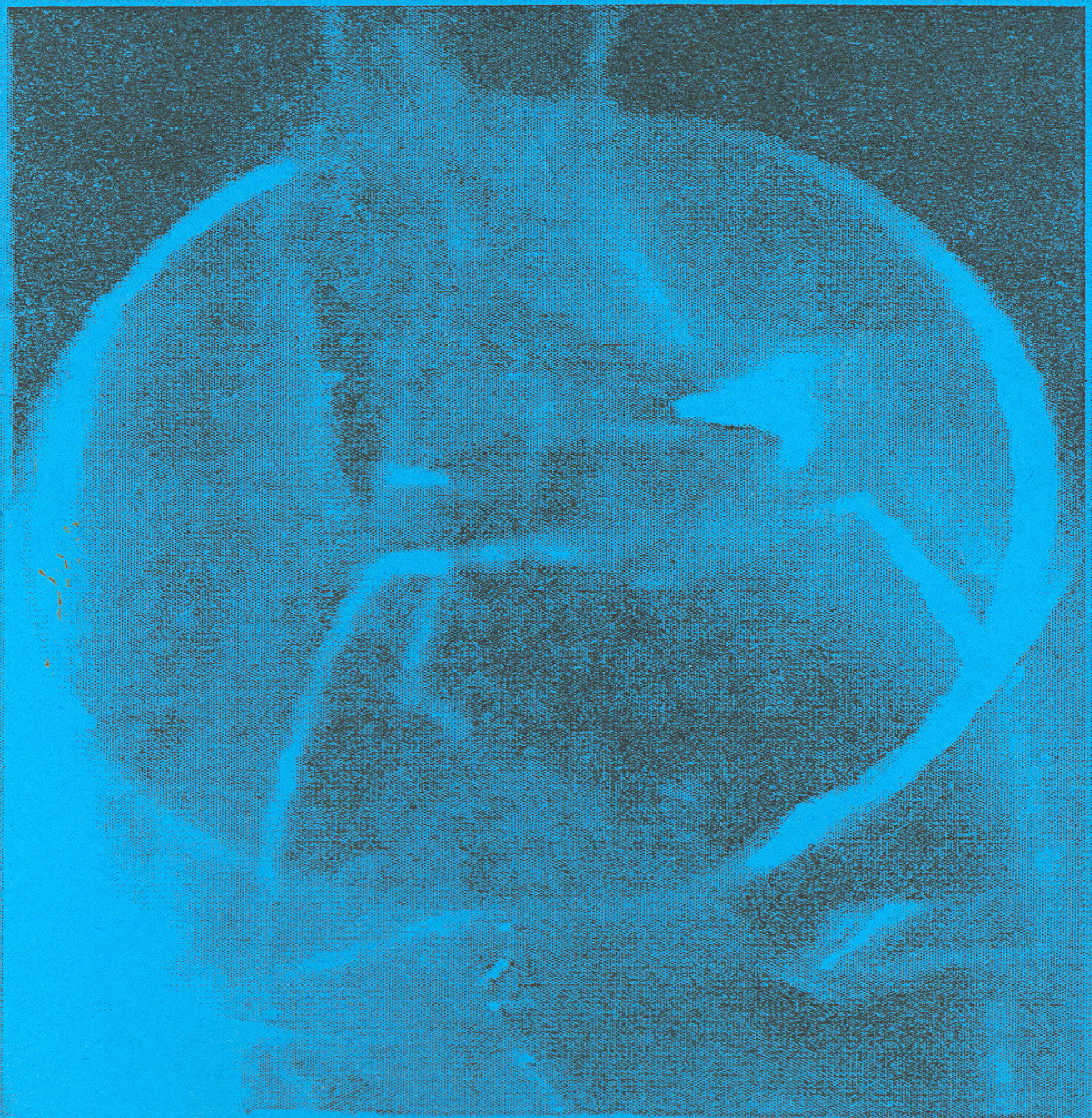
# младИ 98/99 70

"0"

# ФИЗИЧАР

ИЗДАВАЧ ДРУШТВО ФИЗИЧАРА СРБИЈЕ



## Разбијање чаше звуком

Чланак о овој теми је објављен
у броју 66 "С" на страни 18.

YU ISSN 0351-5575

МЛАДИ ФИЗИЧАР Часопис за ученике основних и средњих школа
Година XXII 1998/99

Часопис "**Млади физичар**" излази у осам свесака током школске године.

Претплата за часопис може се вршити, у једној или више рата, по следећим ценама за једну школску годину: за школе и установе 120 динара; за појединце 100 динара; за ученике преко школа (ако има више од пет претплатника по уплатници) 80 динара. Уколико су појединe поруџбине веће од 20 примерака, поручиоци имају 10% попуста.

Претплата се врши на жиро рачун Друштва физичара Србије:
40806-678-7-77766.

Уплатницу са потпуном адресоми назнаком сврхе уплате (свеска "О", свеска "С" или посебна свеска) послати на адресу: "Млади физичар", Прегревица 118, 11080 Земун. Телефон редакције: 011-3160-260 локал 166.
Дистрибуција часописа: Књижара "Студентски трг": 011-185-295


*Часопис је ослобођен пореза на промет на основу решења Републичког секретаријата за културу Србије бр. 329 од 29.09.1976.*
*Тираж 3000 примерака.*
*e-mail: MLADI_FIZICAR@RUDJER.FF.BG.AC.YU*

САДРЖАЈ

# ПОВОДОМ СЕДАМДЕСЕТОГ БРОЈА

Поштовани читаоци,

Пред вама је седамдесети број часописа „Млади физичар”. Прошло је, дакле, двадесет две године од тог тренутка. Рађање и трајање овог часописа не може да не буде догађај вредан помена.

„Млади физичар” је једноставно дошао на таласима. Покренут је у време када је била довољно изражена потреба за овим часописом. Он и даље представља нужну потребу вама који волите физику. Током ових година то сте и потврдили многим писмима, да сте заволели физику читајући „Млади физичар”.

„Млади физичар” многи од вас доживљавају као својеврсног наставника и популаризатора физике. Они који знају за свој часопис, са нестрпљењем очекују његово излажење. То је и био разлог што сада „Млади физичар” излази у осам свезака током школске године.

Уредници и сарадници, труде се да чланци буду интересантни по садржини, приступачни по начину излагања и да одговарају вашем узрасту, због чега су уведене свеске „о” и „с”. Део простора у часопису је уступљен рачунским задацима из физике, па је часопис постао и добро прихваћена својеврсна збирка задатака. Многи ученици су захваљујући овим задацима постали веома популарни међу својим вршњацима, као најбољи на разним нивоима такмичења.

Издавање посебних свезака „Младог физичара” („Одабраних задатака из физике за основну и средњу школу”, „Летње забаве са физиком” и „Тестова за средњу школу”) наишло је на ваше пуно одобравање и интересовање. Напори које чини уредништво у свом раду нису нимало лаки, имајући у виду збивања око нас. Захваљујемо свима који нам у томе помажу, а највише вама читаоцима.

Волите и читајте ваш „Млади физичар”!

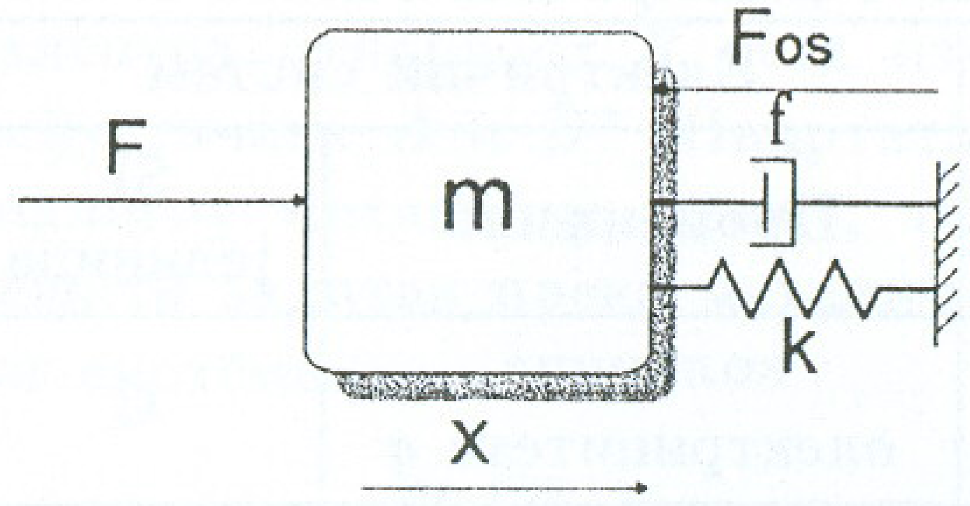
**за уредништво,**
**Томислав Сенћански**



# АНАЛОГИЈА ФИЗИЧКИХ СИСТЕМА

Физика је природна, експериментална и теоријска наука која проучава различите физичке појаве: механичке, електричне, термичке, хидрауличне, оптичке, магнетне итд. Интересантно је да поред њихових специфичних својстава, законитости итд. можемо да говоримо и о сличности међу многима од њих; тиме можемо да их лакше и боље упознамо, или да једноставније њима управљамо. Приказаћемо аналогију између механичких и електричних физичких система.

Механичким системом назива се скуп материјалних тачака у коме кретање сваке тачке зависи од положаја и кретања осталих и може бити непроменљив (круто тело) или променљив (деформабилан). У механици се проучава кретање (кинематика) и мировање (статика) крутих тела, али и кретање тела под утицајем сила (динамика). Основни закони кретања су Њутнови закони и закон одржања енергије у механици (закон о одржању енергије се односи на све врсте енергије, то је један од основних закона тумачења природе). Механички систем са транслаторним кретањем може да се прикаже као на слици 1.



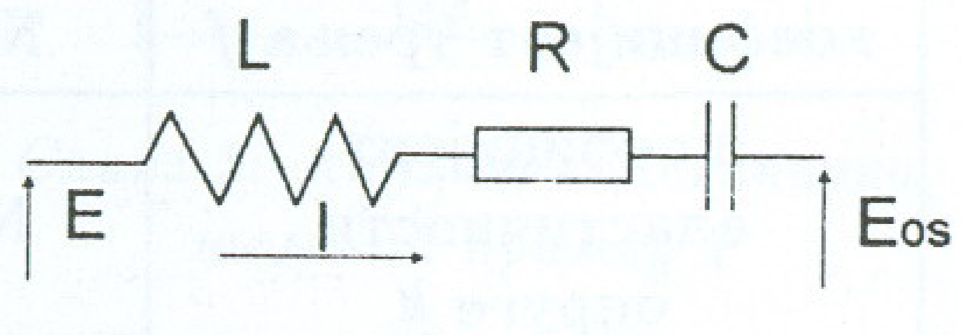

*Слика 1: Механички систем*

Основна једначина равнотеже приказаног механичког система, из услова $\sum \vec{F}_i = 0$; $\sum \vec{M}_i = 0$; је:

$$F - (F_{\mathrm{I}} + F_{\mathrm{TR}} + F_{\mathrm{k}}) - F_{\mathrm{OS}} = 0 \Rightarrow$$
$$F - (ma + fv + kx) - F_{\mathrm{OS}} = 0 \quad (1)$$

где су:
$F$ – улазна сила
$F_{\mathrm{I}}$ – инерцијална сила
$F_{\mathrm{TR}}$ – сила трења
$F_{\mathrm{K}}$ – сила еластичности
$F_{\mathrm{OS}}$ – сила веза са другим системима
$m$ – маса система
$x$ – померање
$f$ – коефицијент вискозног трења система
$k$ – коефицијент еластичности система

Електрични систем може да се прикаже као на слици 2. Основни закони у електричном колу су Омов закон и Кирхофова правила.




*Слика 2: Електрични систем*

Према Кирхофовом правилу основна једначина електричног система је:

$$E-(E_{\mathrm{L}}+E_{\mathrm{R}}+E_{\mathrm{C}})-E_{\mathrm{OS}}=0 \Rightarrow$$
$$E-\left(L\frac{\Delta I}{\Delta t}+Ri+q/C\right)- -E_{\mathrm{OS}}=0 \qquad (2)$$

где су:
$E$ – улазни напон
$E_{\mathrm{L}}$ – пад напона због индуктивног отпора
$E_{\mathrm{R}}$ – пад напона због омског отпора
$E_{\mathrm{C}}$ – пад напона због капацитивног отпора
$E_{\mathrm{OS}}$ – електромоторна сила везе са другим колима
$q$ – количина електрицитета
$L$ – индуктивни отпор калема
$R$ – омски отпор кола
$C$ – капацитивни отпор кола
$I$ – јачина струје кола

Физика проучава најопштије облике кретања материје, њихове законитости, основна својства и структуру материје. Не улазећи дубље у објашњавање принципа аналогије у наведеним системима наведимо две основне величине у систему:

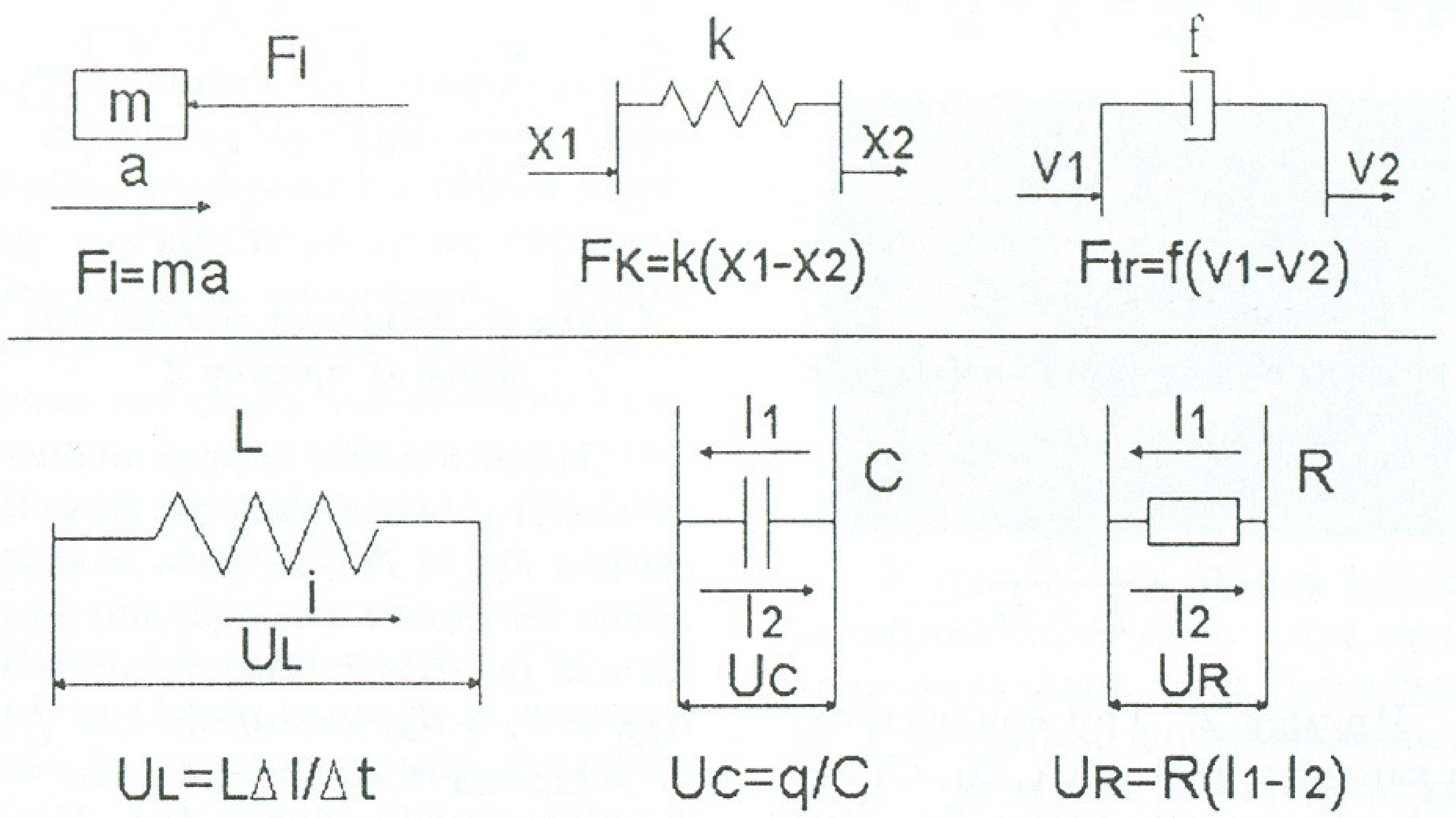
- ниво потенцијала који изазива пренос масе, односно енергије (сила, електромоторна сила, притисак, температура)
- проток струјања масе, или енергије, односно брзине кретања (брзина, јачина струје, проток флуида, проток топлоте)

Дакле, на основу једначина система (1) и (2), и на основу принципа струјне аналогије, можемо да уочимо аналогије физичких величина и параметара, (табела 1) и одговарајуће аналогне елементе, (слика 3):

*Табела 1: Сличност механичких и електричних величина*

| Механички систем | | Електрични систем | |
|---|---|---|---|
| Променљива | SI јединица | Променљива | SI јединица |
| померај $x$ | m | количина електрицитета $q$ | C |
| сила $F$ | N | напон $U$ | V |
| брзина $v$ | m/s | струја $I$ | A |
| коефицијент трења $f$ | Ns/m | отпорност $R$ | $\Omega$ |
| коефицијент еластичности опруге $k$ | N/m | капацитивност $C$ | F |
| маса $m$ | kg | индуктивност $L$ | H |

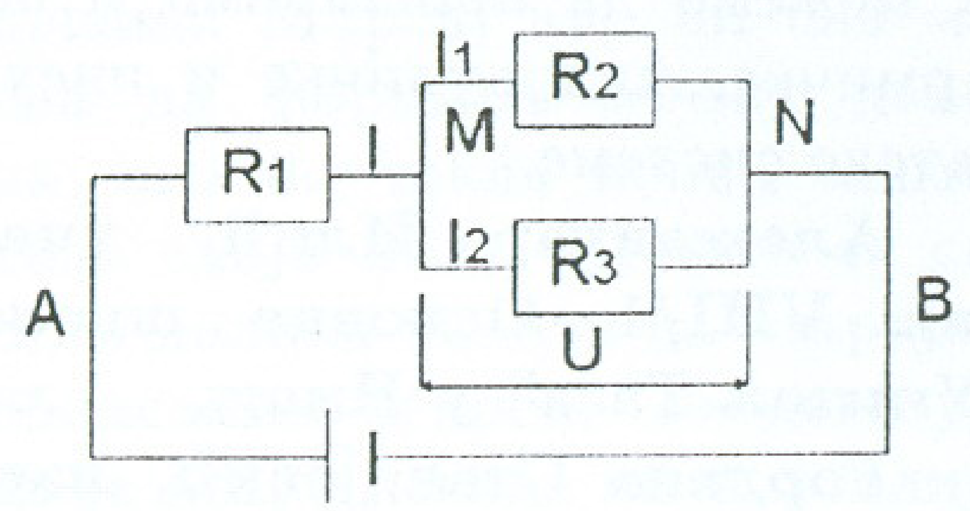





*Слика 3: Сличност елемената механичких и електричних система*

Практичну примену приказане сличности физичких и механичких величина показаћемо на два једноставнија примера:

<u>Пример 1</u>: Три отпорника отпорности $R_1$, $R_2$, $R_3$ везана су као на слици 4. Колика је еквивалентна отпорност $R$ веза између тачака $A$ и $B$? Нацртати аналогну механичку мрежу, тј. решити задатак преко механичког система.




*Слика 4: Пример 1*

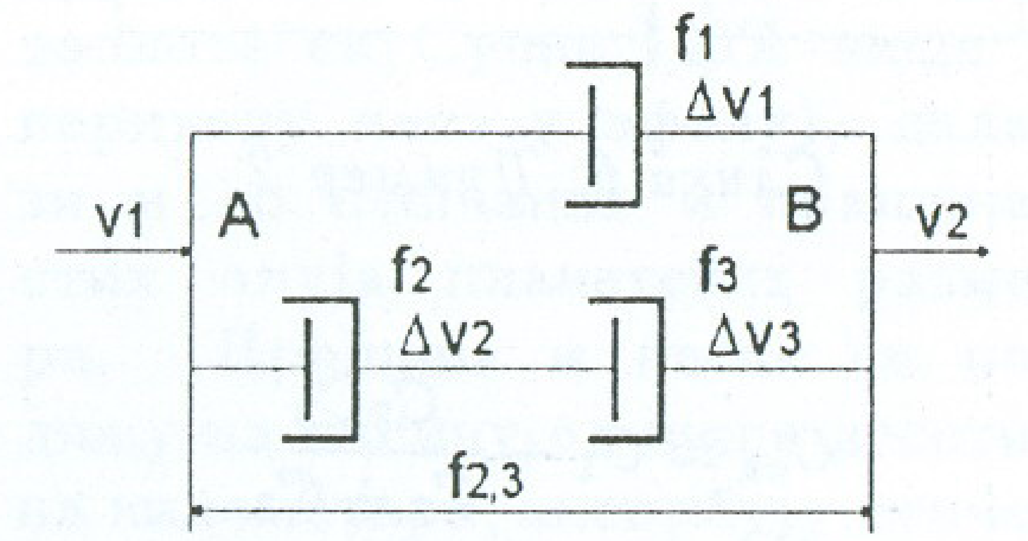
Коло $\mathrm{MR_2NR_3M}$ $(U=const.)$: $\frac{1}{R_{2,3}}=\frac{1}{R_2}+\frac{1}{R_3} \Rightarrow$

$$R_{2,3}=\frac{R_2R_3}{R_2+R_3}$$

$$R=R_1+R_{2,3}=R_1+\frac{R_2R_3}{R_2+R_3}$$

$(I=const)$

Еквивалентни механички систем:




*Слика 5: Аналогна механичка шема за пример 1*

Систем $\mathrm{ABf_3f_2A}$ $(F=const.)$: $F=\Delta v_2f_2=\Delta v_3f_3$; $\Delta v_{2,3}=$

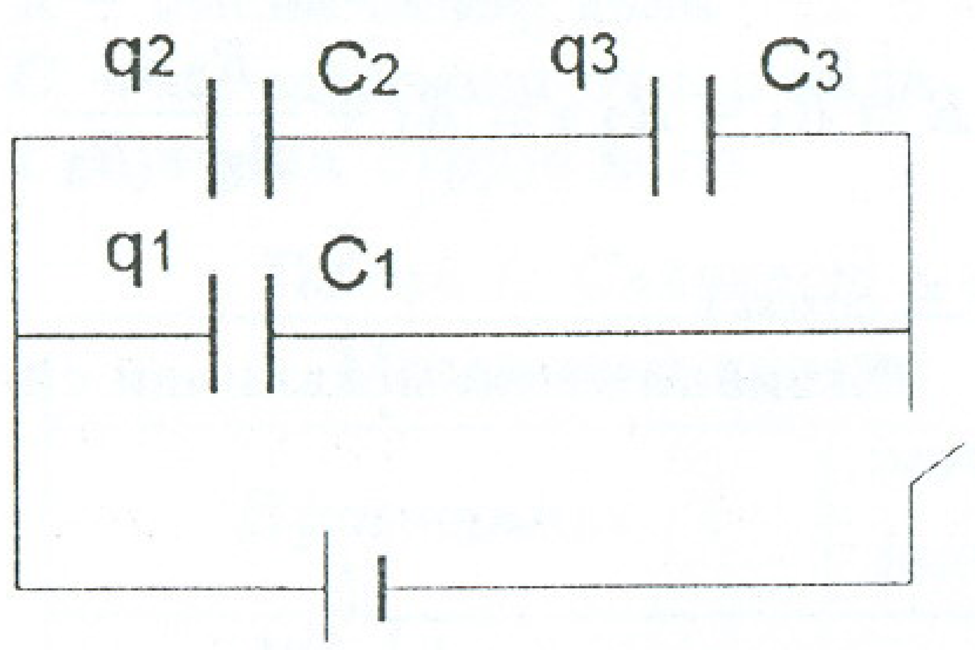
$\Delta v_2 + \Delta v_3 \Rightarrow \frac{F}{f_{2,3}} = \frac{F}{f_2} + \frac{F}{f_3} \Rightarrow$

$$f_{2,3} = \frac{f_2 f_3}{f_2 + f_3}.$$

$(v = const)$; $\Delta v_1 = \frac{F_1}{f_1} = \frac{F_{2,3}}{f_{2,3}}$, $F = F_1 + F_{2,3} \Rightarrow \Delta v_1 f = \Delta v_1 f_1 + \Delta v_1 \frac{f_2 f_3}{f_2 + f_3} \Rightarrow$

$$f = f_1 + \frac{f_2 f_3}{f_2 + f_3}.$$

<u>Пример 2</u>: Три кондензатора капацитивности $C_1$, $C_2$, $C_3$ везана су као на слици 6. Колика ће количина електрицитета протећи кроз коло? Нацртати аналогну механичку мрежу, тј. решити задатак преко механичког система.

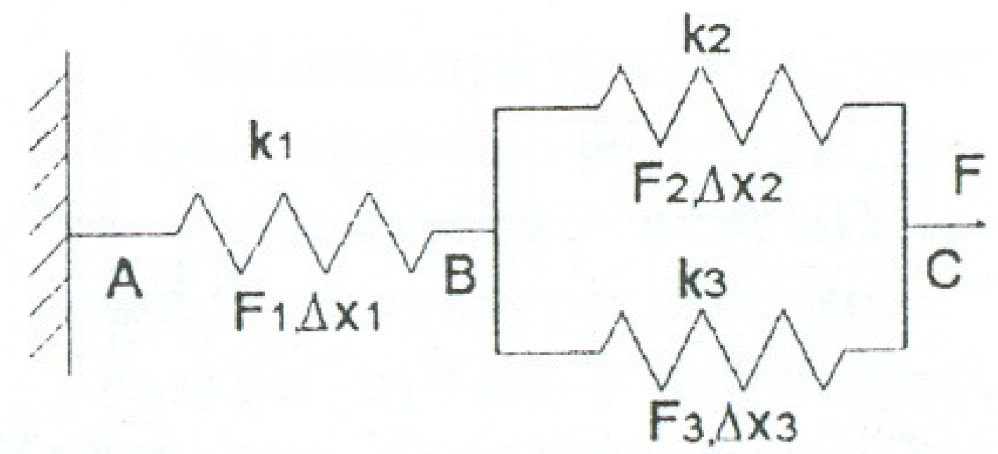



*Слика 6: Пример 2*

$$C_{ek} = C_1 + \frac{C_2 C_3}{C_2 + C_3}$$

$$q = C_{ek} \cdot E \Rightarrow q = E\left(C_1 + \frac{C_2 C_3}{C_2 + C_3}\right)$$

Еквивалентни механички систем:




*Слика 7: Аналогна механичка шема за пример 2*

За систем BC, паралелна веза опруга, важи $\Delta x_2 = \Delta x_3 = const$ и $F_{2,3} = F_2 + F_3$ (ово је аналогно са делом електричног кола где је: $\Delta q_2 = \Delta q_3 = const$ и $U_{2,3} = U_2 + U_3$; такође је $k = \frac{1}{C}$) $\Rightarrow \Delta x_{2,3} k_{2,3} = \Delta x_2 k_2 + \Delta x_3 k_3$; $\Rightarrow k_{2,3} = k_2 + k_3 \Rightarrow \frac{1}{C_{2,3}} = \frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_3} \Rightarrow C_{2,3} = \frac{C_2 C_3}{C_2 + C_3}$ За систем ABC, редна веза опруга, важи $\Delta x_u = \Delta x_1 + \Delta x_{2,3}$ и $F_{2,3} = F_1$ (ово је аналогно са делом електричног кола где је: $\Delta q = \Delta q_1 + \Delta q_{2,3}$ и $U_{2,3} = U_1 = const.$) $\Rightarrow \frac{F}{k_{ek}} = \frac{F}{k_1} + \frac{F}{k_{2,3}} \Rightarrow \frac{1}{k_{ek}} = \frac{1}{k_1} + \frac{1}{k_{2,3}} \Rightarrow$

$$C_{ek} = C_1 + C_{2,3} = C_1 + \frac{C_2 C_3}{C_2 + C_3}.$$

Рецимо на крају да приказану аналогију између механичких и електричних физичких величина можемо да проширимо и на термичке, хидрауличке и пнеуматске системе.

**Александар Илић, ученик VIII/1 Основне школе „Учитељ Таса" у Нишу,**

**Гордана Станојевић, наставник, Основна школа „Учитељ Таса" у Нишу.**

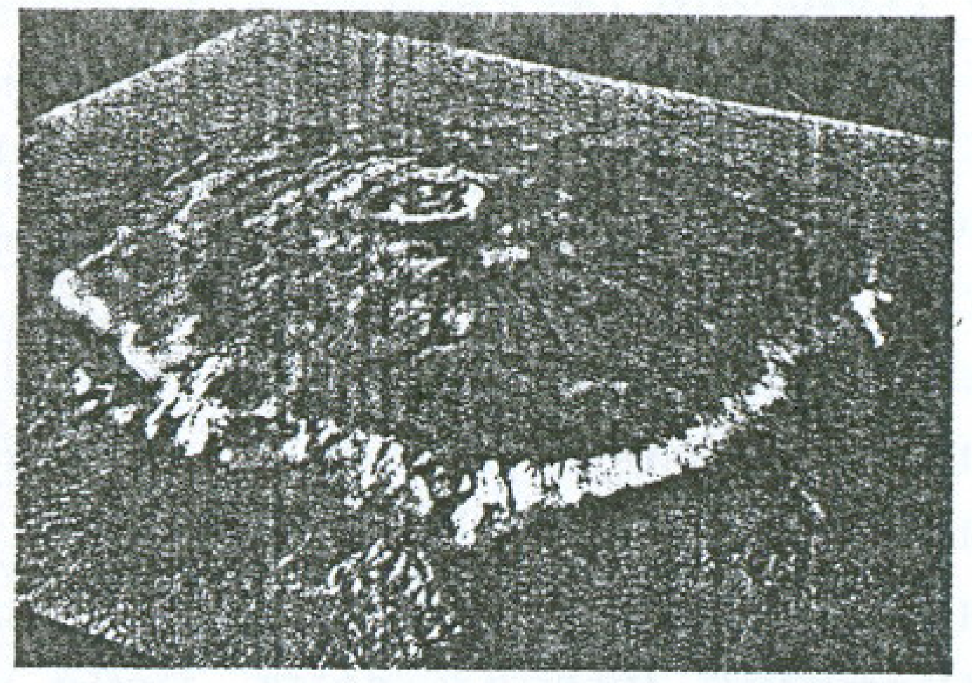


# МАРС

*(Наставак из претходног броја)*

Канал Мрка Долина (Ravi Vallis) потиче из хаотичног терена унутар планетских старијих кратерских висоравни. Према структури канала, види се да је вода избијала под великим притиском кроз слој смрзнутог тла (нагли почетак канала, без притока). При томе су се горњи слојеви обрушавали, а дно је испрано текућом водом. Ова вода се брзо кретала и очигледно је имала огромну ерозиону моћ. Последице ове ерозије су издужена острва на местима где је вода на свом путу наилазила на препреке. Висина талога који окружује нека острва износи од 400 m до 600 m.

Не показују сви канали на Марсу трагове катастрофалних поплава. Неки личе на земаљске системе за наводњавање, где се вода споро и дуго креће. Мрежа оваквих канала је слабо развијена, а недостају јој мали потоци, који би се разливали по већим долинама. Вода не може да остане у течном стању на површини Марса, али би она могла да формира мрежу долина, ако би текла испод заштитног слоја леда. Пошто се систем долина налази на старијим областима Марса, то доказује да је Марс некада имао топлију и влажнију климу. Данас, слој леда задржава евентуално избијање воде на површину планете.



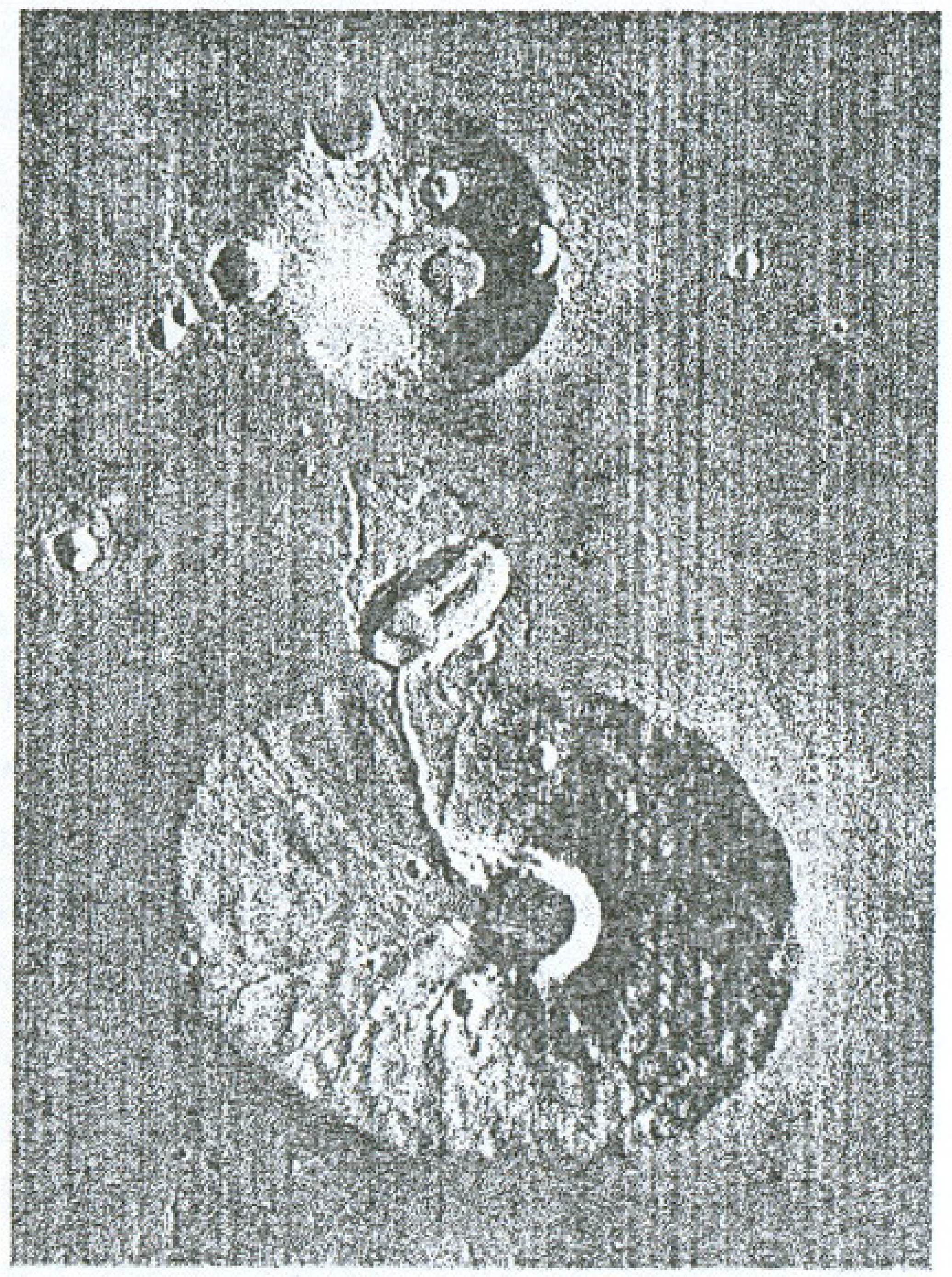
У пустињама Марса постоје читава поља дина. Два типа трансферзалних дина пронађена су у северном циркумполарном пољу: путујуће и бархани дине. Путујуће дине су оријентисане нормално на правац кретања ветра и имају облик слова Y. Бархани дине су у облику месечевог српа, са роговима који су окренути у смеру ветра. Они подсећају на најдуже дине на Земљи.

### Клима и сезонске промене

Локалне олује су честе на Марсу. Међутим, због годишње варијације примљене количине топлоте са Сунца (40% више у перихелу него у афелу), долази и до пешчаних и прашинастих олуја планетских размера. Прашина и песак се подижу на висину од више десетина километара, апсорбују сунчеву светлост, тако да се температура атмосфере тада повећава за око 30 °C. Такве велике олује снимљене су током мисија „Викинга" и „Маринера" и при посматрањима радиотелескопом NRAO на Кит Пику у Аризони (1992, 1994. и 1996.). Са Хабловог свемирског телескопа (HST) су, такође, добијени подаци о олујама на Марсу. Ипак, много је више облака леда ($CO_2$ и мало обичног леда). Промене климе – из вруће прашњаве фазе у хладну облачну су нагле. У топлој фази, просечно недељу дана, небо на Марсу је ружичасто, испуњено прашином без облака. Тада је температура око −20 °C. Онда, прашина нестаје из атмосфере и појављују се сјајни облаци леда на плавом небу, а температура пада на око −50 °C. На овако нагле промене климе утичу три фактора: ретка атмосфера, изразито елиптична путања Марса и јаке климатске интеракције између облака прашине и леда. Не постоји стабилизујуће дејство океана као на Земљи.

Пошто оса ротације Марса са нормалом на еклиптику заклапа угао од 25,19°, на Марсу постоје годишња доба (као на Земљи). Када је на северној хемисфери лето, северна калота, која се углавном састоји од обичног леда, сасвим се истопи. Тада је на јужној хемисфери зима, и јужна калота, коју чини залеђени угљендиоксид („суви лед”), простире се све до −50° јужне ширине Марса. Јужна калота се никад сасвим не истопи (њена минимална величина има 400 km у пречнику) и у близини њених ивица су честе локалне олује прашине, због нагле промене температуре са висином (велики градијент температуре).

Доласком пролећа, контраст између светлих и тамних области се појачава, чак се „мора” спуштају према екватору брзином од 30 km на дан. Негде се та промена дешава на исти начин сваког пролећа, а негде је сваког пролећа различита. Интересантно је да светле области не учествују у том сезонском циклусу, али код њих постоје вековне промене.



Задовољавајуће објашњење за тамне области не постоји, за сада. Присталице могућности живота на Марсу су у најновијим открићима (из 1996) делимично добили потврду своје хипотезе. НАСИН тим истраживача из Џонсоновог свемирског центра и Стенфорд универзитета (**Johnson Space Center and Stanford University**) је пронашао индикације о могућем постојању примитивног живота на Марсу, који је, изгледа, почео пре више од 3,6 милијарди година. Пронађени су извесни органски молекули, комбинације минерала карактеристичних за биолошку активност, микроскопски црволики облици налик на фосиле примитивних организама (бактерија) унутар веома старог каменог метеорита, који је са Марса пао на Земљу. То значи да на Марсу можда и сада постоје примитивни организми – живот. Ова хипотеза данас има доста противника – многи научници сматрају да наведена структура може настати и неорганским путем. Многи тамне области повезују управо са тим животом примитивних организама, који с почетком пролећа појачавају своју активност.

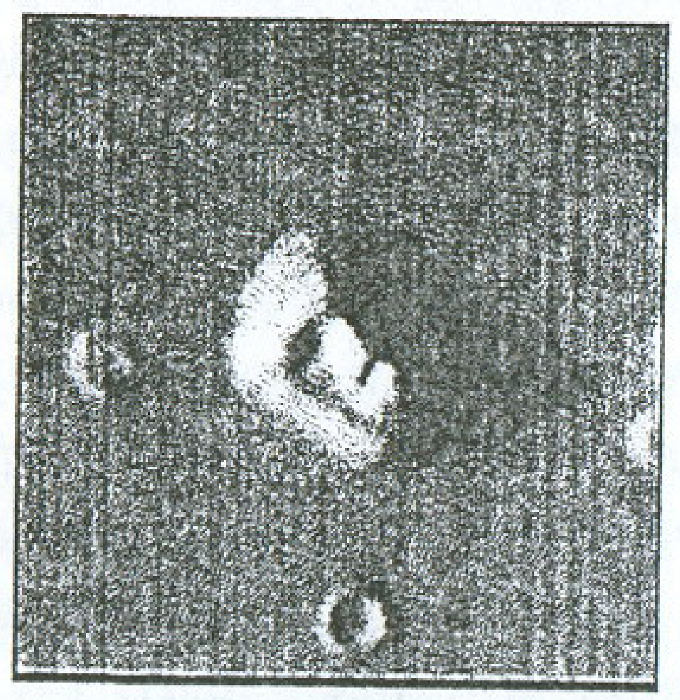
Треба рећи да је температуре на Марсу теоријски израчунао Милутин Миланковић у свом делу „Канон осунчавања или астрономска теорија климатских промена”. Он је израчунао да би средња температура на Марсу требало да буде −17 °C, и да под тим условима никакав живот на површини планете не би био могућ. Претпоставио је да би неки облик живота био могућ само испод поларних капа. Како каже Владо Милићевић у делу „Сјај звезде Миланковић”, „После њиховог отапања дубоко скривена биљна семена би се развила, све док поново не дође до формирања калота. Тада би се биљке опет повлачиле у унутрашњост Марса.” Према досадашњим открићима, Миланковић је можда био близу истине?

### Модел унутрашњости Марса

Најновија сазнања омогућавају да се прилично подробно изради модел унутрашњости Марса. Према том моделу, планету би чинили кора, омотач и језгро. За сада су тачно одређени маса планете, полупречник, и момент инерције при прецесији (**„Mars Pathfinder”**). Према моделу, полупречник језгра би био у границама од 1300 km до 2000 km, у зависности од тога да ли је у њему само гвожђе, или има и сумпора. Претпоставља се да би постојала конвекција топле и хладне материје у омотачу. Топла материја би се дизала горе и подизала површину планете, што се види у области Тарзис, где подизање површине у центру области износи 8 km. Хладна материја би повлачила површину планете надоле, што би доводило до растезања коре и формирања улегнућа, као на пример, у Долинама Маринера. Врела маса, која успе да избије на површину, ствара вулкан.

### Још нека сазнања о Марсу

Марс има магнетно поље које је 800 пута слабије од Земљиног (раније се сматрало да је 3000 пута слабије, а овај најновији податак добијен је са Марсовог извидника – „Mars Pathfinder", који је лансиран 4.12.1996, а слетео је на Марс 4.7.1997. у Аресову (Ares) долину – без орбитирања око планете). Марс поседује јоносферу где је максимална јонизација измерена на висини од 120 km. Концентрација електрона у јоносфери била је $10^5\,cm^{-3}$, што је само 10 пута мање него у нашој јоносфери (овај податак је прилично стар, и вероватно ћемо ускоро имати нови).



Такође је измерено слабо стално радио-зрачење са Марса, термичког порекла (1,2 mm до 21 cm). Ово зрачење долази испод површине, из слојева чија се температура не мења под дејством дневних или сезонских промена.

### Марсови сателити

Марс има два сателита, Фобос (Phobos – Страх) и Дејмос (Deimos – Ужас), које је открио Асаф Хол (A. Hall) 1877. године. Слабог су сјаја и сразмерно близу планете, тако да их је телескопом тешко посматрати. Орбите су им приближно кружне, и леже скоро у екваторској равни Марса. Димензије Фобоса су $13{,}5\,km \times 10{,}8\,km \times 9{,}4\,km$, маса $1{,}1 \times 10^{16}\,kg$, а удаљеност од Марса 9,38 km. Пошто му је период револуције 7,5 часова, а период ротације Марса око 24,5 часа, посматрач на Марсу би видео да Фобос излази на западу, а залази на истоку. Дејмос има нешто мање димензије, $7{,}5\,km \times 6{,}1\,km \times 5{,}5\,km$, маса му је $1{,}8 \times 10^{15}\,kg$, а удаљен је од Марса 23,46 km (удаљења су дата у односу на површину планете). Његов период револуције је око 30 h 18 m.

### Скора будућност

Пошто је „Mars Pathfinder" послао много података важних за грађу површине, хемијске карактеристике тла, магнетне особине земљишта, атмосферу и динамику револуције и ротације планете, потребно је још сачекати до стизања исцрпније анализе. За сада је највише изненадио налаз летелице да стене око места спуштања садрже више силицијума него што се очекивало. То значи да су те стене биле подвргнуте топљењу и преради, при чему је гвожђе као теже потонуло, а силицијум испливао, ми сада анализирамо материјал коре.

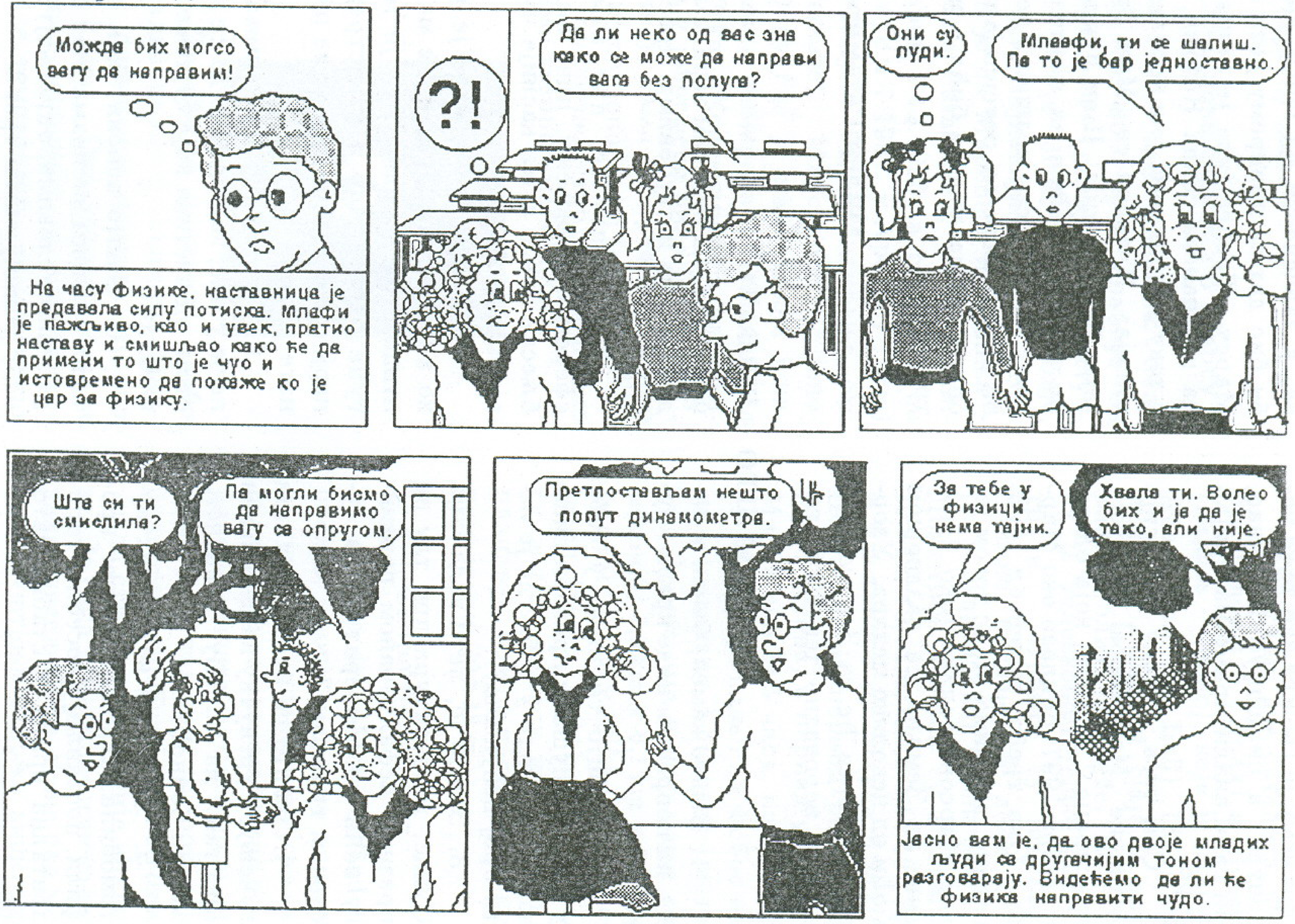
Сем тога, у току је мисија летелице „Mars Global Surveyor" лансиране 7.11.1996, која од септембра 1997. обилази око Марса. Она треба, почев од 1998. године, да снима Марс током једне Марсове године (око 2 године на Земљи), са раздвојном моћи од неколико метара. Узорци са Марса ће на Земљу бити донети вероватно тек 2006. године, а можда чак 2008. године, у зависности од новца који би био дат за припрему лета ка Марсу. Трећег јула је полетела и јапанска сонда Нозоми, а у току је припрема још неколико мисија. Планира се „Mars Surveyor 2001" мисија. Њен Лендер ће носити уређаје за анализирање површинске прашине, која би могла бити од потенцијалне опасности за људска бића – истраживаче.

**Милер Ратомирка**

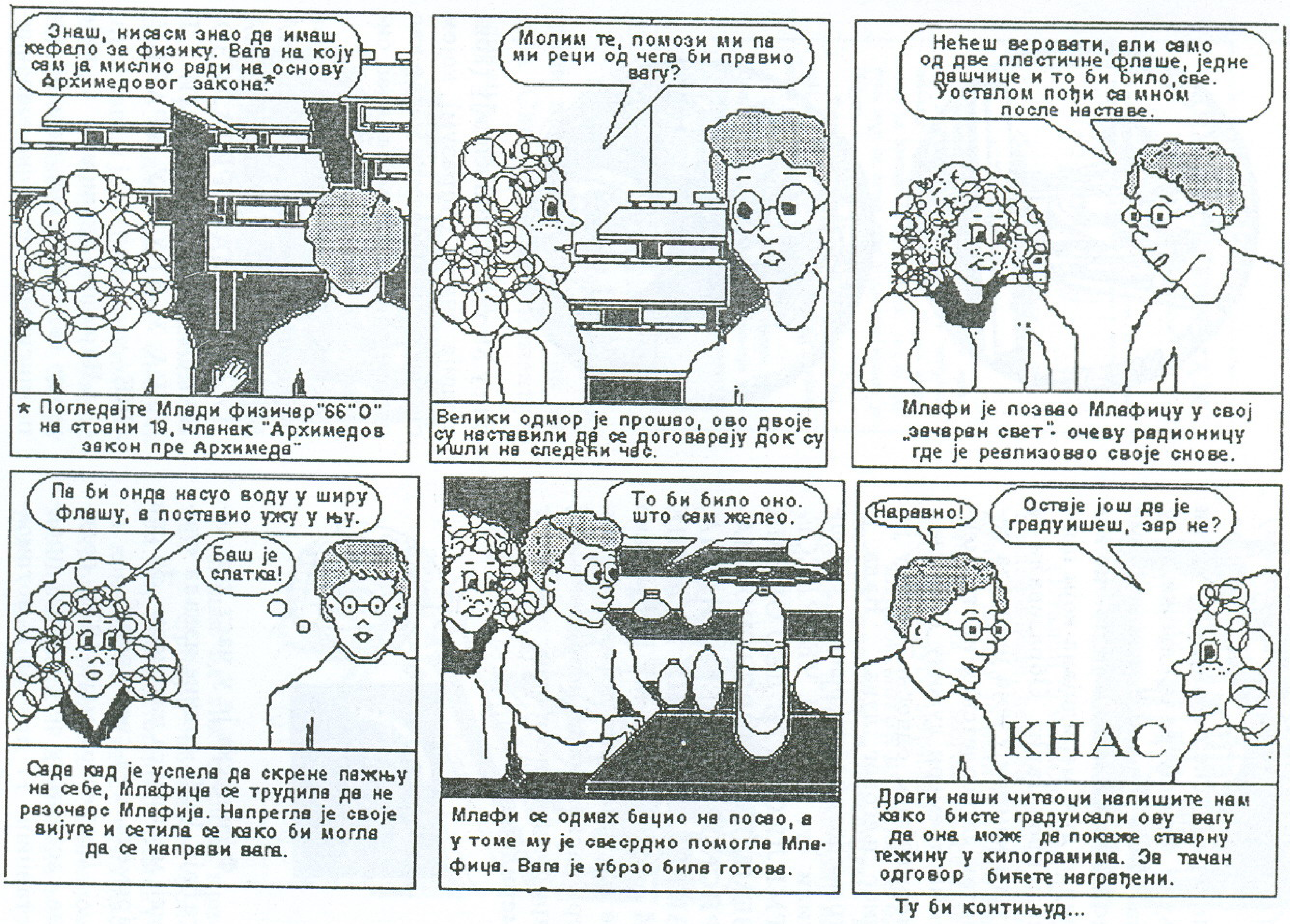
## МИ ЗАШТО – ВИ ЗАТО

1. Зашто камен, бачен у воду, на површини воде прави кругове?
2. Зашто се зими, у соби у којој су пушачи прозори више замагљују него у соби где је исти број непушача?
3. Зашто је, лети када сија Сунце, температура при тлу на празном асфалтираном паркингу већа од температуре на суседном травњаку?
4. Зашто се аутомобил при кочењу, у тренутку када точкови престану да окрећу, углавном, заноси бочно?
5. Зашто се код брзих аутомобила, аеродинамичног профила, постављају посебна, хоризонтална крила – стабилизатори?
6. Зашто су тзв. позициона светла, на високим зградама, димњацима и стубовима, црвене боје?
7. Зашто се, при атмосферском пражњењу, прво види бљесак муње, а тек касније чује грмљавина?
8. Зашто, зими када је јако хладно, врапци и друге мале птице, увуку главу што је могуће ближе телу и накостреше перје тако да личе на мале пернате лопте?
9. Зашто се дим из димњака пење у вис, када знамо да се састоји од честица које су теже од ваздуха?
10. Зашто авиони, који лете на великим висинама, под одређеним условима, остављају на небу јасно уочљив траг?

# Млафи енд ко...


Можда бих могао вагу да направим!
На часу физике, наставница је предавала силу потиска. Млафи је пажљиво, као и увек, пратио наставу и смишљао како ће да примени то што је чуо и истовремено да покаже ко је цар за физику.
?!
Да ли неко од вас зна како се може да направи вага без полуга?
Они су луди.
Млафи, ти се шалиш. Па то је бар једноставно.
Шта си ти смислила?
Па могли бисмо да направимо вагу са опругом.
Претпостављам нешто попут динамометра.
За тебе у физици нема тајни.
Хвала ти. Волео бих и ја да је тако, али није.
Јасно вам је, да ово двоје младих људи са другачијим тоном разговарају. Видећемо да ли ће физика направити чудо.

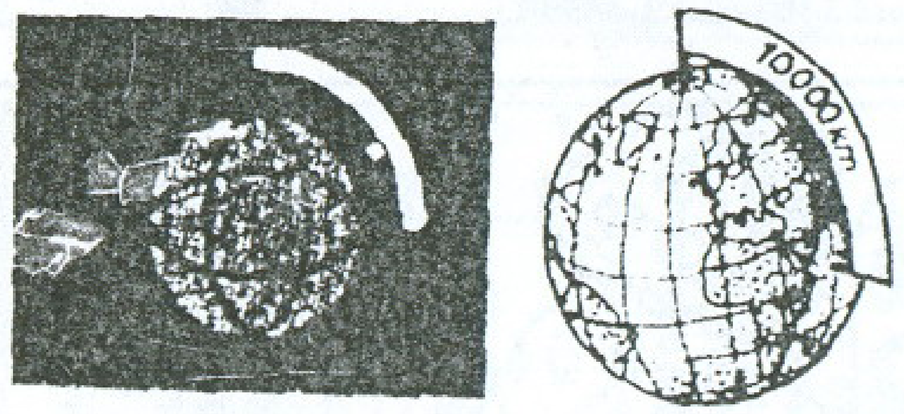



Знаш, нисам знао да имаш кефало за физику. Вага на коју сам ја мислио ради на основу Архимедовог закона.*
* Погледајте Млади физичар"66"0 на стовни 19, чланак "Архимедов закон пре Архимеда"
Молим те, помози ми па ми реци од чега би правио вагу?
Велики одмор је прошао, ово двоје су наставили да се договарају док су ишли на следећи час.
Нећеш веровати, али само од две пластичне флаше, једне дашчице и то би било,све. Уосталом пођи са мном после наставе.
Млафи је позвао Млафицу у свој „зачаран свет"- очеву радионицу где је реализовао своје снове.
Па би онда насуо воду у ширу флашу, а поставио ужу у њу.
Баш је слатка!
Сада кад је успела да скрене пажњу на себе, Млафица се трудила да не разочара Млафија. Напрегла је своје вијуге и сетила се како би могла да се направи вага.
То би било оно. што сам желео.
Млафи се одмах бацио на посао, а у томе му је свесрдно помогла Млафица. Вага је убрзо била готова.
Наравно!
Остаје још да је градуишеш, зар не?
КНАС
Драги наши читаоци напишите нам како бисте градуисали ову вагу да она може да покаже стварну тежину у килограмима. За тачан одговор бићете награђени.
Ту би континјуд...

## КРОЗ ИСТОРИЈУ МЕТРА У СЛИЦИ И РЕЧИ

*(Наставак из претходног броја)*

Крајем 18. века, за време Француске револуције, учени људи Француске предложили су да се за јединицу дужине узме део обима Земље који би био измерен дуж меридијана који пролази кроз Париз. Образовали су стога комисију која је имала задатак да геодетским инструментима премери дужину Париског меридијана, односно дужину једног његовог лука. Када је премеравање завршено, саопштили су: ЈЕДАН ЧЕТРДЕСЕТМИЛИОНИТИ ДЕО ОБИМА ЗЕМЉЕ, ИЗМЕРЕН ДУЖ ПАРИСКОГ МЕРИДИЈАНА, БИЋЕ ЈЕДИНИЦА ДУЖИНЕ И ЗВАЋЕ СЕ МЕТАР. Тако је настала прва дефиниција метра заснована на непроменљивој природној величини земљиног меридијана.



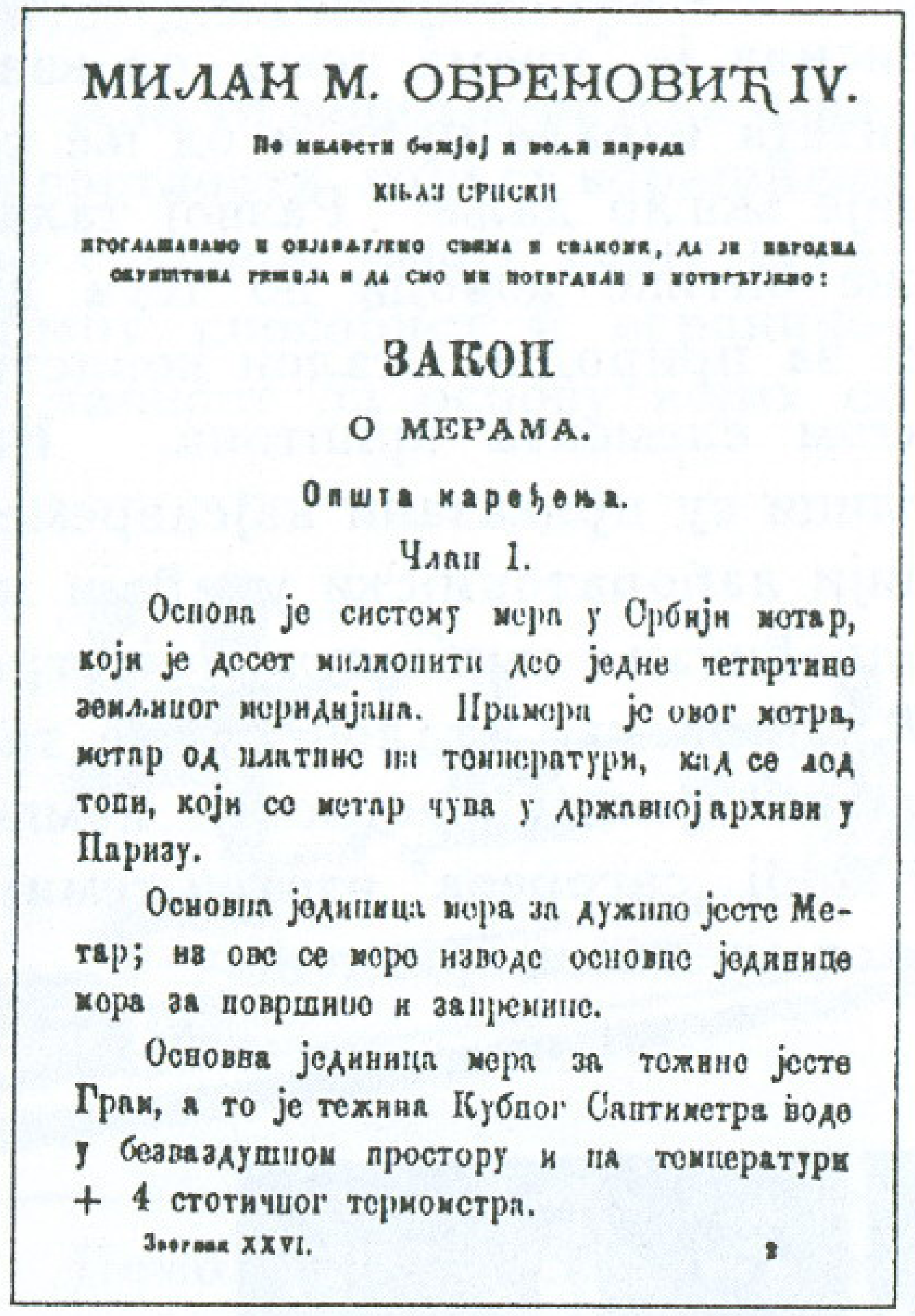


Француска је у част тог догађаја 1799. године издала спомен медаљу са натписом „За сва времена и за све народе".

Двадестог маја 1875. године састали су се у Паризу представници 17 држава и потписали су Метарску конвенцију (конвенција значи споразум) којом су државе прихватиле метар као основну јединицу метарског система

1889. године је дата нова дефиниција метра: ДУЖИНА МЕТРА ЈЕ ИДЕНТИЧНА ДУЖИНИ МАТЕРИЈАЛИЗОВАНОГ ЛЕЊИРА КОЈИ СЕ ЧУВА У АРХИВУ ФРАНЦУСКЕ.

Народна скупштина Србије једну годину и пет месеци пре потписивања метарске конвенције указом Милана Обреновића донела је закон о мерама.



МИЛАН М. ОБРЕНОВИЋ IV.

По милости божјој и вољи народа

КЊАЗ СРПСКИ

ПРОГЛАШАВАМО И ОБЈАВЉУЈЕМО СВИМА И СВАКОМЕ, ДА ЈЕ НАРОДНА СКУПШТИНА РЕШИЛА И ДА СМО МИ ПОТВРДИЛИ И ПОТВРЂУЈЕМО:

ЗАКОН

О МЕРАМА.

Општа наређења.

Члан 1.

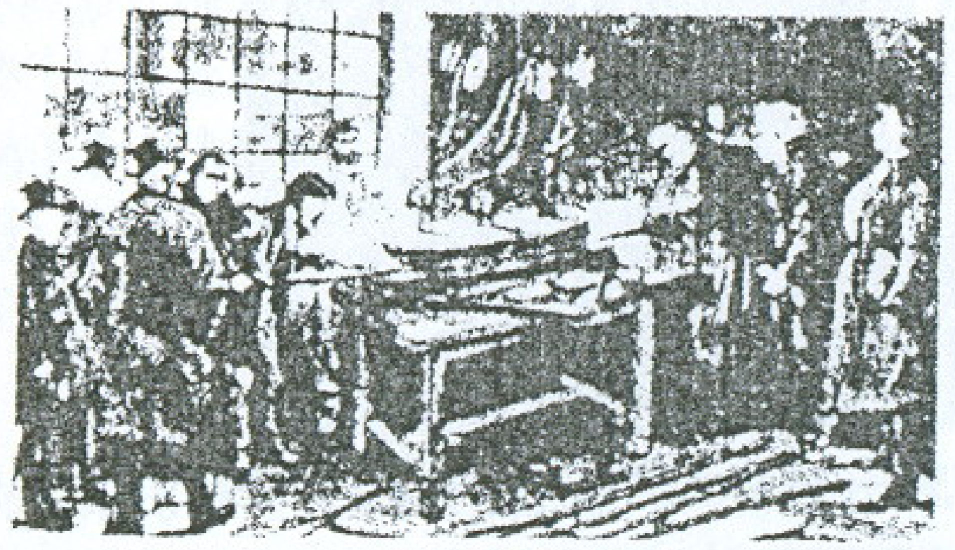
Основа је систему мера у Србији метар, који је десет милионити део једне четвртине земљиног меридијана. Прамера је овог метра, метар од платине на температури, кад се лед топи, који се метар чува у државној архиви у Паризу.

Основна јединица мера за дужину јесте Метар; из ове се мере изводе основне јединице мера за површине и запремине.

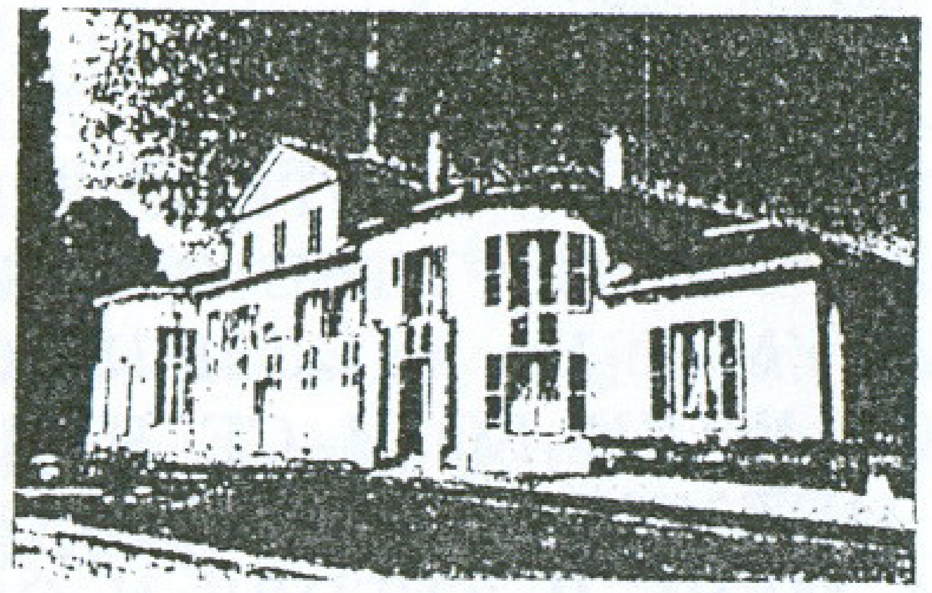
Основна јединица мера за тежине јесте Грам, а то је тежина Кубног Сантиметра воде у безваздушном простору и на температури + 4 стотичног термометра.

Зборник XXVI. 2

Године 1889. приступа се изради прамере или еталона метра. Слика приказује момент изливања еталона метра.



Урађено је 30 еталона метра. Један од тих еталона проглашен је међународним еталоном и остављен на чување Међународном бироу у Севру крај Париза.



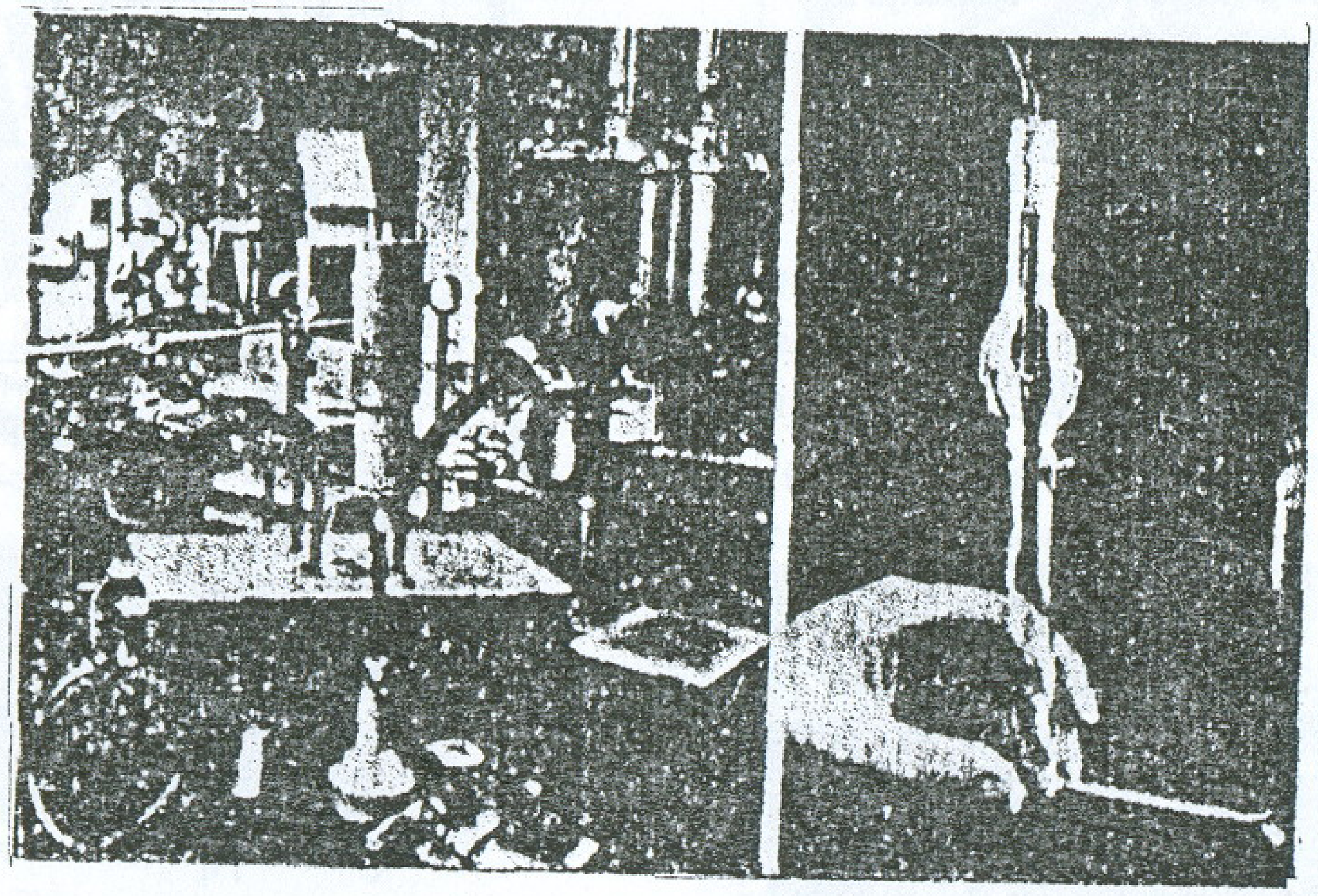
(Еталон је мерило намењено да дефинише, сачува или репродукује мерну јединицу једне величине, да би могла да се преноси на друга мерила).

Еталон метра израђен је од легуре платине и иридијума и одређен је његов геометријски облик.


Један од тих еталона припао је Србији, обележен бројем 30, као потписници поменуте конвенције. И он се чува као историјска вредност у Савезном заводу за мере и драгоцене метале у Београду.

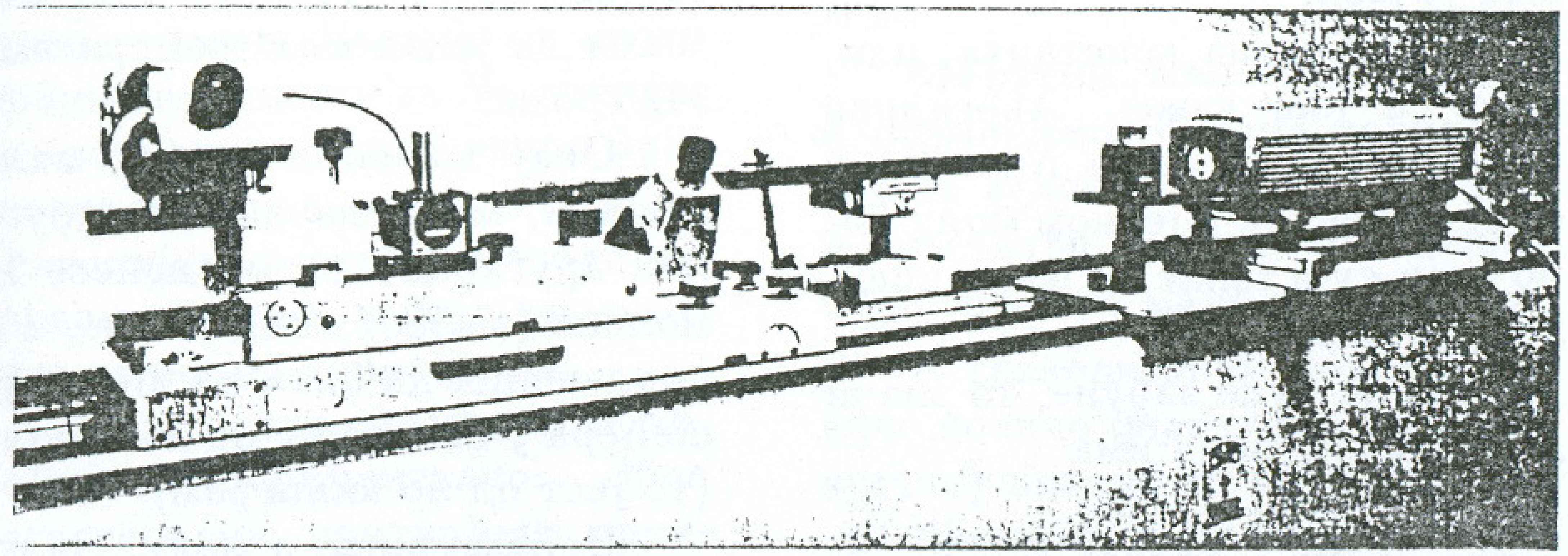
Према том еталону дефиниција метра гласи: МЕТАР ЈЕ РАСТОЈАЊЕ ИЗМЕЂУ ДВЕ ЦРТЕ НА ПРОТОТИПУ МЕТРА ОД ПЛАТИНЕ И ИРИДИЈУМА НА ЦЕЛЗИЈУСОВОЈ НУЛИ КОЈИ СЕ ЧУВА У МЕЂУНАРОДНОМ БИРОУ ЗА МЕРЕ И ТЕГОВЕ У СЕВРУ КРАЈ ПАРИЗА.

Временом се показало да тачност мерења људи 18. и 19. века не задовољава човекове потребе у другој половини двадесетог века. Црте на еталону метра биле су несигурне због своје дебљине. Механичке особине материјала од којих је саграђен метар не могу остати стабилне. Материјали су подложни промени, уништењу и избаљивању. Тачност метра зависила је, према томе, од квалитета израде црта и од ње се није могло даље. Развој таласне оптике доводи до тога да се за природни еталон користи атом елемента криптона. На слици су приказани најсавременији лабораторијски уређаји за одређивање тачне дужине метра у којима као еталон служе таласне дужине светлости лампе у којој „сагорева" изотоп хемијског елемента криптона.



Вршена су упоређивања мерних дужина са таласном дужином одређене спектралне линије, па се 1960. године дошло до нове дефиниције метра: МЕТАР ЈЕ ДУЖИНА ЈЕДНАКА 1650763,73 ТАЛАСНИХ ДУЖИНА РАДИЈАЦИЈЕ У ВАКУУМУ КОЈА ОДГОВАРА ПРЕЛАЗУ ИЗМЕЂУ НИВОА $2p_{10}$ и $5d_5$ атома криптона-86. Еталони метра су донедавно упоређивани помоћу микроскопа до десетог дела једног микрометра, а данашњим електронским уређајима еталони се упоређују с тачношћу већом од стотог дела микрометра.

Али ти монохроматски извори светлости, који су коришћени као еталони, имају своју ограничену способнст и ограничену тачност на основу којих се репродукује дефиниција метра. Оваква испитивања су захтевала кохерентне (стабилније) изворе светлости. И ту су се ласери показали као најбољи. На слици приказан је модерни ласерски интерферометар за испитивање еталон метра.



Помоћу ласерске технике тачно је измерена брзина светлости. Брзина светлости као физичка константа није везана за материју и енергију и узета је 1983. године за дефиницију јединице за дужину. Тако се данас метар дефинише: МЕТАР ЈЕ ДУЖИНА ПУТАЊЕ КОЈУ У ВАКУУМУ ПРЕЂЕ СВЕТЛОСТ ЗА ВРЕМЕ ОД 1/299792458 СЕКУНДЕ.

Тако је наука везала дефиницију метра за природну величину која постоји сама по себи у природи. Еталони метра су донедавно упоређивани помоћу микроскопа до десетог дела једног микрометра, а данашњим електронским уређајима еталони се упоређују с тачношћу већом од стотог дела микрометра. У метрологији (науци о мерењу) постоји тежња да се дефиниције заснивају на физичким константама које су независне и не подлежу никаквим утицајима и променама.

Мало је познато да се у неким земљама одржавају јубилеји посвећени метру, поводом годишњица, када је почео да се употребљава у датој држави. Стогодишњица Метарске конвенције обележена је издавањем медаља, поштанских марака...

Последња дефиниција метра вероватно ће остати дуже у употреби. Постоје покушаји да се преко других физичких константи да нова дефиниција метра.

Томислав Сенћански

# АВОГАДРОВА КОНСТАНТА

Сви знамо да су молекули врло мали па их, самим тим, у предметима који нас окружују има веома много. Колико много?

Да би се на ово питање одговорило, треба да се подсетимо шта је *Авогадрова константа* и шта је *мол*.

Авогадрова константа, или, како се још каже: Авогадров број, означава се са $N_A$. То је број молекула у једном молу било које супстанце, и њена вредност је око $6 \cdot 10^{23}$.

Да не буде забуне, то значи да у једном молу има

$$N_A \approx 6 \cdot 10^{23} = \\ = 600\,000\,000\,000\,000\,000\,000\,000 \quad (1)$$

молекула.

Мол је дефинисан као она количина супстанце која садржи исти број честица (атома, молекула, јона или сличних објеката који се могу бројати), колико има атома у 0,012 килограма изотопа угљеника-12. Ово је прилично компликована и збуњујућа дефиниција, и на њу се у наставку нећемо превише ослањати.

Један мол неке супстанцеједнак је онолико грама те супстанце колика је релативна молекулска маса („молекулска тежина") те супстанце. На пример, $H_2O$ има релативну молекулску масу од $1+1+16 = 18$, што значи да један мол воде има 18 грама. Обичан шећер који купујемо у бакалници има формулу $C_{12}H_{22}O_{11}$. Према томе, његова релативна молекулска маса је $12 \times 12 + 22 \times 1 + 11 \times 16 = 342$, што значи да један мол шећера има 342 грама.

Онај ко воли да се мало нашали, може да замоли друга или другарицу да му донесе 10 молова (то јест чашу) воде, а у продавници да пита да ли имају шећера у паковању од по 3 мола (то јест од по килограм).

Нећемо више о молу. Задовољство да се баве овом јединицом остављамо љубитељима хемије.

Амадео Авогадро (1776–1856) је италијански научник који је радио као професор физике у Торину. Он је у науку увео појам молекула, и био први који их је разликовао од атома. Он је први схватио да се неки најважнији гасовити хемијски елементи (водоник, кисеоник, азот, ...) састоје од молекула у којима има по два атома. Од њега потиче и закон да у истим запреминама различитих гасова* има исти број молекула.

* који имају исту температуру и притисак



Авогадро, међутим, уопште није одредио вредност константе која носи његово име. То је, много касније, први учинио један бечки професор физике, Јозеф Лошмит (1821–1895). Он је вредност $N_A$ проценио из података добивених мерењем вискозности гасова, топлотне проводљивости гасова и брзине дифузије гасова. Касније су много тачније вредности за $N_A$ добивене проучавањем такозваног Брауновог кретања, а данас се најефикаснијим сматрају методе засноване на дифракцији рендгенских зрака на кристалима.

Авогадрова константа се одређује експериментално. Због тога се њена, прихваћена вредност током времена мењала, јер су се примењивале све савршеније и прецизније мерне технике. Данас усвојена вредност је

$$N_A = (6{,}0221367 \pm 0{,}0000036) \mathrm{x} 10^{23} \mathrm{mol}^{-1}$$

Поређења ради, пре десетак година било је прихваћено:

$$N_A = (6{,}022045 \pm 0{,}000030) \mathrm{x} 10^{23} \mathrm{mol}^{-1}$$

Обратите пажњу на то да поред бројчане вредности, Авогадрова константа (као уосталом и свака мерењем добивена величина) има и процену експерименталне грешке.

Димензија Авогадрове константе је $\mathrm{mol}^{-1}$, што треба схватити као „број комада (молекула) у једном молу".

На овом месту бисмо могли да завршимо овај чланак. Али нећемо.

Свако, без тешкоће, може да запамти број дат у једначини (1). И треба да запамти, јер се ради о једном јако важном податку.

Међутим, мало ко ће стати и размислити о томе колико је заиста велик број $N_A$. Број $N_A$, је, у ствари, непојмљиво велик. Објаснимо то мало опширније.

У свакодневном животу (одакле потиче целокупно наше искуство) никада се не сусрећемо са објектима који би имали макар и приближно тако велики „број комада". Пребројиви објекти које добро познајемо (на пример, јаја, динари, навијачи на фудбалском стадиону, Кинези) ретко када садрже више од неколико хиљада јединки, у изузетним случајевима ради се о милионима или милијардама. То је „сића" у односу на Авогадрову константу.

Потребно је уложити знатан напор да се стекне ментална слика о величини броја $N_A$. Будући да то не можемо постићи упоређујући $N_A$ с нечим што нам је из искуства познато, једино што нам преостаје јесте да пустимо машти на вољу (држећи у приправности џепни калкулатор).

Предложен је велики број таквих маштања, нека озбиљна (и досадна), неке помало шашава. Навешћемо два.

### *Да имам $N_A$ динара*

Рецимо, с мало цинизма, да је $N_A$ динара толико много новца да за њега ништа не бисте могли купити (јер вам нико не би могао вратити кусур). Зато ништа друго не преостаје него да новац уложите у банку. Банка даје 5% камате годишње.

Међутим, немајући поверења у банку, већ после једне секунде се предомислите и подигнете новац са рачуна.

На крају календарске године банка вас обавештава да сте за ону једну секунду на име камате добили

$$\frac{N_A \times 0{,}05}{365 \times 24 \times 60 \times 60} = 1{,}0 \cdot 10^{15}$$

динара.

Не знајући шта ћете са толиким новцем, одлучите да га разделите, и то подједнако свим људима наше планете. Њих данас има нешто више од 5 милијарди, $5 \cdot 10^9$, из чега следи да сваком земљанину припада по 200 000 динара. То је довољно новца да сваки од њих купи по један бољи мерцедес. (Решавање проблема паркирања свих ових аутомобила препуштамо читаоцима.)

### *Да имам мол сутлијаша*

За припремање једног мола сутлијаша потребно нам је $N_A$ зрна пиринча (као и нешто мало млека и шећера, што ћемо у овој причи занемарити). У порцији сутлијаша (200 грама) има око 6000 зрна пиринча. На тај начин добићемо $10^{20}$ порција, и то неко треба да поједе.

Ако сваког дана у току целог нашег живота (рецимо, 75 година) једемо по три порције, то ће бити скромних 82 000 порција.

Сматра се да је од постанка света до данас на Земљи живело око $150 \cdot 10^9$ људи. Да су сви они живели по 75 година и да су по три пута дневно јели сутлијаш, потрошили би свега $1{,}2 \cdot 10^{16}$ порција, а то је само десетхиљадити део расположиве количине.

Поука: Чак и ако једном будете имали $N_A$ зрна пиринча, немојте од целе количине кувати сутлијаш.

Писац овог чланка позива читаоце „Младог физичара” да смисле друге сличне приче које илуструју енормну величину Авогадрове константе. Пет најдуховитијих (и истовремено рачунски коректних) предлога добиће по једну књигу као награду.

**Иван Гутман**



## ОДАБРАНИ ЗАДАЦИ

### 6. разред

**1.** Дечак масе $m = 40\,\mathrm{kg}$, стоји на хоризонталној подлози са испруженим рукама. На леву руку му слете три врапца, а на десну четири, сваки масе $m_1 = 50\,\mathrm{g}$.

*а*) Коликом резултујућом силом врапци делују на сваку дечакову руку?

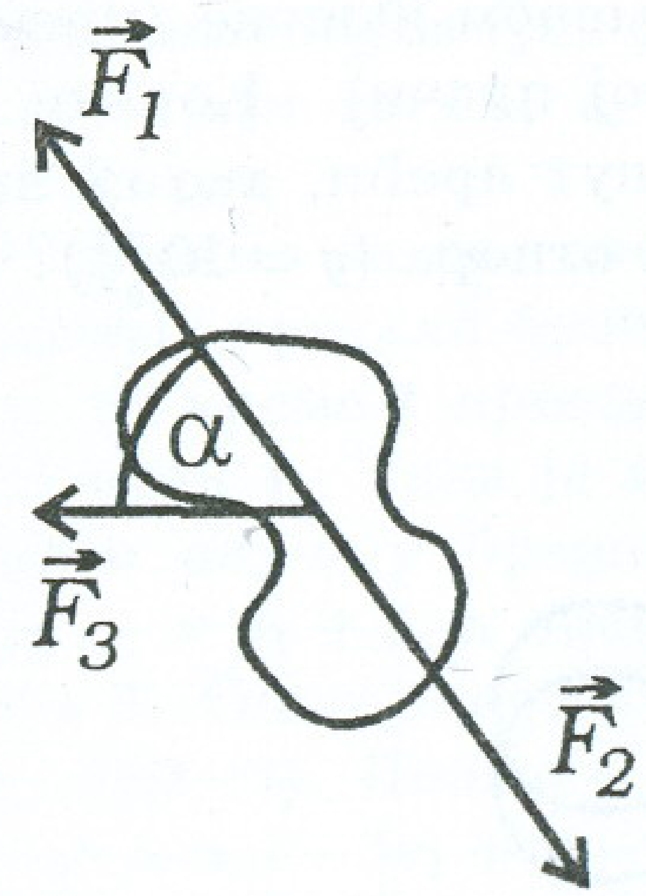
*б*) Коликом силом дечак, заједно са врапцима, делује на подлогу?

*в*) За колико, и колико, пута се променила сила којом дечак делује на подлогу због слетања врабаца?

*г*) Да ли је сила којом врапци делују на руке дечака иста и у току слетања врабаца?

($g = 9{,}81\,\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}^2}$ или $G = 9{,}81\,\frac{\mathrm{N}}{\mathrm{kg}}$)

**2.** На тело које мирује, у истом тренутку почну да делују четири силе, као на слици. Силе $F_1$ и $F_2$ су истог интензитета од 20 N, а сила $F_3 = 10\,\mathrm{N}$



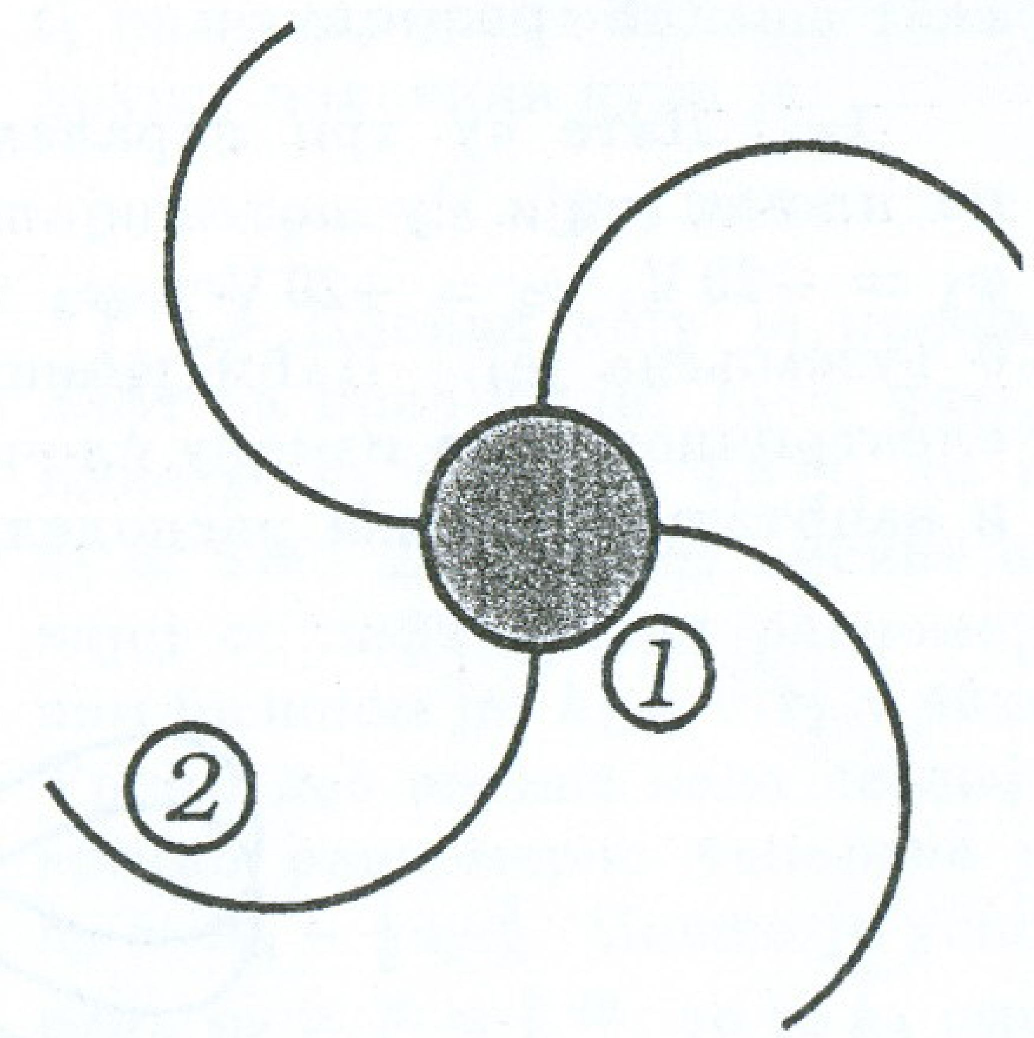

*а*) У ком смеру би требало да делује четврта сила и колики мора бити њен интензитет, да се тело не би кретало?

*б*) Колики би требало да буде интензитет силе $F_4$ (при смеру одређеном под *а*)), да би тело кренуло у смеру силе $F_3$?

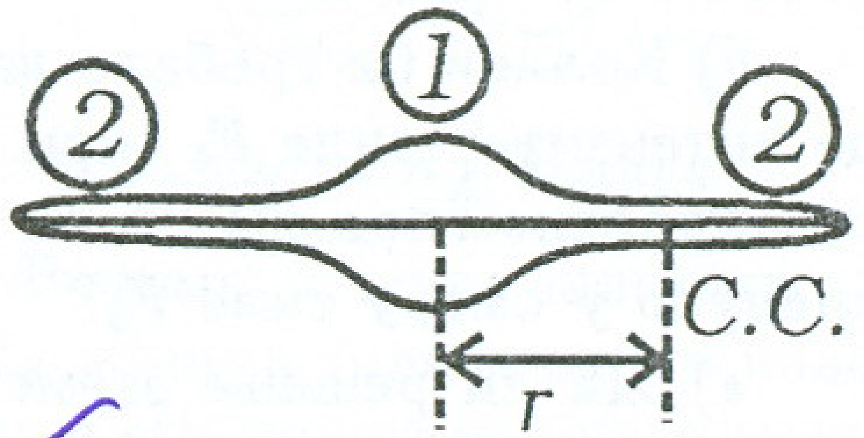
*в*) Да ли решење зависи од угла $\alpha$?

### 7. разред

**1.** Удаљеност Сунца од центра Галаксије (Млечни пут), која је спиралног типа (језгро са два пара спиралних крака), износи $r = 3{,}1 \cdot 10^{20}\,\mathrm{m}$. Брзина ротације Сунца око центра Галаксије износи око $v = 250\,\frac{\mathrm{km}}{\mathrm{s}}$. Нађи масу Галаксије и број звезда у њој, ако можемо сматрати да је Сунце звезда средње масе, која износи $M_S = 2 \cdot 10^{30}\,\mathrm{kg}$.



① језгро
② спирални краци
Изглед галаксије гледан дуж галактичке равни
С.С. – Сунчев систем




**2.** Тело се пусти да слободно пада са висине $h = 80\,\mathrm{m}$. Једну секунду након тога, њему у сусрет баци се увис тело почетном брзином $v_0 = 40\,\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}}$ ($g = 10\,\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}^2}$). Наћи

*а*) време сусрета, рачунато у доносу на друго тело;

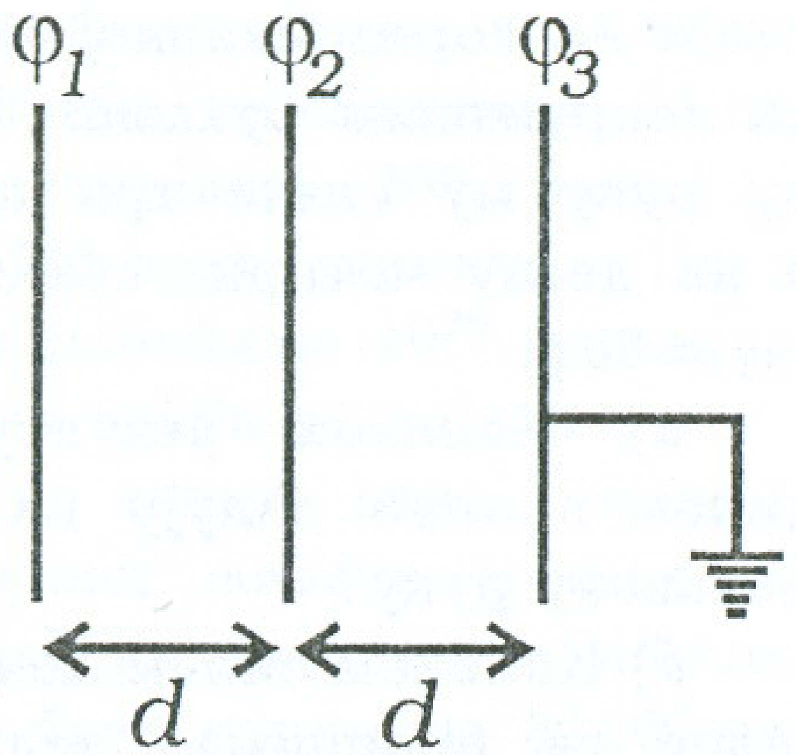
*б*) висину на којој су се срели;

*в*) брзине при сусрету;

*г*) нацртај графике брзина у функцији од времена за оба тела.

## 8. разред

**1.** Дате су три паралелне плоче, чији су потенцијали $\varphi_1 = -20\,\mathrm{V}$, $\varphi_2 = +20\,\mathrm{V}$ а $\varphi_3 = 0$ (уземљена је). Наћи јачину електричног поља између плоча и нацртати графички расподелу јачине електричног поља у функцији од растојања. Растојање између плоча је исто и износи $d = 4\,\mathrm{cm}$.




**2.** Хоризонтално постављене облоге кондензатора потопљене су у уље, чија је густина $\varrho = 800\,\frac{\mathrm{kg}}{\mathrm{m}^3}$, при чему је горња плоча негативно наелектрисана. Напон између облога је $U = 10\,\mathrm{V}$, а растојање између њих $d = 5\,\mathrm{cm}$. Позитивно наелектрисана куглица количине наелектрисања $q = 10\,\mathrm{nC}$, масе $m = 10^{-6}\,\mathrm{kg}$ и запремине $V = 10\,\mathrm{mm}^2$, закочена је на средини између плоча. У неком тренутку она добије брзину $v_0 = 1{,}5\,\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}}$ са смером наниже (према позитивној плочи). Колики ће укупан пут прећи, ако се занемари сила отпора ($g = 10\,\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}^2}$)?





## 6. разред

**1.** $v_{\mathrm{sr}} = \dfrac{s}{t} = \dfrac{s_1 + s_2}{t} = \dfrac{v_1 \cdot \frac{t}{3} + v_2 \cdot \frac{2}{3}t}{t} = \dfrac{v_1 + 2v_2}{3} = 3\,\dfrac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}}.$

**2.** Нека је $s$ растојање између два места и $t$ време које протекне од поласка пешака до тренутка када га стигне бициклист.

Пешак за $1\,\mathrm{h}$ пређе $1/6$ растојања, односно $(s/6)\,\mathrm{km}$, а до сусрета пређе пут од $(s/6)t$. Бициклист полази $2\,\mathrm{h}$ касније и пешака ће стићи за $(t-2)$ часова после свог поласка. Бициклист за $1\,\mathrm{h}$ пређе $1/2$ растојања, односно $(s/2)\,\mathrm{km}$, а до сусрета пређе пут $\frac{s}{2}(t-2)$. Обојица су до сусрета прешли једнаке путеве, па се може написати:

$$\frac{s}{2}t = \frac{s}{2}(t-2).$$

Решењем ове једначине добија се да је $t = 3\,\mathrm{h}$. Према томе, бициклист ће стићи пешака $3\,\mathrm{h}$ по поласку пешака, односно $1\,\mathrm{h}$ по свом поласку. Биће то тачно на половини пута (јер цео пут пешак прелази за $6\,\mathrm{h}$, а бициклист за $2\,\mathrm{h}$).

**3.** Узмимо да се тело у првом случају кретало брзином $v_1$ и да је за време $t$ прешло неку дужину пута $s$. Тада је $s = v_1 t$. У другом случају брзина тела била је $v_2 = v_1 + 5$, а време кретања $t - 3$. Онда је пређени пут $s = (v_1+5)(t-3)$. Пошто је $s = v_1 t$ биће: $v_1 t = v_1 t - 3v_1 + 5t - 15$, одакле је $v_1 = \frac{5t-15}{3} \approx 1{,}667\,\frac{\mathrm{km}}{\mathrm{h}}$, а према томе: $v_2 = v_1 + 5 \approx 6{,}67\,\frac{\mathrm{km}}{\mathrm{h}}$. У оба случаја тело пређе једнаку дужину пута чија је бројна вредност $s = v_1 t \approx 6{,}67\,\mathrm{km}$.

## 7. разред

**1.** Време за које је тело прешло другу половину пута је: $t_2 = t - t_1$ (где је $t$ – укупно време падања тела, а $t_1$ време за које тело пређе прву половину пута). Укупни пут падања тела је $h = gt^2/2$, одакле је

$$t = \sqrt{\frac{2h}{g}}. \qquad (1)$$

Прва половина пута је:

$$\frac{h}{2} = \frac{1}{2}gt_1^2. \qquad (2)$$

Ако образац (2) променимо у образац (1), добијамо да је: $t = \sqrt{2t_1^2}$. Сменом у почетни образац за: $t_2 = \sqrt{2t_1^2} - 2$. Како је $t_1$ познато, време падања тела у другој половини пута је:

$$t_2 = \sqrt{8} - 2 \approx 0{,}83\,\mathrm{s}.$$

**2.** Висина коју је прешао лифт за прве $2\,\mathrm{s}$ је: $h_1 = \frac{1}{2}a_1 t_1^2$. Како је $a_1 = \frac{v}{t_1} = 2{,}5\,\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}}$, то је $h_1 = 5\,\mathrm{m}$. Други део висине на којој се лифт кретао равномерном брзином је: $h_2 = v \cdot t_2 = 40\,\mathrm{m}$. Трећи део висине када се лифт кретао равномерно успорено је $h_3 = vt_3 - \frac{1}{2}a_2 t_3^2$. Пошто је успорење $a_2 = \frac{v}{t_3} = \frac{5}{3}\,\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}}$, то је $h_3$ сменом и других датих величина:

7,5 m. Укупна висина подизања лифта је: $h = h_1 + h_2 + h_3 = 52{,}5\,\mathrm{m}$.

**3.** Пређени пут је $s = v_0 t + \frac{1}{2}at^2$ одакле је:

$$a = \frac{2s - 2v_0 t}{t^2}. \qquad (1)$$

Треба одредити $v_0$ (које није дато). Из услова задатка

$$v_n = v_0 \cdot n, \qquad (2)$$

убрзање је

$$a = \frac{v_n - v_0}{t}. \qquad (3)$$

Комбинацијом образаца (2) и (3) добија се да је: $v_0 = \frac{at}{n-1}$. Сменом $v_0$ у образац (1) добија се да је убрзање

$$a = \frac{2s(n-1)}{t^2(n+1)}.$$

## 8. разред

**1.** Увећање огледала је $u = \frac{L}{P} = 3$. Увећање је однос даљине лика и даљине предмета: $u = l/p$, одакле је $l = 3p$, па је жижна даљина:

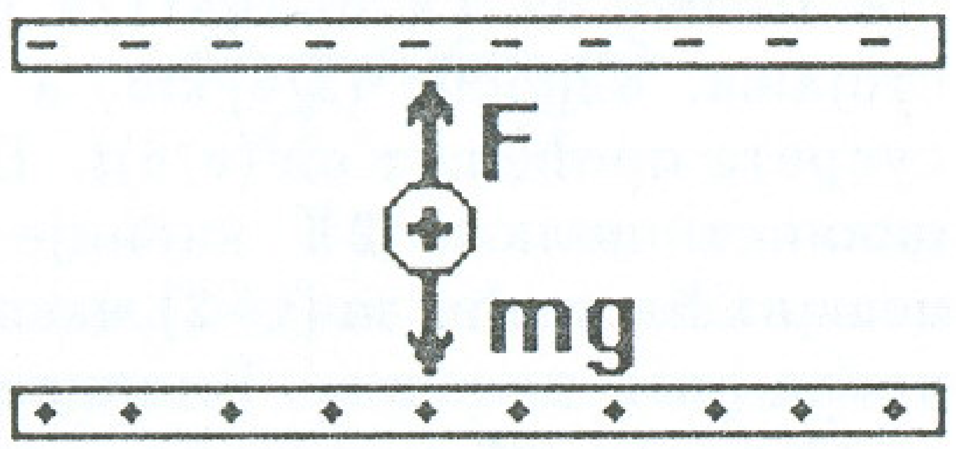
$$f = \frac{l \cdot p}{l - p} = \frac{3}{2}p. \qquad (1)$$

Када се предмет одмакне од огледала, онда увећање остаје исто (према задатку) $u' = u = 3$, а однос даљине лика и предмета је $l' = 3p'$, па је жижна даљина:

$$f = \frac{l'p'}{l' + p'} = \frac{3}{4}p'. \qquad (2)$$

Из релација (1) и (2) добија се: $\frac{3}{2}p = \frac{3}{4}p'$, односно да је $p = \frac{1}{2}p'$. Из услова задатка $p' = p + \Delta p$ (где је $\Delta p$ померање предмета од огледала). Из последње две релације следи однос $p = \frac{1}{2}(p + \Delta p)$. Израчунавањем добија се да је $p = 2\,\mathrm{cm}$. Жижна даљина је према томе $f = 3p/2 = 3\,\mathrm{cm}$.

**2.** Из услова задатка следи да је: $F = mg$.




Како је електрична сила: $F = \frac{qU}{d} = mg$, одакле је:

$$q = \frac{mgd}{U} = \frac{1}{8} \cdot 10^{-14}\,\mathrm{C}.$$

**3.** Како је напон у првом случају $U_1 = \frac{A_1}{q_1}$, добија се однос:

$$\frac{U_1}{U_2} = \frac{\frac{A_1}{q_1}}{\frac{A_2}{q_2}}.$$

Пошто су напони једнаки, из овог односа се може написати да је: $A_1 \cdot q_2 = A_2 \cdot q_1$. Како је $q_2 = q_1 + 4\,\mathrm{mC}$, а $A_2 = 5A_1$, то се добија да је:

$$A_2(q_1 + 4\,\mathrm{mC}) = 5A_1 \cdot q_1$$

одакле је $q_1 = 1\,\mathrm{mC}$.

Задатке припремио
Томислав Сенћански