Straka

S.E. Božin: Najviše i najniže temperature 1
Dr. B.S. Milić: Može li čovek biti nevidljiv 5
Dr. M.S. Dimitrijević: Komete 7
Dr. J. Labat: Koliko su opasni nuklearni reaktori 11
Dr. M. Zupančić: Tritium, nastanak i kretanje u životnoj sredini 14
D. Redžić: Očna cev 17
V. Adamović: Treba li u svemu verovati oku 18
Kutak istraživača 20
Domaći eksperiment 22
D. Grujić: Reportaža sa đačkog buvljaka 25
B. Milić: Tri zadatka sa nazivima osnovnih jedinica SI-sistema 27
B. Milić: Tri pomeraljke 29
V. Adamović: Rešenja „crne kutije" iz MF–31/32 30
S. Krsmanović, T. Senćanski: Zadaci za domaći rad. 32
Konkursni zadaci 33
Rešenja zadataka sa I. saveznog takmičenja učenika osnovnih škola 37
Rešenja zadataka sa VI. republičkog takmičenja učenika osnovne škole Srbije 39
Rešenje konkursnih zadataka iz MF–33 42
Konkursni zadaci 52
Rešenja zadataka sa 23. republičkog takmičenja iz fizike učenika srednjih škola Srbije 56
Program saveznog takmičenja iz fizike za učenike srednjeg usmerenog obrazovanja (nastavak na strani 68) 63
Zadaci sa rešenjima sa VII. republičkog takmičenja iz fizike učenika osnovne škole Srbije 64
Društvo matematičara, fizičara i astronoma SR Slovenije:
Jugoslovenski konkurs u rešavanju eksperimentalnih zadataka iz fizike 69
Pravilna rešenja konkursnih zadataka dostavili su . . . . . .
„Naučna knjiga" za vašu biblioteku . . . . . .
16. Međunarodna olimpijada iz fizike za učenike srednjih škola:
7 konkursa iz fizike . . . . . .

Pretplata na časopis „Mladi fizičar" u 1984/85. iznosi 280.– dinara.
Narudžbenice i priloge slati na adrese:

1. **DRUŠTVO FIZIČARA SRBIJE**
(za časopis Mladi fizičar)
Žiro račun: 60806–678–77766 SDK BG
11080 ZEMUN, M. Gorkog 118
Evidencija pretplate: 011/478–758, Dragana Cerović
Obaveštenja: 011/212–219, Zorka Nikolić

2. ŠKOLSKA KNJIGA, knjižara „Studentski trg"
(za časopis Mladi fizičar)
Radno vreme: 8–20 časova (subotom: 8–15 časova)
Telefon: 011/185–295
11000 BEOGRAD, Studentski trg 6

YU ISSN 0351-5575

mladi fizičar

34-35

84/85 *časopis iz fizike za učenike*

ДРУШТВО ФИЗИЧАРА СРБИЈЕ
ЧАСОПИС „МЛАДИ ФИЗИЧАР"

КОМИСИЈА ЗА ТАКМИЧЕЊЕ
УЧЕНИКА _____ ШКОЛА ДОДЕЉУЈЕ

ПРИЗНАЊЕ

_____

_____

МЕСТО _____

ЗА УЧЕШЋЕ УЧЕНИКА НА _____
ТАКМИЧЕЊУ ИЗ ФИЗИКЕ ШКОЛСКЕ 19__/19__ ГОДИНЕ

ДИРЕКТОР ШКОЛЕ _____

НАСТАВНИК (ЦИ) ФИЗИКЕ _____

ПОДРУЖНИЦА _____

РЕГ. БРОЈ _____

У _____

_____ 19__ ГОДИНЕ

ПРЕДСЕДНИК
КОМИСИЈЕ

_____

DRUŠTVO FIZIČARA SRBIJE
SERBIAN PHYSICAL SOCIETY

MLADI FIZIČAR
Naučno-obrazovni časopis iz fizike za učenike osnovnih i srednjih škola, godina IX, br. 34–35 (1984/85.)

YOUNG PHYSICIST
Magazine for elementary and secondary school students

JEUNE PHYSICIEN
Journal pour les éléves des écoles élémentaires et secondaires

JUNGER PHYSIKER
Zeitschrift fur Volks- und Mittelschüler

МОЛОДОЙ ФИЗИК
Журнал для учеников основной и средних школ

IZDAJE
DRUŠTVO FIZIČARA SRBIJE
11080 Zemun, Maksima Gorkog 118

Glavni i odgovorni urednik
Draško GRUJIĆ

Kolektivni urednik:
Božidar S. MILIĆ, Jaroslav LABAT,
Svetozar BOŽIN, Slobodan ŽEGARAC,
Jablan DOJČILOVIĆ

Uređivački odbor
Radenko BAJIĆ, Jadranka BOGOVAC,
Svetozar BOŽIN, Milan DIMITRIJEVIĆ,
Draško GRUJIĆ, Tomislav PETROVIĆ,
Stjepan PLANIĆ, Budo RADOJEVIĆ,
Tomislav SENĆANSKI, Aleksandar SREĆKOVIĆ,
Čedomir STANKOVIĆ, Gavrilo VUKOVIĆ

Ilustracije: N. Ubović, S. Milić i B. Vild

Sva prava umnožavanja, preštampavanja i prevođenja zadržava
Društvo fizičara Srbije
Oslobođeno plaćanja poreza na promet na osnovu rešenja Republičkog sekretarijata za kulturu SR Srbije, br. 329, od 29. IX 1976. godine.
ŠTAMPA: NIGP „PRIVREDNI PREGLED" – BEOGRAD MARŠALA BIRJUZOVA 3–5

FIZIKA DANAS

NAJVIŠE I NAJNIŽE TEMPERATURE

S. E. Božin

Život je na Zemlji moguć zahvaljujući i tome što je tempratura vazduha uz površinu naše planete u srazmerno uskom opsegu od $+57^{\circ}C$ (Sahara, Dolina Smrti) do $-88^{\circ}C$ (Antarktik). Pogodnost ovog opesega temepratura za opstanak živih organizama u vezi je i sa činjenicom da se sva živa bića sastoje najvećim delom od vode koja, pri normalnom atmosferskom pritisku, ključa na $100^{\circ}C$ a pretvara se u led na $0^{\circ}C$. Temperatura je značajan i često odlučujući faktor ne samo u biološkom, već i hemijskim i fizičkim procesima. Najveći broj osobina supstancije zavisi od te fizičke veličine.

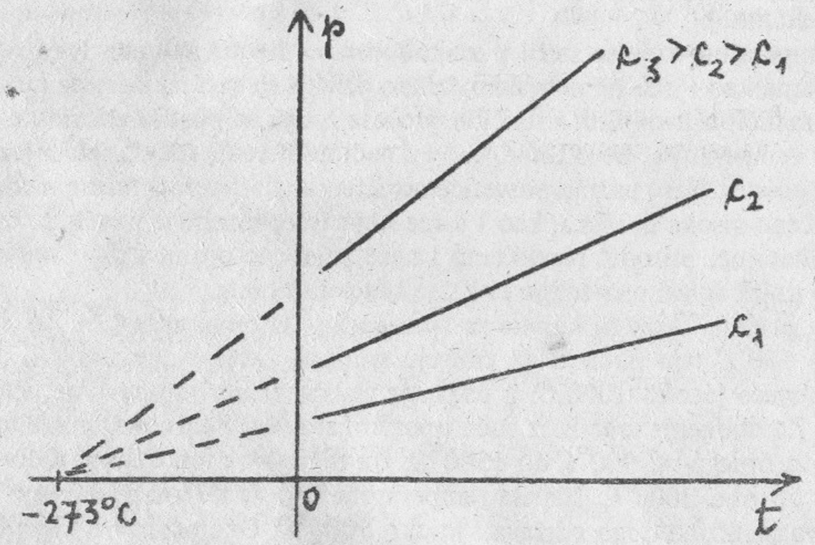
Temperature koje se sreću u svakodnevnom životu, tehnici, istraživačkim laboratorijama kao i one na nebeskim telima daleko su van navedenog opsega. Korišćenjem različitih hemijskih i fizičkih procesa mogu se postići vrlo niske kao i vrlo visoke temperature, no o tome, kao i o načinu merenja takvih temperatura, ovde neće biti govora. Našu pažnju posvetićemo pitanju „da li temperatura može da bude neograničeno visoka ili niska, kao i tome koje temperature je čovek do danas utvrdio proučavajući prirodu. Navešćemo i neke promene osobina supstancije i njenih delića do kojih dolazi na visokim i niskim temperaturama.

U „pećima" koje se koriste za spravljanje jela temperature su do $300^{\circ}C$. Na približno $500^{\circ}C$ tela počinju da emituju svetlost, postaju „usijana". Temperatura plamena sveće je oko $1000^{\circ}C$, a usijanog vlakna električne sijalice najčešće oko $1200^{\circ}C$. Za dobijanje metala iz ruda upotrebljavaju se peći u kojima se temperatura menja u opsegu od $900^{\circ}C$ do $1500^{\circ}C$. Da bi se proizveo čelik potrebne su temperature od oko $2000^{\circ}C$. Najviša temperatura koja se u današnje vreme može dostići i neograničeno dugo održavati je oko $5000^{\circ}C$. Ona nastaje u električnom luku – naročitoj vrsti električnog pražnjenja. Pri normalnom atmosferskom pritisku i najteže topljivi materijali prelaze u tečno stanje na temperaturama ne većim od oko $4300^{\circ}C$, dok su na $5000^{\circ}C$ sve supstancije u gasovitom stanju.

Temperatura površinskog sloja Sunca iznosi oko $6000^{\circ}C$. Taj sloj čine usijani gasovi koji su, pored toga, u znatnoj meri i jonizovani, tj. sastoje se od neutralnih atoma, jona i elektrona. Na temperaturama iznad $100\,000^{\circ}C$ gasovi su potpuno jonizovani – u njima praktično više nema neutralnih atoma. Pri još višim temperaturama dolazi do odvajanja drugog, trećeg i postepeno svih ostalih elektrona iz omotača svakog atoma, tako da su na otprilike milijardu stepeni atomi svih elemenata u potpunosti „ogoljeni". Supstancija se tada sastoji od „smeše" atomskih jezgara i slobodnih elektrona. Međutim, već iznad deset miliona stepeni postoje uslovi za

tzv. nuklearne reakcije: kinetička energija toplotnog kretanja svih čestica je tako velika da u međusobnim sudarima jezgara dolazi do njihovog „razaranja". Pri tome nastaju nova jezgra i emituju se protoni i neutroni. U središnjem delu Sunca temperatura je oko 20 miliona stepeni, te se ovde sva prisutna supstancija sastoji samo od slobodnih elektrona, protona i jezgara helijuma i stalno se odigravaju nuklearne reakcije. Najviše temperature na Zemlji postignute su pri eksplozijama nuklearnih bombi; prema indirektnim procesima (direktno to nije moguće meriti) u centru takvih eksplozija temperatura je 40 miliona stepeni. U poslednje vreme vrše se pokušaji da se tolike temperature dostignu i u laboratoriji, kontrolisanim procesima „nuklearne fuzije" (stvaranje „teških" jezgara sjedinjavanjem „lakih"). To je u izvesnoj meri i ostvareno, ali za sada samo u vrlo kratkim vremenskim intervalima.

Najviše do sada utvrđene temperature se javljaju kratkotrajno u toku eksplozija zvezda prilikom kojih dolazi do „rađanja" novih zvezda. To su temperature oko 10 milijardi stepeni i tada se supstancija sastoji uglavnom od elektrona i pozitrona. Prema nekim savremenim teorijama u početnoj fazi razvoja vasione supstancija je imala temperaturu iznad 10 biliona stepeni, ali nema dokaza da u vasioni i sada postoje toliko visoke temperature. Na osnovu svega što je poznato današnjoj fizici izgleda da ne postoji neka granica u oblasti visokih temperatura.



Što se tiče niskih temperatura, stvari stoje sasvim drugačije. Navedimo najpre neke podatke. Na $-193°C$ vazduh prelazi iz gasovitog u tečno stanje a na $-203°C$ u čvrsto stanje (pri normalnom pritisku). Na dovoljno niskim temperaturama svi gasovi se pretvaraju u tečnost, dok su na temperaturama ispod $-260°C$ sve supstancije, izuzev helijuma, u čvrstom stanju. Ovoliko niske temperature izgleda da postoje na površinama najudaljenijih planeta Sunčevog sistema, Uranu, Neptunu i Plutonu. Procenjuje se da temperatura u međuzvezdanom prostoru iznosi oko $-270°C$, što je verovatno najniža temperatura u „slobodnoj" prirodi. Međutim, još niže temperature postignute su u laboratorijama pomoću vrlo komplikovanih uređaja i pod veoma izuzetnim uslovima. Najniža do danas postignuta temperatura je nekoliko milionitih delova stepeni iznad $-273{,}15°C$. Rashlađivanje tela koja su na niskim temperaturama iziskuje složene i skupocene uređaje i utoliko je teže što je početna temperatura niža. Da se neko telo rashladi od tačke ključanja tečnog vazduha ($-193°C$) do tačke topljenja čvrstog vodonika ($-259°C$), dakle za oko 60 stepeni, potrebno je savladati određene poteškoće, uložiti mnogo napora (pa i novca). Ista tolika je „cena" da se to telo dalje rashladi za još samo 10 stepeni, tj. na $-270°C$, ili za dalje rashlađivanje od dva stepena, dakle na $-272°C$, ili od te temperature za još $0{,}1°C$, itd. Sve ovo ukazuje na to da postoji neka najniža temperatura koja se uopšte može pripisati nekom telu.

Saznanje o mogućnosti da postoji neka najniža temperatura poniklo je iz eksperimentalnog proučavanja gasova davno pre nego što su u laboratorijama dostignute temperature ispod $-100°C$. Francuski hemičar Gej–Lisak je još pre više od dve stotine godina eksperimentalno utvrdio da se pritisak vazduha, kiseonika, azota i mnogih drugih gasova pri promenama temperature *menja na isti način.* Izvesnu količinu gasa mase m je zagrevao, onemogućivši da se pri tome menja zapremina gasa (V). Mereći tako pritisak gasa (p) na različitim temperaturama (t) iznad $0°C$ otkrio je da taj pritisak zavisi linearno od temperature. „Linearno" znači da je grafik te zavisnosti prava linija (v. sliku). Nagib te prave linije zavisi *samo* od tzv. molske koncentracije (c) gasa a ne i od vrste gasa. Ako je molarna masa gasa M onda je ukupan broj molova gasa m/M. Molska koncentracija m/MV je ustvari broj molova u jediničnoj zapremini. Za različite molske koncentracije dobijene su različite prave linije. Međutim, sve te linije, bez obzira na vrstu gasa, njegovu zapreminu ili masu, imaju nešto zajedničko, a to je da se njihovi produžeci u oblasti temperatura ispod $0°C$ (za koju u ono doba nisu vršena merenja) seku u praktično istoj tački. Ta tačka se nalazi na temperaturnoj osi i odgovara temperaturi $-273°C$. Ustvari, svi eksperimentalni rezultati koji su, pored Gej–Lisaka, u ono vreme dobili i drugi istraživači (Bojl, Šarl) mogu da se izraze jednom istom formulom koja važi za sve ispitane gasove:

$$p = \frac{mR}{MV}(t + 273{,}15),$$

i koja predstavlja jednačinu pravih linija predstavljenih na slici. U ovoj formuli, koja se naziva zakon idealnih gasova, R je konstanta čija je vrednost ista za sve gasove, t je temperatura (po Celzijusovoj skali). Prema ovom zakonu, pritisak gasa zavisi od temperature na takav način da postaje jednak nuli kada je izraz u zagradi jednak nuli, tj. za $t = -273{,}15°C$, nezavisno od vrste gasa, njegove mase i zapremine. Ako bi se gasovi ponašali prema navedenom zakonu i pri temperaturama ispod $0°C$, onda bi to značilo da temperature niže od $-273{,}15°C$ nemaju smisla, jer bi tada pritisak gasa bio negativan, što je besmisleno. Zbog ovakvog, izuzetnog značenja te temperature uvedena je tzv. apsolutna temperaturska skala čija je nula pri $-273{,}15°C$. Temperatura određena po toj skali naziva se apsolutna. Obeležava se najčešće sa T i povezana je sa Celzijusovom temperaturom t jednakošću $T = t + 273{,}15$, a izražava se kelvinima (K). Jasno je da temperaturi $-273{,}15°C$ odgovara $T = 0$ K, te se ova temperatura naziva *apsolutna nula.*

Jedno drukčije značenje apsolutne nule, kao i temperature uopšte, pružila je kinetička teorija gasova. Prema toj teoriji pritisak gasa je posledica haotičnog kretanja molekula i srazmeran je srednjoj (prosečnoj) kinetičkoj energiji E_k pojedinačnog molekula

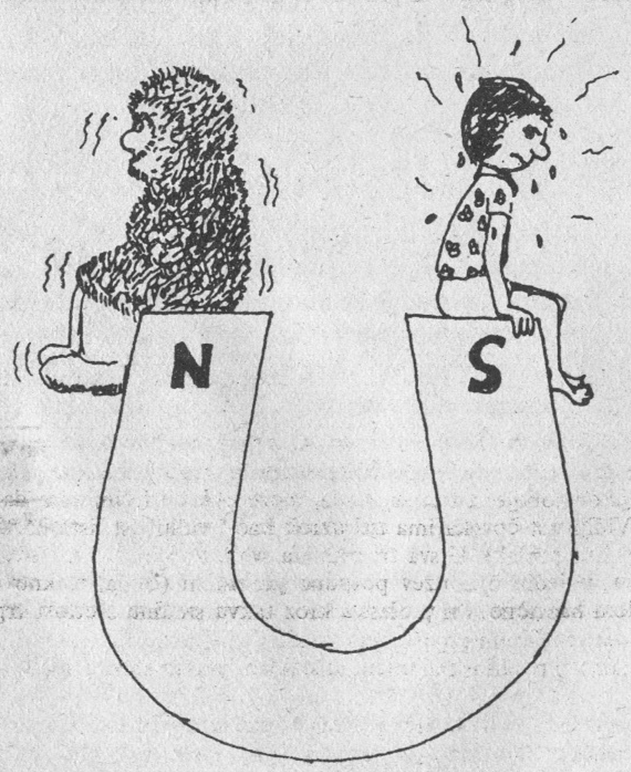
$$p = \frac{2}{3} n E_k$$

gde je n broj molekula u jediničnoj zapremini. Ako je N ukupan broj molekula u zapremini V, onda je $n=N/V$. Korišćenjem apsolutne temperature zakon idealnih gasova se može napisati u obliku p=mRT/MV. Iz ove i prethodne formule dobija se da je

$$T = \frac{2NM}{3mR} E_k .$$

Odavde proizlazi da je za T=O K srednja kinetička energija molekula gasa jednaka nuli, što znači **da tada svi molekuli gasa prestaju da se kreću.** Pošto kinetička energija ne može imati negativne vrednosti, to, prema ovakvoj teorijskog predstavi, ne mogu postojati ni temperature niže od apsolutne nule.

Teorijska istraživanja procesa pretvaranja unutrašnje energije u druge vrste energije pokazala su da mora postojati najniža temperatura, apsolutna nula. Dakle, nezavisno od ponašanja idealnih gasova, došlo se do istog zaključka – postojanja najniže moguće vrednosti temperature. Tela na apsolutnoj nuli ne mogu se dalje rashladiti – ne može im se više oduzeti unutrašnja energija. Pri toj temperaturi čestice od kojih se tela sastoje imaju najmanju energiju: kinetička energija im je jednaka nuli a potencijalna ima najmanju moguću vrednost. Štaviše, i teorija i eksperiment pokazuju ne samo da tela ne mogu imati nižu temperaturu od apsolutne nule već i to da je apsolutna nula nedostižna granica.



MOŽE LI ČOVEK BITI NEVIDLJIV?

Dr Božidar S. Milić

Bez sumnje je svako od vas, dragi čitaoci „Mladog fizičara", već imao priliku da vidi film ili pročita knjigu naučnofanstatičnog žanra (ili bajku) u kojima neka od ličnosti postaje nevidljiva. Nevidljivost se u tim fitlmovima i knjigama postiže tako što se popije neki čarobni napitak, stavi magična kapa na glavu ili magični prsten na prst. Nevidljivi junak zatim izvršava zadivljujuće podvige ili pravi razne šale i đavolije. Posle gledanja takvog filma ili čitanja takve knjige svako od nas je, sasvim sigurno, puštao malo i svojoj mašti na volju, zamišljajući gde bi sve otišao i šta bi sve uradio kad bi mu se pružila prilika da postane nevidljiv makar na pola sata. U tim maštanjima život nevidljive osobe je uvek lep, interesantan i pun uzbuđenja. Nevidljivi može da napravi pustoš u bližnoj poslastičarnici ili da čas posla sredi bandu siledžija koja zlostavlja nedužnu i bespomoćnu žrtvu. U maštarijama se, međutim, zaboravlja na realnost, na ostvarljivost onoga o čemu maštamo. Stoga ćemo u ovom članku pokušati da malo podrobnije sagledamo mogućnost postojanja nevidljivog čoveka sa stanovišta fizike.

Počnimo zapažanjem da predmet postaje nevidljiv ukoliko je prozračan i ukoliko na svetlost koja kroz njega prolazi utiče na isti način kao i okolna sredina. To znači da nevidljivi predmet ne izaziva nikakvo drukčije prelamanje, apsorpciju ili rasejanje svetlosti po kojima bi se razlikovao od okoline. Upravo zbog toga, na primer, često ne primećujemo veliku staklenu ploču (recimo, vrata u aerodromskom holu ili predvorju hotela), pa se ponekad desi da neko i „prođe" kroz nju. Da bi se izbegle ovakve nezgode, na staklene zidove i pregrade se moraju lepiti upozoravajuće neprozirne trake. U ovom primeru je reč o plan-paralelnoj ploči, kroz koju, po zakonima optike, svetlost prolazi bez menjanja pravca kretanja. Čovečje oko nije, stoga, u stanju da oceni da li se između njega i posmatranih predmeta (pozadine) nalazi ovakva ploča ili ne. Iz svakodnevnog iskustva se zna da će staklena ploča biti utoliko manje primetna, utoliko „nevidljivija", ukoliko je veća i tanja. Time se smanjuje uticaj ***rasejanja*** svetlosti na ivicima ploče i ***apsorpcije*** svetlosti pri prolasku kroz ploču na karakteristike lika pozadine koji se formira u oku. Srazmerno malu staklenu pločicu uočavamo tako što njene ivice vidimo kao nešto taminiju konturu (rasejanje svetlosti na ivicama), a ako je ona još i srazmerno debela, deo pozadine posmatran kroz nju će izgledati i tamniji od ostale pozadine (apsorpcija svetlosti u ploči).

Na osnovu gornjeg razmatranja bi se moglo zaključiti da je prvi korak u ostvarivanju nevidljivog čoveka postizanje prozračnosti njegovog tela. Ovo nije potpuno apsurdna zamisao. Naime, u prirodi postoje potpuno prozračni višećelijski organizmi (na primer račići planktona), a i čovečji organizam se sastoji od više nego 95% potpuno prozračnih supstanci od čega 55% do 65% vode. Biolozi i medicinari dobro znaju da su, sa izuzetkom hemoglobina i pigmenta kose, čovečja tkiva potpuno prozračna i da se pod mikroskopom mogu posmatrati tek ako se prethodno specijalnim postupkom oboje. Čime se, onda, može objasniti činjenica da je svaki čovek sasvim dobro vidljiv? Vidljivost čoveka ima isti uzrok kao i vidljivost lista hartije ili istucanog stakla (ono izgleda kao beo prašak). U sva tri primera svetlost prolazi kroz sredinu sastavljenu od sitnih delića koji su, pojedinačno uzev potpuno prozračni (ćelija, vlakno celuloze, zrnce stakla), ali su raspoređeni haotično. Pri prolasku kroz takvu sredinu svetlost trpi mnogostruka prelamanja i odbijanja na graničnim površinama delića i zbog toga skreću u svim pravcima. Međutim, kad se hartija namasti parafinskim uljem ili stakleni prašak stavi u vodu, oni postaju prozračni. Naime, prostor između pojedinih delića sredine je sad ispunjen ne vazduhom, već supstancom čiji je indeks prelamanja vrlo sličan indeksu prelamanja delića (prozračnost se postiže ako razlika u indeksima prelamanja nije veća od 0,05). Time otpadaju pređašnja višestruka haotična odbijanja i prelamanja u unutrašnjosti sredine, a ostaje samo odbijanje i prelamanje na

spoljnjoj graničnoj površini. To što se postiže namašćivanjem hartije ili stavljanjem staklenog praška u vodu može se postići i sa delovima čovečjeg tela, ako se prostori među ćelijama ispune metil-etrom salicilne kiseline. U mnogim prirodnjačkim muzejima širom sveta se mogu videti ovi tzv. Špalteholcovi preprati, posude napunjene metil-etrom salicilne kiseline u kojima lebde pojedini organi čovečjeg tela koji izgledaju kao da su izliveni od neke potpuno prozirne plastike. Iako, naravno, Špalteholcov postupak nije moguće primeniti na *živim* ljudima, da bi se oni učinili nevidljivim, u principu nije isključeno da se u budućnosti nađe neki postupak za ovo. Stoga pitanje fizičkih osobina prozirnog čoveka, „staklenka", zaslužuje našu dalju pažnju.

Moramo istaći da bi „staklenko" bio vidljiv, čak i ako bismo znali kako i čime da ispunimo međućelijske prostore njegovih tkiva da bi on postao kao izliven od neke providne plastične mase. Naime, prozračnost je potrebna ali ne i dovoljna za nevidljivost. Konture „staklenka" bi se lako uočavale u prostoriji, jer bi, zbog rasejanja svetlosti na ivicama njegovog tela, ove kontrure bile nešto tamnije. Osim toga, predmeti iza „staklenka" bi bili nešto tamniji od ostale pozadine, jer staklena ploča debljine oko 0,4 m, koliko otprilike ima grudni koš, primetno apsorbuje svetlost. Likovi tih predmeta bi bili i nešto deformisani usled prelamanja svetlosti kroz „staklenkovo" telo koje ima znatno drukčiji oblik nego plan-paralelna ploča. Štaviše, mesto zatamnjenja i deformacije lika bi se pomeralo po pozadini pri kretanju „staklenka", čime bi njegovo prisustvo bilo vrlo lako otkriveno, tj. on ne bi bio nevidljiv. Sve bi to bilo vrlo slično onome što zapažamo posmatrajući podizanje toplog vazduha („jara") iznad zagrejane površine, samo još izrazitije, jer razlika u indeksima prelamanja kod vode i vazduha je znatno veća nego kod hladnog i toplog vazduha.

Ovo nas navodi na zaključak da prozirno telo postaje zaista potpuno nevidljivo tek ako je stavljeno u sredinu skoro istog indeksa prelamanja (razlika ne veća od 0,05). „Staklenko" bi, kao i svaki drugi predmet od stakla ili vode (staklo i voda imaju vrlo bliske indekse prelamanja), ***bio nevidljiv u vodi.*** Pošto se nevidljivi čovek u bajkama i naučno-fantastičnim filmovima kreće ***kroz vazduh***, jer treba da dođe u dodir sa drugim ljudima i sa predmetima iz uobičajene čovekove životne sredine, on bi morao imati indeks prelamanja istovetan sa indeksom prelamanja vazduha. Dakle, nevidljivi čovek ne bi mogao biti „staklenko", morao bi biti „vazduško". Postupak za postizanje ovako shvaćene nevidljivosti, nažalost, sasvim je nepoznat. Međutim, takva nevidljivost ne bi „vazdušku" donela nikakve prednosti, već samo ogromne teškoće. ***Naime, „vazduško" bi bio potpuno slep!*** Čovek vidi zahvaljujući tome što se svetlost koja pada na njegovo oko najpre prelama kroz očno sočivo i fokusira se na mrežnjači oka, a zatim se u njoj apsorbuje izazivajući određene fotohemijske reakcije u vidnim štapićima i čepićima, koje dovode do formiranja električnih nervnih impulsa u vidnom živcu. Oba ova procesa, prelamanja i apsorpcija svetlosti, su isključeni kod nevidljivog čoveka koji ima optička svojstva vazduha. „Vazduško" ne bi bio nikakav supermen, već težak invalid veoma zavisan od tuđe pomoći. Njegov bi položaj, štaviše, bio znatno teži od položaja „običnog" slepog čoveka, jer ga oni koji mu žele pomoći ne bi mogli ni videti.

Mogli bismo, na kraju, naš „model" nevidljivog čoveka poboljšati tako što ćemo zamisliti da mu svi organi, ***izuzev očiju***, imaju optičke osobine kao vazduh. Takav nevidljivi čovek bi bio potpuno analogan račiću iz planktona, čije je telo potpuno providno i na njemu se jasno vide samo dve male crne tačke – njegove oči. Ali, taj poboljšani „model" ne odgovara više našoj prvobitnoj zamisli o naveidljivosti. Svaki vlasnik poslastičarnice bi, čim ugleda dva oka kako se sama šetaju kroz vazduh i ulaze mu u radnju, znao da treba što pre da zgrabi motku.

Fizika je učinila da su mnoge nauke dobile na strogosti i jasnoći, ali i ona sama se nalazi u neprekidnom procesu razvitka i unutrašnjeg obnavljanja.

Ne postoji nikakva „viša sila" koja je iznad prirode i koja bi joj nametala svoje zakone.

U fizici vrede samo one činjenice koje su objektivne, tj. one do kojih se dolazi merenjem a ne samo posmatranjem.

Milan S. Dimitrijević (Beograd)

KOMETE

Prolazak komete spada u red najspektakularnijih nebeskih pojava. One su tokom istorije izazivale strah, čuđenje i divljenje, „najvaljivale" su ratove i velike nesreće a naročito su važile kao „vesnici" smrti vladara. Pape su pisale specijalne poslanice, tz. papske bule i bacale kletvu na njih a u našem narodu, pad Beograda 1453. godine, vezivan je za pojavu Halejeve komete.

Veliki interes koji komete pobuđuju, posledica je i njihovog neposrednog uticaja na Zemlju. Kada se suviše približe nekom velikom nebeskom telu, komete se raspadaju na bezbroj sitnih komadića koji obrazuju meteorski roj. Kada kroz ovakav meteorski roj prođe Zemlja, njegovi delići se u atmosferi usijaju i postaju vidljivi. U narodu je ova pojava poznata kao „kiša zvezda padalica" ili „zvezdani pljusak". U meteorskim rojevima, meteori se javljaju u velikom broju i izgleda kao da izviru iz jedne tačke koja se zove radijant. Meteorski rojevi nose imena prema sazvežđu u kome se nalazi njihov radijant i javljaju se redovno u određeno doba godine. Tako se između 8. i 15. novembra javljaju Leonidi, u maju Akvaridi, u avgustu Perseidi i mnogi drugi.

Veći delovi kometa mogu s vremena na vreme pogoditi čak i Zemlju. Pretpostavlja se da je to objašnjenje i za tz. Tunguski događaj koji se odigrao u Sibiru 1908. godine. Eksplozija svetle plamene kugle koja se tada dogodila kilometrima visoko u atmosferi, bila je zastrašujuća i čula se i na udaljenosti od hiljadu kilometara, izazivajući oštećenja seizmografa i barografa. Oboreno drveće se može i danas videti kilometrima unaokolo, međutim nikakav krater nije bio pronađen što ukazuje da tajanstveno telo nije bilo asteroid, meteor ili neki slični objekat veće gustine. Danas većina naučnika smatra, da je komad Enkeove komete, čije su dimenzije bile oko 100 m, eksplodirao u atmosferi. Prva izračunavanja pokazuju da se ovakav događaj dešavao prosečno jednom u dve hiljade godina. Ipak, opasnost od njega je daleko manja kada se uzme u obzir da je najveći deo Zemljine površine pod vodom ili je slabo nastanjen.

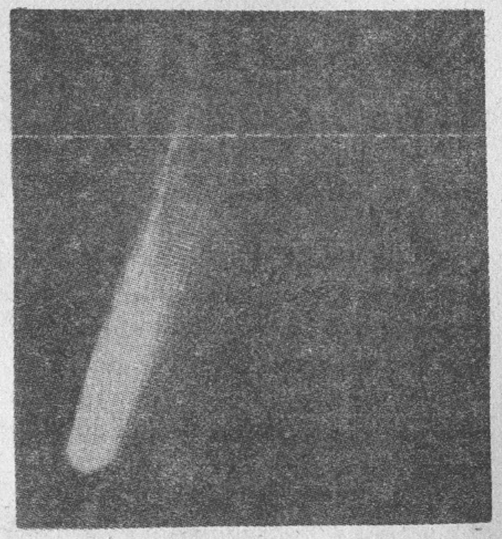
Prema postojećim podacima, od 2315. godine pre naše ere pa do danas, viđeno je oko 1500 različitih kometa. Za neke komete je utvrđeno da se pojavljuju periodično, tj. u pravilnim vremenskim razmacima. Jedna od najpoznatijih takvih kometa je Halejeva, koja je poslednji put posmatrana golim okom od 5. do 14. maja 1910. godine. Njen ponovni dolazak 1986. godine biće prvorazredni događaj. Setimo se samo uzbuđenja koje je izazvala neuporedivo manje značajna Kohoutekova kometa 1973. godine. Prvi proračuni su doveli do rezultata da će ova kometa imati „grandiozne dimenzije" i da će biti vidljiva i po danu. Ipak, kada se pojavila bila je daleko manjeg sjaja.

Komete obično dobijaju imena prema svom otkrivaču, ili u ređim slučajevima prema naučniku koji je proračunao njihovu putanju. One se takođe označavaju prema godini otkrića uz koju se dodaje malo slovo prema poretku pojavljivanja u toku te godine (na primer 1983a, 1983b itd.).

Glavni delovi kometu su: *rep*, *oblak vodonika*, *koma* i *jezgro*.

Rep je najkarakterističniji deo ovih nebeskih tela. On može dostići ogromne razmere i biti duži od sto miliona kilometara, ali nije redak slučaj da se ovakav rep uopšte ne razvije. (Fotografije kometa obično pokazuju dva različita tipa repa.) Jedan od njih sadrži plazmu(•) – (tip I) a drugi prašinu (tip II). Ova dva tipa mogu se naći posebno ili zajedno kod posmatrane komete. Plazmeni rep je usmeren u pravcu Sunce–kometa dok rep od prašine zaklapa sa ovim pravcem neki ugao. Oba tipa repa vide se na sl. 1. Proces formiranja plazmenog repa ima sledeći tok. Gas koji ispari iz jezgra komete pod dejstvom Sunčeve svetlosti, jonizuje se, apsorbujući Sunčevu energiju i sudarajući se sa česticama koje Sunce stalno emituje (Sunčev vetar). Ovaj gas napušta jezgro i udaljava se od komete i od Sunca duž pravca Sunce – kometa. Ovakvi repovi mogu dostići dužinu i od sto miliona kilometara. Sastavljeni su od elektrona i jona CO^+, CO_2^+, H_2O^+, OH^+, CH^+, CN^+, N_2^+, C^+, Ca^+.

Nešto je drukčiji proces stvaranja repa od prašine. Prašina se obrazuje na površini jezgra pod delovanjem sile koja je drobi. Obično je to gravitaciona sila, pa se takav rep primećuje samo kad je kometa blizu Sunca. Pod udarom Sunčevog vetra, čestice prašine čija je veličina reda mikrona menjaju pravac kretanja. Zbog veće mase, promena njihove brzine je sporija i razvoj repa traje danima i nedeljama. On zatvara manji ili veći ugao sa pravcem Sunce – kometa. Njegove dimenzije su manje od dimenzija plazmenog repa i obično je dugačak od 1 do 10 miliona kilometara.



Slika 1.

Kometa Mrkoš, otkrivena 1. avgusta 1957. godine. Na slici se vidi dvostruki rep koji se sastoji iz svetlijeg dela (jonizovani gas) upravljenog radijalno od Sunca, i dela sastavljenog od prašine, koji sa ovim pravcem zaklapa mali ugao.

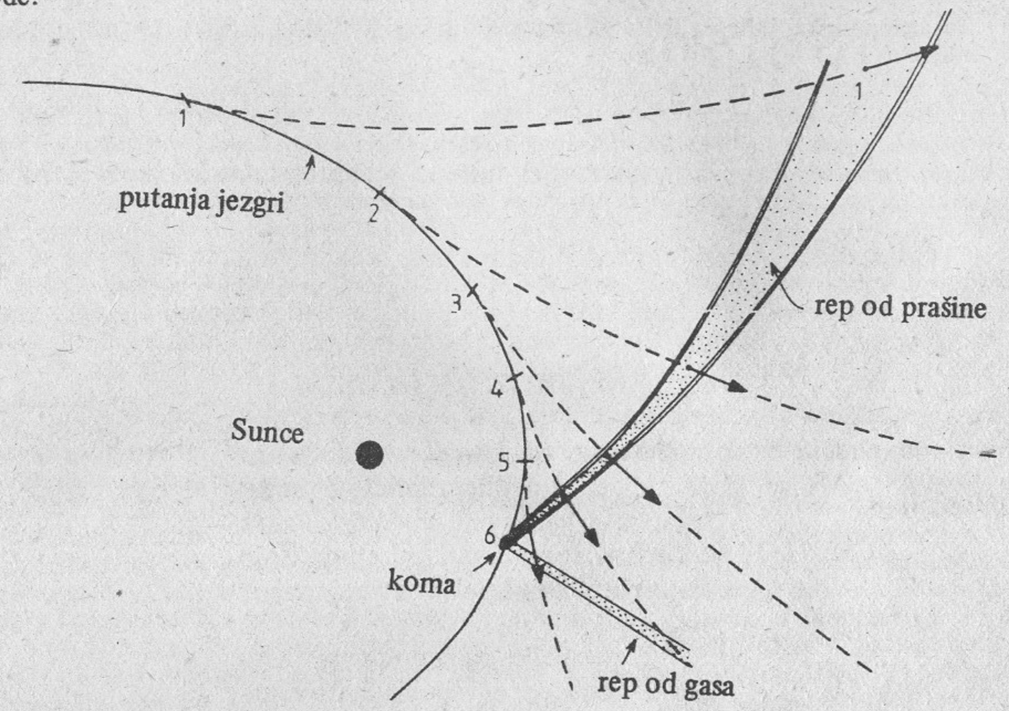
Poneki put, kod komete se može videti „anti–rep" upravljen prema Suncu. To je jednostavno projekcija repa od prašine koja se javlja kad Zemlja prolazi kroz ravan putanje komete usled odbijanja svetlosti od čestica prašine u njemu.

Na osnovu posmatranja izvršenih iznad atmosfere, ustanovljeno je 1970. godine da su kod Benetove i Tago–Sato–Kosakine komete jezgra okružena ogromnim oblakom vodonika. Danas se zna da su ovakvim oblacima okružene i glave

drugih kometa. Dimenzije ovakvog oblaka mogu biti i više miliona kilometara, odnosno znatno veće od dimenzija Sunca.

Osim oblaka vodonika, omotač jezgra komete čini i nešto manji oblak gasa i prašine koji se naziva koma. Koma počinje da se formira tek kada kometa priđe Suncu na oko tri astronomske jedinice(*) od gasova koji pod toplotnim dejstvom Sunca isparavaju iz jezgra. Ona se proteže od sto hiljada do milion kilometara od jezgra i sastoji se od neutralnih molekula i čestica prašine.

Izvor svih fenomena koji karakterišu kometu, predstavlja malo centralno jezgro, čije se dimenzije kreću od nekoliko stotina metara do nekoliko desetina kilometara. To je grudva snega i prašine čija je gustina dva puta veća od gustine vode.



Slika 2.

Formiranje repa komete. Čestice slične veličine napuštaju putanju komete u tačkama 1 do 6. Kada je kometa u tački 6 ove su čestice u prašinskom repu i kreću se u pravcima označenim strelicama.

Sve komete se mogu podeliti na dve grupe prema karakteristikama svojih putanja. Komete čiji je period manji od dvesta godina, nazivaju se kratkoperiodične i one su članovi unutrašnjeg dela Sunčevog sistema. Njihov dolazak se ponavlja u pravilnim, predvidljivim intervalima. Komete čiji je period veći od dvesta godina, čine grupu dugoperiodičnih. Mnoge od ovih kometa pojavljuju se iznenada u blizi-

ni Sunca i posle toga ne bivaju viđene stolećima. Mnoge se više nikada ne pojave pošto je njihov period duži od trajanja pisane istorije, ili je proteklo toliko vremena da se njihov ponovni dolazak ne može sa sigurnošću dovesti u vezi sa prethodnim.

Odakle dolaze komete? Engleski naučnik Hjuz (D.W. Hughes) koji se bavi proučavanjem kometa, napisao je 1982. godine: „Brz i pošten odgovor na ovo pitanje prosto neznamo.". Prema jednom shvatanju komete su stare kao i Sunčev sistem i predstavljaju ostatke materijala od koga su se formirale planete Uran i Neptun. Prema drugom, Sunčev sistem zahvata nove komete svaki put kada na svom putu kroz Galaksiju prolazi kroz oblake gasa i prašine.

(•) Milan Dimitrijević: PLAZMA, „Mladi fizičar", br. 12, str. 6, 1979. god.

(*) Za astronomsku jedinicu uzeto je rastojanje Zemlja – Sunce, i iznosi 150,000.000 km odnosno 1 A.J. = $1{,}5 \cdot 10^8$ km.

ANEGDOTA O FARADEJU

Posle predavanja neka osoba koja je bila u publici zapitala je predavača: „Ali gospodine Faradeju, kakve koristi možemo imati od struje koju samo za sekundu–dve stvara ovakav magnet?".

Bez smeška na licu i sasvim ozbiljno Faradej je odgovorio protivpitanjem: „A kakve koristi možemo imati od novorođenog deteta?".

Faradej je tom istom prilikom dobio od nekog tadašnjeg istaknutog političara isto pitanje. Njemu je Faradej odgovorio: „Gospodine, neće proći ni dvadeset godina a vi ćete doneti zakon kojim će se oporezivati ova struja!".

Pripremio: *T. Senćanski*

FIZIKA I

Jaroslav Labat
Prirodno-matematički fakultet
Beograd

KOLIKO SU OPASNI NUKLEARNI REAKTORI

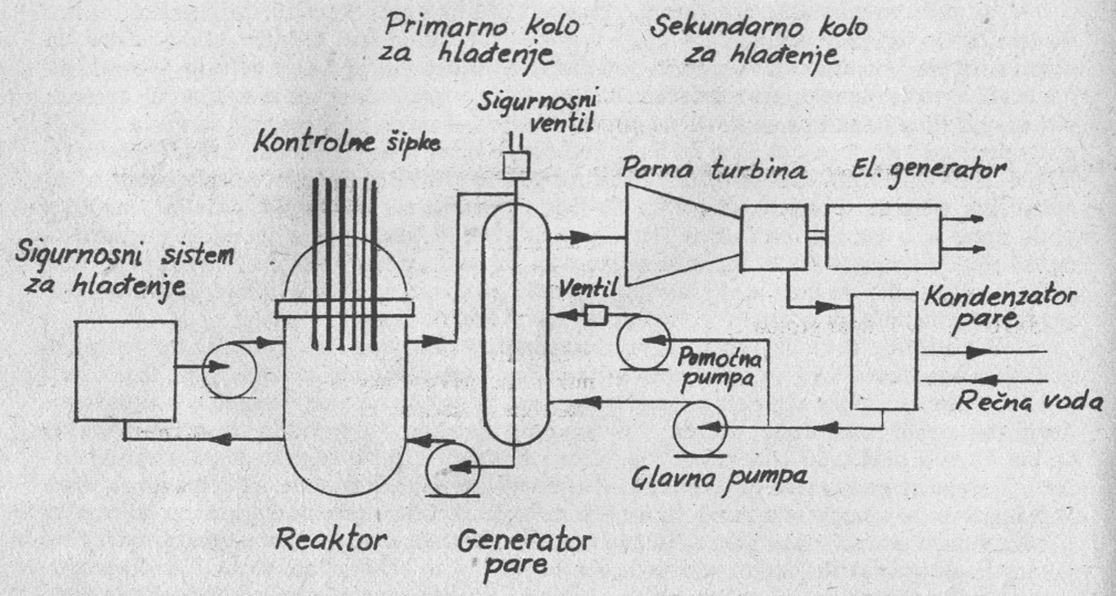
Na početku ere nuklearne energije, krajem 1940-tih i početkom 1950-tih godina, novinski izveštaji su bili puni tvrdnji da je došlo vreme jeftine „atomske" energije, toliko jeftine, da ubrzo neće biti potrebno čak ni meriti potrošnju električne energije. Ova euforija je trajala samo kratko vreme, jer se uskoro uvidelo ne samo da će energija dobijena iz nuklearnih centrala biti znatno skuplja od one proizvedene na drugi način, već da će sama centrala za vreme rada ili posle pretstavljati stalnu opasnost za ljude koji žive u bližoj i daljoj okolini. Svedoci smo izveštaja o pravom revoltu ljudi u nekim zemljama gde se planira ili počinje sa izgradnjom novih nuklearnih centrala. Postavlja se pitanje da li je nuklearna energija uopšte poželjna, naročito posle nezgode u centrali na Ostrvu Tri Milje u SAD 1979. godine. Bez obzira na mogućnosti da do sličnih nezgoda dođe, može se smatrati da su nuklearni reaktori ipak dovoljno sigurni, pošto do sada niko od ljudi iz okoline nije nastradao prilikom nezgoda u komercijalnim reaktorima. Međutim, nije lako odrediti koliko su sigurni „dovoljno sigurni" uređaji.

Pokušaćemo to da objasnimo na primeru reaktora na Ostrvu Tri Milje, kao i upoređenjem sa drugim opasnostima koje vrebaju na sve strane. Uvođenje novih oblika tehnologije skoro uvek je bilo praćeno izvesnim otporom i nezadovoljstvom. To je bilo naročito primetno u vreme uvođenja nuklearnih električnih centrala, u prvom redu zbog toga što je nuklearna energija bila prvo korišćena u obliku do tada neviđenog, razornog oružja. Pojavio se strah da i nuklearni reaktor u slučaju nezgode može da eksplodira kao bomba sa nesagledivim posledicama po okolinu. Stručnjacima je odmah bilo jasno da zbog sastava goriva u nuklearnim reaktorima do toga ni u kom slučaju ne može da dođe, ali su znali da su produkti reakcije koja se u reaktoru odigrava jako radioaktivni sa vrlo dugim periodom poluraspada. Ako bi kojim slučajem došlo do pregrejavanja reaktora zbog greške u sistemu za hlađenje ili nekog drugog uzroka, moglo bi da dođe do ispuštanja ovih produkata i njihovog širenja u okolinu. Radi ilustracije, istaknimo da ako neki reaktor radi punom snagom u toku jedne godine, radioaktivnost produkata je reda 10 milijardi kirija, što je jednako aktivnosti 10.000 tona radijuma. Suština sigurnosnih mera je da se spreči eventualno proširenje ove radioaktivnosti u biosferu.

Komercijalni reaktor kakav se danas najčešće koristiti u nuklearnim električnim centralama razvija čak 3000 megavata toplote u fisionim reakcijama u jezgru reaktora od čega se svega oko 1000 MW pretvara u električnu energiju. Jezgro reaktora sadrži oko 100 tona obogaćenog uran oksida u obliku šipki. On sadrži oko 3% urna 235 koji je pogodan za fisiju. Jezgro se nalazi u čeličnom sudu prečnika nekoliko metara a visine oko 10 metara, čiji su zidovi debeli i nekoliko desetina santimetara. Jezgro se hladi sa dva ili više nezavisnih kola u kojima cirkuliše voda. Zagrejana voda pod pritiskom od oko 140 bara iz reaktora odlazi u generator pare, gde se voda iz sekundarnog kola pretvara u paru za pogon turbine (v. sliku). Ova se para posle prolaska kroz turbinu kondenzuje pošto se rashladi vodom iz obližnje reke (kao što je to slučaj sa našom nuklearnom centralom u Krškom) ili vodom koja se hladi u velikim rashladnim tornjevima. Postoji i posebno sigurnosno kolo za hlađenje reaktora za slučaj da otkaže neki sistem za hlađenje. U vodi sigurnosnog kola rastvorena je borna kiselina, pošto bor vrlo efikasno apsorbuje neutrone i na taj način zaustavlja lančanu reakciju. Činjenica je da svaki od ovih sistema sadrži veliki broj pumpi, ventila i slavina od kojih svaka može da bude uzrok neke nezgode. Razume se, da prilikom konstruisanja nuklearne centrale, računajući na moguće otkazivanje nekog od njegovih mnogobrojnih elemenata, umnožava se većina od njih, kako bi u slučaju otkazivanje jednog, ulogu preuzeo drugi. Računa se i na nestanak električne energije pa se postavljaju i neke

pumpe sa pogonom na paru. Međutim, postoji nešto, što se ne može sa sigurnošću predvideti, a to je ponašanje osoblja u slučaju nezgode i njihova reagovanja u tim izuzetnim okolnostima. Činjenica je da je baš taj ljudski faktor bio kriv za uzrok nesreće u reaktoru na Ostrvu Od Tri Milje. Pogledajmo kako se taj događaj odvijao.

Počelo je time što je otkalaza (zaglavila se) jedna od pumpi u sekundarnom kolu (v. sliku) tako da je prestalo odvođenje toplote iz primarnog kola. Pošto je ovakav slučaj predviđen, pomoćni sigurnosni sistem pumpi je stupio u dejstvo automatski. Za uspostavljanje radnog pritiska bilo je potrebno oko 15 sekundi. Za to vreme primarni sistem se zagrevao i pritisak u njemu je rastao. Sigurnosni ventil na generatoru pare se zbog toga otvorio i istovremeno se uključio i sigurnosni uređaj koji je uvukao kontrolne kadmijumske šipke u jezgro reaktora, čime je njegov rad zaustavljen. Sve je to bilo normalno i takav redosled operacija je i bio predviđen. Međutim, dve stvari su se desile za koje operatori nisu znali: nekoliko dana ranije zatvoreni su bili ventili kod pomoćnih pumpi, koji u toku normalnog rada moraju biti otvoreni. Voda za hlađenje generatora pare je prestala da dotiče, tako da je on uskoro bio potpuno suv. Što je još važnije, sigurnosni ventil se nije ponovo zatvorio ni posle nekih 15 sekundi pošto je pritisak u ge-



neratoru pare opao. Da su ventili zatvoreni utvrđeno je tek nakon 8 minuta, a greška na sigurnosnom ventilu otkrivena je tek nakon dva i po sata. Operatori su bili ubeđeni da je u primarnom kolu za hlađenje premnogo vode a nje je bilo premalo. Rukovođeni tim ubeđenjem preduzeli su niz radnji koje su još više pogoršale stanje. Čak su posle nekoliko minuta isključili i sigurnosni sistem za hlađenje koji se na početku bio automatski uključio. Takođe su isključili i četiri glavne pumpe u primarnom kolu za hlađenje i time još više smanjili odvođenje toplote iz reaktora. Pregrejano jezgro reaktora se zbog toga delimično istopilo i na taj način je bilo trajno oštećeno. Istovremeno, delimično radioaktivna tečnost koja je isticala kroz neispravan sigurnosni ventil, prepunila je rezervoar za radioaktivne otpatke i zagadila je okolinu. Ali, i to još nije bilo sve. Približno devet sati kasnije zapalio se vodonik koji je stvoren u reaktoru i koji se nakupio u prostoriji sa reaktorom, međutim, bez nekih značajnijih posledica po zgradu. Tek nakon 16 sati reaktor i svi uređaji su bili ponovo pod kontrolom. Prema proceni, uklanjanje radioaktivne atmosfere iz zgrade, dekontaminacija prosutih radioaktivnih materijala kao i zamena uništenih delova reaktora je trajalo više od dve godine. No, bez obzira na sve, ceo događaj je ipak prošao srećeno po okolinu i ljude koji tu žive.

Teorijsko ispitivanje mogućnosti da dođe do neke katastrofalne nezgode u nuklearnoj električnoj centrali, izvršeno je mnogo pre događaja koji je opisan. Nažalost, u procenu verovatnoće takvog događaja, pored bezbroj mogućnosti otkazivanja pojedinih tehničkih elemenata, nije bilo moguće uključiti i ljudski faktor, tj. ponašanje ljudi koji reaktor opslužuje, u slučaju neke nezgode. Tada je procenjeno da je verovatnoća nezgode sa najtežim posledicama u kojoj bi došlo do topljenja jezgra reaktora jedna mogućnost na svakih 20.000 reaktor-godina rada (na

primer: 20.000 reaktora u toku godine dana rada, ili 50 reaktora u toku 400 godina rada itd.). Međutim, utvrđeno je da i u takvom slučaju ne postoji neka veća opasnost po zdravlje ljudi u okolini. Zaključeno je da je verovatnoća da neki građanin izgubi život zbog nezgode u nuklearnoj električnoj centrali ista kao i mogućnost da ga ubije meteorit!

Nuklearni reaktori, kao i svaki drugi savremeni složeni uređaji ne mogu biti apsolutno sigurni. Što se radioaktivnog zagađenja tiče, prema dosadašnjem iskustvu, oni su čak sigurniji od termoelektrana. Stanovnici u blizini nuklearne centrale ozračavaju se radioaktivnim zračenjem čija doza ne prelazi 10^{-3} BER-a[X] godišnje, što je oko tri hiljade puta manje od granične dozvoljene doze. Zanimljiv je podatak koji se retko navodi, da prilikom sagorevanja organskih goriva u termoelektranama (ugalj, nafta) u atmosferu, pored ostalog, odlazi i čitav niz radioaktivnih elemenata koji se u gorivu nalaze (radijum, torijum, olovo, polonijum i sl.). Zbog toga je intenzitet radioaktivnosti u blizini takvih centrala skoro dva puta veći od nuklearnih!

U sledećoj tabeli date su opasnosti sa smrtnim ishodom zbog raznih uzroka (levo) i zbog zračenja (desno). Brojevi daju verovatnoću smrtnog ishoda godišnje. (Na primer: $1x10^{-4}$ znači da jedan od deset hiljada ljudi će verovatno nastradati zbog tog uzroka).

TABELA

$1,6x10^{-3}$	svi oblici raka		
$2,8x10^{-4}$	automobilske nesreće		
$1x10^{-4}$	nesretni slučajevi na radu		
$3,7x10^{-5}$	nesretni slučajevi na moru		
		ozračenje rendgenom	$1x10^{-5}$
$9x10^{-6}$	avionske nesreće		
$4x10^{-6}$	železničke nesreće		
		radioaktivni gasovi iz termoelektrana (za stanovnike u blizini)	$2,4x10^{-6}$
$5x10^{-7}$	udar groma		
		radioaktivni gasovi iz nuklearne električne centrale (za stanovnike u blizini)	$4x10^{-6}$

Pored radioaktivnog zagađenja od elektrana preti i opasnost tzv. toplotnog zagađenja atmosfere. Radi se o tome da se deo energije gubi u obliku toplote koja odlazi u atmosferu povećavajući time njenu temperaturu. Kod termoelektrana gubi se čak 68% energije goriva od čega 85% ide u vodu za hlađenje a 15% u atmosferu. Iako se kod nuklearnih centrala čak 67% energije gubi u obliku toplote, atmosfera se direktno ne „zagađuje" jer sva toplota odlazi u vodu za rashlađivanje. Smatra se da je granica toplotnog zagađenja, kada može da dođe do poremećaja ravnoteže u atmosferi Zemlje, ako u nju ode oko 1% energije koju prima od Sunca (od Sunca Zemlja dobija godišnje oko $15x10^{11}$ džula). Obzirom da se deo energije atmosfere Zemlje gubi u obliku zračenja u kosmos, u toku dugog perioda postojanja Zemlje uspostavljena je ravnoteža sa srednjom temperaturom od oko 18°C. Svaki značajniji poremećaj toplotne ravnoteže mogao bi da znači katastrofu za živi svet koji je prilagođen sadašnjoj srednjoj temperaturi. Obzirom da svaki oblik energije na kraju prelazi u toplotu, prema sadašnjem porastu potrošnje energije na Zemlji, to bi moglo da se desi već oko 2050. godine!

Nuklearne centrale će nesumnjivo izgradi značajnu, ako ne i glavnu, ulogu kao izvori energije u sledećih sto i više godina. Povećanjem njihovog broja i pored povećanja mera sigurnosti, povećavaće se mogućnost nezgoda u njima. Ako je procenjena verovatnoća nezgode pri kojoj bi došlo do topljenja reaktorskog jezgra 10^{-4} reaktor-godina, već kod postojećih (oko 500) reaktora takav događaj bi mogao da se desi svake dvadesete godine. Zbog toga se već sada razrađuju sistemi koji bi praktično u potpunosti isključivali takvu mogućnost i do najveće moguće mere smanjili uticaj ljudskog faktora.

---

x) 1 BER je najveća doza zračenja koju čovek može da primi godišnje bez posledica. Uzima se da zbog dugoročnih posledica čovek ne bi smeo da primi više od 0,1 BER-a. Smrtonosna doza je 100 BER-a godišnje.

Dr Mladen Zupančić
Institut za nuklearne nauke „Boris Kidrič"
VINČA

TRITIUM, NASTANAK I KRETANJE U ŽIVOTNOJ SREDINI

Tritium (T ili ^3H) je teški izotop vodonika sa atomskim brojem $A = 3$, čije se atomsko jezgro sastoji od dva neutrona ($N = 2$) i jednog protona ($Z = 1$). Pošto je tako sastavljeno jezgro nestabilno, tritijum je radioaktivan izotop sa poluživotom $T_{1/2} = 12{,}3$ god. Alvarez i Cornog su 1939 g. konstatovali da se tritium raspada u ^3He – stabilni izotop helijuma, emisijom beta zračenja tj. elektrona. Maksimalna energija emitovanih elektrona je oko 18 keV. Pošto spektar beta zraka ima kontinualnu raspodelu energija od nule do E_{max} sa vrhom negde na 1/3 od E_{max}, najveći broj elektrona emitovanih pri raspadu tritijuma imaće energiju oko 6 keV. Elektroni tako relativno niske energije brzo bivaju zaustavljeni pri prolazu kroz sredinu. Najtanje folije ih sasvim zaustavljaju. To znači da se radioaktivni tritium uobičajenim metodama (nap. G–M brojačem) ne može otkriti i izmeriti. Za to su potrebne, specijalno u tu svrhu razvijene metode. Uzorak vodonika u kome se želi izmeriti prisustvo tritijuma mora se na neki način uneti u aktivni prostor brojača. To se radi tako da se uzorak hemijskim putem veže u jedan od gasova iz smeše kojim se puni jonizaciona komora ili se vezuje u tečnost koja se meša sa tečnim scintilatorom pa se meri specijalno konstruisanim scintilacionim brojačem. Scintilator je supstancija koja pri prolazu radioaktivnog zračenja scintilira tj. *svetluca*. Scintilacioni brojač je onda elektronski uređaj koji to svetlucanje registruje, pojačava i odbrojava.

U prirodi tritium je stalno prisutan jer se stvara u gornjim slojevima atmosfere u nuklearnim reakcijama azota sa brzim neutronima iz kosmičkih zraka.

$$^1n + {}^{14}N \nearrow {}^{12}C + T$$
$$\searrow 3\,{}^4He + T$$

Zbog zemljinog magnetskog polja bombardovanje atmosfere kosmičkim zracima je jače oko polova nego oko ekvatora pa se tako i u atmosferi polarnih oblasti stvara desetak puta više tritijuma nego u tropskim oblastima.

Izmerena prosečna količina tritijuma koji je stvoren prirodnim putem u atmosferi, pre prvih nadzemnih nuklearnih proba, daje koncentraciju od jednog atoma tritiuma na 10^{18} atoma vodonika, što je uzeto za tritiumsku jedinicu i obeležava se sa 1 TU (na engleskom: tritium unit). Obračunato po litru gasa, to odgovara koncentraciji od 0.12 Bq/*l*.

Tritium u prirodi, kao i vodonik, nalazi se uglavnom vezan u molekuli ma nadzemnih i podzemnih voda, i u vodenoj pari u atmosferi odnosno u atmosferskim padavinama.

Tritiumska voda, hemijske formule T_2O, u hemijskom pogledu ima iste osobine kao i obična. Međutim, fizičke osobine tritiumske vode su nešto različite od obične:

- za oko 20% tritiumska voda je teža od obične vode,
- tačka ključanja iznosi 101,5°C, a
- tačka mržnjenja iznosi 4,5°C.

Osobina tritiumske vode da ima tačku mržnjenja iznad 0°C koristi se da bi se postigla veća koncentracija tritijuma u vodi hemijske formule H_2O. Vrši se elektroliza obične vode na temperaturi oko 1°C i ako su uslovi pažljivo stabilisani i kontrolisani, koncentracija tritiuma u ostatku elektrolize može biti i desetak puta veća od početne. U principu ova tehnika se koristi u industriskoj proizvodnji deuterijumske ili t. zv. teške vode koja se koristi u nuklearnim reaktorima za usporavanje neutrona.

Drugi način na koji se danas proizvode velike količine tritijuma je nuklearna reakcija neutrona sa deuterijumom:

$$^1n + D \rightarrow T$$

D je simbol za deuterijum t. j. izotop vodonika ^2H koji je stabilan i kojeg normalno ima 0.015% u smesi sa ^1H. Za rad većine nuklearnih reaktora potrebne su znatne količine teške vode koja je tamo izložena vrlo intenzivnom neutronskom zračenju. Tako se danas proizvode količine tritijuma koje stotinak puta premašuju ono što se prirodno proizvodi pod dejstvom kosmičkog zračenja. Broj nuklearnih reaktora u svetu brzo se povećava, što izaziva bojazan da se istom ili čak i većom brzinom može povećavati i verovatnoća da dođe do havarija na teškovodnim reaktorima. Ako bi u takvim slučajevima, i pored svih tehničkih obezbeđenja, došlo do odlivanja teške vode sa velikim koncentracijama tritiuma u prirodne vodotokove, odakle se snabdeva pijaćom vodom stanovništvo najvećih priobalnih naselja, sigurno bi se ozbiljno ugrozio sav živi svet. Kada je reč o Dunavu, pošto se u njegovom slivu van Jugoslavije nalazi nekoliko nuklearnih centrala koje su već u pogonu (a gradi se i planira još nekoliko), onda smo svi mi životno zainteresovani da njegove vode ne budu zagađene i zatrovane tritiumom.

Međutim sve te količine tritijuma su male u odnosu na količine koje su proizvedene u eksplozijama termonuklearnih (t. zv. hidrogenskih) bombi u atmosferi. U vreme kad su takve probe intenzivno vršene (od 1955 do 1965 g.) količina tritijuma u vodi bila je desetak hiljada puta veće od prirodne. Srećom, velike sile su uvidele svu opasnost od zagađivanja prirode radioaktivnim supstancama, i uspele su, pod uticajem javnog mnjenja, da se sporazumeju i zabrane vršenje nuklearnih eksplozija u atmosferi. Od tada koncentracija tritijuma u prirodnim vodama stalno opada iako u poslednje vreme zbog izgradnje većeg broja nuklearnih centrala i postrojenja za preradu nuklearnog goriva to opadanje prestaje, a predviđa se da sporo ali stalno počne ponovo da raste.

Tritium je tako stalan saputnik vode u njenom cikličnom kretanju u prirodi. Pri tom se koncentracija tritijuma u atmosferi i padavinama pa tako

i u ostalim vodama (površinskim i podzemnim) menja zavisno od geografske širine i godišnjeg doba. Ima ga više kad idemo prema polovima, a na severnoj hemisferi ima ga više nego na južnoj (nuklearne probe su uglavnom vršene na severnoj hemisferi). Više ga je nad kontinentom nego nad okeanom pošto isparavanje okeana razblažuje koncentraciju. Letnje kiše ga sadrže više, pa pošto leti pada više kiše tada ga ima više i u površinskim vodama nego zimi.

Merenje koncentracije tritijuma vrši se u prvom redu radi kontrole zagađenosti vode koju ljudi koriste. Tritijum u vodi je opasan baš zbog niske energije emitovanih elektrona. Spori elektroni na svom kratkom putu kroz sredinu izazivaju intenzivnu jonizaciju u neposrednoj okolini izvora. Pošto tritijum umešan u vodu zajedno sa njom ulazi u sastav svih biljaka i životinja, može sa hranom i vodom biti unesen u organizam, a u organizmu može doći do bilo kog dela tela pa i do bilo kog vitalnog organa u kome svojim jakim jonizacionim dejstvom na malom rastojanju izaziva razna pa i vrlo ozbiljna oštećenja. To bi bila loša strana prisustva tritiuma u vodi. Međutim, tritijum u vodi može biti i od koristi, u slučaju da se koncentracije kreću u dozvoljenim granicama, kao trajni obeleživač prilikom praćenja cirkulacije vode u prirodi.

Naročito zanimljivo je praćenje sezonskih ciklusa promena koncentracije tritijuma u padavinama i njegovog nalaženja u rečnim i podzemnim vodama. Za takvo praćenje kretanja voda potrebno je raspolagati višegodišnjim sistemskim merenjima koncentracija tritijuma kako u padavinama i prirodnim tekućim vodama. Rezultati merenja tritijuma u vodama postali su važan podatak za hidrološka i hidrogeološka istraživanja.

U Fizičkoj laboratoriji Instituta „B. Kidrič" – Vinča postoji uređaj kojim se putem elektrolize na oko 1°C vrši povećanje koncentracije tritijuma u više uzoraka istovremeno. Uzorci vode sa tako kontrolisano povećanom koncentracijom mešaju se sa tečnim scintilatorom i mere scintilacijonim brojačem. Već niz godina u okolini Beograda vrši se sistematsko merenje tritijuma u uzorcima padavina, voda Save i Dunava, kao i u uzorcima podzemnih voda.

Po međunarodnim normama smatra se da u vodi za ljudsku upotrebu koncentracija tritijuma ne sme biti veća od $1.1 \cdot 10^4$ *Bq/l*.

Na svu sreću, u vodama Beogradskog izvorišta, a ono se „snabdeva" u najvećoj meri vodom iz Save i Dunava (koja se stalno kontroliše), koncentracije tritijuma su mnogo, mnogo manje od gore navedene.

Na osnovu tih merenja došlo se i do mnogo novih podataka o kretanju voda u izvorištu Beogradskog vodovoda. Ustanovljen je procenat učešća *savske vode* u vodi koja se sabira u *reni bunarima*, i određeno je vreme za koje *savska voda* stigne do *reni bunara*, i td. Na taj način pored kontrole čistoće vode za ljudsku upotrebu došlo se i do važnih hidroloških karakteristika jednog važnog izvorišta.

ŠTA JE

OČNA CEV

Kao profesor univerziteta u Padovi Galilej je u prvo vreme imao godišnju platu 180 fiorina (zlatnika). Kako su godine prolazile, plata se povećavala, mada ne mnogo; dopunski prihod je dolazio od mladih aristokrata kojima je Galilej davao privatne časove. Ali, „kao težak teret pala je na Galilejeva pleća isplata miraza sestrama", a i njegova sopstvena porodica je rasla i novca je trebalo sve više. 1609. godine Galilej je bio zabrinut redovnim pregovorima o povećanju plate. Škrtu i praktičnu Venecijansku republiku mogao je naterati da odreši kesu samo neki pronalazak koji ima nesumnjivu praktičnu primenu. Galilej je nedavno bio konstruisao praktičan proporcionalni šestar („geometrijski i vojni"); osim toga, „moglo bi se razmisliti o tablicama za gađanje, na osnovu paraboličnosti putanje đuleta. „Ali, neočekivano je iskrsla sasvim nova ideja.

1608. godine u Holandiji su se pojavile „očne cevi" koje su omogućavale da se razgledaju udaljeni predmeti; katkad su ih zvali i „novim naočarima". Početkom 1609. godine takvu cev je bilo moguće kupiti u Holandiji za nekoliko novčića; sredinom godine cevi su se pojavile u Parizu. U to vreme neki stranac je pokušavao da proda „očnu cev" Veneciji, ali bez uspeha: prve cevi su bile veoma nesavršene i nisu se mogle iskoristiti „u ratu, na kopnu i na moru". Galilej je čuo o cevima dok se nalazio u Veneciji.

„... Saznavši o tome, vratio sam se u Padovu, i počeo da razmišljam o problemu. Prve noći posle povratka rešio sam ga, a sledećeg dana sam napravio instrument, o čemu sam javio u Veneciju onim istim prijateljima sa kojima sam prethodnog dana raspravljao o tom predmetu. Odmah sam se prihvatio pravljenja drugog, još savršenijeg instrumenta, kojeg sam posle šest dana doneo u Venciju."

Prva Galilejeva cev je davala trostruko uvećanje, a cev koju je doneo u Veneciju – osmostruko. Galilej je rešio da pomoću usavršene cevi odobrovolji za svoju molbu članove venecijanskog veća. 21. avgusta najuvaženiji ljudi Venecije razgledali su sa zvonika crkve Svetog Marka udaljene četvrti grada, a 24. avgusta Galilej je svečano predao svoju cev duždu. Galilej nije štedeo na reklami svog poklona. Govorio je da je izvukao njegovu ideju „iz najskrivenijih razmišljanja o perspektivi".

„Očna cev" (ili teleskop, kako se ubrzo počelo govoriti) odigrala je svoju ulogu: Galileju je bila određena doživotna godišnja plata od 1000 fiorina, nečuveno za matematičara. Galilej je bio dužan da izradi 12 cevi za Veneciju, i da nikog drugog cevima ne snabdeva.

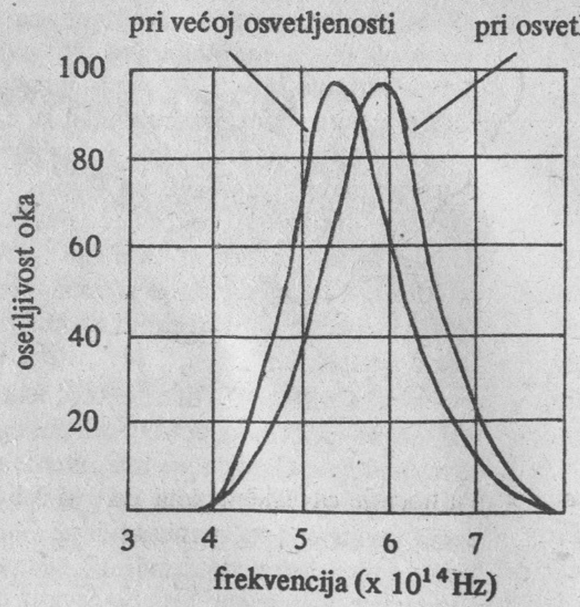
Dragan Redžić

Владимир Адамовић
О.Ц. „Братство–јединство”
КУЧЕВО

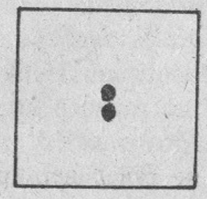
ТРЕБА ЛИ У СВЕМУ ВЕРОВАТИ ОКУ?

Као и остала човечија чула, око није у стању да потпуно објективно региструје стварност око нас. Ево неких његових несавршености.

1. Човечије око види само врло уско подручје електромагнетних радијација, и то од $3{,}947x10^{14}$ Hz до $7{,}89x10^{14}$ Hz /видљива светлост/. Међутим, у датом фреквенционом опсегу човечије око није подједнако осетљиво на светлост свих боја. Доказано је да је оно при већим осветљеностима најосетљивије на зелену светлост фреквенције $5{,}405x10^{14}$ Hz, али ако је осветљеност мања од 1 $1x_{14}$ максимум осетљивости се помера у подручје плаве боје и пада на фреквенцију $5{,}94x10^{14}$ Hz. То је разлог због чега ноћу при месечевој светлости све изгледа плавичасто. На сл. 1 дате су криве осетљивости човечијег ока.



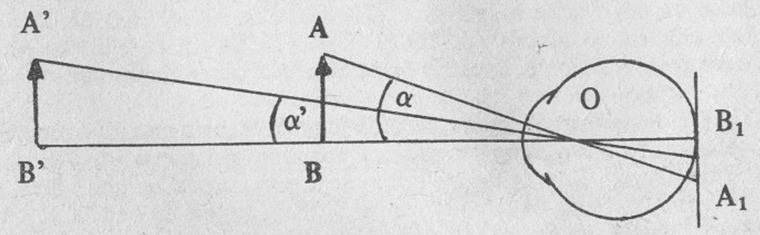
Slika 1.



Slika 2.

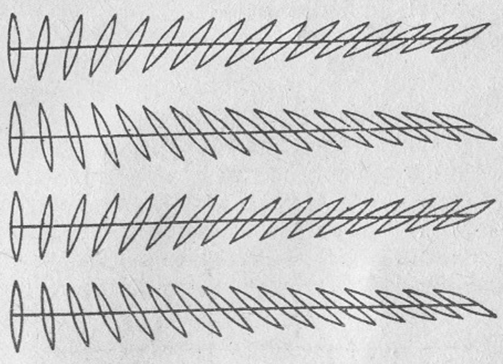
2. Посматрајући тачку можемо се питати да ли је у питању заиста само једна тачка или су можда то две тачке али ми видимо сливено као једну. На сл. 2 јасно видимо две тачке, али ако ову слику посматрамо са даљине од око 4 m видећемо једну тачку. Да бисмо ово објаснили помоћиће нам слика 3. на којој је приказано: око, предмет АБ, лик овог предмета на мрежњачи, АВВ је приказано: око, предмет АВ, лик овог предмета на мрежњачи, A_1B_1 и видни угао α. Ако се предмет удаљава од ока, у положај A′ B′, његов лик услед акомодације ока и даље остаје на мрежњачи али се видни угао /α'/ смањује. На великим растојањима видни угао постаје веома мали, па су тачке A_1 и B_1 толико блиске да се више не могу распознати. То је последица анатомске особености мрежњаче: видне надражаје примају видни чепићи, зрнасто распоређени по њој. Кад A_1B_1 постане мање од растојања два суседна видна чепића, видимо само једну тачку. Да би се две тачке распознале потребно је да видни угао не буде мањи од једног угаоног минута.

Slika 3.



3. Доказано је да светлосни утисак створен у оку не исчезава тренутно после престанка дејства светлости, већ се продужава још приближно за 0,1 s. То значи да ако у временском размаку од 0,1 s у око један за другим доспеју два светлосна утиска, оно ће их видети као један. На овом принципу се врши пројектовање филма.

Slika 4.



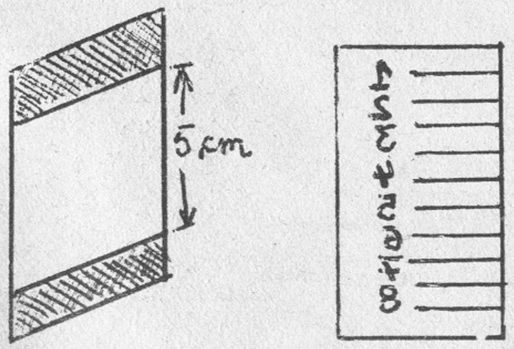
4. Услед несавршености човечијег ока постоје случајеви који могу за тренутак да доведу посматрача у недоумицу. Тако, на пример, паралелне хоризонталне праве /сл.4/ при гледању нам се чине да нису паралелне. Потребно је узети лењир да бисмо се уверили да нас око обмањује.

KUTAK ISTRAŽIVAČA

Fizika je, kao što znate, nauka koja se zasniva na eksperimentima. Da biste bolje i trajnije usvojili ono što učite iz knjiga i imali više koristi od tako stečenog znanja, potrebno je da samostalno proučavate pojave i izvršite što god možete više eksperimenata. Time ćete se izvežbati da pažljivo pratite tok pojava i da uočavate uslove pri kojima nastaju kao i da otkrivate zakone po kojima se odvijaju. Po izvršenju eksperimenata sigurno će iskrsnuti mnoga pitanja, od kojih će najznačajnije biti ZAŠTO se dešava ono što ste utvrdili. U ovoj rubrici dajemo vam, kao i u prethodnim brojevima našeg lista, nekoliko eksperimentalnih zadataka. Oni su tako odabrani da ih svaki od vas može izvesti bez poteškoća. Na osnovu eksperimenata koje ćete uraditi, vi treba da odgovorite na pitanja: ŠTA SE DEŠAVA, KAKO SE DEŠAVA, i da pokušate da nađete odgovor na pitanje ZAŠTO SE TAKO DEŠAVA. Pošaljite na adresu Uredništva detaljan opis svoga rada. Najbolje izveštaje ćemo objaviti u narednim brojevima a neke i nagraditi.

I–11. Od deblje hartije isecite krug čiji je prečnik malo manji od prečnika petodinarke. Pustite da petodinarka i ovaj krug istovremeno započnu padanje sa iste visine, ali tako da su odvojeni jedno od drugog. Koji će od ovih predmeta prvi dospeti na pod? Stavite zatim krug od hartije na petodinarku tako da ivice kruga ne „štrče", to jest da hartija ni jednim svojim delićem ne bude van petodinarke. Koje će od ova dva tela, kada se u ovom slučaju puste da padaju, prvo stići na pod? Ponovite ogled bar četiri puta. Kako bi se mogao objasniti dobijeni rezultat?

I–12. Kolika mora biti visina ravnog ogledala postavljenog na zid da biste u njemu mogli videti sebe od glave do pete? Verovatno ćete u prvi mah pomisliti da ogledalo mora biti visoko onoliko koliko ste vi visoki. Vaš je zadatak da to proverite. Ako imate veliko zidno ogledalo, to možete učiniti na sledeći način. Stanite nepomično ispred ogledala tako da vidite u njemu ceo svoj lik. Zamolite nekoga da na ogledalu obeleži flomasterom mesto gde vidite lik vrha svoje glave i mesto gde vidite lik svojih stopala. Izmerite potom rastojanje između tih oznaka i uporedite ga sa svojom visinom. Kakav je rezultat?



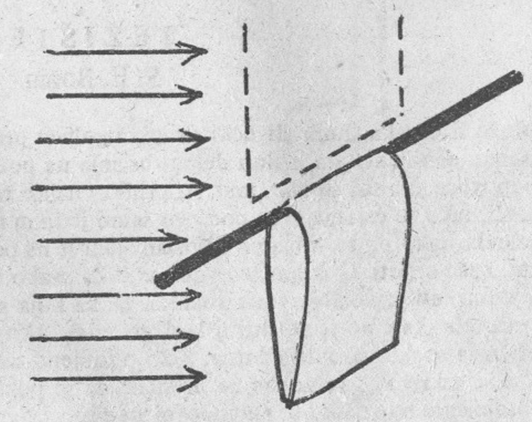
Slika 1.

Ako nemate veliko zidno ogledalo, do odgovara možete doći korišćenjem bilo kakvog ravnog ogledala, postavljenog uspravno na visinu očiju. Lepljenjem hartije zaklonite gornji i donji deo ogledala tako da visina nezaklonjenog dela bude recimo 5 cm (v. sl. 1). Na komadu kartona dužine 15 cm a širine oko 8 cm ucrtajte flomasterom desetak paralelnih linija na jednakim međusobnim rastojanjima od 1 cm i svaku liniju obeležite redom brojevima od 1 do 10.

Koliko se linija vidi u ogledalu kada karton stavite na jedno oko, dok drugim posmatrate lik te skale u ogledalu? Kolika je visina lika dela skale koji se vidi u ogledalu? Da li možete videti veći deo skale udaljavanjem ili približavanjem ogledalu? Treba da se udaljite (odnosno približite) na bar dva puta veće (manje) rastojanje nego što je bilo. Brojeve na skali ćete lakše očitavati u ogledalu ako su na kartonu napisani tako da su „izokrenuti", kao što je prikazano na slici. Oni od vas koji su učili zakone odbijanja svetlosti od ravnih ogledala i obrazovanja likova u takvim ogledalima mogu bez velikih teškoća da objasne rezultat ovog eksperimenta. Za šta bi se moglo primeniti ono što ste u ovom ogledu utvrdili?

I–13. Čistu širu posudu (šerpu ili sl.) napunite vodom skoro do vrha. Kada se površina vode potpuno umiri, stavite veoma pažljivo na njenu sredinu komadić drveta (šibicu). Zatim kratkotrajno uronite kocku šećera u vodu na rastojanju 2 do 3 cm od komadića drveta. Pazite da se pri tome površina vode ne uzburka. Šta će se tada dogoditi sa drvcetom? Kako biste objasnili ono što ste zapazili?

I–14. Šta omogućava da avion, koji se kreće kroz vazduh, ne „padne". Mnogi će, verovatno, odgovoriti da se to postiće zahvaljujući snažnoj struji vazduha koja protiče ispod avionskih krila. Da li je to tačno možete sami da ispitate ako izvršite sledeći eksperiment.

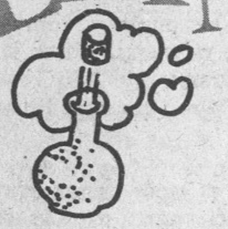


Slika 2.

Isecite od tanjeg kartona traku širine oko 5 cm, dužine oko 30 cm i njene krajeve zalepite jedan za drugi. Potom traku postepeno zakrivljujte sve dok ne dobije oblik profila avionskog krila (sl. 2). Kroz ovaj model profila, uz njegov zaobljeni kraj, provucite osnovicu (olovku kružnog poprečnog preseka, deblju iglu za pletenje ili nešto slično). Stavite onda taj profil u jaku struju vazduha: ispred izduvnog otvora usisivača za prašinu ili ventilatora. Traka će se podići i zauzeti vodoravan položaj. Zatim onemogućite strujanje vazduha, najpre iznad gornjeg, a onda ispod dodnjeg dela profila. U tom cilju uzmite dovoljno velik komad tvrdog kartona i, držeći ga u vertikalnoj ravni onako kako što je pokazano na slici 2. isprekidanim linijama, postepeno spuštajte (u prvom delu eksperimenta karton odozdo podižite ka osovini. Na ovaj način doći ćete do odgovora na pitanje postavljeno u početku ovog zadatka. Pokušajte da izvršite isti ovakav eksperiment, ali sa potpuno ravnom trakom, koja nema oblik profila avionskog krila. Kakav je tada rezultat?

S. Božin

DOMAĆI EKSPERIMENT



TEŽIŠTE

S. E. Božin

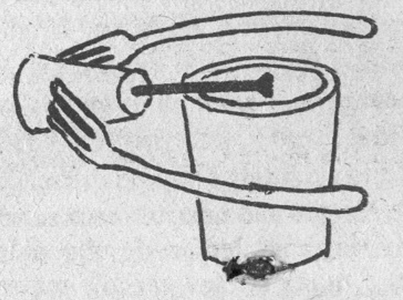
Može li olovka, linjir ili neki drugi duguljast predmet ostati u horizontalnom položaju ako se samo jednim svojim malim delom oslanja na podlogu? Verovatno vam je svima poznato da je to moguće ako se oslonac (prst, na primer) nalazi tačno na sredini takvih tela. Tada su ona u ravnoteži, iako se oslanjaju na podlogu samo jednim malim delom. Ako biste pokušali da postavite olovku tako da stoji uspravno oslanjajući se na podlogu svojim zašiljenim delom, to, kao što znate, neće uspeti. O čemu se ovde radi? Za svako telo, kao i za više tela međusobno povezanih u jednu celinu, postoji jedna izuzetna tačka koja se naziva težište. Ona se može nalaziti u telu ili van tela (kao što je to slučaj kod prstena). Ako se oslonac poklapa sa težištem telo je u ravnoteži koja se naziva indiferentna. Telo oslonjeno na ovakav način može zauzimati bilo koji položaj, pod uslovom da oslonac ne prestane da se poklapa sa težištem. Težište olovke, lenjira i sličnih, izduženih tela nalazi se na njihovoj sredini.

Ima mnogo neobičnih i zanimljivih pojava u kojima glavnu ulogu igra ravnoteža tela poduprtih u težištu. Neke možete sami izvesti uz malo strpljenja. Evo jednog primera. Zabodite ekser (dužine oko 8 cm) i dve jednake viljuške u pluteni zapušač ili parče čvršćeg stiropora podesnog oblika, onako kao što je pokazano na sl. 1. Ekser oslonite na ivicu šolje (lončića ili sl .) i pomerajte ga napred–nazad dok ne nađete položaj u kome viljuške neće pasti. Tada ste našli težište ovog sistema „letećih viljušaka": ono je blizu tačke u kojoj se ekser oslanja na ivicu šolje. Ako vam pri prvim pokušajima ovo ne pođe za rukom, nemojte se obeshrabriti. Uzrok neuspeha može biti nesimetričan položaj viljušaka u odnosu na pravac eksera (viljuške nejednako udaljene od toga pravca), ili pak suviše veliko, odnosno malo rastojanje između viljušaka.

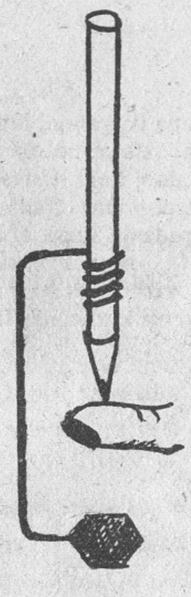
Tela mogu biti u ravnoteži i onda kada se oslonac ne poklapa sa težištem. Tako, na primer, olovka može da stoji uspravno oslanjajući se na svoj zašiljeni vrh i da, pored toga, ne padne ni kada se njen drugi kraj pomera. Kako to postići? Žicu prečnika oko 1 mm obmotajte oko olovke blizu njenog šiljka i savite je onako kao što je prikazano na sl. 2. Za slobodni kraj žice pričvrstite mali težak predmet (komad olova za pecanje, na primer). Kada vrh olovke oslonite na prst ili drugu odgovarajuću podlogu, olovka će stajati uspravno. Ona ne samo što neće „pasti", već će se, pri pokušaju izvođenja iz ovog položaja uvek ponovo vraćati u njega. Zašto se olovka tako ponaša? Dodavanjem žice i olova dobija se jedno novo telo čije se težište više ne nalazi na sredini olovke, već ispod njenog šiljka, negde u komadu olova. Da bi telo bilo i ostalo u ravnoteži oslonac ne mora da se poklapa sa težištem, već može da bude i iznad njega. U takvim slučajevima radi se o tzv. stabilnoj ravnoteži: izvedena iz ravnotežnog položaja tela se vraćaju u taj položaj ukoliko težište ostane i dalje ispod oslonca. U takvoj ravnoteži nalaze se sva tela koja vise.

Težište nije uvek tamo gde bi se očekivalo da će biti i tada se mogu dobiti iznenađujući i neverovatni efekti. Neki se od njih dešavaju zbog toga što se svako telo, ako nije sprečeno, pomera „samo od sebe" sve dotle dok njegovo težište ne bude u najnižem položaju, tj. dok telo ne zauzme položaj stabilne ravnoteže. Unutar krutih tela težište se ne može pomerati, pa se zato pomera telo kao celina. Evo jednog takvog eksperimenta kojim možete začuditi svoje poznanike.

Nabavite cilindričnu kutiju većeg prečnika, kao što je kutija od „Zdenka" sira. Sa unutrašnje strane omotača kutije pričvrstite selotejpom malo teško telo (kliker, komad olova za pecanje). Pre zatvaranja kutije obeležite na spoljašnjoj strani omotača mesto gde je telo pričvršćeno, ali da to bude neupadljivo. Jedan kraj kraće daščice, tvrđeg kartona ili sl. postavite na nekoliko knjiga tako da dobijete „strmu ravan" (sl. 3). Nagib ne treba da bude velik; menja-



Slika 1.

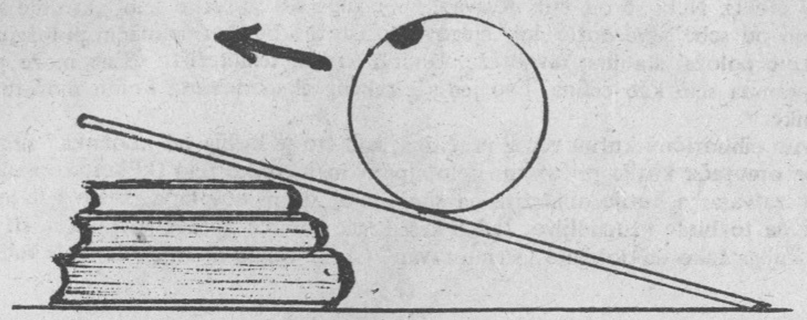


Slika 2.

jte ga dok ne nađete najpodesniji. Zatvorenu kutiju stavite na sredinu te strme daščice. Ako se pri tome teško telo nalazi malo ispod vrha omotača kutije i prema nižem kraju daščice, kutija će se, kada je pustite, kretati naniže, kao što je to „normalno". Međutim, ako je telo ispod vrha kutije, ali prema uzdignutom kraju daščice, kutija će, kada je pustite, početi da se kotrlja naviše, na veliko čuđenje posmatrača. U oba slučaja kutija će se zaustaviti kada teško telo dospe u najniži položaj. Zbog toga treba da na početku kutiju postavite na sredinu daščice, čija dužina treba da bude približno jednaka obimu cilindričnog omotača kutije. Tada će se pri penjanju kutija zaustaviti na vrhu strme ravni, pa ova pojava ostavlja jači utisak na posmatrače.

Zašto se kutija tako ponaša? Jasno je da težište kutije nije u njenom centru, kao što svi veruju i kao što bi i bilo da nema teškog tela. Težište je u blizini mesta gde je pričvršćeno teško telo. I pri penjanju i pri spuštanju kutije njeno težište prelazi u položaj koji je niži od onog u kome se nalazilo pre puštanja kutije. Kada se kutija „sama od sebe" kreće naviše, visina skrivenog teškog tela, a time i težišta, se smanjuje, što znači da se teško telo i težište kutije spuštaju iako se kutija penje. Kada ne bi bilo teškog tela, kutija bi se, kada je pustimo, kretala naniže, jer se, kao i u prvom delu ovoga eksperimenta, težište pri tome spušta.

Značajna osobina težišta je u tome da svako telo, kada nije sprečeno, prelazi u takav položaj u kome mu je težište najniže. Zbog toga pada olovka postavljena uspravno zašiljenim krajem na podlogu. Međutim, to još nije cela priča o težištu i ravnoteži. Svi smo videli kako žongler može držati prav dugačak štap na prstu u vertikalnom položaju ako stalno, pri svakom



Slika 3

„pokušaju" štapa da padne, hitro pomera prst (tj. celu ruku) u odgovarajućem pravcu. Ovde je u pitanju treća vrsta ravnoteže koja se naziva labilna; težište je iznad oslonca, ali su ove tačke na istoj vertikalnoj liniji. Ustvari, žongler to postiže stalnim pomeranjem prsta, tako da tačka oslonca nije nepomična. Kada bi bila nepomična, neizbežno pomeranje težišta iz te vertikale dovelo bi do padanja štapa. U labilnu ravnotežu možete dovesti i kutiju sa teškim telom: njeno težište i tačka oslonca na strmoj ravni treba da se nalaze na istoj vertikalnoj liniji. Da biste to postigli verovatno ćete se mnogo namučiti, jer i najmanje odstupanje težišta od te linije dovodi do pokretanja kutije, naviše ili naniže.

Johan Kepler je živeo u protestantskom Pragu gde je vršio dužnost upravnika astronomske opservatorije i uzgredno sastavljao horoskope za dvor austrijskog cara. Bio je ubeđeni pitagorejac (pristalica uverenja da se sve što se dešava može iskazati brojevima) i sledbenik Kopernikovog heliocentričnog sistema. Uživajući zaštitu austrijskog cara kao zvanični dvorski astrolog, Kepler nije imao teškoća sa crkvenim vlastima. Jedina nevolja dolazila mu je otuda što mu car nije redovono isplaćivao prinadležnosti i što je pretila opasnost da njegova majka, koja se izgleda bavila vradžbinama, bude spaljena kao veštica.

Dragan Redžić
Prirodno-matematički fakultet
Beograd

„Ne reci ništa, ako nemaš nešto lepo da kažeš".

Paja Jovanović

REPORTAŽA SA ĐAČKOG BUVLJAKA

DRAŠKO GRUJIĆ (Beograd)

Od pre nekoliko godina u sred Beograda kao posledica mladalačke preduzimljivosti stekao je pravo građanstva jedan, nadasve simpatičan i opšte prihvaćen vašar — — đački buvljak, pun živosti i šarenila.

Na izmaku leta, već od polovine avgusta pošto se vrate sa odmora poneki učenici beogradskih škola kao „prve laste" pohitaju sa svojom „robom" na trotoare Knez Mihajlove ulice. Posle nekoliko dana cela ulica biva pretvorena u pravo vašarište, krcato robom i glasnim ponudama učtivih i najčešće duhovitih trgovaca. I tako biva svakog dana po ceo dan sve do skorog početka nove školske godine. Posle toga sve naglo iščezava, i čeka se sledeća sezona.

Šta se i kako se sve tu ne uzvikuje. Dosetke u reklamiranju zbilja znaju da dobiju neočekivanu boju i prizvuk. Ponekada se čuje i ovakav poziv: „Hej čiko! Na mojoj „tezgi" ima sve što treba „za vaš naučni podmladak". Mašta i mladost i ovde su nerazdvojni. A na pločniku (trotoaru) Knez Mihajlove ulice, na toj najvećoj tezgi na svetu ove sezonske pijace ima zbilja mnogo toga što se nudi i traži. „Isluženi" udžbenici iz svih predmeta iz prethodne školske godine su glavna roba za prodaju, kupovinu ili razmenu. Tržišna cena pojedine knjige zavisi samo od njene očuvanosti odnosno od njene dalje fizičke upotrebljivosti, što je i pravo, jer i urednost odnosno neurednost mora imati i ima svoju cenu.

Međutim, kada se radi o udžbenicima koji su predmet prodaje na ovoj pijaci moramo izraziti naše duboko neslaganje sa otuđivanjem udžbenika uopšte. Učenici i roditelji bi morali znati da se gradivo iz fizike u udžbenicima ne ponavlja iz razreda u razred u celosti, već da postoji postepeno proširivanje programa fizike kroz ceo period osnovnog i srednjeg školovanja. Dakle, udžbenike iz ranijih razreda korisno je imati u svojoj bilioteci zbog povremenog obnavljanja gradiva iz prethodne godine.

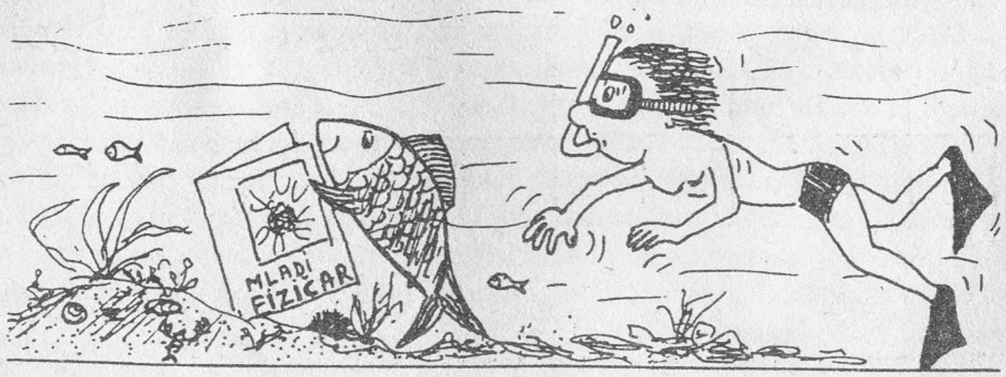
Posle ovakvog saznanja ne bi se smelo imati ponovo kuraži i tvrditi kako su udžbenici iz prethodnih godina „svoje otslužili", i da su izgubili predašnju ulogu i funkciju u novoj školskoj godini.

Pored udžbenika i obavezne lektire tu se nađe još i časopisa, stripova, postera filmskih i rok-zvezda, kaseta i ploča omiljene muzike, značaka i bedževa, praznih metalnih boca od voćnih sokova i osvežavajućih napitaka, ponekada interesantno obojenih sa napisima na stranim jezicima, što se najčešće neopravdano nameće kao šik i interesantno biti vlasnik takvog artikla.

No, na ovom vašaristu bili smo ipak zbog fizike odnosno zbog Naučno-obrazovnog časopisa iz fizike za učenike osnovne i srednjih škola „Mladi fizičar". Hteli smo da saznamo koliko je taj časopis predmet otuđivanja u ovakvim prilikama. Mora se priznati da smo bili ne malo iznenađeni i obradovani činjenicom da nismo, sem u nekoliko slučajeva, iako smo se svojski trudili, nalazili „Mladi fizičar" u prodaji na pločnicima Knez Mihajlove ulice. Neka nam bude dopušteno da poverujemo da učenici koji jednom „usvoje" časopis više ga ne ustupaju nikom drugom i da ga, sa razlogom, čuvaju za kasnija vremena. Ovaj časopis između ostaloga donosi i zadatke sa metodički obrađenim rešenjima što pretstavlja interesantnu i nadasve korisnu zbirku zadataka, naročito onim učenicima koji se opredeljuju za učestvovanje u takmičenjima iz vizike. Naučni i obrazovni sadržaji časopisa imaju trajnu vrednost, i zato časopis uistinu i nije za otuđivanje. Časopis „Mladi fizičar" jeste i treba da bude zabavan, ali nije samo zabavna revija u najobičnijem značenju te reči. „Mladi fizičar" je ipak nešto drugo.

„Mladi fizičar" je „ispisnik" prošlogodišnje generacije svršenih srednjoškolaca jer se prvi put pojavio kada su ti učenici bili u VI razredu osnovne škole, dakle onda kada su počeli sticati prva znanja iz fizike. Neko ko je od njih bio pretplatnik na časopis od prve godine, danas u svojoj đačkoj polici ima svojevrsnu „Enciklopediju iz fizike", koja jednog dana može, zbog svoje izuzetnosti i sa puno opravdanja, da bude premeštena u porodičnu biblioteku.

* Primljeno u štampu aprila 1984. godine



ZA MLADE FIZIČARE – ENIGMATIČARE

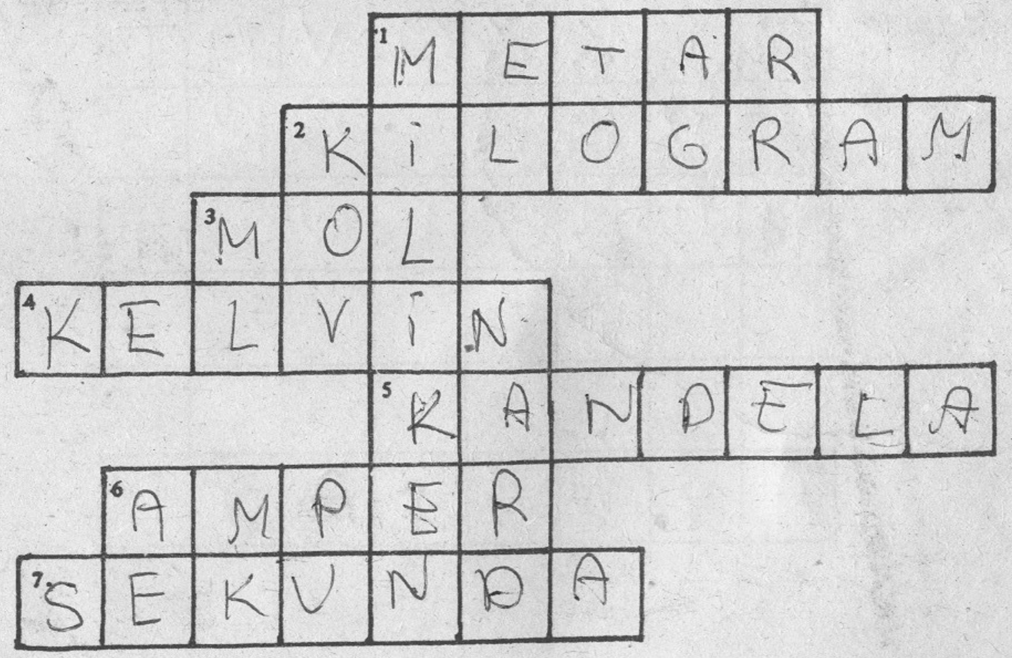
1. TRI ZADATKA SA NAZIVIMA OSNOVNIH JEDINICA SI-SISTEMA

Lik 1. Ako se nazivi sedam osnovnih jedinica SI-sistema upišu horizontalno u pravilnom redosledu, u zajedničkoj vertikalnoj koloni se dobija ime američkog naučnika koji je, početkom ovog veka, prvi izmerio naelektrisanje elektrona u neposrednom eksperimentu.

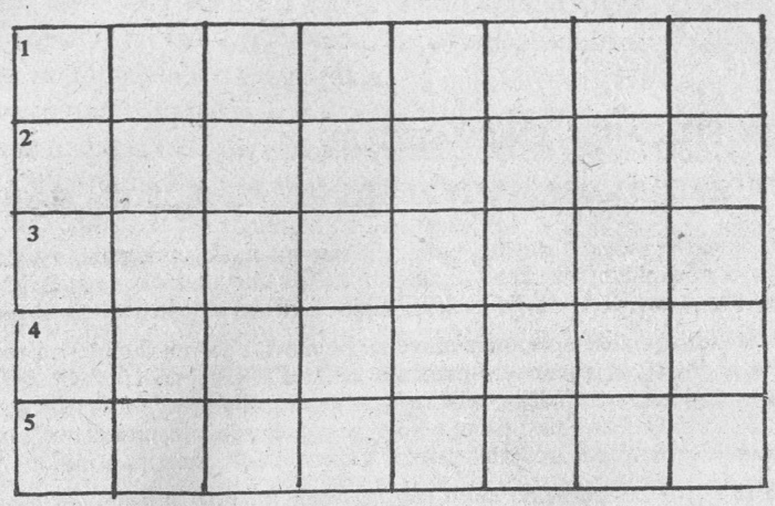
Lik 2. Ako se horizontalno upišu niže navedeni pojmovi, u jednoj (kojoj?) od vertikalnih kolona će se dobiti naziv jedne od osnovnih jedinica SI-sistema: 1. oružje za lov kod australijskih urođenika, 2. fizička veličina koja predstavlja sposobnost nekog sistema da vrši rad, 3. stručnjaci za oblast fizike u kojoj se proučavaju zakonitosti svetlosti, 4, stručnjak za pitanja ravnoteže u građevinarstvu, 5. čuveni antički hram na atinskom Akropolju.

Lik 3. Ako se i ovde horizontalno upišu dole navedeni pojmovi, u jednoj od vertikalnih kolona se dobija naziv još jedne od osnovnih jedinica SI-sistema: 1. milioniti deo jedinice za snagu, 2. veličina koja je potpuno određena tek ako joj se, pored brojne vrednosti, poznaje pravac i smer, 3. čestice od kojih se sastoji supstanca, 4. dvodimenzionalni skup tačaka (geometr.), 5. naziv za skup fizičkih tela koja se razmatraju kao jedna celina, 6. prezime osnivača teorije relativnosti.

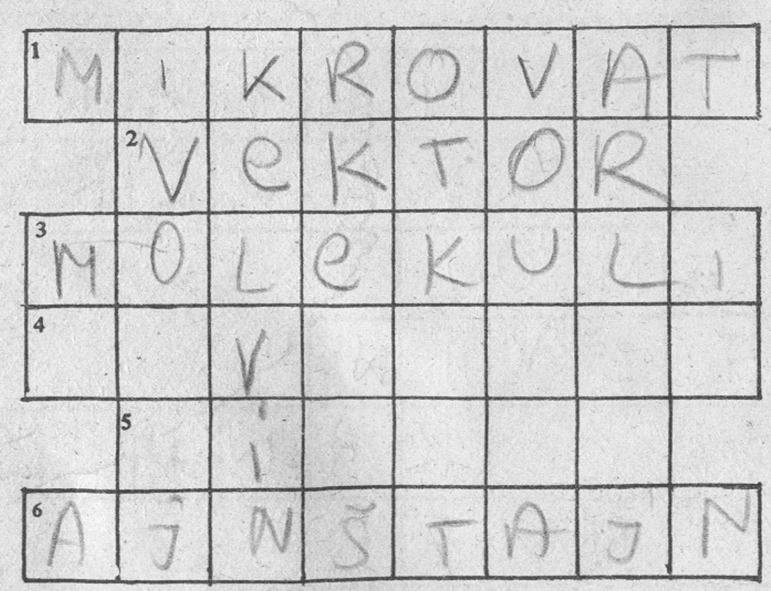
B. Milić



Lik 1.



Lik 2.



Lik 3.

2. TRI POMERALJKE

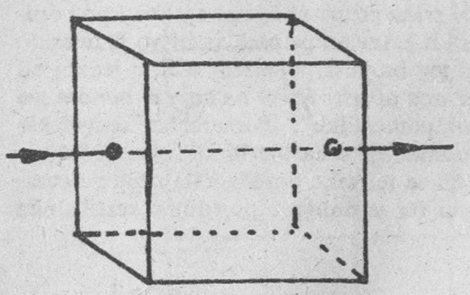
Navodimo tri grupe od po šest reči koje, kako se vidi, označavaju pojmove iz triju oblasti fizike: mehanike, optike i elektromagnetizma. Reči svake grupe su ispisane jedna ispod druge, tako da se početna slova poklapaju. Ukoliko se reči iz jedne grupe pomere ulevo ili udesno, tako da jedno ispod drugog dođu slova različitog rednog broja iz pojedinih reči, u jednoj od vertikalnih kolona će se pojaviti ***još po jedan pojam iz one oblasti fizike na koju se odnose sve reči iz grupe.*** Takve enigmatske zagonetske se nazivaju „pomeraljke". „Pomeraljka" se najlakše rešava tako što se zadane reči ispišu na prethodno izrezane trake hartije ili kartona, pazeći da slova budu iste veličine i na jednakim razmacima, zatim se te trake poređaju na stolu ***u ukazanom redosledu***, a onda horizontalno pomeraju, prateći šta se dobija u pojedinim vertikalnim kolonama.

Grupa 1.	*Grupa 2.*	*Grupa 3.*
ubrzanje	sočivo	kondenzator
gravitacija	mikroskop	otpornik
mehanizam	lupa	tinjalica
oscilovanje	teleskop	elektroda
klatno	prizma	provodnik
opruga	durbin	tranzistor

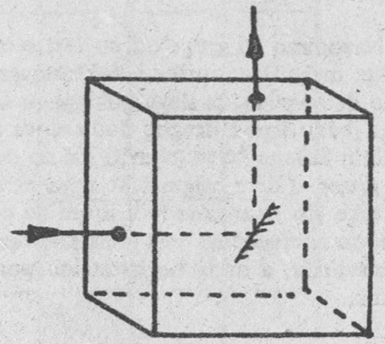
Ukoliko ste ove „pomeraljke" pravilno rešili, tj. posle horizontalnih pomeranja pojedinih reči iz iste grupe postigli da se u jednoj vertikalnoj koloni pojavi još jedan pojam iz iste oblasti fizike, rešenja takođe obrazuju „pomeraljku" koja daje još jedan pojam iz fizike, tačnije iz mehanike.

B. Milić

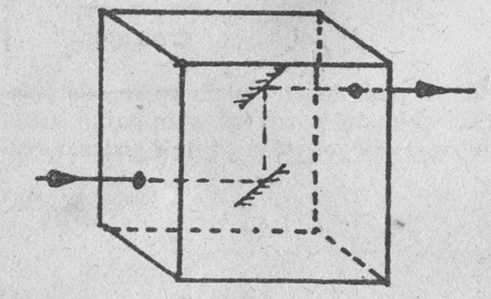
REŠENJA „CRNE KUTIJE" IZ MF–(31–32)



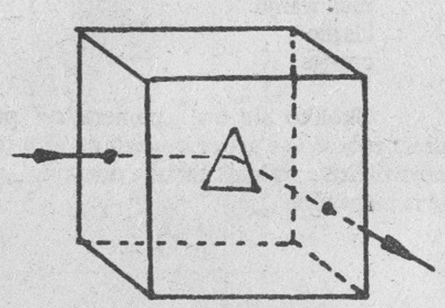
Slika 1.



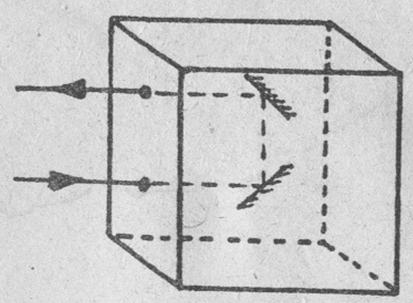
Slika 2.



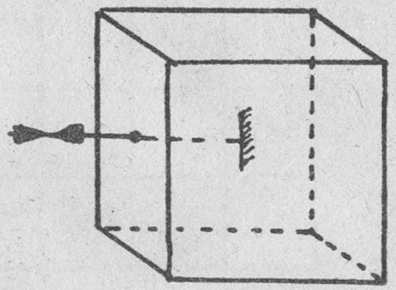
Slika 3.



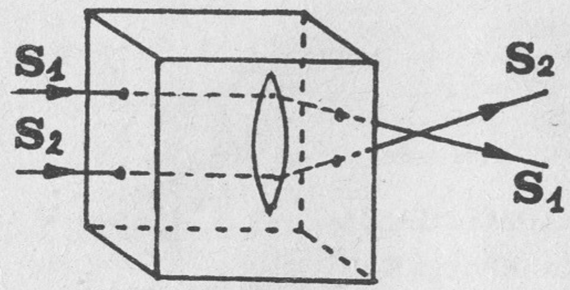
Slika 4.



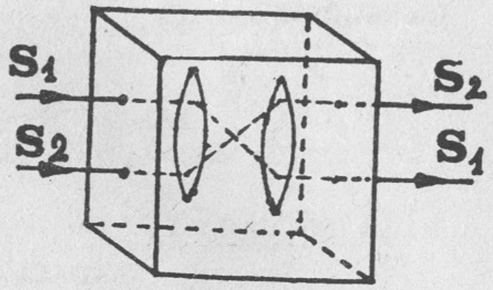
Slika 5.



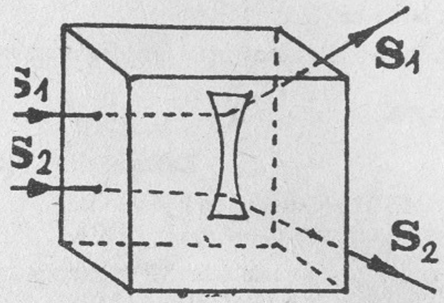
Slika 6.



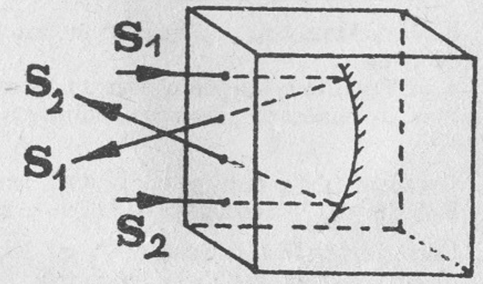
Slika 7.



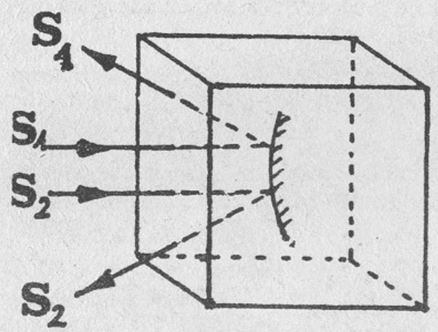
Slika 8.



Slika 9.

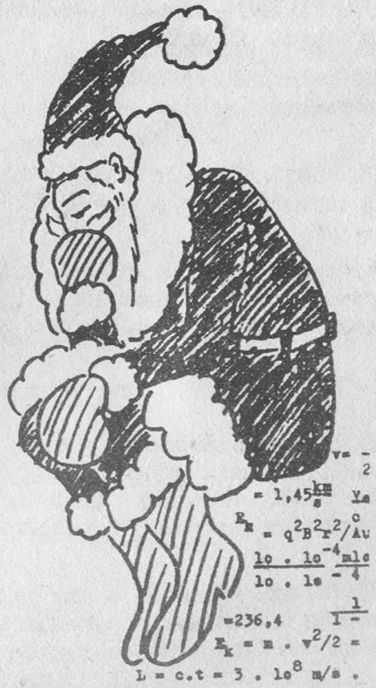


Slika 10.



Slika 11.

VLADIMIR ADAMOVIĆ
Obrazovni centar „Bratstvo-jedinstvo"
Kučevo



KONKURSNI ZADACI

DACI·ZADACI

NAGRADNI ZADACI • ZADACI PITANJA • E – ZADATAK

ZADACI ZA DOMAĆI RAD

VI razred

1. Devojčica je za deset minuta stigla u školu prosečnom brzinom od 3,6 km/h. Koliko je koraka, dužine 60 cm napravila na ovom putu. Rešenje: 1000 koraka.
2. Odrediti brzinu reke na sledeći način: baciti komad drveta u vodu i meriti vreme za koje drvo pređe rastojanje između dve unapred utvrđene tačke na obali.
3. Pored traktora koji stoji na putu prolaze u istom smeru dva automobila jednakom brzinom od 15 m/s.:
   a) da li se automobili kreću jedan u odnosu na drugog?
   b) da li se automobili kreću u odnosu na traktor?
   Rešenje: a) ne, b) da.
4. Gvozdeno telo zapremine od $15\ dm^3$ ima masu od 10 kg. Odrediti da li je telo šuplje ili ne. Rešenje: $\rho_{tela} = 6666{,}67\ kg/m^3$. Telo je šuplje jer je gustina gvožđa: $\rho_{fe} = 7800\ kg/m^3$.
5. Zapremina vode u menzuri je 25 ml. Kada se u nju potopi telo težine 2 N zapremina je $51\ cm^3$. Odrediti specifičnu težinu tela. Rešenje: $\gamma = 76923{,}076\ N/m^3$.

VII razred

1. Jedno telo pada sa visine $h_1 = 64$ m, a drugo sa visine $h_2 = 25$ m. Naći njihove brzine neposredno pre udara u Zemlju. Rešenje $v_1 = 35{,}435$ m/s i $v_2 = 22{,}147$ m/s.
2. Odrediti brzinu kretanja automobila mase 0,9 t u krivini poluprečnika 150 m, ako je na njega delovala sila od 2400 N. Rešenje: $v = 20$ m/s.
3. Uporediti rad koji se izvrši pri podizanju tela mase 6 kg na visinu od 20 m sa kinetičkom energijom istog tela koje slobodno pada sa iste visine, neposredno pre udara u Zemlju.
   Rešenje: $E_k = A = 1177{,}2$ J.
4. Do koje temperature se zagreje telo od gvožđa zapremine $1{,}282051\ dm^3$, ako mu se povećala unutrašnja energija za 4600 J? Početna temperatura gvožđa bila je 20°C; $c = 460$ J/kgK.
   Rešenje: $T_2 = 303$ K.
5. Izračunati ukupnu količinu toplote potrebne da bi se 2 kg leda temperature $T_1 = -10°C$ prevelo u vodu temperature 10°C; ($c_{leda} = 2100$ J/kgK, $c_{vode} = 4200$ J/kgK i specifična toplota topljenja leda je 335 kJ/kgK). Rešenje: $Q = 838000$ J.

VIII razred

1. Električni čajnik ima dva grejača. Pri uključivanju jednog od njih voda u čajniku proključa za 15 minuta, a pri uključivanju drugog za 30 minuta. Kroz koliko će minuta proključati ista količina vode, ako se uključe oba grejača?
   Napomena: Početna temperatura vode je u sva tri slučaja ista. Zanemariti gubitak toplote.
   Rešenje: $t = 10$ minuta.
2. Tri otpornika jednakih otpora od po 5 Ω (Ohm-a) vezani su kombinovano (prvi i drugi paralelno, a treći redno na kombinaciju ova dva) na napon od 120 V. Izračunati napone na krajevima otpornika i količine toplota koje se oslobode u njima za vreme od jedne sekunde.
   Rešenje: $U_1 = 40$ V, $U_2 = 80$ V; $Q_1 = Q_2 = 320$ J, $Q_3 = 1280$ J.

3. Voz se kreće stalnom brzinom od 36 km/h pri dejstvu vučne sile električne lokomotive od 50 kN. Izračunati jačinu električne struje koja prolazi kroz motor lokomotive koji je priključen na napon od 625 V. Stepen korisnog dejstva motora je 80%.
   Rešenje: $I = 1$ kA.
4. Izračunati jačinu struje koja za 10 minuta, pri elektrolizi srebronitrata, izdvoji na katodi 20 g srebra; (k=1,118 kg/As). Rešenje: $I = 29{,}815$ A.
5. Masa bakarne katode pre elektrolize bila je 2 kg, a posle elektrolize 2,25 kg. Odrediti vreme za koje se povećala masa katode, ako je kroz vodeni rastvor bakarsulfata tekla struja jačine 2 kA; (k=0,329 mg/C). Rešenje: $t = 379{,}939$ s.

Stepan Krsmanović, prof.
Tomislav Senćanski, prof.

KONKURSNI ZADACI

A) Za učenike VI razreda

593. Koliko je sekundi opterećen most dužine 80 *m* ako preko njega prolazi voz dužine 80 *m* brzinom 80 *km/h*?

594. Motociklist je za prva dva časa prešao 90 *km*, a sledeća tri časa kretao se brzinom 50 *km*/h. Kolika je srednja brzina na ukupnom putu?

595. Automobil se kreće srednjom brzinom $v = 75$ *km/h* a) Grafički prikazati put automobila za 6 časova. b) Prikazati isti put ako se automobil kreće brzinom $v_1 = 100$ *km/h* i brzinom $v_2 = 50$ *km/h*.

596. Da li će biti isto vreme prelaženja motornog broda od A do B i od B do A po mirnoj vodi (jezeru) i po reci čija je brzina 2 *km/h*. Brzina broda u odnosu na vodu u oba slučaja je 8 *km/h*. Rastojanje između A i B je 1 *km*.

597. Odrediti masu i težinu vazduha u sobi, ako je površina poda 20 m^2, a visina sobe 3 *m*. Gustina vazduha je 1,29 kg/m^3.

B) Za učenike VII razreda

598. Pri brzom hodu čovek je u jednoj minuti učinio 180 koraka. Kolika je snaga čoveka koju je razvio pri hodu ako za svaki korak utroši rad od 30 *J*?

599. Sila od 2 *N* delovala je na telo 4 sekunde i dala mu energiju 6,4 *J*. Kolika je masa tela?

600. Telo mase 40 *g* bačeno je vertikalno uvis brzinom 60 *m/s*. Kolika mu je kinetička energija: a) na početku kretanja, b) posle 6 sekundi kretanja.

601. Klatno dužine 4 *m* ima na svom kraju obešenu kuglu mase 5 *kg*.

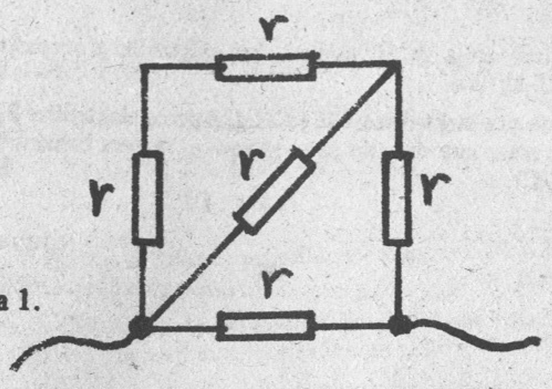
a) Koliki rad moramo izvršiti da bi smo klatno pomakli iz njegovog vertikalnog položaja u horizontali?

b) Kolika će biti brzina i kinetička energija kugle klatna u času kad prolazi kroz najnižu tačku ako smo klatno ispustili iz horizontalnog položaja?

602. Dimenzije prostorije su 8 *m* · 6 *m* · 5 *m*. Koliko je potrebno toplote da temperatura prostorije poraste za 10°*C*. Koliko vode možemo s tom toplotom zagrejati za 10°*C*? Specifična toplota vazduha je 1000 *J/kg·K*, a gustina vazduha 1,29 kg/m^3.

C) Za učenike VIII razreda

603. Odrediti ekvivalentni otpor strujnog kola datog na Sl. 1.



Slika 1.

604. Električni šporet zagreje za jednu minutu jedan litar vode za 10°C. Koliko se procenata dovedene energije pretvara u toplotu ako znamo da je grejač priključen na napon od 380 *V* i kroz njega teče struja jačine od 3*A*?

605. Grejač zagreje za 15 minuta litar vode od 20° *C* do 100° *C*. Koliki je otpor njegove spirale ako kroz spiralu teče struja od 3 *A*?

606. Na električnoj grejalici stoje oznake 220 *V* i 800 *W*.

a) Koliki je otpor grejalice?

b) Grejalicom se može za 10 minuta zagrejati pola litra vode od 10° *C* do 100° *C*. Koliki je koeficijent korisnog dejstva?

607. U kalorimetru se nalazi 300 *g* vode i 100 *g* leda pri 0° *C*.

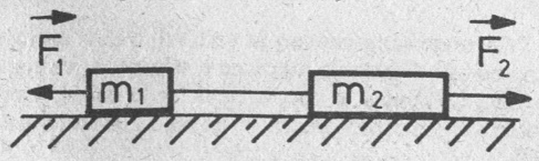
a) Kolika je količina toplote potrebna da se led otopi a voda zagreje za 10° *C*?

b) Potrebna količina toplote dobija se pomoću grejalice otpora 10 oma kroz koji teče struja od *3 A*. Koliko vremena teče struja kroz grejalicu? Toplota topljenja leda iznosi $3{,}35 \cdot 10^5$ *J/kg*.

Zadatke odabrali i pripremili:
Mr Gavrilo Vuković, profesor Više pedagoške škole, Beograd i
Jadranka Bogovac, profesor fizike OŠ „B. Radičević" – Novi Beograd

D) Za učenike I razreda zajedničkih osnova usmerenog obrazovanja

608. Dva tela čija je masa $m_1 = 2$ *kg* i $m_2 = 3$ *kg* su vezana kanapom koji može da izdrži maksimalnu silu zatezanja $T_m = 70$ *N*. Na tela deluju sile $F_1 = kt$ i $F_2 = 2kt$, gde je $k = 0{,}2$ *N/s* – konstantni koeficijent, a t – vreme (sl. 2). Odrediti posle koliko vremena, od početka delovanja sila, će se kanap prekinuti. Trenje se zanemaruje.



Slika 2.

609. Telu je saopštena brzina $v = 10$ *m/s*. Za vreme kretanja, na njega deluje sila otpora proporcionalna brzini: $F = -kv$. Odrediti put koji telo prođe do trenutka kada mu brzina postane jednaka $v/2$. Uzeti da je $k = 0{,}5$ *kg/s*, a masa tela $m = 2$ *kg*.

610. Telo ima masu $m = 5$ *kg* i zapreminu $V = 2 \cdot 10^{-3}$ m^3 i nalazi se u vodi na dubini $h = 20$ *m*. Koliki rad treba uložiti da bi se ovo telo podiglo na visinu $H = 8$ *m* iznad površine vode?

611. Odrediti minimalni period obrtanja satelita oko neutronske zvezde, ako je njena gustina $\rho = 8 \cdot 10^{17}$ *kg/m*^{3}. Gravitaciona konstanta iznosi $G = 6{,}67 \cdot 10^{-11}$ *Nm*^{2}*/kg*^{2}.

612. Na nepokretnom vertikalnom šrafu sa korakom $h = 0{,}8$ *mm* nalazi se matica čiji je moment inercije u odnosu na osu šrafa $I = 5 \cdot 10^{-7}$ *kgm*^{2} i masa $m = 8$ *g*. Trenje između šrafa i matice je zanemarljivo. U početnom trenutku matica se kreće naniže brzinom $v_0 = 4 \cdot 10^{-3}$ *m/s*. Odrediti brzinu spuštanja matice i njenu ugaonu brzinu posle $t = 5$ *s* od početka kretanja.

mr. Jablan Dojčilović

E) Za učenike II razreda zajedničkih osnova usmerenog obrazovanja

613. Automobil mase 1000 kg, usled kretanja po valovitom putu, vrši harmonijsko kretanje u vertikalnom pravcu s periodom *1s* i amplitudom 0,1 m. Odrediti maksimalnu silu pritiska na svaki od četiri amortizera automobila.

614. Od homogenog tela mase *M*, koje je okačeno o oprugu konstante *k*, naglo se otkida, bez spoljašnjeg uticaja, donja trećina tela mase $m = M/3$, pri čemu preostali deo tela počinje da harmonijski osciluje dostigavši maksimalnu visinu $h_m = 40{,}8$ *cm* u odnosu na prvobitni ravnotežni položaj. Odrediti maksimalnu brzinu i maksimalno ubrzanje preostalog dela tela.

615. Talas se prostire brzinom 350 *m/s* pri frekvenciji od 500 *Hz*. Kolika je fazna razlika između dveju tačaka međusobno udaljenih za 35 *cm*?

616. Voz se kreće brzinom od 106 *km/h*. Zvučni izvor, koji je udaljen od pruge na rastojanju jednakom dužini kompozicije voza, emituje zvučne signale frekvencije 1 *kHz*. Koje će frekvencije čuti posmatrači koji se nalaze na početku i na kraju kompozicije u trenutku kada se sredina kompozicije nalazi na najbližem rastojanju od izvora zvuka? Brzina zvuka u vazduhu je 330 *m/s*.

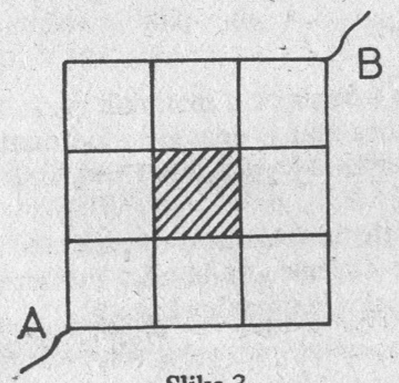
617. Zavojnice induktiviteta *L* spojena je s ravnim kondenzatorom čije su ploče u obliku pravougaonika. Dužina ploče četiri puta je veća od njegove širine. Kada se kondenzator potopi u vodu ovo oscilatorno kolo rezonira pri frekvenciji od 5 *MHz*. Odrediti frekvenciju pri kojoj će rezonirati ovo oscilatorno kolo kada se kondenzator nalazi u vazduhu pri, čemu mu je jedna ploča okrenuta u sopstvenoj ravni za ugao od 90° u odnosu na drugu ploču. Relativna dielektrična propustljivost vode iznosi 81.

mr A. Srećković

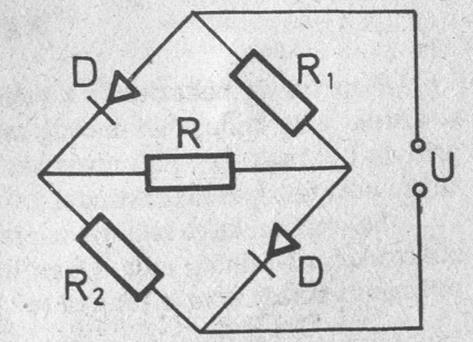
F) Za učenike III razreda usmernog obrazovanja

618. Odrediti zapreminsku gustinu naelektrisanja u atmosferi ako je poznato, da je jačina električnog polja na površini Zemlje $E_0 = 100$ *V/m*, a na visini $h = 1$ *km* duplo manja. Uzeti da je naelektrisanje u atmosferi do visine *h* raspoređeno ravnomerno.

619. Na sl. 3 je nacrtana mreža od 9 kvadrata. Srednji kvadrat predstavlja metalnu ploču sa zanemarljivo malim električnim otporom. Otpor svake strane ostalih kvadrata iznosi $r = 20$ *oma*. Odrediti ukupan električni otpor između tačaka A i B.



Slika 3.



Slika 4.

620. Date su četiri tanke metalne spirale od kojih je svaka predviđena za maksimalnu snagu od *2W*. Otpori spirale su 10, 20, 30 i 40 *oma*. Kako se od ovih spirala – otpornika može sastaviti grejač, koji će pri uključenju na izvor *ems* $E = 20\ V$ i unutrašnjim otporom $r = 25$ razvijati maksimalnu snagu?

621. Kolika se snaga izdvaja na otporu $R = 10\,k\Omega$ u kolu naizmenične struje prikazanom na sl. 4? Kolo je priključeno na napon $U = 220\ V$, otpori R_1 i R_2 su jednaki i iznose 5 kΩ, a diode D su idealne.

622. Odrediti jačinu struje zasićenja kod diode ako je dužina provodnika od koga je napravljena njena katoda 40 *cm*, prečnik 0,15 *mm*, temperatura površine metala koja emituje elektrone 2000 *K*, izlazni rad elektrona $4{,}2 \cdot 10^{-19}\ J$ i konstanta $B = 3 \cdot 10^4 A/(m^2K^2)$.

mr J. Dojčilović

G) Za učenike IV razreda usmerenog obrazovanja

623. Posuda s vodom okačena je o nit. Visina vode u posudi je $h = 30\ cm$. Za koliko se promeni sila zatezanja niti ako se na dnu posude probuši mali otvor tako da kroz njega vertikalno ističe struja vode preseka $S = 10\ mm^2$?

624. Na širokom otvorenom cilindričnom sudu ispunjenim vodom do nivoa, $H = 1\ m$ od dna suda, nalaze se dva mala otvora kroz koje ističe voda. Niži otvor nalazi se na visini $h_1 = 0{,}25\ m$ od dna suda. Mlazevi vode iz oba otvora pogađaju istu tački na horizontalnoj podlozi koja je u ravni dna suda. Odrediti visinu h_2 drugog otvora u odnosu na dno suda.

625. Homogeni točak cilindričnog oblika, poluprečnika $R = 10\ cm$, nalazi se na horizontalnoj osovini oko koje može da rotira bez trenja u ležištu. Preko točka je prebačen neistegljiv konac zanemarljive mase. Za jedan kraj konca privezano je telo mase $m_1 = 5\ kg$ a za drugi kraj konca privezano je telo mase $m_2 = 3\ kg$. Ovaj sistem se spoljašnjim uticajem održava u stanju mirovanja dok se u jednom trenutku ne prepusti samo dejstvu gravitacionog polja Zemlje. Odrediti sile zatezanja vertikalnih delova konca ako se zna da je posle vremena $t_1 = 3\ s$ moment količine kretanja točka iznosio dve jedinice u SI sistemu. Smatrati da pri datom kretanju konac ne proklizava preko točka.

626. Zatvoren cilindrični sud tankih zidova, napunjen tečnošću dva puta veće mase od mase praznog cilindra, kotrlja se bez trenja i bez početne brzine niz strmu ravan nagibnog ugla $\theta = 30°$. Odrediti ubrzanje centra mase datog cilindra s tečnošću. Trenje između cilindra i tečnosti kao i momenti inercije osnova cilindra su zanemarljivo mali.

627. Dve homogene lopte od bakra prečnika $d_1 = 4\ cm$ i $d_2 = 6\ cm$ međusobno se dodiruju. Odrediti gravitacionu potencijalnu energiju sistema koji čine ove lopte. Za nulti referentni nivo potencijalne energije uzeti slučaj kada se jedna od lopti nalazi u beskonačnosti. ($\rho_{Cu} = 8600\ kg/m^3$).

mr A. Srećković

ZADATAK 14E

Naprava za pokazivanje količine benzina u rezervoaru motornih vozila konstruisana je na osnovu Ohm-ovog zakona i zakona koji se odnose na hidrostatički pritisak i potisak. Izmedju nivoa benzina u rezervoaru i pokazivanja instrumenta u vozilu postoji određena zavisnost.

Šta mislite, kako radi ova naprava? Pokušajte da shematski crtežom, prikažete konstrukciju i princip rada. Obratite pažnju na činjenicu da kazaljka instrumenta počinje da skreće sa nule tek kad se ključem za paljenje uspostavi kontakt.

Tomislav Petrović

REŠENJA ZADATAKA SA I SAVEZNOG TAKMIČENJA UČENIKA OSNOVNIH ŠKOLA IZ FIZIKE 1983.

(Zadaci su objavljeni u MF –(31 –32)

0-grupa

1. a) Lokomotiva se kreće konstantnim ubrzanjem tako da je njena brzina u trenutku t data izrazom $v = v_0 + at$. Kako vreme računamo od trenutka polaska iz stanice, kada je početna brzina jednaka nuli [$v\,(t = 0) = v_0 = 0$], sledi $v = at$. Brzinu v_1 lokomotiva će postići za vreme $t_1 = v_1/a = (15\ \text{m/s})/(0{,}1\ \text{m/s}^2) = 150\ \text{s}$.

b) Pređeni put s kod jednako ubrzanog kretanja, bez početne brzine, srazmeran je kvadratu proteklog vremena $s = at^2/2$, tako da za vreme $t_1 = v_1/a$ pređeni put iznosi $s_1 = at_1^2/2 = v_1^2/2a = 1125\ \text{m}$.

c) Ubrzanje a lokomotiva mase m dobija pod dejstvom vučne sile $F = m \cdot a = 20\,000\ \text{kg} \cdot 0{,}1\ \text{m/s}^2 = 2000\ \text{N} = 2\ \text{kN}$.

d) Krećući se konstantnom brzinom v_1, lokomotiva će deonicu puta $s_2 - s_1$ preći za vreme $t_2 - t_1 = (s_2 - s_1)/v_1$, odakle dobijamo da će ceo put s_2 preći za vreme $t_2 = t_1 + (s_2 - s_1)/v_1 = 150\ \text{s} + 591{,}6\ \text{s} \approx 742\ \text{s}$.

2. Kada kvadar sam pliva na vodi na njega deluje vertikalno naniže sila Zemljine teže $Q = \rho_1 hSg$ a vertikalno naviše sila potiska $P_1 = \rho_0 (h - h_1) Sg$, koja je jednaka težini vode istisnute delom kvadra koji je potopljen u vodu; S – je površina horizontalnog preseka kvadra a h je visina kvadra. Kako su ove sile u ravnoteži $Q = P_1$, sledi $\rho_0 (h - h_1) = \rho_1 h$ pa je $h = \rho_0 h_1/(\rho_0 - \rho_1)$. Kada se na kvadar stavi teg mase m_2 težina kvadra sa tegom $Q + m_2 g = P_1 + m_2 g = \rho_0 (h - h_1) Sg + m_2 g$ uravnotežava se silom potiska $P_2 = \rho_0 (h - h_2) Sg : \rho_0 (h - h_1) Sg + m_2 g = \rho_0 (h - h_2) Sg$. Odavde sledi: $S = m_2/(h_1 - h_2)\rho_0$. Zapremina kvadra je:

$$V = Sh = \frac{m_2 \cdot \rho_0}{(h_1 - h_2)\rho_0(\rho_0 - \rho_1)} h_1 =$$

$$= \frac{m_2 h_1}{(\rho_0 - \rho_1)(h_1 - h_2} =$$

$$= 0{,}01\ \text{m}^3 = 10\ \text{dm}^3.$$

Kada je teg potopljen u vodu i okačen o kvadar težina kvadra sa tegom, koja je jednaka sili potiska P_2, uravnotežava se silom potiska $P_3 = \rho_0 (h - h_3) Sg + \rho_2 V_2 g$, gde je V_2 zapremina tega:

$$\rho_0 (h - h_2) Sg = \rho_0 (h - h_3) Sg + \rho_0 V_2 g.$$

Odavde je $V_2 = (h_3 - h_2)S$.

Gustina materijala tega je:

$$\rho_2 = \frac{m_2}{V_2} = \frac{\rho_0 (h_1 - h_2)S}{(h_3 - h_2)S} =$$

$$= \rho_0 \cdot \frac{h_1 - h_2}{h_3 - h_2} \approx 2670\ \text{kg/m}^3.$$

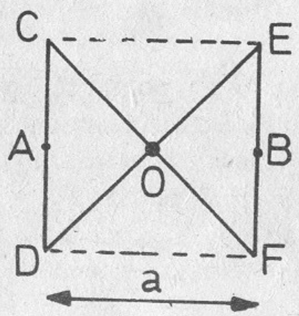
3. Zbog simetrije, otpori dela kontura između tačaka OA i OB (vidi sl.1) su jednaki $R_{AO} = R_{OB}$, pa kako su konture vezane na red sledi: $R_{AB} = R_{AO} + R_{OB} = 2R_{AO}$, odakle je $R_{AO} = R_{AB}/2$.

Takođe, zbog simetrije, je $R_{APO} = R_{ACO}$, pa kako su ove veze paralelne sledi: $1/R_{AO} = (1/R_{APO}) + (1/R_{ACO}) = 2/R_{APO}$, odakle je $R_{APO} = 2R_{AO} = R_{AB}$. S obzirom da je $R_{AP} = \rho a/2S$ i $R_{PO} = \rho a\sqrt{2}/2S$, gde je ρ – specifični otpor žice, a – dužina stranice kvadrata a S – površina poprečnog preseka žice, sledi: $R_{APO} = R_{AP} + R_{PO} = \rho a(1+\sqrt{2})/2S = R_{AB}$.

Odavde je:

$$\rho = \frac{2SR_{AB}}{a(1+\sqrt{2})} = 0{,}448\ \Omega\,\frac{\text{mm}^2}{\text{m}} \approx$$

$$\approx 0{,}45\ \Omega\,\text{mm}^2/\text{m}.$$



Slika 1

4. Kada su grejači vezani serijski i priključeni na napon U snaga ovako vezanih grejača je $P_1 = U^2/(R_1 + R_2)$, a kad su grejači vezani paralelno i priključeni na isti napon snaga ovako vezanih grejača je

$P_2 = (R_1 + R_2)\,U^2/R_1R_2$.

a) Kako su za zagrevanje jednake količine vode od jednakih početnih temperatura do ključanja potrebne jednake količine toplote $Q_1 = P_1t_1 = Q_2 = P_2t_2$, odnosno
$(R_1 + R_2)\,U^2t_2/R_1R_2 = U^2t_1/(R_1 + R_2)$, odakle je $t_2 = R_1R_2t_1/(R_1 + R_2)^2 = 14\ \text{s} = 2{,}4\ \text{min}$.

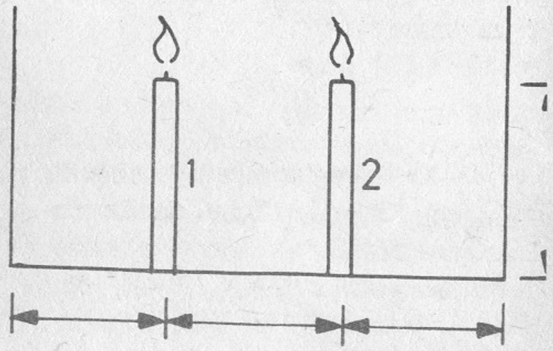
b) Količina toplote $Q_2 = Q_1$ može da zagreje supu, specifičnog toplotnog kapaciteta c od temperature T_1 do temperature T_2, mase

$$m = \frac{Q_1}{c\,(T_2 - T_1)} =$$

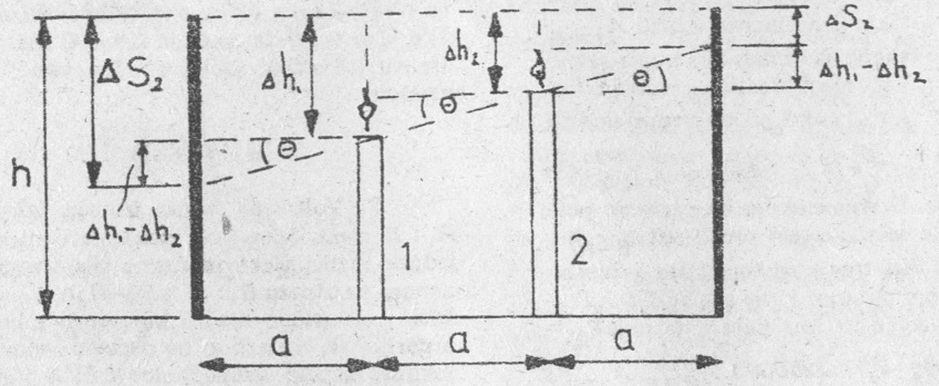
$$= \frac{U^2t_1}{(R_1 + R_2)c(T_2 - T_1)} =$$

$$= 0{,}968\ \text{kg}.$$

5. Brzine sagorevanja prve i druge sveće su $v_1 = h/t_1$ i $v_2 = h/t_2$. Za vremenski interval Δt visina prve sveće smanji se za $\Delta h_1 = v_1\Delta t = h\Delta t/t_1$ a visina druge sveće smanji se u toku vremena Δt za $\Delta h_2 = v_2\Delta t = h\Delta t/t_2$. Senka prve sveće smanji se u toku vremena Δt (pogledaj sl. 3) za $\Delta s_1 = \Delta h_1 + (\Delta h_1 - \Delta h_2) = 2\Delta h_1 - \Delta h_2 = 2v_1\Delta t - v_2\Delta t$, tako da brzina smanjivanja senke prve sveće iznosi $v_{s1} = \Delta s_1/\Delta t = 2v_1 - v_2 = (2h/ts_1) - (h/t_2) = 12$ cm/min. Senka druge sveće smanji se u toku vremena Δt za $\Delta s_2 = \Delta h_2 - (\Delta h_1 - \Delta h_2) = 2\Delta h_2 - \Delta h_1 = 2v_2\Delta t - v_1\Delta t$, tako da brzina smanjivanja druge senke iznosi $v_{s2} = 2v_2 - v_1 = (2h/t_2) - (h/t_1) = 3$ cm/min.



Slika 2.



Slika 3.

REŠENJE ZADATAKA SA VI REPUBLIČKOG TAKMIČENJA IZ FIZIKE UČENIKA OSNOVNE ŠKOLE SR SRBIJE (bez SAP)

Napomena: zadaci su objavljeni u „Mladom fizičaru", br. 31–32.

VII RAZRED

1. Telo mase 1 *kg* povećava brzinu od 2 *m/8* na 6 *m/s*, znači da je došlo do povećanja kinetičke energije:

$$\Delta E_k = E_{k_2} - E_{k_1} = \frac{1}{2}mv_2^2 - \frac{1}{2}mv_1^2$$

Izvršeni rad je mera promene energije:

$$A_1 = \Delta E_k = \frac{1}{2}mv_2^2 - \frac{1}{2}mv_1^2$$

Ovo bi bio konačan rezultat, kad duž puta ne bi delovala sila trenja. Rad sile trenja je: $A_2 = F_{tr} \cdot s$.
Ukupan rad A jednak je zbiru A_1 i A_2:

$$A = A_1 + A_2 = \frac{1}{2}mv_2^2 - \frac{1}{2}mv_1^2 +$$

$$+ F_{tr} \cdot s = 36\ J.$$

2. Periferna brzina tela ravnomerno kružnog kretanja ima stalnu brojnu vrednost: $v = s/t$. Kako je $s = r$ sledi: $v = r/t$ a odatle $t = r/v$.
Zadatak ćemo rešiti ako odredimo poluprečnik putanje. Periferna brzina se menja po pravcu. Promena brzine u jedinici vremena je ubrzanje: $a = v^2/r$ (centripetalno). U poslednjoj jednačini poznato je ubrzanje $a = 4g$ i brojna vrednost periferne brzine $v = 200$ *m/s*. Rešenje: $t = r/v$, $t = 5$ *s*.

3. a) Telo mase m polazi iz mirovanja $v_0 = 0$ i povećava brzinu $v = v_0 + at$, prelazi put $s = r_0t + \frac{1}{2}at^2$. Rad u prvih pet sekundi, jednak je zbiru rada sile trenja na putu s i promeni kinetičke energije:

$$A_{0-5} = F_{tr}s + \frac{1}{2}mv_s^2,\ v_s = at\ 10\ m/s,$$