## OBAVEŠTENJA UREDNIŠTVA

1. *Mladi fizičar* ob avljuje članke i kraće dopise koji doprinose popularizaciji fizike i srodnih nauka među učenicima osnovne škole i unapređuju njihova već stečena znanja i shvatanja, a koji su stručno i didaktički prilagođeni njihovom uzrastu. Namenjen je učenicima VII i VIII razreda i svim ostalim učenicima osnovne škole koje interesuju prirodne nauke.

2. Svaki rukopis (osim rešenja zadataka i drugih priloga koje šalju učenici) treba da bude otkucan pisaćom mašinom s dvostrukim proredom na čistoj, neprozirnoj hartiji formata A 4 (210×296 mm), s praznim prostorom širine oko 4 cm na levoj ivici lista. Obim članka ne treba da pređe 5 kucanih stranica. Crteži treba da budu izrađeni tušem ili crnom hemijskom olovkom na posebnoj čvrstoj hartiji. Na odvojenom listu autor je dužan da ispiše svoje puno ime i prezime, zvanje (odnosno zanimanje), adresu za prepisku i broj svog žiro računa (odnosno izjavu da ne poseduje žiro račun). Rukopisi se ne vraćaju Uređivački odbor zadržava pravo da prihvaćene rukopise rediguje i. objavljuje redosledom koji ne zavisi od reda prispeća.

3. **Godišnja pretplata za sva četiri broja iznosi 24 dinara.** Naručiocima više od 10 jednogodišnjih kompleta odobravamo rabat od 20%, 15% odnosno 10%, zavisno od roka do kog će se isplatiti celokupna pretplata (1. XII, 1. II odnosno 1. IV). Narudžbenice se šalju na adresu *Matematičkog lista* (za *Mladi fizičar)*, a novac preko **žiro računa 60806-678-14627, Matematički list, Beograd.** Pri tome treba navesti punu adresu na koju časopis treba dostavljati i jasno naznačiti na šta se narudžbenica odnosno uplata odnosi.

4. Narudžbenice, članke, rešenja zadataka i sve ostale priloge slati na adresu:

**MATEMATIČKI LIST**
za časopis **Mladi fizičar**
**Knez Mihailova 35/IV, p. p. 728, 11001 Beograd.**
Sva ostala obaveštenja na telefon 011-638-263.

SADRŽAJ

D. Koledin: Viljem Tomson (1824—1907) . . . . . 1
J. Simonović: Doplerov efekat . . . . . 4
J. Labat: Do koje mere važi zakon o održanju energije . . . . . 6
D. Ristanović: Sistemi poluga u čovekovom telu . . . . . 7
Zašto se u frižideru suše namirnice (prevod) . . . . . 11
M. Župančić: Tačnost fizičkih merenja . . . . . 13
B. Šimpraga: Merenje mase u srednjem veku . . . . . 15
*Iz prakse* . . . . . 17
*Zanimljivosti* . . . . . 19
*Zadaci i testovi* . . . . . 23

# MLADI FIZIČAR

ČASOPIS ZA UČENIKE OSNOVNE ŠKOLE

godina II, broj 2

VILJEM TOMSON

BEOGRAD
1977.

*DRUŠTVO MATEMATIČARA, FIZIČARA I ASTRONOMA SR SRBIJE*

**MLADI FIZIČAR**

*časopis za učenike osnovne škole*
godina II, broj 2 (1977/78)
izlazi četiri puta godišnje

*IZDAJE*
*DRUŠTVO MATEMATIČARA, FIZIČARA I ASTRONOMA SR SRBIJE*

*Beograd, Knez Mihailova* 35/IV, *p. p.* 791

*Urednici:*
DUŠAN RISTANOVIĆ, *glavni i odgovorni urednik i* DRAŠKO GRUJIĆ

*Članovi uređivačkog odbora:*
TOMISLAV PETROVIĆ, SVETOZAR BOŽIN *i* DUŠAN KOLEDIN

Sva prava umnožavanja, preštampavanja i prevođenja zadržava Društvo matematičara, fizičara i astronoma SR Srbije

Oslobođeno plaćanja poreza na promet na osnovu rešenja Republičkog sekretarijata za kulturu SR Srbije, br. 329, od 29. IX 1976. god.

Štampa: ŠIP „SRBIJA" — Beograd, Mije Kovačevića 5



DUŠAN KOLEDIN (Beograd)

## VILJEM TOMSON (1824—1907)

Kada se de o nekog istraživača pedagoški uobliči i nađe mesto u udžbeničkoj literaturi, nastupaju biografi. Gotovo po pravilu oni uspostavljaju prostu vezu između života i dela naučnika. Kako je delo, samo po sebi, najčešće izuzetno, obično se nastoji da se takvim učini i život. Hteli ili ne, iz takvih biografija zaključujemo da Arhimed ne bi formulisao svoj čuveni zakon hidrostatike da Sunakuza nije imala gradsko kupatilo i da u njoj nije živeo kujundžija-varalica Dioklo, da Tesla ne bi konstruisao svoj motor da nije pravio „letačke" vratolomije u detinjstvu itd. Primera je mnogo, a biografski postupak jedinstven: vragolasto i maštovito detinjstvo, uspešne studije, rad uz puno odricanja i nerazumevanja okoline i, po mogućstvu, nesrećan kraj — sve začinjeno sa što više anegdotskih elemenata i tragikom genija.

**Viljem Tomson** (William Thomson), docnije **lord Kelvin,** zbunjuje biografe jednostavnošću života i bogatstvom dela. On ih upućuje na jedini siguran zaključak da je mnogo i pametno radio i, razume se, mnogo pametnog uradio.

Viljem Tomson je rođen 26. juna 1824. godine u Belfastu. Otac mu je bio profesor matematike, što je na sina možda i imalo određenog uticaja. Tomson je studirao u Glazgovu, Kembridžu i Parizu. U dvadeset drugoj godini izabran je za profesora teorijske fizike Univerziteta u Glazgovu. U tom svojstvu proveo ie pune 53 godine. Godine 1892. dobio je plemstvo, od kada je poznatiji kao lord Kelvin. Đaci i studenti širom sveta zahvalni su dvoru na ovom dobročinstvu, jer se u literaturi izbegla zbrka sa ostalim Tomsonima kojih na Britanskim ostrvima nije ništa manje nego Petrovića u nas. Umro je pre sedamdeset godina, tačnije 17. decembra 1907. godine.

Lord Kelvin je odrednicu „jednog od najuticajnijih prirodnjaka XIX veka" zaslužio izuzetnom razuđenošću svoga dela. Rezultati njegovog rada pripadaju oblastima počev od termodinamike (oblasti fizike koja izučava energetske transformacije uopšte), preko elektriciteta do praktične telefonije.

Francuski inženjer Sadi Karno (Sadi Carnot) je 1824. godine, kada se rodio Tomson, objavio jedno i jedino svoje delo *Razmišljanja*

*o pogonskoj snazi vatre.* Nedužni Karno, baš kao što nije znao da je u Belfastu prvi put zaplakao mali Viljem, nije bio svestan da svojim radom postavlja pitanja na koja će odgovori izgraditi čitavu termodinamiku. Inženjer je bio ekonomski motivisan: on se pitao koliko se rada može dobiti pri određenom utrošku goriva? Ovo pitanje je sasvim jasno postavilo značajan fizički problem odnosa mehaničkog rada i toplote. Problem je nakon niza duhovitih eksperimenata rešio Džems Džul (James Joule), fizičar i vlasnik pivare u Salfordu (nedaleko od Mančestera). On je, naime, pokazao da su rad i toplota međusobno zamenljivi prema strogo određenom odnosu (1 cal=4,186 J). Kao dobar teoretičar, Viljem Tomson je u neku ruku ovde stigao „na gotovo": matematički uobličivši postojeća eksperimentalna iskustva o toploti, „živoj sili" (kako je Džul nazivao kinetičku energiju), radu električne struje itd. on je prvi formulisao princip o održanju energije.

Kinetička teorija gasa govorila je o toploti kao neuređenom kretanju gasnih molekula. Lord Kelvin je i ovo umeo da „iskoristi": predložio je da se temperatura meri od one tačke na kojoj nema takvog a ni bilo kakvog drugog kretanja (tj. od —273,16°C). To su svi prihvatili bez rezerve, pa se danas međunarodna jedinica temperature zove **kelvin.**

Neki biografi i istoričari nauke preslobodno zaključuju da je Tomson osnivač termodinamike. U tom smislu može se smatrati da je on zasnovao i radiotehniku. Tomson je, naime, teorijski odredio trajanje jedne električne oscilacije u kolu koje se sastoji od kondenzatora i samoinduktivnog kalema.

Iz prethodnog teksta mogao bi se steći pogrešan utisak da je Tomson bio isključivo teorijski fizičar. Međutim, u njegovo vreme nije ni postojala razlika između teorijskih i eksperimentačnih fizičara. Znalo se jedino za one koji su fizičari i za one ko i to nisu. Tako je fizičar Viljem Tomson konstruisao i laboratorijski realizovao tzv. *kvadrantni elektrometar*, instrument za merenje veoma malih razlika potencijala visoke osetljivosti (meri potencijalske razlike od 1 V s tačnošću do 0,001 V).

Kada bi u časopisu koji čitalac upravo drži u rukama bilo više prostora, moglo bi se pisati o nizu Tomsonovih radova vezanim za razne termoelektrične pojave. Mogla bi se napisati priča (i napraviti TV serija) o zanimljivom projektu polaganja prvog transokeanskog telefonskog kabla između Engleske i Amerike, kojim je rukovodio Viljem Tomson itd.

Na kraju svog stvaralačkog perioda veliki fizičari obično filozofski zaokrugljuju svoje delo. To je najčešće manji ili veći doprinos *gnoseologiji*, oblasti filozofije koja se bavi putevima saznanja. Lord Kelvin nije u tom smislu predstavljao izuzetak. On je pisao: „Ja često kažem da onda kada možete meriti ono o čemu govorite i izraziti ga brojevima, vi o tome znate nešto; naprotiv, kada ga ne možete izraziti brojevima, vaše znanje je oskudno i ne zadovoljava; ono može biti početak saznania, ali vi ste u svojim rasuđivanjima jedva dospeli do stupnja nauke".



## АЈНШТАЈН И ИНФЕЛД

Када су **Алберт Ајнштајн** и **Леополд Инфелд** завршили своје чувено дело *Еволуција физике*, Инфелд је био свестан своје огромне одговорности што ће на корицама књиге стајати његово име крај Ајнштајновог.

— Осећао бих се знатно мирнијим и мање опрезним при писању да сам једини аутор књиге — рекао је Инфелд Ајнштајну. — Јер ја сам све време био свестан да ће на књизи стајати и ваше име.

Ајнштајн се на то грохотом насмејао и рекао:

— Нисте уопште морали да се због тога бринете. Постоје, такође, погрешни радови и с мојим именом.

А кад је репортер *Њујорк тајмса* дошао код Ајнштајна с молбом да о књизи за читаоце каже неколико речи, Ајнштајн је кратко одговорио:

— Све што бих могао рећи о књизи написано је у њој.

---

„Еуклидова геометрија, то дело разума достојно дивљења, дало је људском духу самопоуздање за његове касније напоре. Кога ово дело у младости није могло да одушеви, тај није рођен за теоријског истраживача".

*Алберт Ајнштајн*

JELENA SIMONOVIĆ (Beograd)

# DOPLEROV EFEKAT

Posmatrajući kraj železničke pruge zahuktalu lokomotivu koja vam se približava verovatno ste zapazili da ton koji proizvodi njena sirena postaje sve viši, a kada vas lokomotiva mimoiđe i počne da se udaljava, izgleda vam kao da taj ton postaje sve niži. Ovakva promena visine tona sirene može nas u prvom trenutku zbuniti, jer se ova visina za lokomotivu koja miruje u toku vremena ne menja. *Prividna promena u visini tona koju zapažamo ako se položaj zvučnog izvora menja u odnosu na nas predstavlja primer* **Doplerovog efekta u akustici.** Međutim, ovaj efekat se zapaža kod svih oblika talasnih kretanja pa i kod svetlosti.

Doplerov efekat se može objasniti na sasvim jednostavan način:

Ako se, na primer, prati kojom učestanošću udaraju talasi na vodi u nepomični čamac, zapaziće se da su ti udari ravnomerni i srazmerno ređi. Ako se, međutim, čamac kreće u susret talasima (tj. prema njihovom izvoru), ovi će udari postati češći (frekventniji). Nešto se slično dešava kada se krećemo ka zvučnom izvoru: zvučni talasi, koji se kroz vazduh prostiru u vidu njegovih zgušnjenja i razređenja, češće će pogađati naše bubne opne i mi ćemo to opaziti kao porast visine tona ovog zvučnog izvora.

Iz zakona talasnog kretanja poznato je da između učestanosti talasa $f$ (npr. broja talasa koji nailaze na bubnu opnu posmatrača u jedinici vremena), brzine prostiranja talasa $c$ i njegove talasne dužine $\lambda$ postoji veza $f=\frac{c}{\lambda}$. Ako je $v$ brzina posmatrača koji se kreće u susret izvoru, pojava se odvija na isti način kao da posmatrač miruje, a izvor se ka njemu kreće brzinom $c+v$. Tada je frekvencija prolaska talasa kraj posmatrača

$$f'=\frac{c+v}{\lambda}=\frac{c+v}{c}\,\frac{c}{\lambda}=\left(1+\frac{v}{c}\right)\cdot f,$$

gde je, naravno, $f'>f$. Ako se, međutim, posmatrač udaljava od izvora, frekvencija talasa koju bi on opažao bila bi $f''=\frac{c-v}{\lambda}$, gde je sada $f''<f$.

Da bismo razumeli napred prikazan primer lokomotive koja se, pišteći, približava nepomičnom posmatraču kraj pruge, zamislimo da neko iz lokomotive puca mitraljezom u metu koja je postavljena kraj pruge, daleko ispred lokomotive. Ako lokomotiva miruje, meci će pogađati metu ređe nego ako se ona kreće ka meti; u zadnjem slučaju ispaljeni meci su u toku svog kretanja kroz vazduh bliži jedni drugima, pa će zato i njihovi pogoci u metu biti srazmerno češći.

Mada se Doplerov efekat može najjednostavnije razumeti na primerima iz akustike, on je ipak otkriven u optici. Naime, pre više od sto godina pokazano je na bazi ovog efekta da se Sunce obrće oko svoje ose u odnosu na Zemlju. Sem toga, poznato je da su svetlosni talasi posledica oscilovanja elektrona u atomu ili čitavih atoma i molekula u sklopu usijanog tela. Nađeno je da su talasne dužine svetlosti pojedinih zvezda nešto veće ili manje od talasnih dužina odgovarajućih svetlosnih izvora na Zemlji zavisno od toga da li se zvezda udaljava od Zemlje ili joj se približava. To omogućuje da se čak izračuna njihova brzina u odnosu na Zemlju.

1842. godine austrijski fizičar i matematičar Dopler (Cristian Johann Doppler) pokušao je da na napred prikazani način objasni različite boje nebeskih tela. Međutim, ovaj pokušaj nije urodio plodom jer bi brzine zvezda, koje bi obezbedile okom vidljivu promenu svoje boje, morale da budu nezamislivo velike.

Priča se da je Doplerova ideja pomogla poznatom američkom naučniku, profesoru Robertu Vudu (Robert Wood), da se opravda pred policajcem koji ga je zaustavio radi naplate kazne kada je sa svojim brzim kolima prešao raskrsnicu iako je semafor na njoj pokazivao crveni signal. Koristeći svoj naučni ugled i veliku popularnost on je objasnio policajcu da je zbog Doplerovog efekta crveni signal na semaforu video kao zeleni, jer je frekvencija crvene svetlosti, usled njegovog kretanja ka semaforu, porasla.

Pokušajmo da proverimo verodostojnost ove izjave profesora Vuda:

Ako bi talasna dužina crvene svetlosti bila $\lambda=660$ nm (nanometara) a talasna dužina zelene $\lambda'=510$ nm, a zna se da je brzina prostiranja svetlosti $c=3.10^8$ m/s, prema prethodnim obrascima brzina $v$ Vudovog automobila mogla bi se izračunati iz uslova

$$f'=\frac{c}{\lambda'}=\frac{c+v}{\lambda},\qquad v=\left(\frac{\lambda}{\lambda'}-1\right)\cdot c.$$

Ako se ovde unesu prethodno date vrednosti, dobija se

$$v=\left(\frac{\lambda}{\lambda'}-1\right)\cdot c=\left(\frac{660\ \text{nm}}{510\ \text{nm}}-1\right)\cdot 3.10^8\,\frac{\text{m}}{\text{s}}=88\,200\,000\,\frac{\text{m}}{\text{s}}.$$

Da bi, dakle, Vud crvenu svetlost video kao zelenu, njegov automobil bi mogao da se kreće brzinom od preko 317 miliona kilometara na čas, što je, naravno, nemoguće.

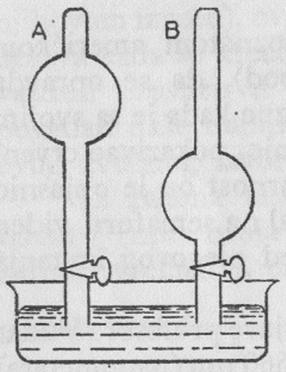
Profesor Vud nije znao da je ovaj mladi policajac istovremeno student fizike i da mu je zato Doplerov efekat bio dobro poznat. Zato je bio iznenađen kada je policajac uvažio njegovo tvrđenje da je crveni signal video kao zeleni i odustao od naplate kazne. Međutim, pravo zaprepašćenje je usledilo kad mu je policajac rekao kolikom bi se tada brzinom automobil morao da kreće i kad mu je naplatio kaznu-zbog prekoračenje brzine vožnje.

JAROSLAV LABAT (Beograd)

## DO KOJE MERE VAŽI ZAKON O ODRŽANJU ENERGIJE

Zakon o održanju energije je dokazan i važi u svim procesima u prirodi. *Ukupna energija nekog sistema ostaje nepromenjena, ona samo prelazi iz jednog oblika u drugi.*

Postoji, međutim, čitav niz problema, naročito u fizici, u kojima na prvi pogled ovaj zakon ne važi. Jedan od takvih problema je sledeći:




Dve kraće staklene cevi (A i B) jednakih zapremina imaju proširenja na različitim mestima. S jedne strane cevi su zatopljene, a sa druge zatvorene slavinama (pogledati sliku). Vazduh se iz cevi ispumpa, a otvorene strane urone u živu. Kada se slavine otvore, atmosferski pritisak će potiskivati živu u cevi sve dok se ne napune. Rad izvršen pri punjenju svake cevi biće jednak $A=p \cdot V$, gde je $p$ atmosferski pritisak, a $V$ zapremina cevi. Pošto su zapremine cevi iste, biće jednaki i radovi izvršeni u toku punjenja. Međutim, glavnina žive u cevi A nalazi se na većoj visini nego u cevi B. Potencijalne energije žive u cevima su zato različite iako je izvršen isti rad, što bi moralo da bude u suprotnosti sa zakonom o održanju energije.

Do sličnih nesporazuma dolazi zbog toga što se ne vodi računa o potrebi razlikovanja sile koja vrši rad (u ovom slučaju sile atmosferskog pritiska) od sile nasuprot koje se vrši rad (sile pritiska stuba žive u cevi). Rad ovih sila u opštem slučaju je različit, što sledi i iz sledećeg primera: Podižući, na primer, telo težine 1 N na visinu od 1 m izvršiće se rad od 1 Nm ali samo u slučaju ako na telo delujemo silom naviše čija je



jačina 1 N. Utrošena energije, odnosno izvršeni rad će tada u potpunosti ići na povećanje potencijalne energije tela.

Međutim, telo težine 1 N može se podići na visinu od 1 m ako se na njega deluje silom većom od 1 N, ali će se tada uvećati pored potencijalne i kinetička energija tela. Suma kinetičke i potencijalne energije će biti jednaka radu koji izvrši naša ruka na navedenom putu.

Posmatrajmo sada malo detaljnije proces punjenja cevi živom. Rad sila atmosferskog pritiska će biti $A_{atm}=p_{atm} \cdot V_{cevi}$. Rad težine stuba žive u cevi se takođe može izračunati po istoj formuli, ali pri tome treba uzeti u obzir činjenicu da se u toku punjenja cevi pritisak menja s visinom živinog stuba. Porast visine stuba žive u cevi B biće sporiji nego u cevi A zbog proširenja koje će sporije da se puni. Zbog toga će pritisak stuba u cevi A biti viši, pa će i rad nasuprot sili tog pritiska biti veći. Rad sila atmosferskog pritiska je isti u oba slučaja i troši se ne samo na povećanje potencijalne energije, već i na pomeranje žive (tj. povećanje njene kinetičke energije). Kinetička energija žive se prilikom zaustavljanja pretvara u toplotnu energiju.

U svakoj cevi je zbir potencijalne energije i oslobođene količine toplote (pošto se cevi napune) isti i jednak je radu atmosferskog pritiska. Njihov odnos je, međutim, različit, manja je količina oslobođene toplote u cevi A, ali je zato veća potencijalna energija žive u njoj. Za cev B taj odnos je obrnut.

DUŠAN RISTANOVIĆ (Beograd)

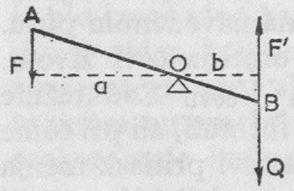
## SISTEMI POLUGA U ČOVEKOVOM TELU

**Poluga** predstavlja *prostu mašinu* koja nam omogućuje da određenu silu bolje iskoristimo za vršenje rada i da tako manjom silom savladamo veći otpor. Polugom se, na primer, koristimo kad treba podići težak predmet ili iščupati kamen iz zemlje.

U čemu leži ta neobična moć ove zaista jednostavne mašine? Ona je, pre svega, sadržana u čvrstini materijala od kog je poluga načinjena. To je osnovni zahtev da bi neko telo predstavljalo polugu. Zaista, polugom od mekog olova nikad ne bismo podigli težak predmet, jer bi se pod dejstvom njegove težine takva poluga savila. Zato se za **polugu** i kaže da predstavlja *svako čvrsto telo koje može da se obrće oko nepomičnog oslonca i koje služi da dejstvujućoj sili preinači (izmeni) položaj (tj. napadnu tačku), jačinu, pravac i smer.*

Na primer, ako na kraj A čvrstog pravolinijskog štapa koji može da se obrće oko oslonca O (sl. 1) deluje sila $F$, na drugom kraju B štapa

pojaviće se nova, preinačena sila $F'$ koja se od sile $F$ može razlikovati kako po jačini (na sl. 1. je $F'>F$), tako i po pravcu i smeru (sile $F$ i $F'$ imaju, istina, isti pravac, ali su suprotnog smera). Rastojanja $a$ i $b$ od oslonca O do pravaca sila $F$ i $F'$ nazivaju se **kraci** ovih sila (sl. 1).



Sl. 1.

Da bi se utvrdilo od čega zavisi preinačena sila $F'$, potrebno je da se u tački B štapa deluje novom silom $Q$ koja bi po jačini i pravcu bila jednaka, a po smeru suprotna sili $F'$ (sl. 1). Pošto je tada rezultatanta sila $F'$ i $Q$ jednaka nuli, tačka B, a samim tim i čitava poluga AB ostaće nepomična, tj. biće u **ravnoteži.** (Ovo ravnotežno stanje poluge posledica je nepokretnosti njenih dveju tačaka: tačke B i oslonca O.) Kao što je poznato, poluga na sl. 1. biće u ravnoteži ako je proizvod sile $F$ i njenog kraka $a$ jednak proizvodu $Q \cdot b$, tj. ako je ispunjen uslov $F \cdot a = Q \cdot b$. Zadnji izraz predstavlja **Arhimedov zakon poluge.**

Na sl. 1. preinačena sila $F'$ je veća od dejstvujuće sile $F$. Međutim, kada bi krak $b$ bio duži od kraka $a$, iz Arhimedovog zakona bi sledilo da je tada $F'<F$. Odatle se može zaključiti da je za odnos preinačene sile prema dejstvujućoj odnos krakova $\left(\frac{a}{b}\right)$ veoma značajan. Taj odnos se naziva **koeficijentom prenosa** ($k$) poluge i prema Arhimedovom zakonu brojno je ovako dat: $k=\frac{a}{b}=\frac{F'}{F}=\frac{Q}{F}$. Odatle je $Q=F'=k \cdot F$. (Tačnije, $k$ se definiše kao odnos iz preinačene i dejstvujuće sile; međutim, za posmatrani primer na sl. 1. obe definicije su u suštini istovetne.)

Ako je, dakle, $k>1$, poluga deluje kao alatka koja manjem silom $F$ savlađuje veći otpor $Q$ (tada je $Q>F$). Ako je, međutim, $k<1$, preinačena sila $F'$ je, istina, manja od dejstvujuće, ali zbog veće dužine kraka $b$ put koji prelazi tačka B poluge u odnosu na put tačke A može da bude i znatno veći.

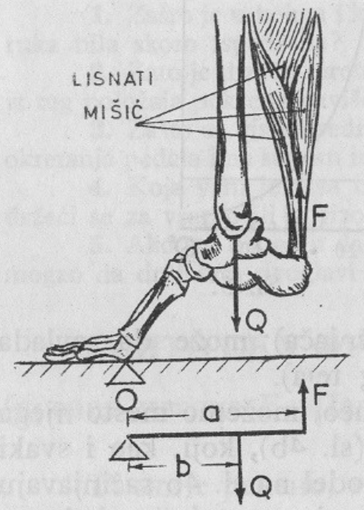
U svakodnevnom životu čovek se koristi raznim oruđima, pa i polugom, kako bi silu svojih mišića bolje iskoristio. Međutim, i sam čovek predstavlja mehanizam, tj. sistem poluga, čiji se zadatak ne razlikuje od napred pomenutih zahteva stavljenih pred svaku polugu. Naime, naši udovi, prsti, kičmeni stub, glava itd. predstavljaju u suštini poluge.

Stopalo čoveka koji se izdigao na prste je primer poluge (sl. 2). Oslonac O za nju predstavlja prednji deo stopala, dejstvujuća sila $F$ je posledica skraćivanja lisnatog mišića (koji se preko Ahilove tetive

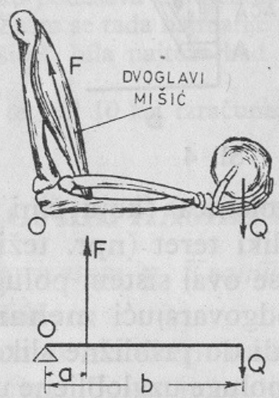


pripaja za petu), dok sila $Q$, čiji pravac prolazi kroz golenicu noge, odgovara polovini telesne težine čoveka (druga polovina se prenosu na drugo stopalo). Pošto je ovde $a>b$, tj. $k>1$ i $Q>F$ (sl. 2), srazmerno slabiji lisnati mišići ipak podižu čitavo čovekovo telo.

Čovekova podlaktica predstavlja polugu čiji je oslonac O u laktu, aktivna sila $F$ potiče usled skraćivanja tzv. dvoglavog mišića, dok sili $Q$ može da odgovara težina predmeta u šaci (sl. 3). Kako je ovde, za razliku od primera na sl. 2, $a<b$ $\left(\text{tačnije, } k=\frac{a}{b}=\frac{1}{10}\right)$, jasno je da je mišićna sila 10 puta veća od težine predmeta. Izgleda da se ovde radi o nekorisnom gubitku u sili. Međutim, naše potrebe za pokretima ruke su mnogo veće nego



Sl. 2.



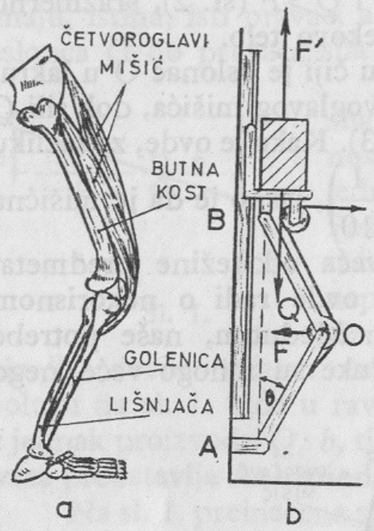
Sl. 3.

što nam to može da obezbedi sam dvoglavi mišić svojim srazmerno skromnim skraćivanjima. Zato se ovde istina „gubi u sili", ali se zato dobija u velikoj pokretljivosti podlaktice i šake.

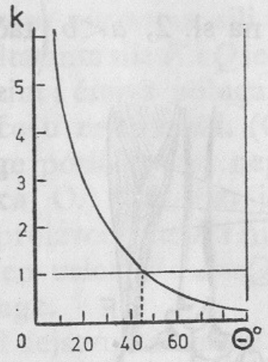
Napred prikazane poluge se nazivaju **prostim** i u čovekovom organizmu uglavnom služe za savlađivanje relativno malih otpora ($k>1$) i proizvođenje brzih i dugih pokreta ($k<1$). Pritom $k$ može da bude veoma malo (npr. $k=0{,}1$); s druge strane, ustrojstvo čovekovog tela i čvrstina materijala od kog je ono načinjeno je takvo da $k$ obično nije veće od 2.

Međutim, čovek je u stanju da savlađuje i mnogo veće otpore nego što to omogućuju proste poluge njegovog tela. Setite se da dizač tereta može da podigne iznad glave teret koji po težini višestruko prevazilazi njegovu telesnu težinu. Kada je potrebno savladati velike otpore (tj. kad $k$ treba da je srazmerno veliko), čovekov organizam spontano deluje kao sistem poluga.

Pod **sistemom poluga** obično se podrazumeva *skup od dve zglobom povezane poluge, na čijim krajevima mogu delovati sile.* Na primer, pri prelazu čoveka iz čučnja u stojeći stav noga, previjena u kolenu, postupno se ispravlja zahvaljujući sili snažnog četvoroglavog mišića (sl. 4a). Zato sistem poluga, koji sačinjava natkolenica (butna kost) i potkolenica (koju čini golenica i ličnjača) može da savlada relativno veliki teret (npr. težinu čovekovog tela).



Sl. 4



Sl. 5.

Da bi se ovaj sistem poluga bolje razumeo, možemo mesto njega posmatrati odgovarajući **mehanički model** (sl. 4b), koji, kao i svaki model, dovodi do približne slike realnosti. Model na sl. 4b sačinjavaju dve jednake poluge uzglobljene u tački O. Sistem je opterećen na jednom slobodnom kraju B teretom $Q$, dok je drugi kraj A, radi jednostavnosti, nepomičan. Mišićno delovanje zamenjeno je povlačenjem jake niti koja je prebačena preko dva kotura (sl. 4b). Ako se slobodni kraj niti povuče, sistem poluga će podizati teret i zaklapati s vertikalom sve manji ugao θ. Dejstvujuća sila $F$, kojom nit u tački O deluje na zglob, preinačuje se u silu $F'$ koja savlađuje težinu tereta ($Q$). Sada možemo definisati **koeficijent prenosa** za sistem poluga kao odnos iz preinačene i dejstvujuće sile, tj. $k=\frac{F'}{F}=\frac{Q}{F}$. Ova definicija se ne razlikuje od definicije koeficijenta $k$ za prostu polugu.

Ne upuštajući se u dalju analizu ovog modela možemo pokazati da grafik zavisnosti $k$ od ugla θ ima izgled kao na sl. 5. Iz njega se vidi da je za $\theta<43{,}5°$ koeficijent prenosa sistema poluga veći od 1 i da naglo raste (prevazilazeći vrednost 2) pri smanjenju ovog ugla. Za takve uglove ovaj sistem poluga deluje kao veoma snažna mašina koja



relativno malim silama podize ogromne terete. Međutim, za uglove θ koji su veći od 43,5° $k$ je manje od 1 (sl. 5), tako da tada sistem uglavnom deluje kao prosta poluga koja ostvaruje relativno velika pomeranja ali su joj za to potrebne i velike sile. (Podsetimo se da je početna faza uspravljanja iz čučnja najnapornija ali i najbrža.) Međutim, veoma velike otpore možemo savladati kad iz čučnja dospemo u fazu skoro potpunog ispravljanja nogu.

Ovakav sistem poluge čine, na primer, podlaktica i nadlaktica ruke, blago povijena leđa itd.

A sada pokušajte da odgovorite na sledeća pitanja:

**1.** Zašto je u boksu i karateu direktan udarac najjači ako je u momentu udara ruka bila skoro ispružena?

**2.** Zato je dizaču tereta, koji je podigao tegove u visinu ramena, najteže da ih iz tog položaja pokrene naviše?

**3.** Zašto se visina sedišta na biciklu tako podešava da biciklista u jednoj fazi okretanja pedala ima sasvim ispruženu nogu? Zašto se tada najmanje zamara?

**4.** Koja vam je faza izdizanja „na mišiće" bila najteža kad ste to pokušati držeći se za vratilo ili horizontalnu granu?

**5.** Ako ste u stanju da na dlanu držite teg od 10 kg, izračunajte koliki bi teg mogao da drži sam dvoglavi mišić.

## ЗАШТО СЕ У ФРИЖИДЕРУ СУШЕ НАМИРНИЦЕ?

(превод чланка Е. Пальчикова, објављеног у *Квантуу*, бр. 4 из 1977. год.)

Тачније речено, требало би наслов исказати овако: „Зашто се у фрижидеру намирнице обично суше брже него на отвореном ваздуху?"

Почнимо с двема познатим чињеницама:

1. Хладан ваздух је тежи од топлијег (сетите се зашто?).

2. Што је ваздух топлији, то може садржавати више водене паре. Како се ово друго може објаснити?

У води на свакој температури могу се наћи молекули који се одвајају од њене површине и прелазе у гасно стање, тј. у водену пару. Истовремено с овим *процесом испаравања* одвија се и прелаз молекула паре у течност, што представља *процес кондензовања*. Очигледно, што је већа густина паре, то ће активније тећи процес кондензације. Ако се испаравање одвија у ограниченој запремини (на пример, у затвореном суду), наступиће моменат када се број молекула који напуштају површину течности изједначава с бројем молекула који се за исто време враћају у њу. У том случају се каже да је између течности и њене паре наступила *равнотежа* (количине

течности и паре више се не мењају). Паре у том стању називамо *засићеним*, наглашавајући при том да је при неизмењеним условима даље смањење количине течности немогуће.

Што је температура воде виша, тиме је и интензивније њено испаравање, па је истовремено потребна већа густина водене паре да би наступила равнотежа. Другим речима, што је температура виша, то се више водене паре може наћи у датој запремини ваздуха. На пример, на 20°C у соби с површином пода од 12 $m^2$ и висином 3 m може се наћи у облику паре око 600 g воде. Међутим, на 100°C могло би се наћи и до 20 kg.

Степен влажности ваздуха (тј. количина водене паре у њему) обично се карактерише специјалном физичком величином која се назива *релативна влажност*. Релативна влажност ваздуха је однос масе водене паре у 1 $m^3$ ваздуха према максималној маси водене паре која се може наћи у истој запремини ваздуха на датој температури. Усвојено је да се тај однос изражава у процентима, тј. да се приказује помножен са 100. Ако се количина водене паре у ваздуху не мења а температура ваздуха расте, релативна влажност се смањује и обрнуто. Чим она постигне 100%, водена пара се почиње кондензовати, тј. „вишак" паре се претвара у росу или иње.

Посматрајмо, сада, понашање ваздуха у фрижидеру. У свим фрижидерима ледена комора је у његовом горњем делу. Охлађен поред коморе, ваздух се спушта. Долазећи у додир с нешто топлијим зидовима фрижидера и тек унетим намирницама, он се делимично загрева. Због тога се његова релативна влажност смањује, а способност упијања воде увећава. Загрејан и обогаћен водом из намирница ваздух се пење према леденој комори. Овде се он хлади до првобитне температуре, али његова влажност постаје већа од претходне (јер је упио воду из намирница). После неколико оваквих циклуса влажност ваздуха постаје толика, да долазећи до ледене коморе он мора остављати капи воде на њој у виду „талога", тј. капљица воде или кристала леда.

Тако се уз помоћ ваздуха као преносиоца вода „пресељава" с топлијих тела на хладнија, тј. с намирница на ледену комору. Притом настаје врло жив пренос топлоте: при испаравању део топлотне енергије се ослобађа из намирница и прелази у ваздух, а при кондензацији она се ослобађа из ваздуха и прелази на ледену комору. Разуме се, вода се лакше ослобађа ако су предмети загрејанији.

Притом може искрснути питање: а како се хладе „суви" предмети у фрижидеру? У том случају изостаје пренос воде и с њим



повезан пренос топлотне енергије, али остаје пренос енергије при хлађењу и загревању ваздуха који у фрижидеру циркулише. Наравно, зато се суви предмети хладе далеко спорије од влажних.

А сада се потрудите да самостално одговорите на следећа питања:

**1.** Ако је напољу веома хладно, јавља се магла у смеру издахнутог ваздуха. Зашто?

**2.** Када је напољу мраз, зашто се при уласку у кућу замагљују наочари?

**3.** Зашто у просторијама са тушевима обично капље са таваница и са хладних цеви, док цеви с топлом водом остају суве?

Превео
БОРИСАВ СИМИЋ (Вел. Поповић)

МЛАДЕН ЖУПАНЧИЋ (Београд)

## ТАЧНОСТ ФИЗИЧКИХ МЕРЕЊА

Користећи се резултатима мерења која је извршио дански астроном Тихо Брахе (1546—1601) Кеплер је утврдио да су путање планета око Сунца елипсе а не кругови, па је на основу тога и могао да формулише законе њиховог кретања. Међутим, мање је познато да је Брахе био један од првих истраживача који је понављао мерни поступак и за резултат мерења узимао *средњу вредност* добијених резултата. Зато је Кеплер и могао да тврди да путања Марса није кружна већ елиптична (мада је разлика између његове стварне путање и круга веома мала), а то је касније помогло Њутну да формулише свој *општи закон гравитације*. Оваквих примера у науци има много, јер су се увек улагали огромни напори како би се смањиле грешке које неминовно настају при мерењима физичких величина.

Данас ћемо увек настојати да свако мерење поновимо више пута. Па ипак, два узастопна мерења не могу по правилу довести до истог резултата. С друге стране, вредности физичке величине често нису сталне. На пример, дужина штапа се мења зависно од његове температуре, положаја, атмосферског притиска, електричних и магнетних својстава околине итд. Најзад, и сам процес мерења мења својства штапа, а њихове промене утичу на његову дужину. Да би се такве варијације измерених вредности смањиле, физичар ће за одређени штап навести чиме је његова дужина мерена и какви су били услови у току мерења, а затим ће то мерење поновити више пута. Из добијених резултата он ће начинити средњу вредност и проценити тзв. *интервал грешке* те вредности, тј. границе унутар којих би се практично увек морала наћи свака тако нађена средња вредност. (Ова процена интервала грешке не учи се у основној школи.) Тако нађена средња вредност се узима као коначни резултат мерења, а интервал грешке представљаће

карактеристику *тачности* добијеног резултата. Само тако добијени резултати могу се употребити у даљим анализама и упоређивати с њиховим теоријским предвиђањима.

Међутим, ово још увек није довољно да би се резултат експеримента сматрао поузданим. Потребно је постићи и *поновљивост резултата*. Наиме, исту физичку величину под истоветним условима мора поново да измери други физичар. Затим треба упоредити добијене резултате. Скоро је сигурно да се нађене средње вредности неће поклопити. Међутим, добијена средња вредност би морала да падне у интервал грешке која је прво одређена. Уколико таквог поклапања нема, закључује се да се на нешто заборавило и да су неке важне компоненте мерног поступка промакле нашој контроли. Таква одступања средњих вредности приписују се тзв. *систематској грешци резултата*. Кад добијемо два различита резултата мерења, још увек не знамо ко је начинио систематску грешку. Зато треба спровести поновну анализу читавог мерног поступка и поновити мерење. Резултат поновљеног мерења се може сложити с једним од претходно нађених резултата, али се може добити и нешто ново. Тада је већ јасно да смо можда на трагу нечег значајног. Проблем постаје све интересантнији и за кратко време се може очекивати низ даљих експеримената и анализа. То може довести и до значајних открића, али се, нажалост, чешће дешава да је неусаглашеност резултата мерења последица грешака у мерном поступку. Шта се ту може. И физичари, као и сви људи, греше, јер им се може десити да забораве важно правило експерименталног рада да се сваки резултат мерења треба критички размотрити, а резултате који су чак и више пута проверавани, треба проверавати поново.

У експерименталном раду посебна пажња се обраћа тачности извесног броја важних физичких константи које се користе као познате величине при израчунавању вредности других (нпр. гравитациона константа, брзина светлости у вакууму, наелектрисање електрона итд.). Мерење таквих величина има вишеструки значај, Њим се проверава тачност и прецизност нових мерних уређаја (који су намењени мерењу неке друге величине). Сем тога, сваки нови резултат мерења физичке константе додаје се раније, чиме се повећава њена тачност (односно смањује грешка). То има дубок физички смисао јер при смањењу грешке може се ући до нових чињеница о тој константи. У неким научним институцијама постоје групе физичара које се искључиво баве прикупљањем и анализом резултата мерења основних физичких константи. Оне повремено



објављују табеле из којих се може пратити не само пораст тачности ових константи, већ се може сагледати и труд који се улаже како би се грешке нађених вредности свеле на што мању меру.

Таквим поступним, мукотрпним и многоструко понављаним мерењима и контролом услова под којима се мерење вршило ствара се чврст костур физике као науке. На њему се најпре хипотезама, па након додатних провера и анализа, и теоријама, ствара слика света у ком живимо и чији смо ми део.

B. ŠIMPRAGA (Beograd)

## MERENJE MASE U SREDNJEM VEKU

Posle raspada Rimske imperije i tokom čitavog srednjeg veka u evropskim zemljama nije mnogo učinjeno na usavršavanju terazija. U VIII i IX veku na dvoru Karla Velikog upotrebljavao se „kantar" na čijem se jednom kraju nalazio masivni protivteg, a na drugom, kuka za teret. Vešanje poluge terazija ostvareno je preko „petlje": da bi se uspostavila ravnoteža, bilo je potrebno pomeritati „petlju" duž poluge. Takav kantar je bio primitivan i nepreciz̆niji od rimskog.

U ovoj epohi izvesno usavršavanje terazija postigli su Arabljani. Oni su proučavali zapise starih Grka, a i sami su uspešno razrađivali teoriju terazija. Tako su uspeli da načine vagu s visokom za ono doba tačnošću od oko 5 miligrama.

1121. godine Alkacini je napravio hidrostatičke terazije za određivanje specifičnih težina metala i nazvao ih **Terazijama mudrosti.** Određivanje specifične težine izvodilo se (kao i na Arhimedovoj vagi) merenjem težine tereta u vazduhu i u vodi. Alkacini je uspevao da postigne veliku tačnost u ovim merenjima. Vrednosti specifičnih težina zlata i žive, koje je on tako pronalazio, razlikovale su se od savremenih samo u delovima procenta. Uz takvu tačnost **Terazije mudrosti** su omogućavale razlikovanje čistih metala od legura, pravog dragog kamenja od lažnog itd. Zato su ove terazije i dobile ovakav naziv.

Arheolozi su uspeli da pronađu ostatke uređaja za merenje mase i na teritoriji stare Rusije. U iskopinama su pronađene ravnokrake ru_ne terazije i tegovi za koje se smatra da potiču iz X i XI veka. Pronađen je i kantar koji verovatno potiče iz XII ili XIII veka. On je bio načinjen od gvožđa i služio je za merenje teških predmeta.

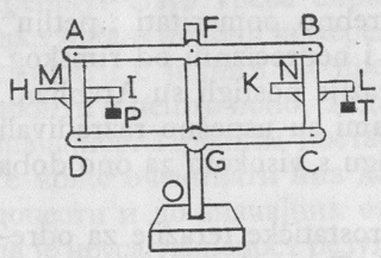
U doba Renesanse (od XII do XIII veka) u Evropi ponovo počinju opsežnija teorijska i praktična istraživanja sredstava za merenje mase. To je prirodna posledica brzog razvoja nauke i tehnike.

Proučavajući terazije, Leonardo da Vinči (1452—1519) je razmatrao problem ravnoteže realne krive poluge. On je takođe izumeo

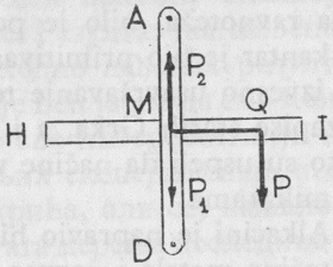
terazije sa skalom, koje su pokazivale ispravnu masu tereta čak i kada su bile nagnute pod izvesnim uglom.

1669. godine u Pariskoj akademiji nauka Žil Roberval (1602—1675) prikazao je svoju stonu vagu čije pokazivanje mase nije zavisilo od mesta na tasu na koje je bio postavljen teret (odnosno teg). Njegova vaga se sastojala od četiri letvice AB, BC, CD i DA (sl. 1) uzglobljene šarnirima (šarkama) tako da čine jedan pravougaoni ram. Horizontalne letvice su u srednjim tačkama F i G spojene za nepokretni potpornik FO tako da se oko njih mogu obrtati. Za vertikalne letvice učvršćeni su tasovi HI i KL terazija. Lako se zapaža da pri proizvoljnom nagibu letvica AB i CD one ostaju međusobno paralelne, a letvice DA i BC uvek zadržavaju vertikalan položaj. Zato tasovi terazija ostaju u horizontalnom položaju. Roberval je pokazao da ravnoteža ovih terazija zavisi samo od jednakosti masa tegova P i T, a ne i od mesta na tasovima na koja oni dejstvuju.

Strogo i jasno rešenje prethodnog problema dao je u XIX veku Luis Poanso (1777—1859). On je pokazao da pomeranje tega iz sredine tasa prouzrokuje bočni pritisak na potpornik terazija, ali da ne menja veličinu vertikalne sile.



Sl. 1.



Sl. 2.

U svrhu dokaza Poanso je predložio da se u tački M (sl. 2), u kojoj je tas učvršćen za vertikalnu letvicu, zamisle još dve suprotno usmerene sile $P_1$ i $P_2$ koje su po jačini jednake težini P tereta. Zato njihovo uvođenje ne narušava ravnotežu terazija. Međutim, sada je moguće dejstvo same sile P zameniti istovremenim delovanjem sile $P_1$ u tački M i sprega sila $P_2$ i P (tj. dveju paralelnih i suprotno usmerenih sila iste jačine, koje dejstvuju na telo u raznim napadnim tačkama M i Q). Pritom je jasno da ovaj spreg ne izaziva otklon terazija, već samo uzrokuje bočni pritisak na potpornik FO. Ovaj spreg, naime, samo teži da čitav sistem na sl. 2. obrne u smeru kazaljke na časovniku. Preostala sila $P_1$ jednaka je težini tega (odnosno tereta) P i dejstvuje u centru tasa M. Na taj način pomeranje tega sa mesta M na proizvoljno mesto Q tasa HI (sl. 2) uzrokuje samo bočni pritisak na FO ali ne menja pokazivanje terazija.

Nakon niza daljih usavršavanja, terazije ovog tipa postale su jedne od najrasprostranjenijih stonih terazija u XIX veku.

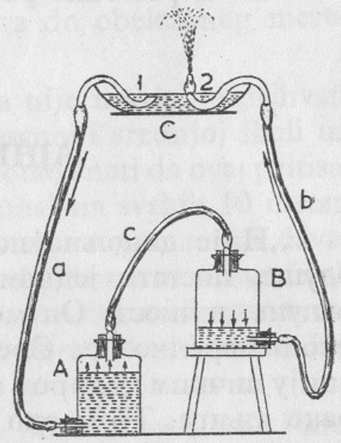




## HERONOVA FONTANA

Grčki mehaničar i matematičar Heron izumeo je pored ostalih naprava i fontanu (vodoskok) koja nas oduševljava svojom jednostavnošću i koja se može realizovati u svakom fizičkom kabinetu.

U tom smislu pribavite dve istovetne staklene boce od 3 do 5 litara, sa dva grlića (kao na slici). U te grliće uglavite gumene zapušače odgovarajuće veličine koji treba da spreče nekontrolisan prolaz vode odnosno vazduha i kroz svaki od njih provucite kratke staklene cevčice. Odgovarajuće parove ovih nastavaka spojite gumenim crevima **a**, **b** i **c** (kao na slici) i u slobodne krajeve creva **a** i **b** uglavite staklene nastavke (**1** i **2**) u obliku slova S. Ove nastavke treba učvrstiti za plitki sud **C**. Zatim napunite vodom bocu **B**, podignite je na nižu stolicu i na kraj **2** S-nastavka creva **b** nataknite plastični ili stakleni produžetak u obliku levka, koji će imati zadatak da sužava mlaz vode (ukoliko se takav nastavak ne može nabaviti ili načiniti, dovoljno je mesto toga izdici i utvrditi kraj ovog S-nastavka tako da bude iznad nivoa otvorenog S-nastavka **1** na kraju creva **a**).




Ako se u sud **C** lagano sipa voda a sud tako nagne da se voda prelije u nastavak **1** i potekne crevom **a** u smeru strelice, voda će se spuštati u bocu **A**. Vodu treba i dalje lagano dosipati u sud **C** sve dok se na kraju nastavka **2** creva **b** ne pojavi mlaz vode. Pošto će voda prispela u bocu **A** podizati njen nivo, on će ispred sebe potiskivati vazduh kroz crevo **c** u bocu **B**. Zato će nivo vode u boci **B** opadati i tečnost iz ove boce prolaziće kroz crevo **b** i kroz plastični nastavak **2** izlaziće u obliku mlaza. Ovaj proces će se završiti tek kada se nivo vode u **B** spusti do donjeg zapušača. Posle toga treba prebaciti levkasti nastavak na kraj drugog S-nastavka (**1**) i razmeniti mesta bocama **A** i **B**. Proces će se odvijati kao u prethodnom slučaju.

Ovaj ogled je interesantan i po tome što se u prvom momentu sti če utisak da se ovde radi o „večnom pokretaču". Naime, može nas

za trenutak zboraiti tvrđenje da voda, koja se sliva kroz crevo **a** iz suda **C**, potiskuje stvorenim pritiskom vodu kroz cev **b** iz boce **B** tako da ona u momentu dospevanja do nivoa vode u sudu **C** još uvek raspolaže energijom koja je dovoljna da izbaci mlaz vode i iznad tog nivoa i da zahvaljujući tome od suda **C** načini fontanu.

Međutim, kada bi obe boce bile na zajedničkoj podlozi, proces bi se odmah zaustavio. Dopunsku energiju, koja obezbeđuje rad fontane, uložili smo mi podižući bocu **B** s vodom na visinu stolice. Tada je uloženi rad ravan proizvodu iz težine vode i visine dna boce nad podlogom, a dobijena energija neposredno se transformiše u kinetičku energiju izbačene vode u sudu **C**. Uostalom, hidrostatički pritisak na dnu creva **a** je viši od hidrostatičkog pritiska na kraju creva **b**. S druge strane, pritisci vazduha iznad nivoa vode u bocama su sve vreme isti, jer su one neposredno povezane crevom **c**.

D. RISTANOVIĆ (Beograd)

## АЈНШТАЈН О НАСТАВИ

„Није довољно подучавати човека у струци. Тиме ће он, додуше, постати једном врстом употребљиве машине, али не и потпуна личност. Он мора да добије жив смисао за оно што је лепо и морално . . . Све вредне ствари преносе се на младу генерацију личним додиром са наставником, а не, или бар не поглавито, преко књига. То је оно што на првом месту чини културу и одржава је . . . Претерано специјализовање с гледишта непосредне користи убија дух, а од духа зависи читав културни живот и процват науке. Суштини доброг одгоја припада и то, да се у младим људима развија смисао за самостално и критичко мишљење, које је знатно угрожено претрпаношћу наставе градивом. Ова претрпаност нужно води површности и недостатку културе. Настава мора да буде таква, да се оно што она пружа осећа као вредан дар, а не као мучна дужност".

Из књиге *Моја слика света*

„Nauka tek onda postiže savršenstvo kada joj pođe za rukom da koristi matematiku".

*Karl Marks*





TOMISLAV PETROVIĆ (Beograd)

## KAKO SE POMOĆU BAROMETRA MOŽE ODREDITI VISINA SOLITERA

U jednom američkom gradu dogodio se ovakav slučaj. Na pismenom ispitu iz fizike za prijem na fakultet postavljeno je ovakvo pitanje: „Kako se pomoću barometra može odrediti visina solitera?" Jedan od kandidata ovako je odgovorio;

„Za kraj dugačkog konopca veže se barometar i sa krova solitera spusti do ivičnjaka. Zatim se obeleži kraj konopca koji se drži u ruci i metrom izmeri njegova dužina od barometra do obeleženog mesta. Tolika je visina solitera".

Ovakav tačan ali šaljiv odgovor komisija nije mogla da prihvati. Članovi komisije su, naime, znali da se u osnovnoj i srednjoj školi uči o atmosferskom pritisku, tako da bi kandidat morao znati da ovaj pritisak opada za oko 1 mm Hg (milimetar živinog stuba) na svakih 10 metara visine, pa su očekivali da će kandidati na osnovu tog znanja i davati odgovor. Pravi odgovor bi, dakle, bio da treba izmeriti atmosferski pritisak koji vlada na ivičnjaku i na krovu, zatim izraziti razliku vrednosti ovih pritisaka u milimetrima živinog stuba i to pomnožiti s 10 m/mm Hg. Tako bi se dobila visina solitera u metrima.

Komisiji nije ostalo ništa drugo nego da pozove kandidata i kroz razgovor s njim utvrdi da li on zna pravi odgovor.

— Da li vi sem ovoga što ste napisali znate i neki drugi odgovor?

— Znam recimo ovakav: Poneću barometar i hronometar na krov solitera. Ozgo ću pustiti barometar i istovremeno uključiti hronometar. Kad čujem udar barometra o ivičnjak, zaustaviću hronometar i pročitaću na njemu vreme padanja barometra. Pritom sam zanemario vreme prenosa zvuka od mesta pada barometra do mog uha. Pošto znam vreme slobodnog padanja barometra, lako ću izračunati pređeni put $H$ po obrascu $H=g\,t^2/2$. Ovde je $g$ ubrzanje zemljine teže koje iznosi oko 10 m/s$^2$, a $t$ je vreme.

Komisija je ponovo bila u nedoumici jer odgovor je bio tačan. Jedan od članova komisije je zato rekao:

— Da, vaš odgovor je fizički tačan, ali takvim mernim postupkom upropastićete barometar. Vi sigurno znate pravi odgovor.

— Isti problem bi se mogao i ovako rešiti: U blizini solitera postaviću uspravno živin barometar. Zatim ću izmeriti dužine senki barometra i solitera. Na osnovu sličnosti odgovarajućih trouglova poznato mi je da se dužina senke solitera prema dužini senke barometra odnosi kao visina solitera prema dužini barometra. Iz takve proporcije lako se može izračunati visina solitera.

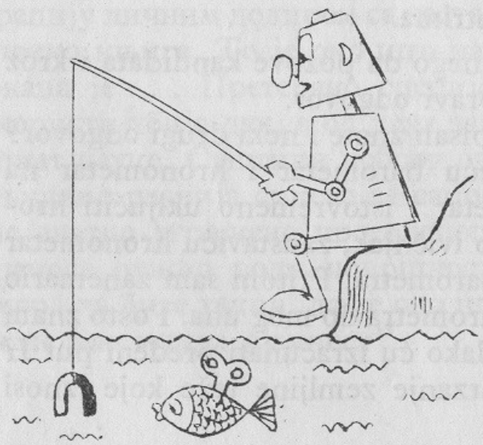
— I ovo je tačno, ali šta ćete učiniti ako dan nije sunčan pa nema senki?

Na to je kandidat, koji se očigledno pripremao za prijemni ispit ali nije radio oblast o atmosferskom pritisku, kroz osmeh odgovorio:

— U tom slučaju ću najlakše i najbrže odrediti visinu solitera pomoću barometra ako taj barometar poklonim domaru zgrade, a on mi za uzvrat kaže kolika je visina njegovog solitera.

## ТРИ ЗАКОНА „РОБОТИКЕ"

Развој науке о роботима („роботике") распламсао је машту научника и посебно писаца научно-фантастичних романа. Они су у сталном усавршавању робота, њиховој снази и логичном мишљењу, видели озбиљну опасност за трајни опстанак људске расе. Један од познатих писаца научно-фантастичних романа, Исаак Асимов, у свом роману *Голо сунце* заштитио је човечанство Земље и осталих светова од ове могуће опасности тиме што су, по њему, у читавој Галаксији усвојена **три закона роботике** који су трајно уграђени у мозак робота и од којих се при њиховој изградњи није смело одступити. Ти закони су гласили овако:



1. Робот не сме повредити људско биће или својом пасивношћу допустити да људско биће буде повређено.

2. Робот се мора покоравати налозима људских бића ако ти налози нису у супротности с првим законом роботике.

3. Робот мора штитити сам себе док се та заштита не противи првом или другом закону роботике.

**Д. Р.** (Београд)



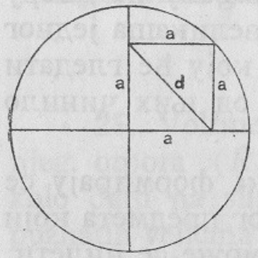
## TRI ZADATKA

Iako različita, sledeća tri zadatka imaju nečeg zajedničkog: za uspešno rešavanje oni zahtevaju strogo poštovanje elemenata u svojoj postavci i logično mišljenje, bez prećutnih dodavanja pojmova koji se u postavkama zadataka ne sadrže. U tom smislu oni više ilustruju „matematičarski", a manje „fizičarski" način mišljenja.

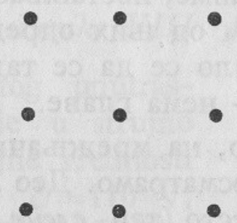
Pođimo od prostijeg ka složenijim.

**1. zadatak.** Kvadrat je postavljen u krug kao na slici 1. Data je jedino dijagonala *d* kvadrata. Izračunajte površinu kruga.

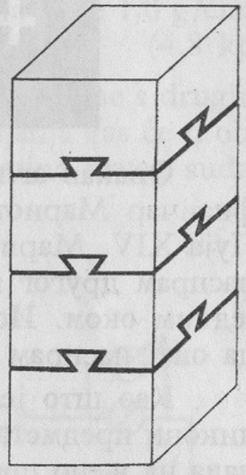
**2. zadatak.** Devet tačaka je raspoređeno po temenima kvadrata, sredinama njegovih




Sl. 1.



Sl. 2.



Sl. 3.

stranica i u preseku njegovih dijagonala, kako je prikazano na slici s. Ne dižući olovku sa hartije, spojite ove tačke pomoću četiri povezane duži.

**3. zadatak.** Priča se da su svojevremeno arheolozi, istražujući izvesno područje, naišli na stub sačinjen od jedinstvenih (monolitnih) kamenih blokova isečenih kao što se spolja sa sve četiri strane stuba vidi) (pogledati sliku 3. na kojoj se vide ovakva dva spoja blokova). Da bi utvrdili kako su blokovi poslagani, oni su stub razbili. Kakvo su rešenje za ovaj spoj našli u horizontalnom preseku stuba?

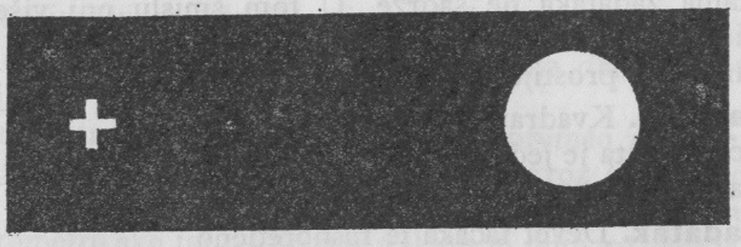
*Napomena.* Rešenja zadataka biće saopštena u sledećem broju Mladog fizičara.

D. KOLEDIN (Beograd)

## ДОКАЖИТЕ ПОСТОЈАЊЕ СЛЕПЕ МРЉЕ У СВОМ ОКУ

Ако затворимо лево око и посматрајући десним оком бели крстић на слици лагано приближавамо главу цртежу, једног момента, кад око буде на удаљености од око 16 cm од цртежа, бели

круг десно од крстића нестаће нам из видног поља (његово место ће такође изгледати црним). Ако наставимо да приближавамо главу цртежу, бели круг ће се поново појавити (он се, наравно, неће видети сасвим оштро, јер је даљина јасног виђења за нормално око 25 cm).



Овакав оглед, који је 1668. године извео чувени француски физичар Мариот, представљао је прворазредну забаву на двору Луја XIV. Мариот је, наиме, постављао двојицу великаша једног наспрам другог и сваком од њих одредио тачку коју ће гледати једним оком. Испоставило се да се тада сваком од њих чинило да онај наспрам њега — нема главе.

Као што је познато, на мрежњачи нашег ока формирају се ликови предмета које посматрамо. Део лика таквог предмета који пада на њено посебно место (тзв. *слепу мрљу*) не може се видети. А то је место преко кога видни нерв улази у очну јабучицу, тако да то место није снабдевено ћелијама осетљивим на светлост. Па и поред тога ми нормално не запажамо „празна места" у предметима које посматрамо јер се слепе мрље налазе на разним местима мрежњача наших очију. Зато ће друго око запазити део предмета који прво не види.

**Д. Р.** (Београд)

Немачки филозоф и конструктор из XII века *Albert Veliki* (о коме је било речи у чланку *Šta ume robot*, објављеном у претходном броју *Mladog fizičara)*, упркос свом надимку био је растом толико мали, да га је папа Аleksandar IV прилikом једне аудијенције у Ватикану више пута позивао да устане — мислећи да он неprestano kleči.





## ODABRANI ZADACI

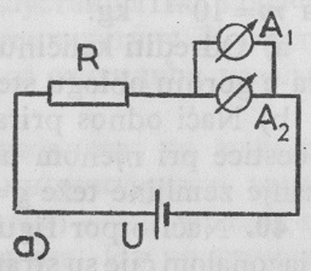
*A) Za učenike VII razreda*

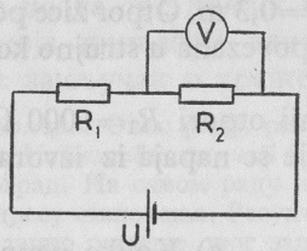
**23.** Pojas za spasavanje načinjen od plute ima zapreminu 5 dm³. Kolika je minimalna težina tega koji treba staviti na pojas da bi on potonuo u vodu? Gustina plute je 0,2 g/cm³ a gustina vode 1,0 g/cm³. (4,8 kp)

**24.** Sud u kome je gas pod pritiskom od 1,4 at spoji se s drugim praznim sudom čija je zapremina 6 l. Posle ovog spajanja gas će u oba suda biti pod pritiskom od 1,0 at. Kolika je zapremina prvog suda? Temperatura gasa je konstantna. (15 l)

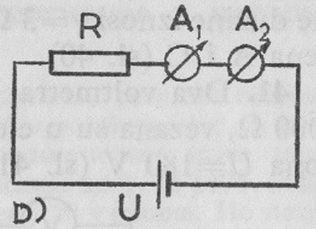
*B) Za učenike VIII razreda*

**25.** Voltmetar poznatog unutrašnjeg otpora ($R_v$) vezan je u strujno kolo dato na slici 25. Brojne vrednosti poznatih veličina sa slike su $U=110$ V, $R_1=R_2=2000\ \Omega$ i $R_v=10000\ \Omega$. Koliku vrednost napona pokazuje voltmetar? (50 V)




Sl. 25.




Sl. 26.

**26.** Ampermetri $A_1$ i $A_2$, koji poseduju sopstveni unutrašnji otpor, vezani su u prosto strujno kolo najpre paralelno (sl. 26a) a zatim redno (sl. 26b). U prvom slučaju ampermetri pokazuju vrednosti jačina struje od 2 A i 3 A, dok u drugom slučaju oni mere zajedničku vrednost jačine struje od 4 A. Kolika će biti jačina struje u ovom kolu ako se u njemu ampermetri ne nalaze? Napon između polova akumulatora je $U=6$ V, dok je njegov unutrašnji otpor zanemarivo mali. (5,43 A)

## KONKURSNI ZADACI

*A) Za učenike VII razreda*

**36.** Cigla čije su dimenzije $a=25$ cm, $b=12$ cm i $c=6$ cm i gustina $\rho=1{,}8$ g/cm³ okačena je o dinamometar. Kakve će vrednosti pokazivati dinamometar ako se cigla nalazi: a) u vazduhu i b) u vodi? Gustina vazduha je 0,0013 g/cm³ a gustina vode 1,0 g/cm³.

**37.** Šuplja kugla od gvožđa pliva na vodi tako da je polovina kugle iznad površine vode. Kolika je zapremina šupljine u kugli ako je njena masa 5 kg? Gustina gvožđa je 7,8 g/cm³.

**38.** Zapremina vazdušnog mehurića u vodi na dubini 3 m iznosi 5 mm³. Kolika će biti zapremina ovog mehurića ako se on nađe uz samu površinu vode? Atmosferski pritisak je normalan.

*B) Za učenike VIII razreda*

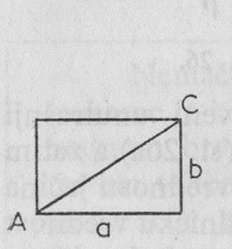
**39.** Rastojanje između obloga pločastog kondenzatora iznosi $h=0{,}01$ m a napon između njih je $U=2000$ V. U neposrednoj blizini donje obloge nalazi se pozitivno naelektrisana čestica prašine čija je masa $m=10^{-11}$ kg.

a) Odrediti količinu elektriciteta na čestici ako je ona u momentu udara u gornju oblogu stekla brzinu 0,2 m/s.

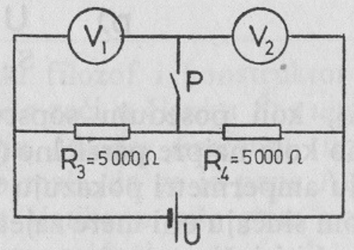
b) Naći odnos priraštaja potencijalne i priraštaja kinetičke energije čestice pri njenom udaru u gornju oblogu. Pretpostavlja se da je ubrzanje zemljine teže $g=10$ m/s².

**40.** Naći otpor figure načinjene od žice u obliku pravougaonika sa dijagonalom čije su stranice $a=0{,}4$ m i $b=0{,}3$ m. Otpor žice po jedinici njene dužine iznosi $\gamma=3\ \Omega/\text{m}$, a figura je povezana u strujno kolo preko temena A i C (sl. 40).

**41.** Dva voltmetra, čiji su unutrašnji otpori $R_1=6000\ \Omega$ i $R_2=4000\ \Omega$, vezana su u električno kolo koje se napaja iz izvora stalnog napona $U=180$ V (sl. 41).



Sl. 40.



Sl. 41.

a) Kolike napone mere voltmetri ako je prekidač P otvoren?

b) Koliki su naponi koje mere voltmetri kada je prekidač P zatvoren?

**Uputstvo rešavačima konkursnih zadataka**

Rešite konkursne zadatke iz ovog broja *Mladog fizičara* i rešenja pošaljite *Matematičkom listu*. Interesantna rešenja i imena svih učesnika koji su sve zadatke



(ili neke od njih) tačno rešili objavićemo u sledećem broju *Mladog fizičara*. Najuspešnijim rešavačima za svaki razred dodelićemo prigodne nagrade na kraju školske godine.

Svako rešenje (s rednim brojem zadatka i tekstom) treba obrazložiti na jednoj strani lista hartije. Rešenje treba čitko potpisati punim prezimenom i imenom navodeći razred, školu, mesto i svoju adresu.

Zadatke rešavajte samostalno. Slike crtajte precizno. Nečitljiva i neobrazložena rešenja nećemo uzimati u obzir.

Rešenja zadataka iz ovog broja pošaljite običnom poštom najkasnije do 1. II 1978. godine na sledeću adresu:

**Matematički list**
(Konkursni zadaci iz fizike)
p. p. 728
11001 Beograd

## НАГРАДНИ ЗАДАТАК 3

Када се помоћу медицинског (лекарског) термометра мери телесна температура, термометар се у пазушној јами обично држи 5 минута. Проверите овај податак, тј. утврдите после колико се времена жива у термометру практично зауставља на коначном подељку скале који показује вашу телесну температуру. Користите се медицинским термометром, часовником са секундном казаљком и комадом милиметарске хартије.

**Примедба.** Задатак треба решити графички: по апсцисној оси координатног система исцртаног на милиметарској хартији наносите време (у секундима), а по ординатној — прочитане температуре после све дужих временских размака. Из конструисане криве, која приказује закон промене температуре с временом, изведите закључак о траженом времену.

*Напомена.* Опис рада, резултате мерења и коначан резултат пошаљите на адресу: *Математички лист* (Наградни задатак *Младог физичара*), п. п. 728, 11001 Београд. На самом раду напишите своје презиме и име, назив школе, место и адресу становања. Резултате послати најкасније до 1. II 1978. године.

За тачно решење овог задатка биће награђено 20 ученика. По потреби одлучиће жреб.

## TEST-PITANJA

*A) Za učenike VII razreda*

**1.** Ako se telo zaroni u tečnost veće gustine, sila potiska na njega postaće u odnosu na silu potiska kada je telo bilo u tečnosti manje gustine

a) manja. b) ista. c) veća.

**2.** Kad telo pliva na tečnosti, sila potiska na njega je

a) jednaka težini tela. b) veća od težine tela.

c) majna od težine telom istisnute tečnosti.

**3.** Ako na površini vode plivaju dva kugle iste mase načinjene od raznih materijala, kugla načinjena od materijala veće gustine istisnuće u odnosu na kuglu načinjenu od materijala manje gustine

a) manju količinu vode. b) istu količinu vode.
c) veću količinu vode.

**4.** Ako atmosferski pritisak očitan zimi na barometru raste u toku vremena, taj porast nagoveštava da će

a) vreme postati hladnije. b) vreme postati toplije. c) sneg.

**5.** Ako se cev dužine 1 m i stalnog poprečnog preseka, koja je na jednom kraju zatvorena, napuni živom i tako napunjena izvrne tako da otvor cevi bude potopljen u sud sa živom *(Toričelijev ogled)*, tada će pri pomeranju cevi iz vertikalnog u kos položaj zapremina žive u cevi iznad nivoa žive u spoljnom sudu

a) postati manja. b) ostati ista. c) postati veća.

**6.** Jednako promenljivo kretanje predstavlja kretanje kod koga se

a) put ravnomerno menja. b) brzina ravnomerno menja.
c) ubrzanje ravnomerno menja.

**7.** Ako se kosmički brod kreće pod dejstvom sile, reaktivna sila mlaznog motora dejstvuje

a) u smeru kretanja kosmičkog broda.
b) normalno na smer kretanja kosmičkog broda.
c) u smeru suprotnom od smera kretanja kosmičkog broda.

**8.** Ako telo klizi po horizontalnoj podlozi, sila trenja između tela i podloge ne zavisi od

a) vrste materijala tela. b) vrste materijala podloge.
c) stepena uglačanosti dodirnih površina tela i podloge.
d) veličine dodirne površine između tela i podloge.
e) težine tela.

**9.** Pod dejstvom sile $F$ dva istovetna prizmatična tela vezana jedno za drugo kreću se po ravnoj podlozi konstantnom brzinom $v$. Ako se jedno od njih postavi na drugo, sila koja će ovako kombinovano telo pomerati po istoj podlozi stalnom brzinom $v$ biće

a) $2F$. b) $F$. c) $F/2$.

**10.** Gravitaciona sila kojom Zemlja deluje na Mesec je u odnosu na gravitacionu silu kojom istovremeno Mesec deluje na Zemlju

a) manja. b) ista. c) veća.

*B) Za učenike VIII razreda*

**1.** Paralelno vezivanje električnih potrošača u domaćinstvu na gradsku mrežu obezbeđuje svim potrošačima

a) istu jačinu struje. b) isti napon.
c) istu potrošnju električne energije.



**2.** Ako se istoimeni polovi dva električna izvora stalnih i istih napona međusobno povežu, za njih se kaže da su povezani

a) serijski. b) paralelno. c) kombinovano.

**3.** Vatsekund je jedinica za

a) električni napon. b) jačinu električne struje.
c) električni otpor d) električnu energiju.
e) električnu snagu.

**4.** Stepen korisnog dejstva električne sijalice je

a) iznad 40%. b) između 40% i 20%. c) ispod 20%.

**5.** Ako se paralelno povežu tri otpornika čiji su otpori $R_1 < R_2 < R_3$ i krajevi ove mreže otpornika vežu za izvor stalnog napona, najviše će se zagrevati

a) otpornik $R_1$. b) otpornik $R_2$. c) otpornik $R_3$.

**6.** Da bi se deo nekog prostora zaštitio od delovanja spoljnog magnetnog polja, on se ograđuje

a) kartonskim zidovima. b) limom od mekog gvožđa.
c) sudom od porculana.

**7.** Na magnetnom polu Zemlje inklinacioni ugao magnetne igle je

a) 0°. b) 45°. c) 90°.

**8.** Na skali električnog mernog instrumenta s pokretnim kalemom podeljci su

a) na početku zbijeniji a na kraju razvučeniji.
b) na početku razvučeniji a na kraju zbijeniji.
c) jednaki.

**9.** Ako kroz pravolinijski provodnik, postavljen normalno na zemljinu površinu na mestu gde preko nje prelazi ekvator, protiče struja stalne jačine ozgo naniže (ka centru Zemlje), provodnik će se usled prisustva zemljinog magnetnog polja pomerati u smeru

a) geografskog severa. b) geografskog zapada.
c) geografskog istoka. d) geografskog juga.
e) naviše. f) naniže.

**10.** Ako se kružni metalni prsten pomera stalnom brzinom normalno na linije stalnog magnetnog polja koje imaju smer od posmatrača ka prstenu, u prstenu

a) dolazi do indukovanja struje u smeru kretanja kazaljke na časovniku.
b) dolazi do indukovanja struje u smeru suprotnom kretanju kazaljke na časovniku.
c) ne dolazi do indukovanja struje.

*Napomena.* Rešenja ovih test-pitanja biće objavljena u sledećem broju *Mladog fizičara.*

## ZADACI-PITANJA

Počev od prošlog broja *Mladi fizičar* pored Konkursnih i Odabranih zadataka redovno objavljuje i Zadatke-pitanja. U njihovom rešavanju vi ćete se takmičiti a mi ćemo u narednim brojevima časopisa objavljivati tačne odgovore i imena učenika koji su takve odgovore poslali.

Pri rešavanju ovakvih zadataka ne koriste se formule niti vrše bilo kakva izračunavanja, ali je zato neophodno da se dobro razmisli pre nego što se rečima iskaže odgovor na postavljeno pitanje. Svako rešenje-odgovor na zadatak-pitanje mora biti i detaljno obrazloženo.

Od rešavanja zadataka-pitanja imaćete velike koristi pri savlađivanju gradiva iz fizike: ne samo što ćete kroz njihovo rešavanje proveravati svoje znanje i utvrditi ono što ste naučili, već ćete se osposobiti da dublje razmišljate, pravilo rasuđujete i izvodite tačne zaključke. Zbog toga se danas s pravom smatra da rešavanje kvalitativnih zadataka (zadataka-pitanja) predstavlja svojevrsnu školu mišljenja.

Zato razmišljajte, pišite svoje odgovore i šaljite ih nama na isti način kao i konkursne zadatke. Nemojte se ustručavati. Čak i ako ti odgovori po nekad budu i pogrešni videćete da ste, upoređujući svoje odgovore s tačnim, ipak puno naučiti.

### Zadaci-pitanja:

**7.** Prema prvom Njutnovom zakonu mehanike karakter kretanja tela može promeniti samo spoljašnja sila, tj. sila koja potiče od nekog drugog tela. Zašto se pri kočenju pokretni automobil zaustavlja? Šta je tu spoljašnja sila i koje je to drugo telo?

**8.** Kakav oblik treba dati sudu ako se želi da se pomoću date količine tečnosti dobije najveća moguća sila pritiska na dno?

**9.** Zašto je mineralna („kisela") voda „mirna" u zatvorenoj boci, a kada se sa nje skine poklopac, ona odmah „proklјuča", tj. u njoi se pojave brojni mehurići?

**10.** Zašto suvo drvo pri gorenju pucketa?

**11.** Na stolu je slog jednakih sveski poređanih jedna iznad druge Najniža sveska je prilepljena za sto. Kako će se pomerati sveske u slogu ako se jedna od njih lagano povuče paralelno površini stola?

**12.** Ako se na mlaku grejnu ploču štednjaka kane malo vode, ona će brzo ispariti. Ukoliko je, međutim, ploča vrela, formiraće se vodene loptice koje će dugo vremena poigravati na ploči pre nego što ispare. Ova pojava je na prvi pogled neočekivana. Zato se ona, kao i mnoge druge slične pojave u fizici, naziva *fizičkim paradoksom*. Kako možemo objasniti ovu pojavu?

*Napomena.* Svoje odgovore pošaljite na adresu: *Matematički list* (Zadaci-pitanja *Mladog fizičara)*, p. p. 728, 11001 Beograd. Na samom radu napišite svoje prezime i ime, naziv škole, mesto i adresu stanovanja. Rezultate pošaljite najkasnije do 1. II 1978. godine.



## REŠENJA KONKURSNIH ZADATAKA

### Iz Mladog fizičara II, 1

*A) Za učenike VII razreda*

*30. Masa aluminijumskog odlivka je 270 g a zapremina 125 cm³. Kolika je zapremina šupljina u odlivku koje su nastale u toku livenja? Gustina aluminijuma je 2,7 g/cm³.*

Zapremina odlivka $V=125$ cm³ jednaka je zbiru zapremine $V_p$ punog dela odlivka i zapremine $V_š$ šupljina koje se u njemu nalaze, tj. $V=V_p+V_š$. Zapremina punog dela ovog odlivka jednaka je odnosu njegove mase i gustine materijala od kog je odlivak načinjen

$$V_p=\frac{m}{\rho}=\frac{270\ \text{g}}{2{,}7\ \text{g/cm}^3}=100\ \text{cm}^3,$$

pa se zato prema prethodnom izrazu za $V$ zapremina šupljina u odlivku dobija kao

$$V_š=V-V_p=125\ \text{cm}^3-100\ \text{cm}^3=25\ \text{cm}^3.$$

*31. Na avionu u letu deluju: vučna sila motora jačina 15000 N, sila otpora vazduha čiji je smer suprotan od smera kretanja aviona a jačina 11000 N, i sila bočnog vetra čiji je pravac normalan na pravac leta aviona a intenzitet 3000 N. Kolika je jačina rezultujuće sile koja deluje na avion?*

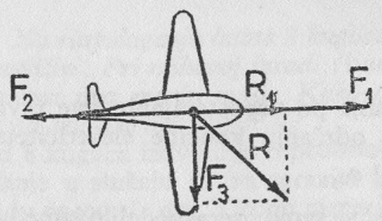
Jačina rezultujuće sile koja dejstvuje na avion predstavljena je dijagonalom paralelograma ($R$) čija je jedna stranica rezultanta $R_1$ vučne sile motora $F_1$ i sile otpora vazduha $F_2$, a druga stranica je sila bočnog vetra $F_3$ (sl. 31). Prema tome,

$$R=\sqrt{R_1^2+F_3^2}.$$

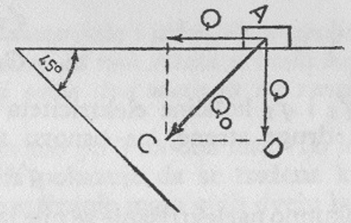
Pošto je $R_1=F_1-F_2=15000$ N—11000 N=4000 N i $F_3=3000$ N, iz prethodne formule za jačinu rezultujuće sile dobija se

$$R=\sqrt{16000000\ \text{N}^2+9000000\ \text{N}^2}=5000\ \text{N}.$$

*32. Nagib kosog krova kuće iznosi 45°. Na krovu se nalazi telo mase 50 kg. Površina neposrednog dodira tela i krova je 0,5 m². Koliki je pritisak ovog tela na podlogu?*




Sl. 31.




Sl. 32.

Pritisak je brojno jednak odnosu jačine sile i površine na koju ta sila dejstvuje u pormalnom pravcu. Prema tome, za pronalaženje pritiska tela koje se nalazi na krovu potrebno je odrediti jačinu komponente sile teže ($Q$) kojom telo dejstvuje u normalnom pravcu na površinu krova (sl. 32). U tom smislu potrebno je razložiti silu teže $Q_o=m\,g$ na dve komponente od kojih će jedna biti normalna na površinu krova, a druga će biti njoj paralelna. Sa slike 32. se vidi da je ugao CAD jednak 45°, što je ujedno i nagib krova (uglovi s normalnim kracima!). Prema tome, trougao ACD je jednakokraki pravouglu trougao čiji su kraci komponente $Q$ sile teže $Q_o$. Primenom Pitagorine teoreme na trougao ACD dobija se

$$Q_o=\sqrt{Q^2+Q^2}=Q\sqrt{2}.$$

Na osnovu prethodnog izraza komponenta sile teže koja je normalna na površinu krova biće $Q=Qo/\sqrt{2}$, pa će pritisak $p$ tela na površinu krova biti

$$p=\frac{Q}{S}=\frac{Qo}{S\sqrt{2}}=\frac{50\text{ kp}}{0{,}5\text{ m}^2\cdot 1{,}41}=71\text{ kp/m}^2.$$

*B) Za učenike VIII razreda*

*33. Potencijali dva izolovana tela koja su izolovana od Zemlje iznose +20 V i —12 V. Koliki rad treba utrošiti da bi se naelektrisanje od 0,8 μC prenelo s jednog tela na drugo?*

Pri prenošenju količine elektriciteta $q=0{,}8\ \mu$C s provodnika čiji je potencijal $V_1=-12$ V na provodnik potencijala $V_2=+20$ V izvrši se rad

$$A=q\,(V_2-V_1)=0{,}8\ \mu\text{C}\,(20+12)\text{ V}=25{,}6\ \mu\text{J},$$

tj. izvršeni rad iznosi 25,6 mikrodžula.

*34. Dve metalne kugle čiji su kapaciteti $C_1=0{,}1$ nF (nanofarad) $C_2=0{,}05$ nF naelektrisane su količinama elektriciteta $q_1=17$ nC (nanokulon) i $q_2=30$ nC. Da li će doći do prelaženja elektriciteta s jedne kugle na drugu ako se one spoje provodnom žicom? Ukoliko dolazi do ovakve preraspodele, naći količinu elektriciteta koja protekne kroz žicu koja ih spaja.*

Da bismo odgovorili na pitanje hoće li doći do prelaženja elektriciteta s jedne kugle na drugu, potrebno je najpre izračunati potencijale naelektrisanih kugli. Ti potencijali redom iznose

$$V_1=\frac{q_1}{C_1}=\frac{17\text{ nC}}{0{,}1\text{ nF}}=170\text{ V},\qquad V_2=\frac{q_2}{C_2}=\frac{30\text{ nC}}{0{,}05\text{nF}}=600\text{V}.$$

Pošto je $V_2$ veće od $V_1$, s druge kugle će na prvu preći određena količina elektriciteta. Proces preraspodele naelektrisanja završava se u trenutku kada se izjednače potencijali kugli, tj. kada postane $V'_1=V'_2$. Odatle je, dalje,

$$\frac{q'_1}{C_1}=\frac{q'_2}{C_2},\qquad (1)$$

gde su $q'_1$ i $q'_2$ količine elektriciteta na kuglama po uspostavljanju ove ravnoteže.

S druge strane, na osnovu zakona o održanju količine elektriciteta sledi

$$q'_1+q'_2=q_1+q_2.\qquad (2)$$

Naime, ukupno naelektrisanje se nije izgubilo već se samo preraspodelilo između kugli.

Izrazi (1) i (2) predstavljaju sistem linearnih jednačina s dve nepoznate ($q'_1$ i $q'_2$). Njihovim rešavanjem po ovim vrednostima dobićemo za ove količine elektriciteta vrednosti

$$q'_1=\frac{C_1}{C_1+C_2}(q_1+q_2)=31{,}3\text{ nC}\ \text{ i }\ q'_2=\frac{C_2}{C_1+C_2}(q_1+q_2)=15{,}7\text{ nC}.$$

Tada će na prvu kuglu preći količina elektriciteta $q$ koja se lako izračunava iz sledećeg uslova:

$$q=q_2-q'_2=q'_1-q_1=14{,}3\text{ nC}.$$

*35. Vrednost kapaciteta kondenzatora promenljivog kapaciteta kreće se u granicama od $C_{min}=0{,}05$ μF do $C_{max}=0{,}18$ μF. Pri minimalnom kapacitetu na kondenzator je dovedena količina elektriciteta $q_1=0{,}25$ μC. Koliku dodatnu količinu elektriciteta treba dovesti na ovaj kondenzator da bi pri maksimalnom kapacitetu napon na kondenzatoru ostao nepromenjen?*



Pri minimalnom kapacitetu napon na kondenzatoru je

$$U=\frac{q_1}{C_{min}}=\frac{0{,}25}{0{,}05}\ \frac{\mu\text{C}}{\mu\text{F}}=5.\text{V}.$$

Pri maksimalnom kapacitetu, na kondenzatoru se mora naći količina elektriciteta od

$$q_2=U\cdot C_{max}=5\text{ V}\cdot 0{,}18\ \mu\text{F}=0{,}90\ \mu\text{C}.$$

Dakle, na kondenzator treba dovesti dodatnu količinu elektriciteta od $q=q_2-q_1=0{,}65\ \mu$C.

## REŠAVAČIMA ZADATAKA

### koji svoje odgovore dostavljaju Mladom fizičaru

Iz tehničkih razloga nismo bili u mogućnosti da u ovom broju *Mladog fizičara* objavimo imena rešavača koji su poslali tačne odgovore na konkursne zadatke, nagradni zadatak i zadatke-pitanja. Zato ćemo ovaj propust ispraviti u sledećem broju *Mladog fizičara*.

## REŠENJA TEST-PITANJA

Iz *Mladog fizičara* **II, I**

*A) Za učenike VII razreda*

**1**: 1—5, 2—2, 3—6, 4—1, 5—3, 6—7, 7—4; **2**: a; **3**: a, c, f, h; **4**: b; **5**: d; **6**: d; **7**: b; **8**: a; **9**: a; **10**: a.

*B) Za učenike VIII razreda*

**1**: b; **2**: a; **3**: a; **4**: b; **5**: a; **6**: b; **7**: c; **8**: b; **9**: a; **10**: b.

## ODGOVORI NA ZADATKE-PITANJA

Iz *Mladog fizičara* **II, 1**

*1. Na raspolaganju imate 8 kuglica od istog materijala i jednakih po spoljašnjem izgledu i veličini. Pri njihovoj izradi (livenju) u jednoj od njih ostala je mala šupljina, zbog čega ona ima manju masu. Kako ćete vršeći samo dva merenja na terazijama utvrditi koja kuglica ima šupljinu?*

Od 8 kuglica izdvojimo 6 proizvoljnih i stavimo po 3 na oba tasa. To je prvo merenje koje u slučaju da su terazije u ravnoteži pokazuje da se tražena kuglica nalazi među preostale dve. Drugo merenje, tj. upoređivanje masa ovih dveju kuglica, pokazaće koja od njih sadrži šupljinu.

Ukoliko pri prvom poređenju masa nije postignuta ravnoteža, tražena kuglica je među onima koje leže na tasu koji se podiže. U tom slučaju drugo merenje se vrši sa kuglicama iz ove grupe. Zato treba uzeti proizvoljne dve od njih tri i staviti po jednu na svaki tas. Ako se pri tom poređenju utvrdi jednakost masa, treća kuglica je ona koju tražimo. Ako, međutim, terazije ukazuju na nejednakost masa, onda je šuplja kuglica ona koja se s tasom podiže.

*2. Da li u vasionskom brodu ili veštačkom Zemljinom satelitu vredi Paskalov i Arhimedov zakon?*

Prema **Paskalovom zakonu** spolja proizveden pritisak na tečnost ili gas prostire se kroz njih u svim pravcima ravnomerno. Težina tečnosti odnosno gasa

pri ovom prenošenju pritiska ne igra u toj pojavi nikakvu ulogu, pa prema tome ni njihovo beztežinsko stanje. Odavde proizilazi da **Paskalov zakon** vredi na vasionskom brodu i veštačkom Zemljinom satelitu.

**Arhimedov zakon** govori o težini tela uronjenog u tečnost ili gas. Kako sva tela u vasionskom brodu (odn. satelitu) nemaju težinu, **Arhimedov zakon** u tim uslovima ne vredi.

*3. Da li se pomoću zatvorenog živinog manometra može izmeriti pritisak gasa u sudu koji se nalazi u veštačkom Zemljinom satelitu?*

Pri merenju pritiska gasa živinim manometrom težina živinog stuba uravnotežava se silom pritiska gasa u zatvorenom sudu. U veštačkom satelitu vlada beztežinsko stanje. Pošto stub žive nema težine, živinim manometrom se ne može meriti pritisak gasa u sudu.

*4. Zašto se pri ekipnim biciklističkim trkama učesnici kreću jedan iza drugog na veoma malim rastojanjima, a prednji vozač posle određenog vremena ustupa svoje mesto drugom vozaču?*

Pri takvoj vožnji članovi ekipe formiraju jednu aerodinamičku celinu, tj. sistem koji najlakše savlađuje otpor vazduha. Pri tome je najteže čelnom vozaču. Da ne bi došlo do smanjenja brzine vožnje ekipe zbog premora vođe, posle određenog vremena ovog vozača zamenjuje drugi.

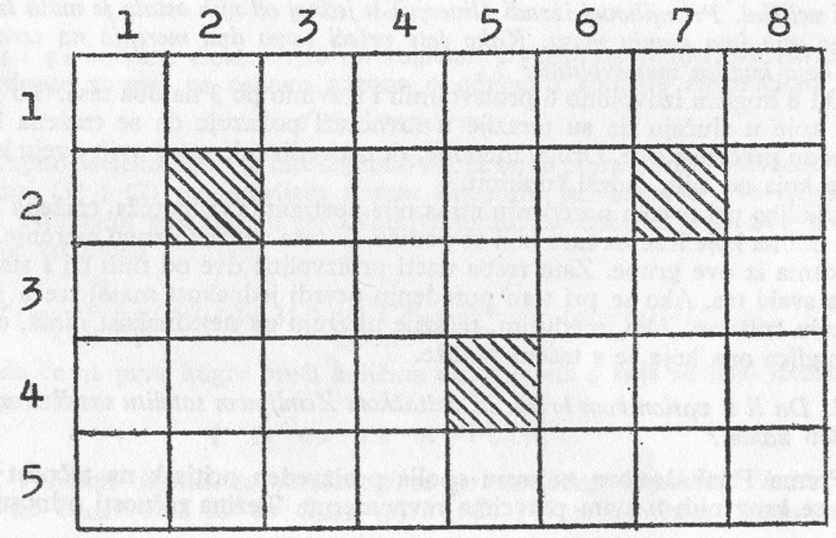
5. *Zašto plivači skoro celo vreme trke nastoje da im je glava uronjena u vodu?*

Kad plivač-takmičar uroni glavu u vodu, on lakše i brže pliva. To mu je omogućeno stoga što on istiskuje veću količinu vode kada mu je i glava u njoj. Pri tome je veća sila potiska na telo plivača, te on troši manje energije da bi se održao na površini vode. Sem toga, uronjena glava svojim oblikom umanjuje čeoni otpor dozvoljavajući takmičaru da brže pliva.

*6. Zašto pri takmičenju u gađanju vatrenim oružjem (puškom) sportisti oblače debelu bluzu i navlače rukavicu na levu ruku čak i kada je napolju veoma toplo?*

Meka i debela bluza i rukavica na levoj ruci amortizuju (prigušuju) lako podrhtavanje tela i ruke usled pulsiranja arterija i nervne napregnutosti tela. Zato je puška mirnija pa se postižu i bolji rezultati u gađanju.

## UKRŠETNE REČI






**Vodoravno:** 1) instrument za merenje električne snage, 2) oznaka za poluprečnik — tipovi, vrste — oznaka za amper, 3) deo atoma, 4) jedan roditelj — industrijska biljka, 5) fizička veličina (jedinica džul).

**Vertikalno:** 1) osnovna fizička veličina, 2) sveza — industrijska tekstilna biljka, 3) strah od javnog nastupa (mn.), 4) prilog, 5) stanovnik Estonije — oznaka za gram, 6) topli izvori, 7) prvo slovo azbuke i abecede — skraćenica za Organizaciju Afričkog Jedinstva, 8) žensko ime.

J. DOJČILOVIĆ (Beograd)

## РЕШЕЊЕ УКРШТЕНИХ РЕЧИ

Из *Младог физичара*, II, **1**

**Водоравно:** 1) волтметар, 2) рр — Нил — ре, 3) сет — Н — Бгд, 4) то — куб — он, 5) електрони.

**Усправно:** 1) врсте, 2) ореол, 3) л — т — е, 4) ТН — кк, 5) минут, 6) ел — Бр, 7) т — б — О, 8) аргон, 9) редни.

## РЕШЕЊЕ КОЊИЧКОГ СКОКА

Из *Младог физичара*, II, **1**

Коперник.

## РЕШЕЊЕ ЕНИГМАТСКЕ ЈЕДНАЧИНЕ

Из *Младог физичара*, II, **1**

*A:* Бар, *B:* ом, *C:* етар, *D:* Барометар.

## GREŠKE

### uočene u br. 1, god. II, Mladog fizičara

Str. 8, red 4 ozdo: mesto *j. ispitivanje* treba da stoji *tj. ispitivanje.*
Str. 15, red 3 ozdo: mesto *samoglasnik* treba da stoji *suglasnik.*
Str. 16, red 1 ozdo: mesto *bro* treba da stoji *broj.*
Str. 20, rečenica u dva zadnja rada treba da glasi; „Na sledeće četiri slike (sl. 2,3,4 i 5) prikazani su različiti optički aparati sastavljeni od delova koje sadrži kutija".
Str. 21, tekst ispod sl. 4. treba da glasi: „Model sekstanta s ogledalom i model prolaza zrakova u oku".
Str. 25, red 12 ozdo: mesto $\mu F$ treba da stoji $\mu C$.
Str. 24, red 1 ozdo: završna zagrada nije potrebna.