ar oglēm	1	2					
Termoelektrocentrāles ar gāzi	1						
Atomelektrostacijas	1	2	3				
Hidroelektrostacijas	1	2	3	4			
Vēja elektrostacijas	1	2	3	4	5	6	7

nopietni pētījumi, un ap 1980. gadu bija izveidojusies rūpniecības nozare vēja generatoru ražošanai.

Vislielākā vēja generatoru jauda ir uzstādīta ASV — Kalifornijā. Vēja elektrostacijas izvietotas lielās grupās. Izveidotas tā sauktās «vēja fermas».

Pasaulē pirmo vietu vēja enerģētikas attīstībā ieņem Dānija. Tur izgatavo jau trešās un ceturtais paaudzes vēja generatorus. Dānijā ar vēja enerģiju sedz apmēram 2% no kopējā elektroenerģijas patēriņa.

Latvijā vēja dzinēji strādāja jau pirms Otrā pasaules kara, veicot galvenokārt ūdens sūkņēšanas un graudu malšanas darbus. Vējdzirnavas sastopamas gadu simteņiem.



Ziemeļim kādreiz bijuši divi dēli: viens miermīlīgs, bet otrs nikns. Miermīlīgam tēvs devis vārdu Vējš, bet niknam — Viesulis. Reiz tas abus iesaucis savā pilī, katram devis trīs zelta dukātus un teicis: «Še jums katram trīs zelta dukāti, ejiet pasaulē nopelnīt citus trīs dukātus. Kurš pirmais ieradīsies mājā ar nopelnītiem dukātiem, tam atdošu savu pili.»

Abi brāļi kādu gabalu gājuši runādami, tad krustceļā izšķīrušies. Pirmā dienā Vējš nolīdzis pie saimnieka labību no pelavām tīrīt. Pats saimnieks ar riešķi kratījis labību, bet Vējš visas pelavas aiznesis norādītā vietā. Tie izvētijuši labību, saimnieks par labu pakalpojumu Vējam iedevis zelta dukātu, tad šis devies tālāk meklēt citu saimnieku un darbu. Nu viņš nolīdzis pie melderis griezt dzirnavas. Vējš griezis dzirnavas veselu dienu, un melderis samalis visu maļamo. Vakarā melderis tam iedevis zelta dukātu, un šis nu devies tālāk meklēt jaunu saimnieku un darbu. Tas drīz vien saticis kuģinieku, kam jābrauc uz svešu zemi pēc mantām. Vējš it mierīgi aizdzinis kuģi uz norādītu vietu un atkal atdzinis mājā. Kuģinieks par to iedevis viņam zelta dukātu. Vējš nu pēc tēva noteikuma nopelnījis trīs zelta dukātus un steidzies uz māju.

Otram brālim, Viesulim, klājies pavisam slikti. Pirmā dienā tas arī atradis saimnieku, kam jāvētī labība. Šis tūlīt pieteicies par palīgu, pieprasīdams zelta dukātu kā dienas algu. Labi. Saimnieks to arī apsolījis, un abi sākuši vētīt. Bet, tikko Viesulis pūtis, piedarba jumts tūlīt pacēlies gaisā un labība ar visām pelavām izklidusi pa visu pasauli. Saimnieks, to redzēdams, apskaities un teicis: «Tu nestrādā pēc līguma. Samaksā man vienu zelta dukātu par padarīto skādi, tad vari iet, no kurienes nācis.» Nekā darīt. Viesulis iedevis zelta dukātu un aizgājis meklēt citu saimnieku. Otrā dienā tas saticis melderi, kam daudz jāmaļ. Šis nu apsolījis par zelta dukātu samalt visu labību. Bet te atkal nelaime. Tikko Viesulis sācis pūst, tūlīt nolūzuši dzirnavu spārni un jumts aizsviests pa gaisu gaisiem. Melderis, to redzot, apskaities un teicis: «Tu nestrādā pēc līguma. Samaksā man vienu zelta dukātu par padarīto skādi, tad vari iet, no kurienes nācis.» Nekā darīt. Viesulis atdevis zelta dukātu, tad gājis meklēt citu saimnieku un darbu. Trešā dienā tas saticis kuģinieku, kam jābrauc uz svešu zemi

pēc mantām. Tie arī noliguši par vienu zelta dukātu. Bet atkal nelaime. Tikko Viesulis sācis pūst, kuģis tūlīt krastā, un ar braukšanu nekas.

Kuģinieks, to redzot, apskaities un teicis: «Tu nestrādā pēc līguma. Samaksā man vienu zelta dukātu par padarīto skādi, tad vari iet, no kurienes nācis.»

Nekā darīt. Viesulis izņēmis pēdējo tēva doto dukātu un atdevis to kuģiniekam. Viesulim nekas cits neatlicis kā pavisam bez naudas steigties uz māju pie tēva.

Vējš tēvam parādījis trīs nopelnītos dukātus, bet Viesulis nevarējis parādīt pat tēva dotos.

Tēvs atdevis pili Vējam, teicot: «Prātīgais arvien vairo labumu.» Bet Viesuli aiztriecis pasaulē, teicot: «Kas neprātīgs, tas viegli izkaisa to, kas viņam jau ir.»

Viesulis vēl tagad klejot pa pasauli bez pajumta.

(Pasakas par dzīvniekiem. R., 1964, 261.—263.)

Arvien biežāk dzirdami lietišķi jautājumi: kādi vēja rotoru izmantojami Latvijā, kur tos var nopirkt un cik tie maksā? Vai un kā tādu nelielāku varētu pats izgatavot?

Atbilde būtu:

pirmkārt, jāzina, kādam nolūkam domāts rotors — standarta (220/380 V, 50 Hz) elektrības ražošanai, patēriņam un pārdošanai elektrotīklam, nestandarta elektrības ražošanai, akumulatoru lādēšanai, sildīšanai, žāvēšanai, ūdens sūkņēšanai u. c., tiešai ūdens vai gaisa sūkņēšanai, siltuma iegūšanai vai kādam īpašam mērķim, piemēram, ūdens sadalīšanai skābeklī un ūdeņradī;

otrkārt, aplūkojot Latvijas vēja karti, jāapdomā, vai nodomātā teritorijā ir pietiekams vējš, resp. svarīga ir rotora vietas izvēle. Jāņem vērā, ka rotora attīstītā jauda N ir proporcionāla vēja ātruma trešajai pakāpei:

$$N = Kgv^3D^2,$$

kur K — rotora efektivitātes koeficients (tas lielā mērā atkarīgs no spārna profila un formas), g — gaisa blīvums, v — vēja ātrums, D — rotora diametrs. — — —

Jūras krastā no 1 m² spārnu aptvertā laukuma gadā var iegūt līdz 1200 kW·h, klajumā — 850 kW·h, mežainā līdzenumā — 500 kW·h, bet paugurainā apvidū tikai 300 kW·h. Dānijā šis skaitlis ir ap 700 kW·h gadā.

Latvijā vēja rotorus neražo.

Valsts šogad (1993. g., L. A.) atvēlējusi Ls 8500 SIA «Baltaruta», lai šogad sāktu ražot 10 kW vēja rotorus jaunsaimniecībām. — — —

Neskaitot dažus mazākus rotorus, 60 kW mašīna darbojas Glūdā, un griežas 4,5 kW rotors Ulda Johansona aprūpē Jelgavā. Mūsu rīcībā ir daudz ārzemju firmu prospektu un cenu lapu, bet mūsu apstākļiem un cenām šīs mašīnas ir dārgas — ap Ls 600 par kilovata jaudu.



..Kurzemes piekrastē šāda turbīna atmaksājas tikai 10—12 gados. Tuvākos gados, enerģijas un tās nesēju (ogles, nafta, gāze) cenām augot, proporcionāli samazināsies atmaksāšanās laiks. Ja Latvijā ražotu turbīnas (pēc licences) vai to daļas (pamatš, mastš u. c.), to cenas būtu ievērojami zemākas un rentabilitāte augstāka.

(H. Guļevskis, P. Barons. Vēja spēks. — Lauku Avīze, 1993, 5. nov.)



Sudmalas ne vien no iekšpuses, bet arī no ārpuses bij apputējušās miltu putekļiem, ..tās smaržoja pēc miltiem pa gabalu. Stāvs no augšas līdz apakšai bija tāpat to smaržas piesūcies kā pats melderis, kas varēja uzvilkt gluži jaunas drēbes, bet tomēr visos godos viņā varēja sajūst sudmalnieku.

Smiedamies viņš sacīja, ka esot paēdis no vējiem, un patiešām, griezdami viņa sudmalas, tie baroja viņu. Tie bij viņa draugi. Viņam patikās ziemēla skaidrais un griezīgais pūtiens, svaigais, pirmais lapu drebinātājs, ritenis un vakara vējš, kas lējās smags kā upes ūdens. Viņa Zemgales vēji izlieca viņa buras līkas kā darba noliektu cilvēku muguras. No savu sudmalu augšienes viņš varēja pārredzēt ne vien druvas, kas auga un nobrieda, un visas nāca uz sudmalām, bet arī to, kas notikās māju sētšvidos. — — —

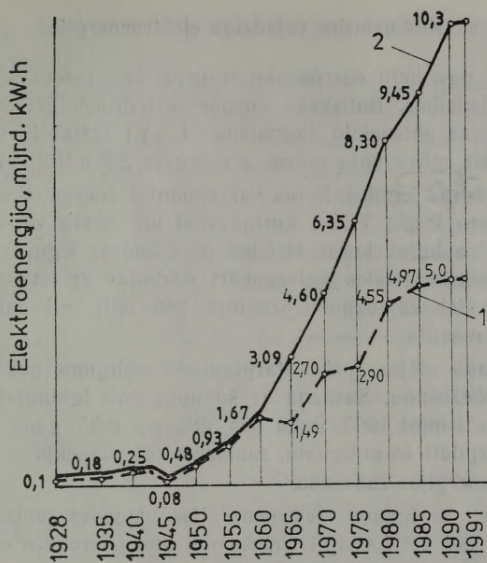
Jankus piekabīnāja savu maisu pie āķa, un ķēde sāka vilkties augšup, un lūka durvis pacēlās un atkrizdamas noklaudzēja, un maiss pazuda, un graudi bij pie sava ceļojuma beigām. Viņš uzkāra zābakam maisu un sāka gaidīt. Viņš izdzirda, ka sudmalu augšienē kaut kas noribēja, un viens spārns ar lielu vēju nošņāca gar sudmalām, un tad virs griestiem atskanēja miermīlīga rūkšana, līdzīga baložu bara rūkšanai. Akmeņi bij sākuši griezties, un, pielicis roku pie zābaka gala, Jankus manīja, ka no tā papriekšu nāca silta dvaša un tad sāka birt milti, silti un miksti, krizdami kā biezs sniegs. Tiem bij it kā saules smarža, un tas bij Straumēnu jauno kviešu pirmais malums.

(E. Virza, Straumēni. R., 1989, 120.—121. lpp.)

() LATVIJAS ELEKTROENERĢĒTIKA

Latvijas tautsaimniecība un iedzīvotāji 1991. gadā patērēja 9,8 miljardus kW·h elektroenerģijas. No tās rūpniecībā izmantoja 41,5%, lauksaimniecībā — 19,3%, sadzīvē un komunālajā saimniecībā — 34,8% un transportā — 4,4%.

Latvijas energosistēmas pamatā ir Daugavas kaskādes trīs hidroelektrostacijas (Pļaviņu HES ar jaudu 825 MW, Ķeguma HES — 260 MW un Rīgas HES — 402 MW) un divas termoelektrocentrāles Rīgā (Rīgas TEC-1 ar 129 MW jaudu un Rīgas TEC-2 ar 390 MW jaudu).

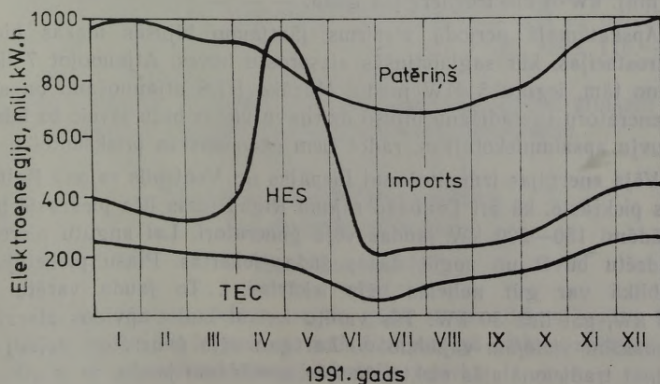


Elektroenerģijas ražošana(1) un patēriņš(2) Latvijā

Latvijas elektrostaciju kopējā jauda ir apmēram 2000 MW. To dod minētie pieci giganti. Kopējo jaudu apmēram par 20 MW papildina rūpnīcu termoelektrocen-trāles.

Latvijā ražo pusi no vajadzīgās elektroenerģijas — apmēram 5 miljardus kW·h. Pārējo elektroenerģiju iepērk galvenokārt no Igaunijas, Krievijas un tikai nedaudz no Lietuvas.

Daugavas enerģijas izstrāde nosedz Latvijas vajadzī-bas tikai palu laikā. Tas redzams arī no diagrammas.





Kur ņemsim vajadzīgo elektroenerģiju?

Latvijai nav lielu enerģētisko resursu, kas varētu nodrošināt republikas vajadzības. Būtiskākā nozīme ir hidroenerģetikai. Tās gada elektroenerģijas potenciālo (iespējamo, L. A.) izstrādi vērtē 4 mljrd. kW·h. Pašreiz mūsu upju potenciāls apgūts 2,7 mljrd. kW·h apjomā.

Ir vēl kūdras iegulas, kuras var izmantot enerģētiskajām vajadzībām. Tās lieto Rīgas TEC-1 kurināšanai un varētu vēl noderēt tādu rūpnīcu TEC apkurei, kuras atrodas tuvu kūdras ieguves vietām. Tāpēc termoelektrocentrāles galvenokārt darbojas ar ievestu kurināmo. 1990. gadā šīm vajadzībām izlietoja 846 milj. m³ dabasgāzes un 182 tūkst. t mazuta. — — —

1993. gadā stājas spēkā starptautisks nolīgums par izmešu pārnesumu ierobežošanu. Saskaņā ar šo nolīgumu Igaunijai jāsamazina sēra dioksīda izmeši 1993. gadā par 30% un 1995. gadā — par 50%. Igaunī cer izpildīt šo nolīgumu, samazinot degslānekļa sadedzināšanu, t. i., elektroenerģijas ražošanu. — — —

Jāpiebilst, ka igauņu elektroenerģijas piegādes samazinājums sašķītis laikā, kad arī Latvijai izmešu dēļ būs jāierobežo elektroenerģijas izstrāde termoelektrocentrālēs, jo arī mums jāsamazina sēra dioksīda izmeši par 30% salīdzinājumā ar 1980. gadu. — — —

Lai iespējami mazāk būtu jāierobežo ražošana Latvijas tautsaimniecībā elektroenerģijas nepietiekamības dēļ un lai nodrošinātu Latvijas politisko un ekonomisko suverenitāti, jau tuvākajā laikā jārada un jāatjauno iespējami vairāk ģenerējošo jaudu. To var panākt, rūpnīcu un apkures katlu mājās uzstādot tvaika turboagregātus vai gāzes turbīnas, būvējot jaunas rūpnīcas, to sastāvā uzceļot termoelektrocentrāles, atjaunojot un ceļot jaunas mazās hidroelektrostacijas, izmantojot vēja un biogāzes enerģiju, paplašinot un rekonstruējot esošās elektrostacijas, kā arī būvējot jaunas.

Daudzās rūpnīcās ir katlu mājas tvaika ražošanai tehnoloģiskam procesam un apkurei. Dažām no tām tvaika ražība un parametri pieļauj tās papildus izmantot elektroenerģijas ražošanai, uzstādot turboagregātus. Rezultātā iegūtu papildus 80 MW elektriskās jaudas un 400 milj. kW·h elektroenerģijas gadā. — — —

Apskatāmajā periodā vispirms jāatjauno bijušās mazās hidroelektrostacijas, kur saglabājušās aizsprostu būves. Atjaunojot 7 lielākās no tām, iegūtu 5 MW jaudu. Mazāko HES atjaunošanu un elektrogeneratoru uzstādīšanu bijušo dzirnavu vietās būtu jāveic šo ūdenskrātuvju apsaimniekotājiem, radot tiem ekonomiskus priekšnoteikumus.

Vēja enerģijas izmantošanai Liepājas un Ventpils rajonā Baltijas jūras piekrastē, kā arī Limbažu rajonā Rīgas jūras līča piekrastē būtu uzstādāmi 150—200 kW jaudas vēja ģeneratori. Lai apgūtu pieredzi, vajadzētu būvēt un apgūt dažas šādas iekārtas. Plašu pielietojumu republikā var gūt nelielas vēja iekārtas. .. To jauda varētu būt 5—8 kW, pat līdz 30 kW. Tās varētu ierīkot lauku apvidos atsevišķu saimniecību vietējām vajadzībām. Lai gan vēja ģeneratori neļauj samazināt tradicionālajās elektrostacijās uzstādāmo jaudu, jo ir atkarīgi

no vēja esamības un ātruma, taču tie ļauj ietaupīt organisko kurināmo, kas arī ir ļoti svarīgi.

Savu daļu enerģijas varētu dot arī no kūtmēsliem iegūstamās *biogāzes*. Pie lielas dzīvnieku koncentrācijas cūku un liellopu fermās rodas ievērojami daudzumi šķidru kūtmēsļu, kas lielās koncentrācijās mazos laukumos pārsllogo augsni ar organiskām vielām, piesārņo virsmas un pazemes ūdeņus. Galvenais šķidro mēsļu trūkums ir tas, ka tos grūti izmantot augsnes mēslošanai. Tie izdala toksiskas gāzes ar nepatīkamu smaku. Šķiet neparasta situācija: augkopji raizējas par mēslojuma trūkumu, bet lopkopji lauza galvu, kā atbrīvoties no šķidro mēsļu masas. Raudzējot šķidros mēslus, iegūst ideālu mēslojumu un degošu gāzi. Pasaules praksē biogāzi izmanto kā kurināmo sadzīves vajadzībām un elektroenerģijas ražošanai. — — — Uzstādot šādas iekārtas (biogāzu iegūšanai, red. piez.) visos lielākajos lopkopības kompleksos, varētu iegūt 5—6 MW jaudas un saražot 20—25 milj. kW·h elektroenerģijas. — — —

Pasaulē pēdējos gados galvenokārt būvē ar akmeņoglēm kurināmas elektrostacijas vai izmanto *kodolenerģiju*. Tā kā Latvijas lielākajās pilsētās vēl pastāv problēmas ar apsildīšanu, vispirms vajadzētu būvēt termoelektrocēnāles. Tādas vietas būtu apskatāmas Daugavpilī, Liepājā un Rīgas kreisajā krasta daļā. — — —

Var būt arī variants vienas lielas elektrostacijas būvei tikai elektroenerģijas ražošanai jebkurā transporta ziņā ērtā vietā... Tā varētu būt ar oglēm kurināma un ar jaudu līdz 1200—1500 MW.

Nevar izslēgt arī iespēju termoelektrostacijas vietā būvēt atomelektrostaciju ar rietumu tehnoloģiju un iekārtām. Atomelektrostacijām kapitālieguldījumi gan ir lielāki nekā ar akmeņoglēm kurināmajām. Elektroenerģijas pašizmaksa šo abu veidu elektrostacijām ir salīdzināma. Tā nākotnē atomelektrostacijām var būt pat zemāka. Tomēr, ņemot vērā lielās izmaksas, problēmas ar personāla sagatavošanu un uzturēšanu augstā profesionālā līmenī, radioaktīvo atkritumu uzglabāšanu, kā arī mūsu ekonomiskās iespējas, to nevar uzskatīt par tuvāko gadu jautājumu. Lēmumu par šāda veida elektrostacijas izbūvi jebkurā gadījumā varētu pieņemt tautas aptaujas rezultātā.

(I. Staltmanis. Kur ņemsim vajadzīgo elektroenerģiju? —

Grām.: Latvijas enerģētika ceļā uz patstāvību.
R., 1992, 116.—126.)

Hleida likums. Atrisināt sarežģītu uzdevumu dodiet slinkam līdzstrādniekam. Viņš atradīs pašu vieglāko risinājuma veidu.

Latvijas enerģētikas problēmas

(no ekspertu atziņām)

Elektroenerģētika

Pašlaik Latvijas elektrostacijas gadā saražo 0,5 miljardus kW·h elektroenerģijas. Tā ir puse no valstī vajadzīgā elektroenerģijas daudzuma. Trūkstošo elektroenerģiju Latvija iepērk.



Pēc speciālistu prognozēm, elektroenerģijas patēriņš 2005. gadā Latvijā sasnies 1,3...1,5 miljardus kW·h. Tādā gadījumā, saglabājoties pašreizējam elektrostaciju daudzumam, no kaimiņvalstīm iepērkamās elektroenerģijas daudzums divkāršosies.

Mazā enerģētika — mazās HES, vēja, biomasas, Saules enerģijas un cieto atkritumu izmantošana enerģētikā var dot tikai līdz 1% no vajadzīgās elektroenerģijas.

Jaunu elektrostaciju būve varētu atrisināt elektroapgādes problēmas Latvijā. Šo elektrostaciju kopējai jaudai jābūt 1,0...1,2 milj. kW, un tām jāatrodas ūdenskrātuvju tuvumā, bet ar akmeņoglēm kurināmām elektrostacijām — vietās ar labiem piedeceljiem.

Siltumenerģētika

Pašlaik siltuma enerģiju Latvijā ražo un patērētājiem piegādā gan centralizētās siltumapgādes sistēmas, gan individuālās apkures iekārtas.

Sakarā ar siltumtīklu izolācijas sliktu stāvokli vidējie siltuma zudumi tajos sasniedz 20%.

Pēdējos 40 gados Latvijā celto ēku ār sienas ir ar zemu siltumnoturību un nepamatoti lielu iestikloto platību. Pēc ekspertu vērtējuma, šo ēku apsildei, karstā ūdens sagatavošanai un ventilācijai izlieto apmēram 2 reizes vairāk siltuma nekā tādām pašām ēkām Rietumeiropas valstīs.

Turpmāk jauncelāmām ēkām jābūt ar uzlabotiem ār sienu siltumtehniskiem rādītājiem. Nekavējoši jāveic pasākumi, lai uzlabotu esošo ēku ār sienu siltumizolāciju.

Individuālām ēkām jāpāriet uz decentralizētu siltumapgādi, lietojot jebkuru no pieejamiem kurināmā veidiem atkarībā no īpašnieka vēlēšanās un maksātspējas.

Ceļot jaunas ēkas, jārada iespēja patērētājiem regulēt siltuma patēriņu. Katram patērētājam nepieciešams atsevišķs izlietotā siltuma skaitītājs.

Veicot minētos darbus un rodot arī citas iespējas, kā taupīt kurināmo, paredzams, ka Latvijā siltuma enerģijas patēriņš paliks iepriekšējā līmenī.

Sagaidāms, ka kopējais siltuma patēriņš Latvijā tuvākajā nākotnē sadalīsies šādi: rūpniecībai — 36%, lauksaimniecībai — 11%, komunalajai saimniecībai — 50%, pārējām nozarēm — 3%.

Kurināmais

Kurināmā patēriņš gadā Latvijā nedaudz pārsniedz 8 milj. tonnu nosacītā kurināmā. Kurināmā bilanci sastāda dabasgāze — 42%, mazuts — 29%, ogles — 11%, pārējie ievestā kurināmā veidi — 8%, vietējais kurināmais — 10%. Kurināmā piegādē noteicošais ir austrumu tirgus.

Pēc speciālistu vērtējuma, kurināmā patēriņš 2000. gadā sasniegs 9,6 milj. tonnu nosacītā kurināmā. Kurināmā bilancē nākošajos 10...15 gados paredzamas izmaiņas. Tās saistītas ar akmeņogļu patēriņa pieaugumu, jo akmeņogles izmantos jauniešajās termoelektrocentrālēs un lielās katlu mājās.

Dabasgāzes un daļēji mazuta sadedzināšana arī turpmāk saglabāsies esošajās enerģētiskajās iekārtās, kuras tiks apriekotas ar iekārtām dūmgāzu attīrīšanai no sēra anhidrīda.

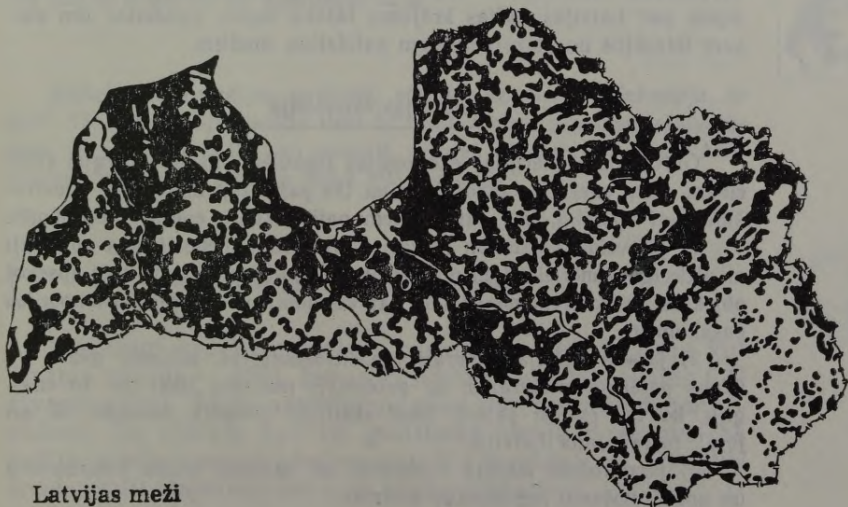
Nelielās katlu mājās lauku rajonos un mazās pilsētās paredzams plaši ieviest koksnes un tās pārstrādes atlikumu izmantošanu.

Kaut arī vietējā kurināmā apjoms 15 gados pieaugs, kopējā kurināmā patēriņā tā īpatsvars nepārsniegs 15%. Ņemot vērā minētās attīstības tendences, ap 2005. gadu kurināmā bilancē varētu būt šāda: dabasgāze — 26...29%, mazuts — 16...17%, akmeņogles — 39...42%, pārējie ievestā kurināmā veidi — 5%, vietējais kurināmais — 15%.

Latvijas tautsaimniecībai ir izdevīgi, lai katru kurināmā veidu (izņemot dabasgāzi) iepirktu vismaz no trim savā starpā neatkarīgiem piegādātājiem dažādās valstīs.

Vietējais kurināmais. Pašlaik Latvijā ik gadu valsts mežos un lauksaimniecības rīcībā esošajos mežos kopā sagatavo 2,3 milj. m³ malkas. Tai pašā laikā ik gadu kailcirtēs paliek neizmantoti 500 tūkst. m³ zaru un galotņu, bet mežu kopšanas cirtēs — apmēram 550 tūkst. m³ kritalu. Tātad Latvijas mežos ik gadu nesavāc vairāk nekā 1 milj. m³ koksnes. Arī pie vairāk nekā 800 kokzāģētavām un sikām gateru iekārtām uzkrājas ievērojams koksnes daudzums.

Latvijā iespējams gadā papildus sagatavot vairāk nekā 2 milj. m³ enerģētiskā izmantojamas koksnes, kas līdzvērtīga 600 tūkst. tonnu nosacītā kurināmā. Tā papildinātu kurināmā bilanci apmēram par 5%.



Latvijas meži

Nākotnē jāatrisina jautājums par koksnes šķeldotāju ražošanu Latvijā vai šo ierīču komplektējošo detaļu iegādi ārvalstīs. Jāveic arī katlu iekārtu pārbūvēšana sadrupinātās koksnes sadedzināšanai.

Kūdras purvi Latvijā aizņem 10% no visas teritorijas. Dedzināmās kūdras krājumi tajos ir apmēram 190 milj. tonnu. Ja katru gadu no tiem izlietotu apmēram 1 milj. tonnu, tas sastādītu apmēram 4% no kurināmā vidējā gada patēriņa.

Pašlaik gadā iegūtais kūdras daudzums nepārsniedz 0,2% no kopējiem kūdras krājumiem Latvijas purvos. Nākotnē jāizveido programma «Latvijas purvi», kurā jāiesaista ekologi, hidrologi un kūdras izstrādes speciālisti.

Purvos uzkrātā kūdra jāvērtē kā kurināmā krājums, kas daļēji atjaunojas. Ikgadējais kūdras masas pieaugums ir apmēram 1,5 milj. m³, tas ir līdzvērtīgs 150 tūkst. t akmeņogļu.

Sakarā ar ievadamā cietā kurināmā ievērojamu sadārdzināšanos ir nepieciešams saglabāt kūdras briķešu ražošanu iedzīvotāju vajadzībām — apmēram 50 tūkst. t gadā.

Degviela. Latvijā kopējais degvielas patēriņš gadā ir nedaudz lielāks par 3 milj. t nosacītā kurināmā. No tā vairāk nekā 60% sastāda dīzeļdegviela, apmēram 30% — benzīns, 8% — aviācijas petroleja un apmēram 2% — pārējās degvielas.

Ņemot vērā ārvalstu pieredzi degvielas racionālas izmantošanas jomā un pasaules tirgus tendences, var paredzēt, ka ap 2005. gadu Latvijas tautas saimniecībai un iedzīvotājiem vajadzīgais degvielas daudzums būs apmēram 3,5... 4 milj. t nosacītā kurināmā. Jautājumu varētu atrisināt, uzceļot Latvijā naftas pārstrādes rūpnīcu ar jaudu aptuveni 5 milj. t jēlnaftas gadā. Tā vienlaicīgi nodrošinātu Latvijas enerģētiku ar nepieciešamo mazutu.

Nafta. Pētījumi rāda, ka Latvijas sauszemes teritorijā ir apmēram 2 milj. t naftas, bet Baltijas jūras šelfā — apmēram 30 milj. t naftas. Turpināsies sadarbība ar dāņu, zviedru un amerikāņu naftas kompānijām par Latvijas naftas krājumu tālāku izpēti, piesaistot šim darbam līdzekļus no starptautiskiem palīdzības fondiem.

Enerģijas ekonomija

Galvenajam enerģijas ekonomijas stimulētājam jābūt tirgus attiecībām starp enerģijas ražotājiem un tās patērētājiem. Valstij jānodrošina tādi apstākļi, kas patērētājiem patiesi ļautu enerģiju ekonomēt:

1) jāizveido valsts un privāti konsultatīvi dienesti, kas apgādāti ar attiecīgām mēriekārtām un pēc patērētāju pieprasījuma spēj apsekot objektus un dot rekomendācijas par veicamajiem enerģijas ekonomijas pasākumiem;

2) jāradā iespēja iegādāties elektroenerģijas, siltuma, gāzes un ūdens patēriņa skaitītājus, lai patērētājs maksātu tikai par to enerģiju, ko tas patiesi patērē. Sādi skaitītāji jāiepērk ārzemēs, kā arī jāasāk to ražošana Latvijā;

3) jānodrošina iespēja iegādāties un uzstādīt telpas temperatūru un apgaismojumu regulējošas iekārtas;

4) jārada iespēja iegādāties un izmantot ēku būvniecībā dažādus siltumizolācijas materiālus;

5) jādod iespēja iepazīties ar pasaules jaunākajām izstrādņēm un literatūru enerģijas ekonomijas jomā, kā arī apmeklēt attiecīgus kursus.

Valstij jāveic arī administratīvi pasākumi:

1) jāpieņem likums par energoresursu racionālu izlietošanu;

2) jāizstrādā Latvijai piemērotas metodes otrreizējo energoresursu izmantošanai;

3) jāatrod iespējas ēku noblīvēšanai un siltināšanai.

Ekoloģija

Visvairāk apkārtējo vidi ietekmē termoelektrostacijas un katlu mājas ar organisko kurināmo. Tās piesārņo atmosfēru ar pelnu daļiņām (ap 2% no kopējā piesārņojuma Latvijā), sēra dioksīdu (ap 25%) un slāpekļa oksīdiem (ap 2%). Lai panāktu ekoloģiskā stāvokļa uzlabošanos, nākotnē jāparedz

1) iekārtas dūmgāzu attīrīšanai no pelniem visās esošajās un jauncelamās katlu mājās ar cieto kurināmo;

2) iekārtas dūmgāzu attīrīšanai no slāpekļa oksīdiem katlu mājās ar dabasgāzi un mazutu;

3) iekārtas dūmgāzu attīrīšanai no sēra dioksīda elektrostacijās, termoelektrocetrālēs un katlu mājās, kā arī citi pasākumi vides atveļošanas jomā, to skaitā dūmgāzu utilizācijas iekārtas.

Ceļot jaunus un rekonstruējot esošos energoblokus, elektroenerģijas ražošana veicama pēc «ekoloģiski tīras» enerģijas iegūšanas tehnoloģijas.

Dučarma aksioma: ja jūs problēmu aplūkojat pietiekami uzmanīgi, tad sevi ieraugāt kā šīs problēmas daļu.



Vislielākais enerģijas patēriņš, rēķinot uz vienu iedzīvotāju, ir ASV. Tās iedzīvotāji sastāda tikai 5,3% no visiem pasaules iedzīvotājiem, taču patērē 28,9% no pasaulē ražotās enerģijas. Katram ASV iedzīvotājam gadā pienākas 243,2 kW enerģijas.

() **KURINĀMĀ PĀRGĀZĒŠANA**

Nepilnīgi sadedzinot cieto kurināmo, iegūst jaunu kurināmā veidu: — gāzi, kuras sastāvā ir oglekļa oksīds CO (tvana gāze). Šādu paņēmieni sauc par *kurināmā pārgāzēšanu*. To atklāja jau 19. gadsimta otrajā pusē, un tas radīja pavērsieni iekšdedzes dzinēju izveidošanā. Pilsētās ieviesa ielu apgaismošanu ar gāzes lukturiem.

Pārgāzēšanu var izpildīt arī pazemē: pa urbumu aizdedzina akmeņogļu slāni un, pūšot urbumā gaisu, ogleš sadedzina vidē ar sābekļa trūkumu. Pa otru urbumu nāk ārā minētā gāze — jauns kurināmais. Šāds paņēmieni atvieglo kurināmā nogādāšanu virs Zemes — nav jārok akmeņogles.

Degvielas deficīta apstākļos automobiļos un traktoros ar karburatordzinēju benzīna vietā var izmantot koksnes pārgāzēšanas procesā iegūto *gaisagāzi*. To iegūst brauciena laikā ierīcē, ko sauc par *gāzģeneratoru*. Tā ir cilindriskā tvertne, kas piemontēta automobiļa vai traktora sānos. Tajā sadedzina iepriekš labi izžāvētu malku, kas saskaldīta sīkos klucišos ($6 \times 6 \times 6$ cm). Jālieto lapu koku malka, vislabāk — apse vai alksnis. Der arī kārkli un pat lapu koku zari. Var izmantot arī bērzu, ja tam nolobīta tāss. Bērza tāss neder, jo sadegot veido darvu, kas bojā dzinēja cilindrus. Arī skuju koki šeit neder, jo tie, tāpat kā bērza tāss, dod darvu.

Gāzģeneratorā gaisa padeve ierīkota tā, ka degšanas reakcijā ir skābekļa trūkums, kas, kā jau sacīts, rada oglekļa oksīdu CO. Gaisagāze nokļūst dzinēja cilindrā, kur to aizdedzina elektriskā dzirkstele, tāpat kā degmaisījumu, kas sastāv no benzīna un gaisa.

Gaisagāzes siltumspēja ir $(3,8 \dots 4,6) \cdot 10^6$ J/m³.

Automobiļa kurināmā patēriņš ir apmēram 70 kg uz 100 km attāluma.

Gāzģeneratorā malku aizdedzina parastā veidā, tāpat kā krāsnī. Lai tas ātrāk notiktu, malkas klucišus var apliet ar kādu naftas produktu. Kad degšana sākusies un gaisagāze jau izdalās, tad iedarbina dzinēju. Tas notiek ar benzīnu. Kad dzinējs sācis strādāt, degvielas padevi pārslēdz no benzīna tvertnes uz gāzģeneratoru.

Automobiļa jauda, strādājot ar gaisagāzi, samazinās par 30%.

Dīzeļdzinējiem šāda veida degviela neder. To var izmantot tikai karburatordzinējos.



Daudz runāts un rakstīts par katastrofālo elektroenerģijas krīzi Latvijā. — — —

Kur meklēt jaunus elektroenerģijas ieguves avotus? Izeja nav vēja ģeneratoru uzstādīšanā, arī mazo upju enerģētiskā apgūšana nedos jūtamu ieguldījumu enerģētikas bilancē. Skatieni jāvērs uz mūsu spēka upi Daugavu.

Pašreiz Ķeguma, Pļaviņu un Rīgas hidrostacijas ar kopējo jaudu 1,5 miljoni kW un enerģijas izstrādi 3 miljardi kW·h gadā izmanto tikai 80% no visiem upes energoresursiem, protams, republikas robežās, bet 20% ir vēl neuzcelto Daugavpils un Jēkabpils spēkstaciju

tiesa. Kaut arī abas šīs stacijas ir mazākās Daugavas kaskādē, tās abas kopā dotu 400 MW jaudas pieauguma ar 800 miljoniem kW·h izstrādi gadā, tas ir, tikpat, cik tagadējā Rīgas HES.

Par Daugavpils un Jēkabpils spēkstaciju drīzu un forsētu celšanu liecina vairāki svarīgi apstākļi. Pirmkārt, abiem šiem objektiem, vismaz projektēšanas jomā, ir zināma iestrāde, nav jāsāk no nulles. Starp citu, nav runa par Daugavpils giganta rehabilitāciju, bet gan par normālas spēkstacijas celtniecību ar divreiz zemāku aizsprostu un minimālu krastu applūdināšanu. Pārprojektēšana neprasītu gadus, bet tikai mēnešus, un jau pat varbūt šī gada beigās (1993. g., L. A.) varētu sākt celtniecību un visu paveikt divos gados. Strāvu varētu sākt ražot 1995. gadā. Un ir ļoti svarīgi, lai abas hidrostačijas tiktu celtas vienlaikus, tādējādi pilnīgi apgūstot visus Daugavas energoresursus un radikāli mainot ūdens režīmu upē. Kā zināms, Jēkabpils un Pļaviņas atrodas tagadējās Pļaviņu hidrostačijas ūdens uzstādījuma augšējā daļā, kur pavasaros veidojas milzīgi ledus sastrēgumi. Tālāb ūdens līmenis nekontrolējami ceļas un daļa pilsētu applūst. Kad būs pabeigta Likteņupes hidrostačiju kaskāde, pirmām kārtām Jēkabpils HES, par plūdiem šajā rajonā runāsim tikai pagātnes formā.

Pieņemot, ka ir pierādīta Daugavpils un Jēkabpils hidrostačiju celtniecības nepieciešamība jau tuvākajā nākotnē, izvirzās nākamais jautājums — kas šīs būves īsā laikā var finansēt un uzcelt. Ir jāorientējas uz ārzemju kapitāla investīcijām. Un pamats cerībām uz attiecīgu būvfirmu ieinteresētību ir, ne jau kādas žēlastības dēļ, bet gan — lai pašas labi nopelnītu. Un peļņa ir garantēta, jo ūdensbūves gan prasa lielus kapitāla ieguldījumus, toties ekspluatācijā hidrostačijas ir visai rentablas un ieguldītā nauda atmaksājas divos līdz trīs gados. Vislielākā priekšrocība, ka nav vajadzīgs kurināmais mums parastajā nozīmē. Hidrostačijās par degvielu nosacīti kalpo ūdens, tas Daugavā tek un tecēs, to var aizturēt ūdenskrātuvēs un laist uz turbīnām tieši tajās stundās, kad elektrība visvairāk nepieciešama. Tas ir pats svarīgākais, jo visu Daugavas spēkstaciju ekspluatācija taču ir iecentrēta tieši uz slodžu galotņu dzēšanu.

Ļoti svarīga ir arī ekoloģiskā puse. Hidrostačijas ir ekoloģiski tīri uzņēmumi, jo nav ražošanas atkritumu un netiek piesārņota ne zeme, ne ūdens. — — —

Paralēli Daugavas energoresursu apgūšanai daudz sparīgāk jārisina arī Liepājas termoelektrocentrāles būvjaūtājumu kārtošana, rēķinoties ar to, ka akmeņogles pievedīs pa jūras ceļiem, lieki nenoslogojot dzelzceļu austrumu virzienā. Arī pilsētas apgādē ar siltumu jauncelšamajai centrālei būtu visai būtiska nozīme. — — —

Nav jāaizmirst vēl trešais darbības lauks, kur slēptas lielas rezerves elektroenerģijas krīzes mīkstināšanai. Tā ir dzelzaina disciplīna elektrības taupības režīma ievērošanai, sākot ar liekas spuldzītes izslēgšanu katrā dzīvoklī un beidzot ar izšķērdības novēršanu rūpnīcās un iestādēs. — — —

Tā nu esmu centies pierādīt, ka no pašreizējās smagās elektroenerģijas krīzes ir iespējams izkļūt, ja ievēro trīs galvenos noteikumus:

pirmkārt — jāforsē pilnīgi visu Daugavas energoresursu apgūšana republikas robežās, uzceļot vienlaicīgi Daugavpils un Jēkabpils hidroelektrostacijas;

otrkārt — jāuzceļ Liepājas termoelektrocentrāle, kur lietos pa jūru vestas akmeņogles;

treškārt — jāievieš sadzīvē, lauksaimniecībā un rūpniecībā visstingrākais elektroenerģijas taupības režīms, nevienā jomā nepieļaujot izšķērdēšanu.

(E. Bisenieks. Bedrē esam. Kā izrāpties? — Neatkarīgā Cīņa, 1993, 17. febr.)



Kodolenerģētika un sabiedriskā doma

Kodolenerģētika ir neatņemama pasaules enerģētikas sastāvdaļa, tā dod ievērojamu ieguldījumu (17%) kopējā enerģijas patēriņā. Tāpēc speciālisti, kas izstrādā alternatīvās enerģijas variantus, uzskata, ka tuvākajā laikā *kodolenerģētikai alternatīvas nav*.

Tas atspoguļojas *rūpnieciski attīstītās valstīs*, kur atomelektrostacijas (AES) ražo ievērojamu elektroenerģijas daļu: Francijā — 74,7%, Beļģijā — 60,8%, Zviedrijā — 45,1%, Somijā — 53%, Vācijā — 34,3%, ASV — 19,1%.

Kodolenerģētikas attīstības sākumposmā sabiedriskā doma bija tai labvēlīga, tika prognozēti strauji tās attīstības tempi. Pēc reaktora *Three Mile Island* avārijas ASV 1979. gadā sabiedrībā radās spēcīga opozīcija kodolenerģētikai. Avārijas rezultātā reaktora aktīvā zona izkusa, taču dzelzsbetona aizsargčaula novērsa apkārtējās vides piesārņošanu un pasargāja reaktora personālu.

Pasaules kodolenerģētikas speciālisti kritiski pārvērtēja kodolreaktoru būvniecībā un ekspluatācijā pastāvošās normas un standartus, galveno uzmanību pievēršot *kodolreaktoru drošībai*. Valdību un enerģētisko firmu vadības līmenī tika izprasts, ka kodolenerģētikas turpmākās attīstības garantija ir sabiedrības labvēlīga attieksme pret to. Lai panāktu šādu sabiedrības attieksmi, pasaules attīstītās valstīs tiek ievēroti vairāki principi:

sabiedrības informētība par visiem kodolenerģētikas darbības aspektiem (jebkuram iedzīvotājam ir tiesības saņemt informāciju par viņu interesējošu jautājumu);

atomelektrostaciju reģionā dzīvojošo cilvēku sociāli ekonomiskā ieinteresētība to darbībā (pazemināts elektrības tarifs, nodokļu atvieglojumi, ar likumu noteiktas sociālās garantijas avārijas gadījumā);

atomelektrostaciju celtniecība tikai ar vietējo pašvaldību un iedzīvotāju piekrišanu, informējot par konkrētas AES drošības garantijām gan iedzīvotājiem, gan apkārtējai videi;

cienā pret iedzīvotājiem, saskatot viņos sabiedrotos elektroapgādes problēmu risināšanā, sniedzot viņiem informāciju saprotamā valodā.

Intensīva, mērķtiecīga darba rezultātā pasaules attīstītās valstīs kodolenerģētika atgūst prestižu (piemēram, Zviedrijā) arī pēc Černobi-

las ceturtnā bloka avārijas 1986. gadā. Francijā katru atomelektrosta-
ciju gadā apmeklē 15—50 tūkst. cilvēku, valsts mērogā tas ir ap-
tuveni 300 tūkst. cilvēku gadā.

Tiek veikts intensīvs izskaidrošanas darbs ar skolēniem, kas ve-
cāki par 14 gadiem, un pasniedzējiem, izmantojot tehniskus līdzek-
ļus — darbojošos modeļus, spēles, videokasetes utt. Bez tam Fran-
cijā Atomenerģētikas komisariātā ir uzstādīti videotermināli «*Minitel*»,
kuri nepārtraukti sniedz vajadzīgo informāciju un ir saistīti ar tele-
fona tīklu. Ikviens videotermināla īpašnieks pēc pirmā pieprasījuma
saņem informāciju par jebkuras AES stāvokli dotajā momentā. Vis-
grūtākā problēma iedzīvotāju informēšanā ir lielā starpība starp ne-
speciālistu zināšanu līmeni un aplūkojamo tehnisko problēmu sarežģī-
tību. Šīs grūtības tiek pārvarētas, speciāli sagatavojot AES adminis-
trāciju un personas, kas atbildīgas par sakariem ar sabiedrību.

Kodolenerģētikas un sabiedriskās domas attiecību vēsture rāda, ka
nākotnē sabiedrībai kopumā būs jāuzņemas aizvien lielāka atbildība,
risinot tehnikas un vides problēmas. Speciālisti piedāvās dažādus
problēmu risinājumu veidus, bet konkrēto variantu izvēlēšies pati sa-
biedrība.



28. CILVĒKS UN VIŅA UZTURS

Ēst, lai dzīvotu, nevis dzīvot, lai ēstu!

Sokrāts

- () KĀ LATVIJAS ZEMEI MŪS PABAROT
 - () CILVĒKAM DIENNAKTĪ VAJADZĪGAIS ENERĢIJAS DAUDZUMS
 - () ĒDIENREIZES
 - () CILVĒKA UZTURS KOSMOSĀ
 - () LAI NEZAUDĒTU VITAMĪNUS
 - () DIĒTA LABAM GARASTĀVOKLIM PĒC PROFESORA DEMLINGA IETEIKUMA
 - () EŠANAS REŽĪMS SPORTISTAM
-
- () **KĀ LATVIJAS ZEMEI MŪS PABAROT**

Ir izdarīti šādi aprēķini. Ja augsni maksimāli izmanto, tad, balstoties uz cilvēka iztikas minimumu, vienam cilvēkam vajag

0,03 ha zemes, lai izdzīvotu kā «veģetārietis»;

0,12 ha zemes, lai pārtikai lietotu ne tikai augu valsts, bet arī dzīvnieku valsts produktus;

0,5 ha zemes, lai sagādātu ne tikai pārtiku, bet arī apģērbu (lini, vilna) un «lieko» zemes produkciju pārdotu, iegūstot naudu transportam, kultūras vajadzībām, pirkumiem.

Ja izcirstu krūmus — pļavu platību palielinātu līdz 8...10% no Latvijas teritorijas, aramzemei atdotu vienu miljonu aizaudzēto hektāru, tad mūsu zeme varētu uzturēt trīs reizes vairāk cilvēku. Trešo daļu no produkcijas pārētu savā valstī, pārējo pārdotu ārzemēs.

Zemes-kopšana un lopu-audzinašana ir Latviešu īstais un vienīgs amats, kauču amatnieki viņu starpā neir reši. Jūrmalnieki vairak no zveijas dzīvo.

Lielumā pie Latviešiem vēl tāda skubinašana un īsta isgudrošana us visadu peļņu ka pie citām tautām neir redzama. Ak, cik daudz vairak tie varetu sakrāties un jo pārtikuši un ar godu dzīvot, kad tie savu kūtribu lauztu un maģenīt vairak piespiestos! — — — Tad jo brangaki var dzīvot!

Tanīs malās, kur liela mežu note iraid, vajadzētu ataug audzināt un ap ežām un sētmalām vītoļus dēstīt, ir sētmalu vietā visadus krūmus dēstīt, kas pēc it biezi saaug un par dziou un neisnicīgu viņu top. Ak, kas tas par jauka lieta būtu, kad Latvieši vairak us Āboļu dārziem, Kartupeļu un citu labu sakņu kopšanas, visvairak us dābolu sēšanas dotos, caur ko tiem vairak un labakas lopu barības un no ta turplikam vairak sūdi un jo taukaki lauki atlēktu. Tad Kurzeme būtu patiesi laimīga zeme saucama, un pilnums būtu visās malās.

(G. F. Stenders. Augstas gudrības grāmata no pasaules un dabas. R., 1988, 147.—148.)

Taisni aiz Ciema, pāri kalna nogāzei, pašā lejā kaut kas dega. Milzīgi plats, bet lēns baltu dūmu mākonis kūpēja gaisā, pa apakšu tam šur tur stāipījās sarkanās liesmas. Rāms vējiņš no tās puses, viss Ciems kā vieglā miglā, no turienes arī tā šķietamā kāpostu un pīrāgu smaka.

Tikai pēc laba brīža vīri attapās no pārsteiguma un sāka kļāigāt cits caur citu:

— Pagānīl viņi ir aizdedzinājuši mežu!

— Tik agrā pavasarī, kad viss vēl slapjuma pilns? Nekas tur nevar degt!

— Bet tas tak ir mūsu pašu Ciema ganībās!

— Kā tad! Pareizi! Taisni mūsu ganībās!

Nu brīnumi bij vēl lielāki. Dūksnainās ganības vēl mazāk varēja aizdegties kā mežs. Bet, ja nu reiz tur tā nesaprotami dega, kur tad viņi tos lopus lika? Katru gadu, līdzko tikai avota tērcē paplauka pirmais purenis un arumos cūkpienes sāka ziedēt, Sūnu Ciema lopus izdzina ganībās, jo siena un salmu nevienam vairs ne kripatas, govīs aiz astes jāceļ augšā. Protams, nekāda lielā ēdamā tur vēl nebij, taču tik daudz, lai kustoņi nemirtu badā. Aitas nograuzā katru tikko pa-

PIRMS
200
GADIEM



dīgušo asnu, visu vasaru nekas lāgā neauga, izkāmējis bars lauzās pļavā, gani noskrējās slapjām mugurām un tomēr nevarēja nosargāt. Bet tā tas palicis no tēvu tēviem — vai tad tagad tiktu citādi? — — —

Brīnumi nebeidzās arī vēl viņpus Ciema. Aizaugušais, žagariem un visādu lauzu piemētātais avots piekalnē iztīrīts, dibenā nobērtā balta smilks, ūdens zeltaini dzidrs kā debess pār to, taciņa rādīja, ka no turienes bieži nes dzeršanai. Kalna galā ap Ozolu sasliets milzīgs statenis zeģeņu linsēklu zārdiem, kas parasti puva linaitās, līdz kamēr jāiet ar arklu virsū un gribot negribot jānovāc tās kaut kur ežmalā, Mazo pļavu ap Lielo Akmeni lopi rudenos un pavasaros tā izdangājuši, ka kājas varēja aplauzīt, daudzoties pa tām dobēm un krumuļiem. Sopavasari ciņi norakti un samesti bedrēs, nolīdzināts tā, ka ripo kaut cepuri pāri. Pat žogs apkārt, lai neizmin atkal, līdz kamēr tur nocietē un apzeļ. Vislabākais lauks no Ozola līdz pļavai lielākiem un mazākiem akmeņiem tā nosēts, ka izskatījās līdzīgs kārpū apaugušai pļaukstai, ecēšu zari un lemeši tur lūza katru pavasari. Tagad akmeņi izcelti un nolasīti, savesti vienuviet divās milzīgās grēdās, pārējais kļājs un gluds kā piederība klons... — — —

Bet tur, kur ganu ceļš izbeidzās, vērojams liels ņudzeklis un dzirdams dažādu trokšņu jūklis. Kaut kur aiz dūmu mutuļiem klauzdēja cirvji, plakstēja kapļi pret saknēm, pat tā kā izkapti šņakstēja. Skanēja saucieni, sasaukšanās, dziesmas un smieki, reizēm tāds kā rikojums vai pavēle, acīm redzams tāda ganību tīrīšana ar cirvjiem, grābekļiem un uguns kuriem bij svarīgs, bet arī patikams darbs. Kad dūmu virpuļi pasitās vairāk sāpus, bij redzams, ka šajā pusē ganības jau kļāvas un patlaban strādāja vairāk mežmalā. Pa dūmiem likājās sievas un veči, zēni un meitenes, stiepa žagarus, nopļautus vījgriežus un grīšļa kūlas klēpjus. — — —

Tad visu to kņadu pārkliedza sīka, bet pavēlnieciska balss:

— Surpu ar grābekļiem! Zarus vienmēr jūkām ar kūlu, tad labāk deg un dūmi lielāki!

— Tas ir mans Andrs! — Rags pavēstīja un palaida apkārt lepnu skatienu.

Tauķis bažīgi nogrozīja galvu:

— Kas par laikiem, kas par laikiem! Puikas sāk rīkot vecus vīrus. Kur mēs tā nokļūsim?

— Un kas būs tālāk? — kāds cits piebalsoja. — Kad jau reiz tā iesākts, tad iznāk, ka nākamo pavasari tāpat vien jāturpina.

— Pavasari un ziemu. Un kas tad ies tajās lielajās peļņās?

Rags bij jau gluži sajūsmināts.

— Tā lielā peļņa būs tepat! — viņš sauca, riņķi griezdamies un ar rokām plātidamies. — Ganības būs, pļavas būs, lauki bez akmeņiem, sētas bez mēslu gubām, istabas bez zirnekļiem un prusakiem! Katra govys dienā pieci stopi piena! Aitām pa pārišam, cūkām pa divpadsmit! Pats izgulies siltumā, dienu aizbrauc malkā — vakarā atkal nav jābrien tās velna kupenas un jākvēp mūžīgos skuju dūmos, un jākvēnē Raganu Krogā! Uz mājām, vīri! Iekost kaut ko, tad kažokus nost, svārkus nost un atpakaļ uz talku ganībās! Parādīsīm puikām, ka mēs esam tie vīri, kam galva un spēks rokās! — — —

Turpmāk notika vēl daudz kas, bet tas ir pavisam cits stāsts. Ja Sūnu Ciema Ozols vēl nebūs nokaltis, Avots aizsērējis un Akmens nogrimis pļavas mukulājā, pastāstīšu citu reizi.

(A. Upītis. Sūnu Ciema zēni. — Kopoti raksti. — 5. sēj. R., 1951, 331.—338.)

() CILVĒKAM DIENNAKTĪ VAJADZĪGAIS ENERĢIJAS DAUDZUMS

Profesija	Diennaktī vajadzīgā enerģija, kJ
Ārsts, zinātnieks, pedagogs, inženieris, students, kancelejas darbinieks	12 000 ... 13 000
Traktorists, galdnieks, virpotājs, frēzētājs	15 000
Kalējs, atsledznieks, santehniķis, laukstrādnieks, apmetējs	17 000
Mežstrādnieks, grāvracis, akmeņkalis, ogļracis, krāvējs	19 000 ... 21 000
Skolēns:	
11 ... 15 gadu vecumā	12 300
15 ... 18 gadu vecumā	14 000

Kas nodrošina tabulā minētos enerģijas daudzumus? Protams, ka lietotā pārtika!

Dotajos skaitļos ietilpst gan darbā patērētā enerģija, gan enerģija, kas vajadzīga organisma dzīvības procesiem, gan arī enerģijas zudumi siltumapmaiņā ar apkārtējo vidi.

Aprēķiniet savu dienas pārtikas patēriņu!

1. Novērtējiet katra dienā apēstā produkta masu m ! Pierakstiet šos datus!

2. Aprēķiniet katra produkta enerģētisko vērtību Q , lietojot formulu $Q = mq$, kur q ir produkta īpatnējā enerģētiskā vērtība (sk. tabulu 320. lpp.)! Rezultātus saskaitiet!

3. Iegūto gala rezultātu salīdziniet ar jums diennaktī vajadzīgo enerģijas daudzumu (sk. tabulu iepriekšējā lpp.)!

4. Aprēķiniet procentos pārtikas devas patēriņu vai iztrūkumu!



1. Izvērtējiet savas nodarbības pa stundām vienā dienā!
2. Izmantojot attiecīgo tabulu, aprēķiniet, cik enerģijas vajag katrai nodarbībai!

3. Atrodiet kopējo enerģijas patēriņu!

4. Sastādiat sev dienas uztura devu no jums pieejamiem un iecienītiem pārtikas produktiem!

Cilvēka enerģijas patēriņš dažādās nodarbībās (aptuvenas vērtības)

Nodarbības veids	Enerģijas patēriņš, kJ vienā stundā uz cilvēka masas 1 kg	Nodarbības veids	Enerģijas patēriņš, kJ, vienā stundā uz cilvēka masas 1 kg
Mājas uzdevumu sagatavošana	5,4 ... 6,7	Stāvēšana	7,1
Praktiskās nodarbības (laboratorijas darbi)	6,0 ... 6,7	Motocikla vadīšana	8,8
Lasišana	5,4	Siena grābšana	22,7 ... 24,6
Rosmes vingrojumi	14,3 ... 20,6	Piekabinātāja darbs uz lauksaimniecības mašīnām	11,3 ... 17,2
Peldēšana	30,0	Iešana pa līdzenu ceļu (ar ātrumu 5 km/h)	13,9 ... 18,4
Gulēšana miegā	3,8		
Gulēšana nomodā	4,6		

Īpatnējās enerģētiskās vērtības dažādiem pārtikas produktiem

Produkts	q, kJ/kg	Produkts	q, kJ/kg
Apelsīni	1590	Kāposti, galviņu	1170
Āboli	1920	Krējums, skābais (10%)	4850
Augu eļļa	37 610	Margarīns (vidēji)	28 910
Banāni	3810	Maize, klona	8790
Biezpiens, vājpiena	3600	Maize, baltā	12 260
Burkāni	1380	Makaroni (vidēji)	14 080
Citroni	1300	Olas	6900
Cepumi, saldie	17 450	Piens (3,2%)	2430
Cukurs	15 670	Putraimi (vidēji)	14 210
Desa, sautēta	12 590	Saldējums, plombīra	9460
Desa, kūpināta	21 510	Sviests	32 690
Gaļa, liellopu	7820	Sieri (vidēji)	12 740
Gaļa, vistas	5380	Speķis	35 190
Gaļa, cūkas, trekna	20 460	Salāti	590
Gurķi	630	Tomāti	590
Galda bietes	2010	Vājpiens	1300
Kartupeļi	3770	Vinogas	2890
Kefīrs, pilnpiena	2470	Zemenes	1720
Kefīrs, vājpiena	1260	Zivis (vidēji)	3520

Piezīme. Pārtikas produkta īpatnējā enerģētiskā vērtība q rāda, cik kJ enerģijas iegūst no 1 kg attiecīgā produkta.



ievērojiet,

ka kurināmo un degvielu raksturo
siltumspēja jeb īpatnējais sadegšanas siltums,
bet pārtiku – īpatnējā enerģētiskā vērtība!
Abos gadījumos šie lielumi izsaka enerģiju,
kuru iegūst no 1 kg attiecīgās vielas.

() ĒDIENREIZES

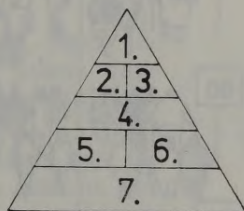
Ēdienreizes jāietur katru dienu noteiktos laikos. Ja ievēro šādu kārtību, cilvēkam izstrādājas nosacījuma reflekss: jau pirms ēdienreizes sāk izdalīties kuņģa sula. Tas veicina labāku uztura sagremošanu un izmantošanu.

Cilvēks nedrīkst ēst tikai vienu vai divas reizes dienā. Nav labi, ja jūt lielu izsalkumu pirms ēšanas vai arī lielu nogurumu pēc ēšanas.

Dienas uztura devu ieteicams sadalīt 4 ēdienreizēs ar 4 stundu starplaiku. Brokastīs jāuzņem 25%, pusdienās — 40%, launagā — 15%, vakariņās — 20% no dienas uztura devas. Naktī ēšanas starplaikam jābūt 8...10 stundas. Ēšana ēdienreīžu starplaikos izjauc gremošanas orgānu darbības ritmu.

ASV uzturzinātnieki jaunākās atziņas par veselīgu uzturu «salikuši piramidā».

Ieskatieties, lūdzu, zīmējumā! Tajā cipariem ir šāda nozīme: 1 — saldumi, taukvielas; 2 — gaļas produkti; 3 — gaļas aizvietoņi — rieksti, pākšaugi, saulespuķes; 4 — piena produkti; 5 — augļi; 6 — saknes; 7 — graudi.



() CILVĒKA UZTURS KOSMOSĀ

Ēdiens ir speciāli piemērots kosmiskajam lidojumam: gaļa sagatavota konservu veidā, maizes kukuliņi izcepti ļoti mazi — kumosā lielumā. Lai nebūtu drupatu, katrs cepums un ķeksa gabaliņš ir ietīts ēdamā plēvē, kas mutē izkūst; kakao un kafija ar pienu ir iepildīti alumīnija tūbiņās. Produkti glabājas ledusskapī, un pirms ēšanas tos uzsilda. Kosmonautu ēdienkartē ir dažādas zupas, kotletes, cepta teļa gaļa, vistas fileja, augļi, konfektes, augļu sulas u. c. Katram apkalpes loceklim dienā paredzēts apmēram divi litri ūdens.

Kosmonauti ēd četras reizes dienā — pirmās un otrās brokastis, pusdienas un vakariņas. Katra ēdienreize ilgst 20—40 minūtes. Pirmajās brokastīs tiek uzņemts 26%, otrajās — 21%, pusdienās — 30% un vakariņās — 23% no visai dienai paredzētajām kalorijām. Brokastis ir gaļas ēdiens, maize, konditorejas izstrādājumi, kāds dzēriens (tēja, kafija, sula). Pusdienās ir pirmais un otrais ēdiens, maize, augļu sula, saldaiss ēdiens.

(I. Beldava. Cilvēks kosmosā. R., 1983, 26.)



Aplūkosim tabulu, kurā vācu dietologi uzskaitījuši visai populārus ēdienus, arī dzērienus. Daļa ēdienu ir uzkodas starp ēdienreizēm, daļa — tie «našņi», kas mums tā patīk.

Pavērtēsim šos ēdienus un dzērienus pēc enerģētiskās vērtības. (Jūsu dienas uztura deva ir apmēram 12 600 kJ).



Ediens	Kā var iztērēt iegūto enerģiju
Tase gaļas buljona — 42 kJ	Skrienot 2 min vai pastaigājoties 20 min
Viena karamele — 84 kJ	Skrienot 4 min, pastaigājoties 40 min vai vingrojot 15 min
Vistas ola — 360 kJ	Spēlējot futbolu 9 min
Baltmaizes riecieni — 420 kJ	Skrienot 20 min vai spēlējot tenisu 25 min
Maizes riecieni ar sieru bez sviesta — 630 kJ	Spēlējot tenisu 25 min
Porcija vārītu kartupeļu — 715 kJ	Dejojot 45 min
Gabals ceptas, ne visai treknas kūsgaļas — 760 kJ	Uzkopjot dzīvokli 45 min
Sviestmaize ar šķiņķi — 840 kJ	Pastaigājoties 80 min
Gabals tortes — 1260 kJ	Vingrojot 1 stundu
0,5 litri piena — 1390 kJ	Džudo cīņā 35 min
Saldējums ar augļiem un cepumiem — 1850 kJ	Šķūrējot sniegu 1 stundu
Puse cepta cāļa ar kartupeļiem — 3360 kJ	Airējot 2 stundas

() LAI NEZAUĒTU VITAMĪNUS

Tirot dārzeņus un augļus, jāizvairās mizot mizas, jo visvairāk vitamīnu un minerālsāļu ir to zemzīdas kārtiņā. Izmantojot dārzeņus salātu pagatavošanai, sacepumiem un citiem ēdieniem, tos var novāriet ar mizu un pēc tam notīrīt.

Graudu zemzīdas kārtiņā un dīglītī atrodas vērtīgākās uzturvielas, kuras, maļot graudus, nodala, tāpēc veselīgi cilvēkiem vajadzētu ēst rupjā maluma izstrādājumus. — — —

Vitamīnu sadalīšanos veicina fermenti, tādēļ pēc iespējas ātrāk jāpārtrauc to iedarbība, ko panāk ar karstumu. Tāpēc dārzeņi un augļi jāliek vārīties verdošā ūdenī. Ja nomizotus kartupeļus liek vārīties aukstā ūdenī, C vitamīna zudums ir 25%, bet, liekot verdošā ūdenī, zudumu nav. — — —

Ūdenī šķīstošās vielas pāriet vārāmā ūdenī, tāpēc jācenšas dārzeņus un kartupeļus vārīt nelielā ūdens daudzumā un šo ūdeni izmantot citu ēdienu gatavošanai (zupām, mērcēm). — — —

Jācenšas izkārtot laiku tā, lai gatavais ēdiens nav jāglabā siltumā uz plīts vai krāsnī. Sevišķi tas sakāms par kartupeļiem, kurus varam uzskatīt par vienu no galvenajiem C vitamīna avotiem mūsu uzturā. Piemēram, ja kartupeļos pēc vārīšanas (bez mizas) vēl atlicis 70% vitamīna, tad pēc 2 stundu glabāšanas siltumā tā paliek tikai 20%, bet pēc 6 stundām — vairs vispār nav. — — —

Lai arī cik rūpīgi gatavosiet ēdienu, karsētā ēdienā būs tikai 30% no izejas produktu vitamīniem, tādēļ uztura bagātināšanā ar vitamīniem liela nozīme ir dārzeņu piedevai zaļbarības veidā, kā arī zaļo garšaugu lapiņu un loku pievienošanai.

(M. Pētersone. Lai nepazaudētu vitamīnus. —
Lauku avīze, 1993, 16. nov.)

() DIĒTA LABAM GARSTĀVOKLIM PĒC PROFESORA DEMLINGA IETEIKUMA

Pirmās brokastis. Tasīte kafijas, melnās tējas vai kakao ar vienu tējkaroti cukura vai 1—2 gabaliņiem šokolādes. Iespējami mazāka sviestmaize ar medu vai džemu. Nervu sistēmas nomierināšanai neliela porcija auzu vai kukurūzas pārslu biežputras.

Otrās brokastis. Ja zems asinsspiediens, — buljons. Ja paaugstināts asinsspiediens, — augļi vai augļu sula.

Pusdienas. Tām jābūt vieglām: kefīrs, biezpiens vai siers un augļi.

Launags. Tēja vai kafija ar pienu vai citronu. Ja nodarbina liekā svara problēma, tad kafiju un tēju dzer bez cukura.

Vakariņas. Ne vēlāk kā plkst. 18 vai plkst. 19. Nedaudz zivju vai gaļas, daudz sakņu ar sīpoliem vai ķiplokiem. Sīpoli pazemina holesterīna un cukura daudzumu asinīs, bet ķiploki pasargā no slimībām.

Pirms gulētiešanas. Auzu pārslu zupa ar pienu, kumelišu vai piparmētru tēja.

Nedēļā ieteicama viena atslodzes diena. Badošanās uzlabo pašsajūtu.

Jādzē ne mazāk kā 2 litri šķidruma dienā.



Daudzi jaunsaimnieki plāno veidot jaunus diždārzus ar vairākiem simtiem un pat dažiem tūkstošiem augļu koku, neinteresējoties par ūdens āderu kaitīgā starojuma iedarbību un tā darīto postu.

Pieņemsim, ka iestādīts jauns 1000 kociņu ābeļdārzs rikstnieka iepriekš neapsekotā platībā. No tiem jebkurā gadījumā 10—30% jauno kociņu nonāks tiešā jeb daļējā kaitīgā starojuma ietekmē, daļa no tiem atradīsies tieši uz āderu krustpunktiem. Ņemot vērā, ka ne visiem apstarotajiem kociņiem izteiktas saslimšanas parādīsies uzreiz, bet, piemēram, vēzis, tikai pēc 5—8 gadiem, varam viegli aprēķināt, cik laika un līdzekļu dārza īpašnieks zaudēs savas neapdomības, paviršības, vispārzināmo dabas likumu ignorēšanas dēļ. Tātad vidēji tas būs 200 kociņi (20% no 1000). — — —

Uzreiz jāpiebilst, ka praksē visbiežāk katrs nākamais jaunais kociņš vēl un vēlreiz citīgi tiek stādīts tieši iznikušā vietā. Rezultāti, protams, iepriekš paredzami.

Praktiski gandrīz visi augļu koki un krūmi, kuri iestādīti virs ūdens āderēm, slimo ar visdažādākajām slimībām, it sevišķi ar vēzi, slimību dēļ tie izteiktāk pakļauti dažādu kaitēkļu bojājumiem. Tiem daudz biežāk apdeg miza, apsalst jaunie dzinumi, nokalst galotnes un augšējie zari, miza bieži saspriegā, tajā parādās dažādi sacietējumi, izaugumi, laika gaitā — trupes.

Ja augļu koks vai tā vainaga daļa atrodas kaitīgā starojuma ietekmē un iepriekš minētās slimības pazīmes kokam ārēji pat nav saskatāmas, izrādās, ka dažādas «veselības» novirzes tam tomēr ir. Tā viens gadu no gada nobirst jau «ziedos», cits «netiek tālāk» par augļaižmetņiem, citam gadu no gada raža nepārsniedz no dažiem līdz dažiem desmitiem sīku, tārpainu āboltēnu, vēl citam visa nelielā raža sapūst jau koka zaros. — — —

Visjutīgākie ir ķirši, tiem nosacīti pielīdzināmi persiki un aprikozes. Persiks, iestādīts uz āderu krustpunkta jeb tiešā tā tuvumā, vien-

mēr iet bojā, aprikoze 4—5 gadu laikā nepastiepas garumā ne par sprīdi un laika gaitā noteikti iznīkst.

Ķiršiem seko ābeles, ābelēm — plūmes.

No ogu krūmiem ļoti jutīgas pret āderu kaitīgo starojumu ir upeņes un jāņogas, ērkšķogas. Tā 4—5 gadu veca stādījuma jāņogu krūmi, atrodoties kaitīgā starojuma joslā, auguma ziņā atpaliek par 25—30%, tām maija beigās, jūnija sākumā lapas kļūst sarkanas, pēc tam nobirst, krūmi bieži vien bez ogām, jo nobirst ziedi vai ogaizmetņi, labākajā gadījumā ogas sīkas, to stipri mazāk nekā neitrālā joslā augošajos krūmos. — — —

Iekārtojot dekoratīvos stādījumus dārza mājiņas ciešā tuvumā, veidojot zaļos stūrīšus un joslas dzīvojamās telpās — vasarnīcā vai dzīvoklī, vēlams iegaumēt un atcerēties augus, kuri atstāj izteikti labdabīgu iespaidu uz cilvēka organismu. Tie ir: rozes, lilijas, palmas un liepas, papardes, mimozas, visdažādākās sūnas un ķērpjaugi, alpu vijolītes, hiacintes, tulpes, dārza margrietiņas. Mājas liepa, piemēram, attīra gaisu dzīvoklī, stimulē elpošanas orgānu darbību, alpu vijolītes savukārt veicina kuņģa darbību.

Ne pārāk labi cilvēka veselību ietekmē primulas, lielākā daļa kaktusu, filadendroni, asparāgi, pelargonijas, gumijkoki.

Tā neļķes, orhidejas, amariļļi, primulas bieži vien var veicināt sirds vājumu, izraisīt dažādus izsitumus, nenosakāmas izcelsmes druzi. Gumijkoks atstāj nevēlamu iespaidu «uz kauliem».

Izteikti nelabvēlīgi pašsajūtu ietekmē Ķīnas (tējas) roze un vaska puķe.

Nelielas kaitīgā starojuma joslas dārzā var neitralizēt, iestādot uz tām vairākās vietās viršus, papardes vai pundurbērzes. Papardes piedevām negatīvi jonizē gaisu, bet mūsdienu cilvēks visdažādākajos veidos (sākot ar apaviem) izolējas no negatīvi lādētās zemes virsmas, tāpēc nepārtraukti ir pakļauts negatīvi lādēto daļiņu trūkumam. Arī leģenda par papardes zieda meklēšanu pusnaktī nav bez pamata — naktī papardes labvēlīgais, jonizējošais starojums ir trīs reizes stiprāks nekā dienā.

(A. B a š k e v i c s. Vērosim, pārdomāsim, darbosimies un dalīsimies pieredzē. — Zempkopja gada grāmata, 1993. R., 1992, 162.—169.)

Ķīnā un Japānā šis mūžzaļais augs — *aspidistra elatier* veido lielas audzes ēnainos kalnu mežos. Eiropā *aspidistra* ieviesta 1840. gadā.

Augam ir cietas, spīdīgas, līdz 60 cm garas un 12 cm platas, tumši zaļas lapas.

Nav otra tik pieticīga telpauga. Šī «puķe» labi jūtas gan siltās, gan vēsās telpās, piecišķ putekļus un tabakas dūmus, caurvēju, vāju apgaismojumu un temperatūras straujas svārstības.

Dažām tautām, arī latviešiem ir ticējums, ka *aspidistra* pasargā māju no ļauniem gariem un nes mājai svētību.



Aspidistra — «mājas svētība» ir neaizstājama uzgaidāmo telpu, gaiteņu, kāpņu telpu dekorēšanā, visur tur, kur citiem augiem «nepatīk».

Augs labi jūtas virs ūdens āderēm. Pat vairāk — katrs rīkstnieks pateiks, ka mājas svētība āderes starojumu neitralizē. Puķe jātur istabā virs āderes.



Ukrainas pilsētas Višgorodas iedzīvotājs Vladimirs Kramars izgudrojis velofaetonu ar piekabi. Brīvā dabā gleznojot, viņš apbraukājis visu Ukrainu. Piekabē — gleznas un ceļojumam vajadzīgā iedzīve. Pats izgudrotājs stāsta:

«Citreiz paķeru no dārza ābolu maisu vai ieberu piekabē kartupeļus. Tā es neesmu atkarīgs ne no vilciena, ne no autobusiem. Esmu pats sev saimnieks — braucu, cik ātri patīk. Pie mums daudz runā par «kustību badu», par sirds un asinsvadu slimību profilaksi, un tas ir pareizi. Taču atbilde ir tepat līdzās — velosipēds. Atgriežas cilvēks ar velosipēdu no ārpilsētas izbrauciena vai darba sakņu dārzā, garastāvoklis viņam labs, galva izvēdināta — brauc un pat nedomā, ka šajā brīdī viņš nodarbojas ar sportu. Nākotnes velosipēdu konstruktoriem es gribētu novēlēt, lai viņi vēro dzīvi, iedziļinās cilvēku vajadzībās, izpēta atsevišķu entuziastu «pašdarbību» un tad, liekot lietā savu fantāziju, rada tādu velosipēdu, kas darbojas cilvēka labā vēl efektīvāk!»

Mūsdienu Japānā katram trešajam iedzīvotājam pieder velosipēds. Tas ir izvedis cilvēkus no smacīgajām pilsētām. Milzīga, 1200 km gara šoseja savieno Klusā okeāna piekrasti ar Inubo ragu. Šī šoseja ir pilnīgi nodota velosipēdistu rīcībā. Pa to brauc dažāda vecuma cilvēki.

Norvēģu speciālisti apgalvo, ka nav nekādas vajadzības ārpilsētas braucieniem pirkt speciālu velosipēdu, kuram ir vairāki ātruma pārnesumi. Labāk iegādāties parastu, izturīgu satiksmes velosipēdu.



Angļu riteņbraukšanas birojs noorganizēja konkursu, kurā tika izskatīti 2000 pieteikumi un izmēģināti 400 divdesmit pirmā gadsimta velosipēda modeļi.

Gandrīz visi konkursa pēdējās kārtas dalībnieki bija izdarījuši secinājumu, ka nākamajā gadsimtā velosipēdam jābūt saliekamam un ar maziem riteņiem.

Par konkursa uzvarētāju kļuva arhitekts Huans Žumovskis. Viņa velosipēds bija «supersaliekams». Saliktā veidā tas tikai nedaudz pārsniedz riteņa diametru — 40 centimetrus — un ir tikai nedaudz plātāks par abiem kopā saliktajiem riteņiem. Cilvēks, atbraucis ar velosipēdu uz darbu, var to novietot zem rakstāmgalda. To var pat atstāt teātra garderobē.

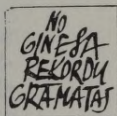
Velosipēda masa ir apmēram 10 kg.

Zumovska konstrukcijas velosipēdam ķēdes vietā ir stieņa pārvads. Šādu jauninājumu vēl neviens nebija ieteicis. Tas vienkāršo kopšanu, aizkavē velosipēda nolietošanos.

Konkursā tika piedāvāta nākotnes ideja — velosipēds ar hidraulisko pedziņu.

Zumovska velosipēdam nav riteņu ar spieķiem, to vietā ir diskveida riteņi. Šādu riteņu ražošana ir daudz vienkāršāka, jo nav jāiegulda roku darbs.

Pasaulē lielākā šokolāde (10×5×0,73 m) izgatavota par godu 1992. gada Olimpiskajām spēlēm Barselonā. Uz šokolādes attēlots Olimpisko spēļu centrs.



Pasaulē lielāko torti izcepis kulinārs Francis Eičenuers 1986. gada 20. februārī Teksasā, ASV.

Tortes masa bija 40,82 tonnas, izmēri — 33,5×24,3 m.

Visgarākais cīsiņš (14,25 km) izgatavots Kitčenerā, ASV. Tas noticis 1983. gada 23. septembrī. Cīsiņa masa 7930,62 kg.

1981. gada septembrī Rojs Baterovs no Fortludādāles (ASV) izveidoja 46-stāvīgu (10,28 m) torti.

Visdārgākais pārtikas produkts pasaulē ir kaviārs *Royal de luxe*. 500 g kaviāra cena ir 224,50 sterliņu mārciņas.

23 cīsiņus 3 minūtēs 10 sekundēs apēda Linda Kuerte 1977. gada 12. jūlijā Filadelfijā.

Ceptu vērsi 42 dienās apēda Johans Ketclers 1980. gadā Minhenē.

Džaneta Harisa 1984. gada 16. augustā vienas stundas laikā apēda citu pēc cita 7175 zirņus, izmantojot nūjiņas.

«Visbarojošākais» auglis ir avokado. Avokado augļos ir 30% taukvielu, 1,6...2,1% proteīna, gandrīz nav cukura. Pēc garšas tas atgādina griekņu riekstus.

Viszemākā uzturvērtība ir parastajam gurķim.

Maize

Agrāk cilvēkam nemaz nevajadzējis tik daudz maizes dēļ pūlēties un zūdīties. Tad labības stiebrim jau no pirmās posmas augušas garas vārpas visapkārt cita pie citas. Bet reiz viena sieva neprātībā noslaucījusi ar maizes riecieni netīru galdu. Dievs par to sadusmojies un nemaz negribējis maizes vairs dot. Nu bijusi nagos. Bet suns



izlīdzējis: aizgājis pie Dieva un lūdies un lūdies, lai taču piešķirot cilvēkiem atkal maizi kā agrāk, citādi arī viņam jānomirstot badā. Dievs teicis: «Nu, labi! Es zinu, ka tu neesi vainīgs, tādēļ ej tīrumā un kod labības stiebru pušu; cik lielu gabalu izkodīsi, tik garu vārpu piešķiršu katram stiebram. Bet tā maize tad piederēs tev.» Tā noticis. Bet vēlāk cilvēki gājuši pie suņa lūgties, lai atmetot kādu tiesu no savas maizes. Suns labsirdībā atbildējis: «Še, ņemiet visu manu maizi! Pagatavojiet, izcepiet, gan tad dabūšu, cik pašam gribēsies.»

(Latviešu tautas teikas. R., 1961, 177.—178.)

Kādēļ ēdiens novārās mazāk

Vecos laikos ēdiens nevis novārījies kā tagad, bet pievārījies klāt. Reiz kāda ļauna, skopa sieva gribējusi pagatavot sev liecis (sevišķi) kādu labāku kumosu. Viņa salikusi katliņā visu labu labo, bet zināms — ne daudz, kā jau sevim vien. Bet, tā kā nu noticis, ka bijis pievārījies daudz — pilns katliņš — un pati arī nevarējusi visa patērēt, tad tā pilna dusmu nošņākusi: «Kas tad nu atkal, velns, piespēris pilnu podiņu? Es taču gribēju sev maz, bet labu izvārīt!» Kauču gan ēdiens bijis pievārījies vairāk, tomēr tas nebijis palicis nemaz sliktāks, bijis tanī pašā labumā kā jau sākumā; ļaunā sieva savā muļķa prātā to neatzinusi. Dieviņš, to izdzirdis, par sievu noskaities un līcis no tā laika ēdienam katliņā nevis vairs pievārīties, bet novārīties.

(Latviešu tautas teikas. R., 1961, 179.)

PIRMS
100
GADIEM

Silķes, Eriņi gan pazīstami iraid. — — — Kur viņi iet, to var naktī no tālenes redzēt, jo viss debess no viņu balta spožuma atspīd. Viņi ap jūrmalām no Kuģiniekiem pa tūkstošu reiz tūkstošiem ar vienu lomu isvilkti un tūdaļ tīrti un iesālīti, un pēc par visu pasauli pārdošanai aizvesti top. Gan top no Dunskiem un Zviedriem zveijoti, bet, ko tie Olenderi zveijo, ir taukaki un smeķīgi. — — — Vecos laikos tie citu strēķi jūrā tureja un aridzan pie Prūšu un Kurzemes robežiem ķerti tape, bet nu jau vairs tik tuvu mums nenāk. — — —

No svešiem kokiem iekš kristītu ļaužu valstīm ir tie Vīna-koki visai cienīti. Tie, vīna-kalnos dēstīti, kā stīgas apkārt mietiem tinās un vīna-ogas lielos čumuros nes. No tiem tas vīns isspiests top, ko Dievs par veselīgu dzērienu un par cilvēka sirds-atspīrgšanu radījis, kad to reti un ar sātu dzer. Kad tas norūdzis un nogulejies, un vecs tapis, tad smeķīgaks un veselīgaks ir. Tie vīni daudz un dažādi — skābi, saldani, stipri, plāni, sarkani jeb dzeltani, viens par otru labaki, jaukaki un dārgaki ir. Tie Unguru-vīni visā pasaulē augsti cienīti. Starp tiem tas Tokaijas-

vīns tas visuļaukākajs un visu-dārgākajs, tā kā paši Kēniņi un Lielkungi to reti baud.

Tas **Kokus-koks** Indijas-zemē ir tas visuļgaldīgs pasaulē. Viņš tik augsti kā priede aug, un pats koks balķēm un zari malkai ģēld. Viņa augļi ir lieli rieksti, kā galva. Kamēr rieksti vēl zaļi ir, tad ūdens istek, kas ļoti smeķīgs un veselīgs dzēriens ir. Pēc ūdens ronās biežums, kas kā krejums smeķe. Kad tie rieksti ienākuši, tad tur iekšā balts un saldans kodols ir, ko ne vien kā maizi ēd, bet no ka aridzan labu elji isspiež. — — —

Vēl man iraid viens ļoti cienīgs koks jāpiemin, kas ne visai sen vēl tālās jūras salās us otras pasaules puses atrasts tapis un kas **Maizes koks** nosaukts top. Sis koks ir gana liels un stiprs, un viņam augļi ir tik lieli kā bērna galva; kad tos us oglēm groza, tad kā jauncēpta maize smeķe. Kam jēl miļais Dievs neliek tādus kokus mūsu zemē augt? Tādus, prot, mūsu meža postnieki gan nenocirstu par lidumiem! Tad varētu visus rudzus par brandvīnu sadedzināt! Tad būtu labi laiki!

Aridzan daudz sveši āboļi un augļi svešās zemēs iraid, kas ar kuģiem atnesti top, kā tie **Citroni, Lozberes, Kapeijas-pupas, Tē-lapas, Pipars, Ingbers.** — — —

Bet tomēr nevaram tos **Sukura-stiebrus** piemirst, no kā tas saldans sukurs vārīts top. Sie sukura-stiebrī lielos pulkos pa lauku laukiem tālās pagaņu-zemēs dēstīti un kopti top. Tabapēc lielie šķūni, piesti un katli ustaisīti, ko tie sukura sudmalas sauc. Šē top tie niedri savesti, ar mokām piestos grūsti, tā saldana sula isspiesta, pūdinata, vārīta un ar lopu asinim tīrita. Tas tīrs sukurs traucīņos ieliets un, kad sabiezis un ciets tapis, isņemts, zilos papīros ietīts un pa tūkstošiem aisvests top. Pie sukura taisīšanas daudz lieli grūti darbi iraid. — — —

No saules nāk siltums, no siltuma augļošana, no augļiem barība, no barības lopu un cilvēku mitīšana. Voi varētu zāles un labība bes zemes, bes gaisa, bes saules, bes rāsas un bes lietus usaugt? — — —

Katrai lietai ir savā ciltī pienākams dabas mērs. — — — Ēdiens un dzēriens ar sātu un gausu mūsu dzīvību ustur. Bet pārlieku kuņģi pārpildīt slimības un vājības dzemde. — — — Nu mācies, kādu nelaimi brandvīns un pīpe dzemde. Vecos laikos ļaudis, no ta neko zinādami, pāri par simts gadiem spīrgti dzivoja. Nu jau knauķi māk brandvīnu dzert un pīpi smieķēt. No ta sakrūp, kūtri un neļēgi top, un jau pusmūža-vīri noveceļās. — — — Viss, kas parlieku un dabas mēram preti iraid, skāde un tiešam grēks ir.

(G. F. Stenders. Augstas gudrības grāmata no pasaules un dabas. R., 1988, 180.—184.; 303.)

() EŠANAS REŽĪMS SPORTISTAM

Sportista možumu nodrošina ēšana noteiktā laikā. Amerikāņu uzturzinātnieki izstrādājuši šādu ēšanas režīmu sportistiem.

Divas stundas pirms treniņa: porcija jogurta un nedaudz nūdeļu vai rīsa. To vietā der arī salāti. Medicīniskais pamatojums: organismam vajadzīgi ogļhidrāti, kuri dod spēku, taču organismu pārāk nenoslogo.

Stundu vēlāk ieteicams lietot augļus vai dārzeņu sulas.

Sportošanas laikā regulāri jādzer mazas ūdens porcijas.

Pēc treniņa vienu stundu nevajag ēst, kaut arī jūtams izsalkums. Organismam jāatpūšas. Pēc tam — nekādu smagu ēdienu! Ieteicama rupja maluma maize, nūdeles, salāti.



No senču ticējumu pūra

1. janvāris — *Jaunais gads*. Zvaigžņota Jaungada nakts sola bagātu ražu.

17. janvāris — *Teņa diena*. Vāra cūkas kājas un galvu, lai sivēni labi izdodas.

17. marts — *Ģertrūdes diena*. Nestrādā, lai kukaiņi neapēstu sējumus, vilki nekostu aitas un čūskas nenāktu mājās.

25. marts — *Māras diena*. Cep karašas, tin kamolus, lai kāpostiem lielas galvas. Izbeidz vērpšanu, adīšanu, aušanu, sāk āra darbus, tāpēc uguni istabā vairs nededzina.

23. aprīlis — *Jurģi*. Sākas agrārais gads.

25. maijs — *Urbāna diena*. Sēj miežus, auzas un linus.

15. jūnijs — *Vitus diena*. Beidzas sējas laiks, sākas plaujas laiks. Cik dienu pēc Vitus sēj, tik nedēļu vēlāk rudenī nogatavojas labība.

23. jūnijs — *Zāļu diena*. Lasa jāņuzāles. Vij vainagus sev un lopiem, appušķo sētu un bišu stropus. Vāc ārstniecības augus. Ar sieru un alu gaida jāņabērņus.

24. jūnijs — *Jāņi*. Vasaras saulgrieži. Ligo, daudzina auglības dievību — Jāni, dedzina ugunsiskus un neguļ, gaidot saullēktu. Sargā sētu no raganām. Iet meklēt papardes ziedu. Meitas zilē preciniekus. Jāņu rasai dziedinošs spēks.

27. jūnijs — *Septiņu gulētāju diena*. Ja šajā dienā līst, līs vēl septiņas dienas.

10. jūlijs — *Septiņu brāļu diena*. Ja šajā dienā list, līs septiņas nedēļas.

25. jūlijs — *Jēkaba diena*. Sākas ražas novākšanas laiks. Beidz plaut sienu, sāk plaut rudzus. Cep jauno rudzu maizi vai vismaz vāra rudzu biežputru. Saimnieku diena.

26. jūlijs — *Annas diena*. Sāk ēst agros kartupeļus. Saimnieču diena.

10. augusts — *Labrenča diena*. Labības kulšanas laiks. Ziedo rijai un ugunij, arī Pērkonam un pašai uguns dievībai — Labrencim. Vairoties no ugunsgrēkiem, telpās nededz uguni.

24. augusts — *Bērtuļa diena*. Bērtulis «kāpj bitēs» un izņem vasaras medu.

22.—29. septembris — *Dzelzs nedēļa*. Nedēļa pirms Miķeļiem. Skābē kāpostus — tie labi rūgst.

29. septembris — *Miķeļi*. Rudens saulgrieži. Dzērvies aiznes launagu. No šīs dienas ēd tikai 3 reizes dienā.

30. novembris — *Andreja diena*. Kauj lopus, kurus paredzēts neaturēt ziemā.

24. decembris — *Bluža vakars*. Ēd kočas jeb kūķi, putraimu desas un citus ēdienus deviņas reizes, lai būtu pārticība. Iet ķekātās, velkot līdzī blūķi — Saules un gaismas simbolu. To beigās sadedzina, tādējādi veicinot Saules atgriešanos.

25.—27. decembris — *Ziemassvētki*. Ziemas saulgrieži. Lūzuma posms gada ritējumā. Darina puzurus, izrotā telpas, iet rotaļās, dedz eglītē svecītes. Brīnumu laiks, kad zirgi runā.

31. decembris — *Vecgada diena*. Apēd zirņus, lai nākamgad nebūtu jāraud. Liek zvīņas makā, lai būtu daudz naudas.

Tikai fakti!

Kartupeļus lieto tikai medicīnā. Kad sāp galva, pie tās sien kartupeļu šķēlītes. Pie apdedzināta pirksta liek zaļus kartupeļus, lai noņem karstumu. Pret zobu sāpēm palīdz kāju sutināšana karstā kartupeļu ūdenī.

Ja cilvēks katru dienu izdzertu 200 g kazas piena, kas sajaukts ar sarīvētu ķiploka daiviņu, tad visas infekciju slimības atkāptos — tādu secinājumu izdaruši Harvardas universitātes (ASV) profesori.

Amerikāņu dietologs Lorencs uzskata, ka cilvēks dzīvotu 100 gadu, ja viņam būtu 2 kazas un 5 bišu saimes.

Ir aprēķināts, ka vienam cilvēkam gadā vajadzīgo dārzeņu daudzumu var izaudzēt 100 kvadrātmetros. Vēlamo dārzeņu nodrošinājumu var iegūt, ja kāpostus audzē 15%, burkānus — 10%, galda bietes, kāļus, zirņus, pupas, tomātus — katru 5%, sīpolus un ķiplokus — 10%, gurķus — 10...15% un pārējos dārzeņus — 10% no kopējās dārzeņiem atvēlētās platības.



Neparastie garšaugi



Vibotne. Jaunās lapiņas lieto gaļas ēdieniem, marinādēm, arī kā muskatriekstu aizstājēju.

Vērmele. Jaunos dzinumus un pumpurus mazos daudzumos izmanto cūkas un mežacūkas cepešu aromātam.

Salviņa. Svaigas un kaltētas lapas lieto skābām zupām, mērcēm, kā arī siera un etiķa aromātam.

Lupstājs. Svaigas un kaltētas lapas — zupām, gaļas pildījumiem, cepešiem, ruletēm, mērcēm un sakņu sautējumiem.

Melīsa. Svaigas un kaltētas lapas — salātiem, mērcēm, gaļas un sēņu ēdieniem. Ir citrona aromāts. Liek pie dzērieniem un tējām. Ar pulveri apkaisa zivis un medījumus trīs minūtes pirms gatavošanas beigām.

Fenhelis. Sēklas lieto saldiem cepumiem un maizītēm, augļu konserviem. Svaigas lapas var izmantot diļļu vietā pie salātiem, gurķiem, gaļas un zivju ēdieniem.

Baziliks. Svaigas un kaltētas lapas liek pie gaļas mērcēm, zupām, sautējumiem un zivju ēdieniem. Izmanto gurķu, tomātu un citu dārzeņu konservēšanai. Var aizstāt melnos piparus.

Estragons. Svaigas un žāvētas lapas lieto dārzeņu salātos, gaļas zupās, zivju un gaļas ēdienos. Izmanto arī dārzeņu, it sevišķi gurķu skābēšanai, jo piešķir konserviem cietību.

Izops. Svaigas un žāvētas lapas lieto dārzeņu salātiem, mērcēm un gaļas ēdieniem. Izmanto dzērienu un tēju aromatizēšanai, jo piešķir balzāma garšu.



Starp saimnieku un kalpu galu, taisni mājas vidū, atradās lielais, melnais skurstenis, kur vasaru, lai istabas nesakarstu, ikkatrs pāris pie sava kāša vārīja ēdienu. Še uguns nekad neizdzisa, un, ja mājās kādreiz šķiltavu dozēs vairs nebija pulvera, tad arvienu skursteņa ugunsкура pelnos atrada kādu kvēlojošu ogli. Rudens tumšajos vakaros, kad ceļš uz mājām vairs nebija saredzams, tās varēja nojaust pēc šī pavarda uguns, kas mirdzēja kā zelts caur plaši atvērtajām durvīm. Skurstenis pa ilgiem gadiem bija melni nokūpējis, bet debesis caur viņa galu vairs neredzēja vēlos rudenos, kad to no augšas līdz apakšai pilnu piekāra ar gaļu, desām un šķiņķiem un tad žāvēja pa egļu dūmos veselū nedēļu. Šī kūpinātā gaļa glabājās ilgi cieta un stingra, un viņu grieza kā sieru. — — —

Sinī istabā lielākais notikums bija maizes cepšana. Tad jau priekšlaikus no saimnieku gala ienesa milzīgo no vissausākā priežu blūka izdobto abru, kam bija pārsegts palags un virs tā biezas segas, lai maizei būtu silti un tā ātrāki rūgtu. Abru novietoja pie karstākā mūra, un drīz vien maizes gars mīklā atmodās, sāka dumpoties un celties uz augšu, apsegas kustējās — un abrā izlicās liels kūkums, it kā tur gūlētu dzīva būtne. Saimniece noņēma segas un palagus un apliukšķi-

nāja pa abras apaļo muguru ar laipnu roku, kā mēdz pliuksķināt pa vaigu vai mīkstu plecu. Tad mīklai atstāja pāri tikai palagu, lai nemiers no vēsuma pārietu, un zem plānās segas varēja redzēt, kā tā pa abru mocijās, celdamās un krizdama līdzīgi dusošām krūtīm. Visas saimnieces un sievu sarunas tad grozījās tikai ap to, kas abrā gatavojās, un, ja tas bija ziemā, tad ratiņi nostāja rūkt un viņas sagāja ap abru, paraudzīja, deva padomus, jo šie notika vienīgi sievietēm zināmas lietas un maizes radības.

Meita, kuras vaigi liesmoja tāpat kā krāsns uguns, rausa ar apdegušo krukli pa to laiku ārā pedējās ogles un izslaucīja svelmi elpojošo krāsni ar liko pātāgu. Krāsns priekšā no nesveķainas, bet sausas malkas sakūra vieglu un gaišu piekura uguni, un tad jau bija klāt saimnieces laiks. Viņa paradušām rokām izņēma no abras mīklas piku, sakrāva to lizē, iepriekš apkaisot miltiem, un žigli izplāja no viņas iegarenu kukuli un, pārvilkusi tam ar pirkstu krustu, iešāva krāsni, Tā viņa darīja pie katra klaipa.

Kad maizes iešaušana bija beigusies, viņa atvilka elpu un, noslaucījusi divēli sakarsušo un nosvīdušo seju, apsēdās gultā iepretim krāsniņ. Visas sarunas, kas tagad notikās, bija mierīgas, laipnas, vēlīgas, kā tas notiekas, kad daudz piedzīvojušas sievas nosēžas ap nedēļnieces gultu. Viņas visas bija draudzīgi apvienojis šis darbs, kura kustības tām bija jau iedzīmtas un vēl noskalītas no mazām dienām un kurā bija sakopota sievas un mātes rūpība un zināšana.

Drīz vien runātājām iesitās kaut kas nāsīs un lika tām pārtraukt valodas. Lēna un mīlīga kā skaista, laipna un kupla sieva no krāsns sāka kāpt smarža un, papildidama istabu, gāja pa durvīm pagalmā, vēstīdama, ka maize ir gatava un prasās laukā. Saimniece mudīgi iededzināja skalu un apgaismoja krāsns iekšieni, jo viņai bija **prašana** pēc maizes krāsas noteikt, kad ir ārā velkamais laiks. Tikko saredzami gulēja lielie kukuli, apdvesdami cits citu ar karstumu un tuvību.

Tad meita saķēra lizi, un tūlīt uz viņas parādījās brūns kukulis ar ievilkto krusta zīmi mugurā. Saimniece paņēma to vēl gluži karstu un, kā bērnu piespiedusi pie krūtīm, nesa pie loga un aplūkoja viņu zinošām acīm. Nobērts ķimenēm, gluži brūns — tas spīdēja saulē. Kad saimniece to pārlauza, kupls un kūpošs tvaiks izšāvās no tā iekšienes un ietina sevī viņas seju.

... ja se ei olekaan mitään muuta kuin se, mitä...
... ja se ei olekaan mitään muuta kuin se, mitä...
... ja se ei olekaan mitään muuta kuin se, mitä...

... ja se ei olekaan mitään muuta kuin se, mitä...
... ja se ei olekaan mitään muuta kuin se, mitä...
... ja se ei olekaan mitään muuta kuin se, mitä...

... ja se ei olekaan mitään muuta kuin se, mitä...
... ja se ei olekaan mitään muuta kuin se, mitä...
... ja se ei olekaan mitään muuta kuin se, mitä...

... ja se ei olekaan mitään muuta kuin se, mitä...
... ja se ei olekaan mitään muuta kuin se, mitä...
... ja se ei olekaan mitään muuta kuin se, mitä...

... ja se ei olekaan mitään muuta kuin se, mitä...
... ja se ei olekaan mitään muuta kuin se, mitä...
... ja se ei olekaan mitään muuta kuin se, mitä...

... ja se ei olekaan mitään muuta kuin se, mitä...
... ja se ei olekaan mitään muuta kuin se, mitä...
... ja se ei olekaan mitään muuta kuin se, mitä...

... ja se ei olekaan mitään muuta kuin se, mitä...
... ja se ei olekaan mitään muuta kuin se, mitä...
... ja se ei olekaan mitään muuta kuin se, mitä...

Leonīds Antons
LIETISKĀ FIZIKA
2. daļa

Redaktore A. Strode
Māksl. redaktore A. Lubgāne
Tehn. redaktore L. Vasiļevska
Korektore Z. Stikute
Vāku zīm. O. Bērziņš

Apgāds «Zvaigzne ABC», SIA, K. Valdemāra
ielā 105, Rīgā, LV-1013. Reģistr. nr. 2-1060. Red.
nr. 8802/E-45. Formāts 60×90¹/₁₆.
Publiskā a/s «Rota» Dzirnavu ielā 57, Rīgā,
LV-1050. Pasūt. nr. 149.

SPIEDIENA VIENĪBAS

Pa	at	mmHg	bar
1	$1,02 \cdot 10^{-5}$	$7,50 \cdot 10^{-3}$	$1,00 \cdot 10^{-5}$
$9,81 \cdot 10^4$	1	736	$9,81 \cdot 10^{-1}$
$1,33 \cdot 10^2$	$1,36 \cdot 10^{-3}$	1	$1,33 \cdot 10^{-3}$
$1,00 \cdot 10^5$	1,02	750	1

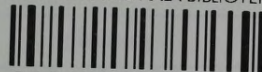
NORMĀLS ATMOSFĒRAS SPIEDIENS

$760 \text{ mm Hg} = 101\,325 \text{ Pa} = 101,33 \text{ kPa} = 1,033 \text{ at} = 1,0133 \text{ bar}$

$760 \text{ mm Hg} \approx 1 \cdot 10^5 \text{ Pa} \approx 1 \text{ at} \approx 1 \text{ bar}$

DAŽĀDU SPIEDIENU APTUVENAS VĒRTĪBAS

Objekts, vide	Spiediens	
	kPa	at
<i>Gāzes</i>		
Gaiss vieglā automobiļa riepās	150...250	1,5...2,5
Gaiss kravas automobiļa riepās	290...540	3,0...5,5
Gaiss vilciena bremžu sistēmā	500	5
Gaiss akvalanga balonos	15 000	150



0305076933

Objekts, vide		
Gaiss pneimatiskajos instrumentos	800...900	8...9
Atmosfēra pie Veneras virsmas (automātisko staciju dati)	9000...9200	90...92
Gāzes kodoltermiskās bumbas sprādziena centrā	līdz 10^{11}	līdz 10^9
Gaiss slaukšanas iekārtā	47...51	0,46...0,50
Gaiss vagona durvju darbināšanas iekārtā	300	3
Dabagāze maģistrālā vada sākumā	5000...5500	50...56
Tvaiks tvaika katlā	max 25 000	max 255
<i>Šķidrumi</i>		
Eļļa automobiļa un traktora eļļošanas sistēmā	200...500	2...5
Dīzeldegviela pirms iesmidzināšanas cilindrā	12 200	125
Šķidrums vidējas jaudas hidrauliskajā spiednē	20 000... ...39 000	200...400
<i>Cieti ķermeņi</i>		
Kāpurķēžu purva traktors uz zemes	20...30	0,2...0,3
Kāpurķēžu traktors uz zemes	40...50	0,4...0,5
Vieglā automobiļa riteni uz zemes	230...300	2,3...3,0
Dzelzceļa vagona riteni uz sliedēm	≈ 300 000	≈ 3000
Augstceltnes pamati uz zemes	≈ 440	≈ 4,5

94-4
L 41 II

L. Antons

Lietiškā FIZIKĀ

- Spēku līdzsvars
- Darbs, jauda, enerģija
- Spiediens
- Enerģētika



ZVAIGZNE ABC

ISBN 9984-04-155-7