

млади 02/03 90 "0"
ФИЗИЧАР

ИЗДАВАЧ ДРУШТВО ФИЗИЧАРА СРБИЈЕ

YU ISSN 0351-5575



ТЕМА БРОЈА: Облаци и атмосферски процеси
ЗАНИМЉИВОСТИ: Радијационе технологије
ДА ЛИ ЗНАТЕ ...: Зашто прашина и облаци
"пливају" у ваздуху?

- (YU) МЛАДИ ФИЗИЧАР, Часопис за ученике и наставнике основних и средњих школа
 (GB) YOUNG PHYSICIST, Magazine for elementary and secondary school students
 (F) JEUNE PHYSICIEN, Journal pour les élèves des écoles primaires et secondaires
 (D) JUNGER PHYSIKER, Zeitschrift für Volks und Mittelschüler
 (RUS) МОЛОДОЙ ФИЗИК, Журнал для учеников начальных и средних школ

Свеска "О"

Компјутерска обрада: Ратомирка МИЛЕР и др Драган МАРКУШЕВ
 Лектура: Редакција часописа
 Коректура: Редакција часописа
 Корице и дизајн листа: др Драган МАРКУШЕВ

ГЛАВНИ И ОДГОВОРНИ УРЕДНИК

др Драган МАРКУШЕВ

ЗАМЕНИЦИ УРЕДНИКА

проф. др Јелена МИЛОГРАДОВ-ТУРИН
др Душан АРСЕНОВИЋ

УРЕДНИШТВО

проф. др Светозар БОЖИН
 проф. др Дарко КАПОР
 проф. др Милан ДИМИТРИЈЕВИЋ
 др Мирјана ПОПОВИЋ-БОЖИЋ
 др Радомир ЂОРЂЕВИЋ
 др Борко ВУЈЧИЋ
 др Горан ЂОРЂЕВИЋ
 др Љубиша НЕШИЋ
 Ратомирка МИЛЕР
 Дејан КРУНИЋ
 Данило БЕОДРАНСКИ

ИЗДАВАЧ

ДРУШТВО ФИЗИЧАРА СРБИЈЕ
 ОДЕЉЕЊЕ ЗА ОСНОВНО
 И СРЕДЊЕ ОБРАЗОВАЊЕ
 Прегревица 118
 11080 Београд-Земун
 тел: 011-31-60-260/166
 факс: 011-31-62-190
 e-mail: dfs@phy.bg.ac.yu

Часопис је ослобођен пореза на промет на основу мишљења Министарства просвете Републике Србије бр. 443-00-14/2000-01 од 29.03.2000.

©Друштво физичара Србије,
Београд, март 2003

Сва права умножавања, прештампавања и превођења задржава Друштво физичара Србије

За издавача:

Проф. др Илија Савић
др Сунчица Елезовић-Хаџић

Штампа: Студио Плус, Београд

Тираж: 1200 примерака

БИВШИ УРЕДНИЦИ ЧАСОПИСА

(1976/77) Ђорђе Басарић и Слободан Жегарац, (1977/78) Душан Ристановић и Драшко Грујић,
 (1978/79-1981/82) Љубо Ристовски и Душан Коледин, (1982/1983) Душан Коледин, Драгана Поповић и Јаблан Дојчиловић,
 (1983/84-1986/87) Драшко Грујић, (1991/92-1993/94) Јаблан Дојчиловић, (1994/95-1996/97) Томислав Петровић, (1997/98) Александар Стаматовић,
 (1998/99) Душан Арсеновић

УРЕДНИКОВА СТРАНА

Поштовани читаоци!

И у овом полугодишту настављамо нашу сарадњу, надам се, на обострано задовољство. Хвала вам на прилозима и сугестијама које нам шаљете. Драго ми је што видим да сте и ви заинтересовани да часопис буде што бољи и квалитетнији. Посебно желим да истакнем ученике основних школа, који нам у великом броју шаљу решења задатака. У следећем броју ћемо објавити нека од имена тих ученика, а са том праксом ћемо наставити и убудуће.

Што се посебних свезака тиче, планирамо за вас још једно лепо изненађење. То су нове свеске о лету са физиком и открићу радио-таласа. Део материјала из тих свезака ће бити објављен и у редовним бројевима до краја ове школске године. Подсећамо вас да је већ у продаји нова посебна свеска "Зима са физиком" са прилогом о ноћном небу изнад наше земље у зиму 2003. Уз до сада изашле збирке задатака из прошлих бројева нашег часописа можете већ сада имати завидну колекцију наших издања.

Ускоро ће вам наш часопис бити доступан и на интернету. О тачном датуму и адреси на којој нас можете наћи бићете благовремено обавештени. За сада ће се наша презентација сводити само на најосновније информације о часопису, да би касније и тај део наше активности проширили.

Подсећамо вас да сва наша издања можете наћи у књижари "Студентски трг" поред Физичког факултета у Београду, или у секретаријату Друштва физичара Србије, у Земуну. Све потребне адресе и телефоне, уколико вам је то лакши вид комуникације, можете наћи на унутрашњим страницама корица нашег листа.

Срдачан поздрав.

Главни и одговорни уредник
часописа "Млади физичар"
др Драган Маркушев



САДРЖАЈ

3 УКРАТКО

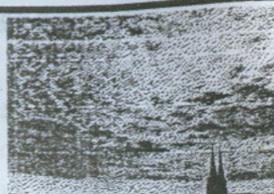
6 ТЕМА БРОЈА

6 Облаци и атмосферски процеси

Звонимир Милер

дипломирани метеоролог

Републички хидрометеоролошки завод, Београд / Нови Сад

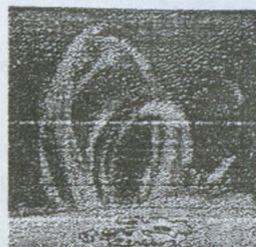


10 ИЗ НАСТАВЕ

10 Магнетно поље Сунца и звезда

Ратомирка Милер,

дипломирани астрофизичар, Београд



16 ЗАНИМЉИВОСТИ

16 Радијационе технологије (други део)

Бранислав Радак, виши научни сарадник

ИНН Винча, Београд



21 ДА ЛИ ЗНАТЕ ...

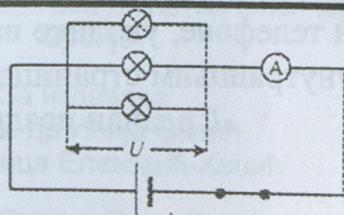
21 Зашто прашина и облаци "пливају" у ваздуху?

Ј. Перелман "Занимљива геометрија"

Чланак одабрао и приредио: Светозар Божин

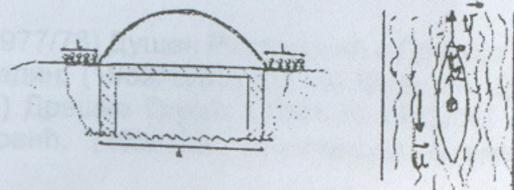
Физички факултет, Београд

23 ЗАДАЦИ



25 РЕШЕЊА ЗАДАТАКА МФ 89

27 РЕШЕЊА ЗАДАТАКА



УКРАТКО

Гравитација и светлост се простиру истом брзином

[8. јануар 2003] Научници су успели да по први пут измере брзину простирања дејства гравитације. Сергеј Копејкин (*Sergei Kopeikin*) са Универзитета у Мисурију, Колумбија (*University of Missouri-Columbia*) и Ед Фомалонт (*Ed Fomalont*) са Националне радио-астрономске опсерваторије (*National Radio Astronomy Observatory*) у САД користили су ретки космички распоред Јупитера и једног квазара да би проверили да се гравитационо дејство и светлост простиру истом брзином – као што је Ајнштајн (*Einstein*) предвидео. Астрономи су 8. јануара ове године представили своје резултате на састанку Америчког астрономског друштва (*American Astronomical Society*) у Сијетлу (*Seattle*).

Рејлијеви млазеви постали видљиви

[9. јануар 2003] Физичари су по први пут приметили појаву коју је предвидео лорд Рејли (*Rayleigh*) 1882. године. Томас Лајзнер (*Thomas Leisner*) са колегама на Техничком универзитету Илменау (*Ilmenau Technical University*) у Немачкој користио је брзо микроскопско снимање да би уочио тзв. "Рејлијеве млазеве" који настају када наелектрисане капи течности постану нестабилне и експлодирају. (D. Duft et al. (2003) *Nature* 421 128)

Живот, смрт и физика

[14. јануар 2003] Интуиција нам може сугерисати да ће људи умрети са већом вероватноћом ако су старији, али заправо стопа смртности се стабилизује изнад неког животног доба формирајући тзв. "плато морталитета". Џонатан Коу (*Jonathan Coe*) и Јонг Мао (*Yong Mao*) са Универзитета у Кембриџу (*University of Cambridge*) и Мајк Кејтс (*Mike Cates*) са Универзитета у Единбургу (*University of Edinburgh*) су развили компјутерски модел који разоткрива ово изједначавање стопе смртности са порастом старосне доби. Овај резултат, који претходни модели нису били у могућности да постигну, може да објасни стопе смртности боље него икада пре. (J.V. Coe et al. (2002) *Phys.Rev.Lett.* 89 28).

PhysicsWeb

Global news and information

Молекуларне уређај унапређују смештање информација

[24. јануар 2003] Истраживачи су направили нови молекуларни уређај који може да смести 100 гигабита података на квадратни инч. Масимилијано Кавалини (*Massimiliano Cavallini*) са CNR-ISMN у Болоњи (*Bologna*) у Италији, са колегама у Болоњи и са Единбуршких универзитета (*Edinburgh Universities*) користио је молекуле зване "ротаксини" да би направио специјалан уређај. Посебна структура ових молекула указује да би се они могли користити као прекидачке компоненте за специјалне машине.

(M. Cavallini et al. *Science* (2003) 299 531)

Нова планета изазива теоретичаре

[30. јануар 2003] Тим америчких астронома пронашао је нову планету ван нашег Сунчевог система, а која има необично мали полупречник орбите. Димитар Саселов (*Dimitar Sasselov*) са Харвард-Смитсоновог центра за астрофизику (*Harvard-Smithsonian Center for Astrophysics*) и колеге са Калифорнијског института за технологију и Универзитета у Берклију (*California Institute of Technology and the University of California at Berkeley*) користили су посебну технику (мерење транзита), која мери како планета периодично помрачује звезду око које кружи. Нова планета има најмању орбиту до сада икад измерену и најдаља је позната планета. (M. Kopacki et al. (2003) *Nature* 421 507)

Зашто каменчићи одскачу?

[31. јануар 2003] Један француски физичар је открио законитост која стоји иза популарне разбире прављења "жабица" на води помоћу каменчића. Лидерик Боке (*Lydéric Bocquet*) са Универзитета у Лиону (*University of Lyon-I*) извео је математичке изразе који описују шта се дешава када се каменчић натера да одскаче по реци или језеру. Такође

је извео формулу за максималан број одскока каменчића пре него што коначно потоне.

(L. Bocquet (2003) *Am. J. Phys.* 71 150)

Исконско зрачење баца ново светло на Свемир

[11. фебруар 2003] НАСА је данас обелоданила прву детаљну мапу целог неба космичког микроталасног позадинског зрачења, микроталасни "ехо" Великог Праска (*Big Bang*). Научници су направили мапу користећи податке сакупљене са Вилкинсоновог микроталасног сателита за сондирање анизотропије (*Wilkinson Microwave Anisotropy Probe satellite - WMAP*) током периода од 12 месеци. Резултати пружају даљу потврду тзв. инфлаторног модела Свемира (који се после Великог Праска још једном нагло и кратко рашири) и откривају када је прва генерација звезда створена.

Вести са

<http://physicsweb.org>

за вас одабрао:

Душан Арсеновић

Институт за физику

Београд-Земун

ОБАВЕШТЕЊЕ

Одсек за физику Природно-математичког факултета у Нишу и Гимназија «9. мај» у Нишу су добили одобрење Министарства просвете и спорта Републике Србије за отварање једног специјализованог одељења природно-математичког усмерења – физика, у школској 2003/04. години. Очекује се да ће упис бити обављен у истом термину као и за друга специјализована одељења – средином маја. За додатне информације обратити се на следеће адресе: Гимназија "9. мај", Јеронимова 18, 18000 Ниш, 018-547-433, 018-547-088 или Одсек за физику, ПМФ Ниш, Вишеградска 33, 018-533-015, локал 54, e-mail: f_odeljenje@pmf.ni.ac.yu, http://www.pmf.ni.ac.yu/f_odeljenje

ТЕМА БРОЈА

Облаци и атмосферски процеси

Звонимир Милер

дипломирани метеоролог,

Републички хидро-метеоролошки завод, Београд/Нови Сад

Поглед из свемира на Земљу је приказ необичне лепоте. Половину Земље прекривају формације облака које се непрестано мењају, а испод њих је плаветнило океана и контуре континената у смеђим и зеленим нијансама. Одавно је познато да се посредством облака одвија кружни циклус глобалног кружења воде. Падавине, које они излучују, одређују основне карактеристике климе неког подручја. Њихово постојање омогућава равномерно загревање Земље дању, али и спорије хлађење током ноћи.

Укратко речено, облаци стварају погодније услове за живот на планети Земљи.

Шта заиста знамо о облацима? Већина зна мало. Они који се баве геофизиком знају много више, али то знање остаје у уским круговима специјалних занимања. У оквиру савремене метеорологије развијена је посебна дисциплина – динамика облака. Ова научна дисциплина полази од поставке да је настанак облака физички процес у атмосфери, који има свој узрок настајања, свој почетак, развој и завршетак.

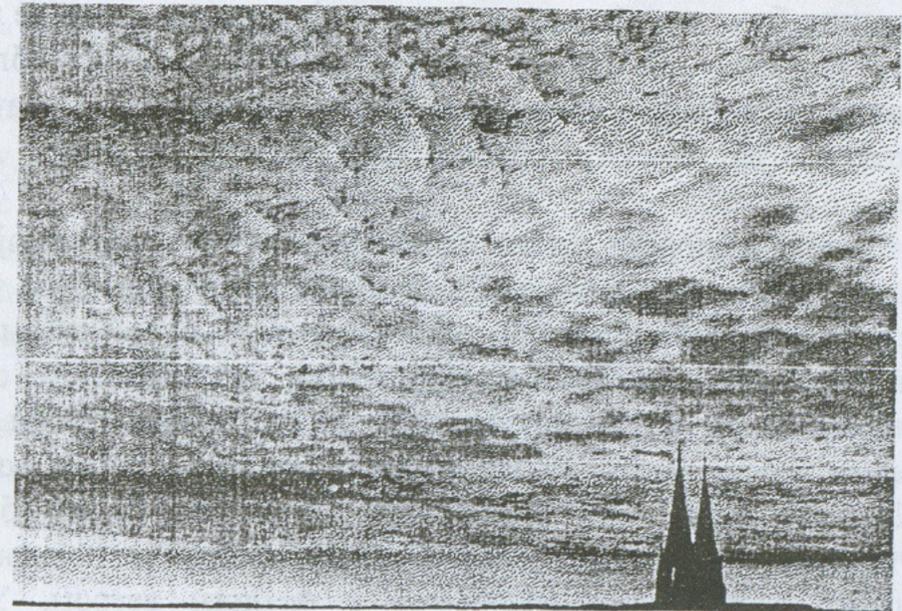
За разумевање неких основних законитости у вези са облацима, потребно је познавање основних својстава Земљиног гасовитог омотача:

- атмосфера је смеша гасова коју сила гравитације задржава изнад површине Земље, а последица тога је слојевитост атмосфере и опадање ваздушног притиска са порастом висине;
- температура ваздуха у доњим слојевима (тропосфера) углавном опада са порастом висине;
- у атмосферском ваздуху увек је присутна водена пара, чију заступљеност у ваздуху најчешће исказујемо помоћу релативне влажности ваздуха;
- због загревања од Сунца, ваздух изнад Земље непрестано струји и облачност се стално мења.

И коначно, за разумевање настајања облака важно је познавање термодинамике, тзв. влажноадијабатског ширења ваздуха. Тај процес се може описати као нагло ширење засићене водене паре при чему се, током ширења, ниво засићености водене паре одржава. Процес који претходи настајању облака је подизање ваздуха на већу висину, спонтано или принудно. Подизање ваздуха може започети непосредно изнад тла (конвекција), али и у слоју на већој висини. Шта се тада догађа?

Ваздух одређене запремине подиже се на већу висину у област мањег притиска и при томе се адијабатски (без размене топлоте са околином) шири, што има за последицу да се температура ваздуха у тој запремини смањи. Смањење температуре доводи до кондензације и сублимације водене паре. Настају сићушне капи воде и кристалићи леда који омогућавају да се тек у тој фази уочи настанак облака. Приликом кондензације и сублимације ослобађа се латентна топлота довољна да ваздух у облаку буде мало топлији од околне атмосфере и дизање се наставља све док се температура облачне масе не изједначи са температуром околне атмосфере. Описани процес је упрошћени механизам. Њега прате и други, сложенији процеси: различите врсте струјања ваздуха у облаку, стварање различитих врста падавина, електричне појаве и друго.

Осматрањима са Земље и из авиона утврђено је да се облаци формирају у најнижем атмосферском слоју – тропосфери, до висине тропопаузе (тропопауза је слој у атмосфери између тропосфере и стратосфере у коме је температура константна). У тропским областима



Слика 1. Алтокумулуси у једном слоју

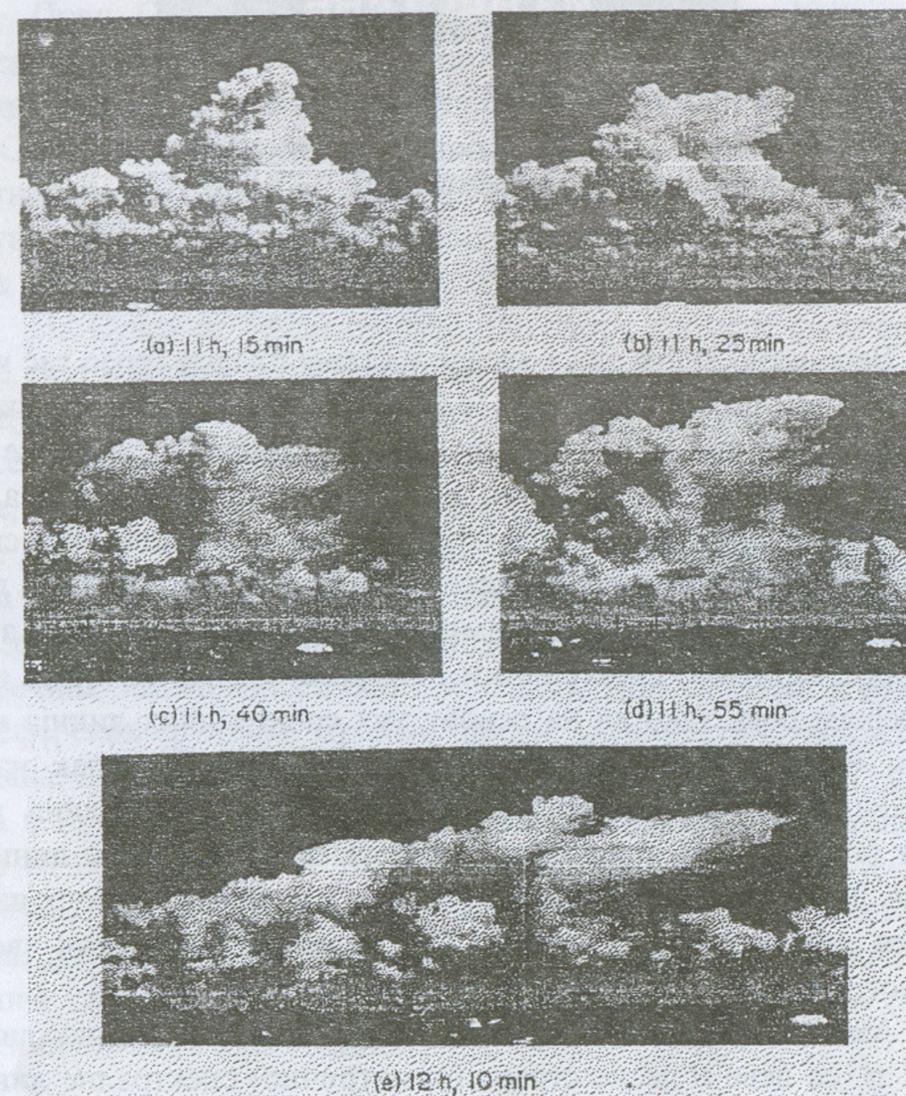
то је до 18 km, у умереним до 13 km, и у поларним до 8 km висине. Према висини на којој се јављају, облаци су *високи*, *средњи* и *ниски*. На сваком нивоу има неколико родова облака који се даље разликују по врстама, подврстама и посебним одликама.

Високи облаци се јављају на 5 - 13 km изнад умереног појаса. То су облаци родова *цирус*, *циростратус* и *цирокумулус*. Састоје се од разређене масе кристалића леда на којима се добро рефлектује светлост од Сунца. Виде се као свиленасте власи, траке, или као поље бројних облачића. Описани механизам настанка облака није главни узрок појаве цируса, важнији су зрачење и мешање. Цируси су непадавински облаци и често су знак који претходи промени времена. Њихов значај је у задржавању дуготаласног (топотног) зрачења које излучује површина Земље,

Средњи облаци се јављају на висинама 2 - 7 km изнад умереног појаса, што значи да се њихов ниво делимично преклапа са нивоом високих облака. Припадају групи плитких облака због своје релативно мале дебљине. Главни родови су *алтостратус* и *алтокумулус*. Ови облаци се виде као бео или сивкаст слој који прекрива део неба и јасно је уочљива њихова мала дебљина. Средњи облаци настају спорим уздицањем ваздуха, најчешће када релативно топлија вадушна маса клизи уз релативно хладнију ваздушну масу у приземном слоју. Овакви облаци често прекривају велика пространства. Не дају падавине, али су веома важни у задржавању дуготаласног (топотног) зрачења.

Ниски облаци имају базу испод висине од 2 km. Родови су: *кумулус*, *кумулонимбус*, *стратус*, *стратокумулус* и *нимбостратус*. Према висини базе ови облаци су ниски, дају падавине, али се по својој динамици разликују. Кумулуси и кумулонимбуси (олујни облаци) су конвективни, настају брзим дизањем ваздуха. Стратуси и нимбостратуси су слојасте облаци који настају споријим дизањем ваздуха.

Према количини падавина које излучују, најзначајнији су нимбостратус и кумулонимбус. Падавине из нимбостратуса (киша и снег) излучују се равномерно при тихом времену или са slabим ветром. Небо је сиво или тамно, а хоризонтална видљивост је смањена. Кумулонимбуси су најспектакуларнија појава у атмосфери. Брзина вертикалног дизања ваздуха у њима обично је 10 до 35 m/s, по некад и више. Достижу вертикалну развијеност од висина 10 до 15 km, до нижих слојева стратосфере. Њихов развој праћен је појавом града, интензивних електричних пражњења и олујним ветром. У неким областима у кумулонимбусима се ствара и торнадо, вертикални вртлог



Слика 2. Развој (трансформација) кумулуса у кумулонимбусе у току 55 минута.

чија је снага реда величине 1000 MW (мегавата)! При релативно лепом времену, удаљени кумулонимбуси виде се као високи торњеви и планине са перјаницама у виду наковња. Запремина кумулонимбуса је импозантна, више од 500 km³. Није реткост да је та запремина и десет пута већа. Из таквих облака, за кратко време, излучи се 20 до 50 литара падавина по једном квадратном метру.

Због све већег загревања атмосфере, познатог као глобално "загађење" отпадном топлотом, сви процеси у атмосфери постају интензивнији, а последица ће бити све чешћа појава описаних кумулонимбуса.

ИЗ НАСТАВЕ

Магнетно поље Сунца и звезда

Ратомирка Милер,

дипломирани астрофизичар, Београд

1. Магнетно поље Сунца

Вероватно знате да су звезде у стању плазме (врео гас испуњен наелектрисаним честицама а који је као целина електро неутралан) и да је то агрегатно стање најраспрострањеније у Васиони. Зрачење које на Земљу долази са звезда примамо помоћу специјалних уређаја, где се врши уједно и снимање тог зрачења. Разликују се два типа спектра небеских тела. На снимцима можете видети на црној позадини линије у одређеним бојама и то називамо емисиони линијски спектар звезде, а саме линије називамо спектралним линијама. Сваки хемијски елемент даје одређене боје, тако да на основу тих спектралних линија можемо утврдити којих елемената има на звездама (тај поступак називамо спектрална анализа). Много чешће се налази и позадина у свим дугиним бојама, а на појединим местима се налазе црне линије, што значи да је та боја апсорбована (упијена) и такав спектар називамо линијски апсорпциони спектар. Он се чешће јавља код звезда од емисионог.

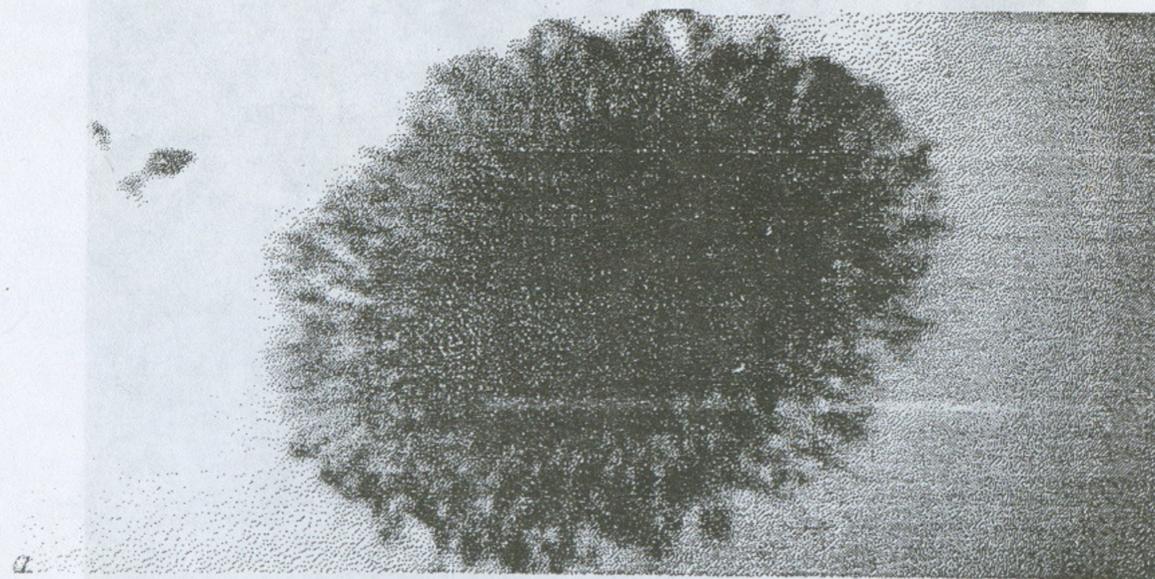
Ако на звезди постоји магнетно поље, поједине линије се "цепају" тј. са леве и десне стране (симетрично) спектралне линије, на истом растојању, појаве се још две спектралне линије. Ову појаву називамо нормални Земанов ефекат. Растојања између линија зависе од интензитета магнетне индукције B (јединица којом се мери ова физичка величина је Т – тесла, дата у част нашег научника Николе Тесле), тако да се мерењем тог растојања може одредити јачина поља.

Сунце нам је најближа звезда, па није чудно што је амерички астроном Џорџ Елери Хејл (*George Ellery Hale*) утврдио 1908. године, помоћу Земановог ефекта, да у пегам на Сунцу (тамне мрље на површини Сунца) постоје јака (локална) магнетна поља.

Испитивања општег магнетног поља Сунца вршена су у опсерваторији на Маунт Вилсону (САД) у периоду од 1914. до 1916. године. Тада су утврдили да се магнетна оса не поклапа са осом ротације Сунца, већ са њом заклапа угао од око 6° . Према њиховим мерењима, магнетна индукција износила је $B = 0,063 \text{ T}$, што се показало нетачним.

Први Сунчев магнетограф конструисали су 1952. године у Пасадени Х.В. Бебкок и Х.Д. Бебкок (*Babcock*). Они су тада измерили магнетну индукцију општег диполног (као шипкасти магнет) магнетног поља Сунца и добили да је то поље, на половима, сто пута јаче од магнетног поља Земље. Према садашњим резултатима мерења, магнетна индукција на половима Сунца износи $B = 0,005 \text{ T}$, док је средња вредност индукције $B = 10^{-4} \text{ T}$.

На Сунцу се дешавају брзе или споре промене физичког стања плазме, под дејством јаких локалних магнетних поља, која могу бити и 4000 пута јача од средње вредности општег магнетног поља. Те процесе називамо *Сунчевом активношћу*. Њихови одрази су пеге, факуле, хромосферске ерупције, протуберанце и још неке мање познате појаве. Када Сунце достигне максимум своје активности, изгледа као да је цела површина прекривена зрнцима бибера. При томе, лукови дуж којих се креће плазма у протуберанцама, достижу висину и до 100000 km (пречник Земље износи око 12800 km). Тада се јавља и велики број хромосферских ерупција. Средњи циклус активности Сунца износи око 11 година. Запажено је да се магнетни полови Сунца "обрћу" сваких 11 година и то у време максимума активности. Последње обртање полова десило се 2001. године и то је истовремено био знак да је наступио максимум Сунчеве активности. Северни магнетни пол Сунца је сада у близини јужног пола ротације Сунца, тзв. хелиографског пола (иста је ситуација са Земљиним магнетним половима). Полови ће се поново обрнути негде око 2012. године.



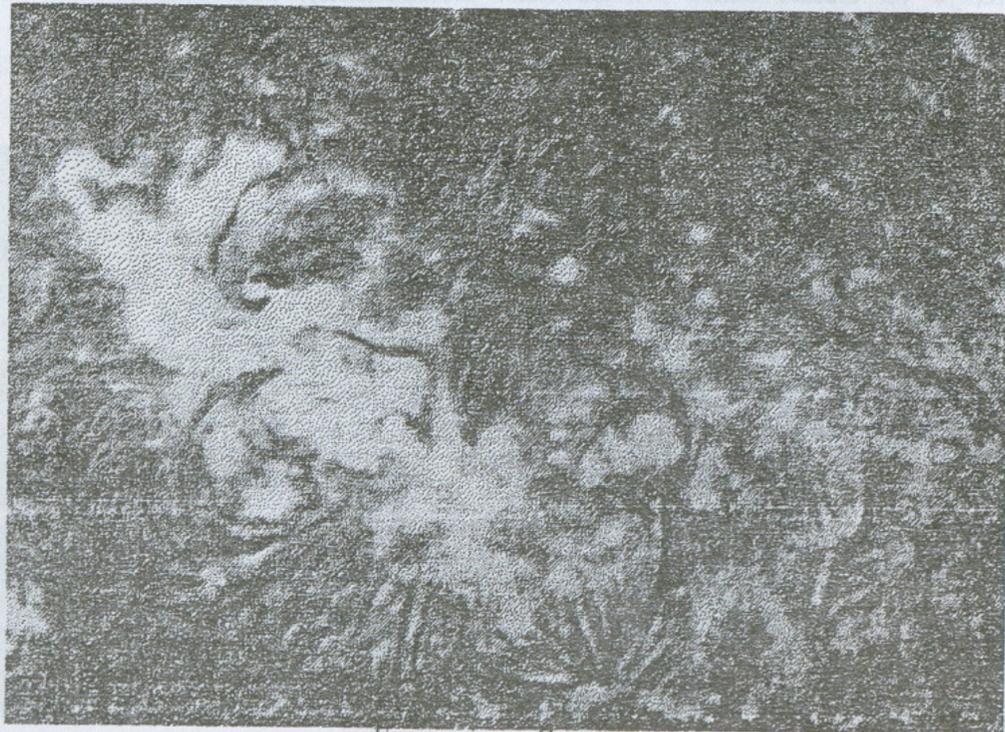
Сунчеве пеге

Земљини магнетни полови се такође обрћу, али са много мање правилности, ако уопште можемо да говоримо о некој правилности. Обртање пола се дешава у периоду од 5000 година до 5×10^7 година. Последње обртање пола се десило пре 740 000 година и изгледа да је једно обртање пола из непознатих разлога изостало. Није познато када ће се десити следеће обртање пола.

Осим ове разлике, Сунчево и Земљино магнетно поље имају и сличности: оба су диполна, са великим затвореним линијама силе у близини екватора и отвореним у близини пола.

Пре него што се полови на Сунцу обрну, магнетно поље Сунца почне да слаби и у тренутку постизања максимума Сунчеве активности, полови се обрну, а затим поље започиње да се појачава, али сада са супротним смером линија силе. Ова промена се помоћу такозваног Сунчевог ветра, који највећим делом чине веома брзи протони и електрони, шири кроз цео Сунчев систем, чак и 100 астрономских јединица иза последње планете у Сунчевом систему – Плутона (АЈ - астрономска јединица је средње растојање између Земље и Сунца и износи $1,5 \times 10^8$ km). То ширење траје око годину дана.

Обртање пола и промене магнетног поља Сунца прате се преко свемирске летелице "Одисеј" (*Ulysses*), која је лансирана 1990. године, а чија орбита заклапа велики угао са равни у којој се крећу планете. На сваких шест година летелица лети на растојању од 2,2 АЈ

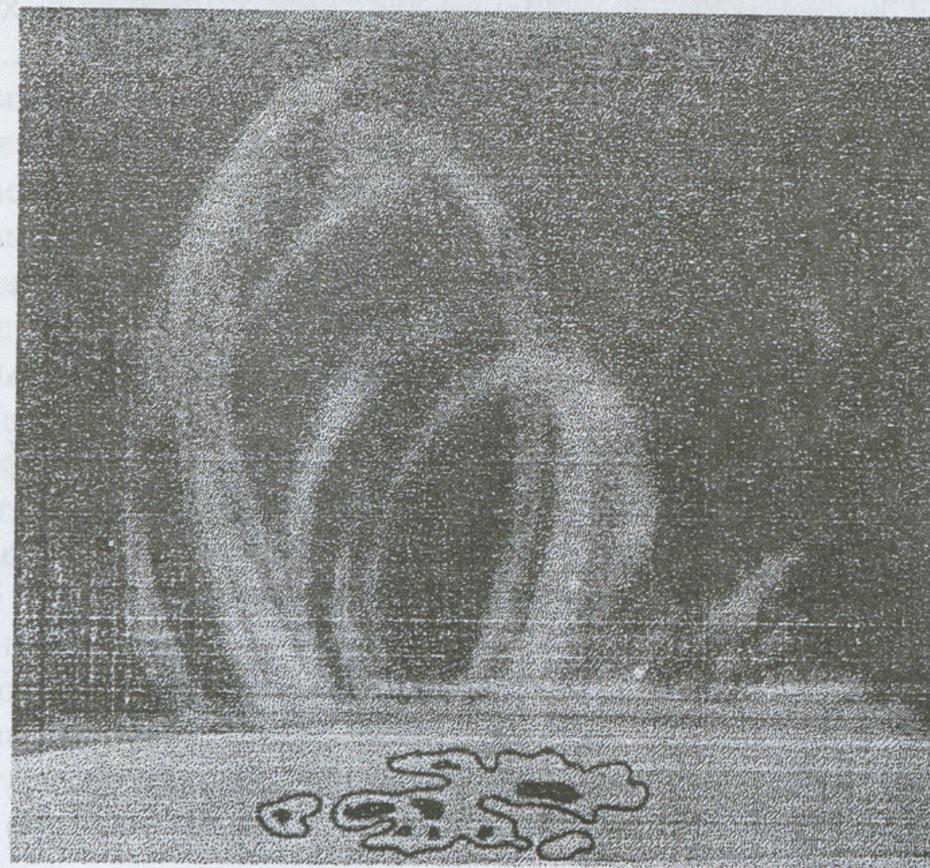


Ерупције на Сунцу

изнад магнетних пола Сунца. Она је недавно (2001) прошла изнад јужног пола, а следећи прелет (кроз шест година) биће изнад северног пола.

Већ смо поменули да на Сунцу постоје и локална магнетна поља, која су најјача у пегамма, где магнетна индукција у сенци пеге (најтамнији део) може достићи вредност $B = 0,4$ Т. Ова поља настају "испливавањем" (извлачењем) магнетних линија силе из унутрашњости Сунца. Наиме, пошто је Сунце у стању плазме, оно ротира слојевито. Сваки слој има другу брзину ротације – највећу брзину има екваторски слој, око 2 km/s, што и доводи до ове појаве. Период ротације екваторског слоја је око 25 дана, а оног у близини пола, око 30 дана. Поље у хромосферским ерупцијама, које трају свега око пола сата, слабије је него у пегамма и износи око $B = 0,063$ Т. Из средишта ерупције, коју још називамо и "флер", излећу протони и електрони огромним брзинама (Сунчев ветар), а осим њих излећу и микро честице брзинама и до 106 m/s.

Као што видите, о општем и локалним магнетним пољима Сунца знамо доста, а вероватно ће наредна посматрања дати још више података, а можда и изменити неки већ познати податак.



Протуберанце

2. Магнетно поље звезда

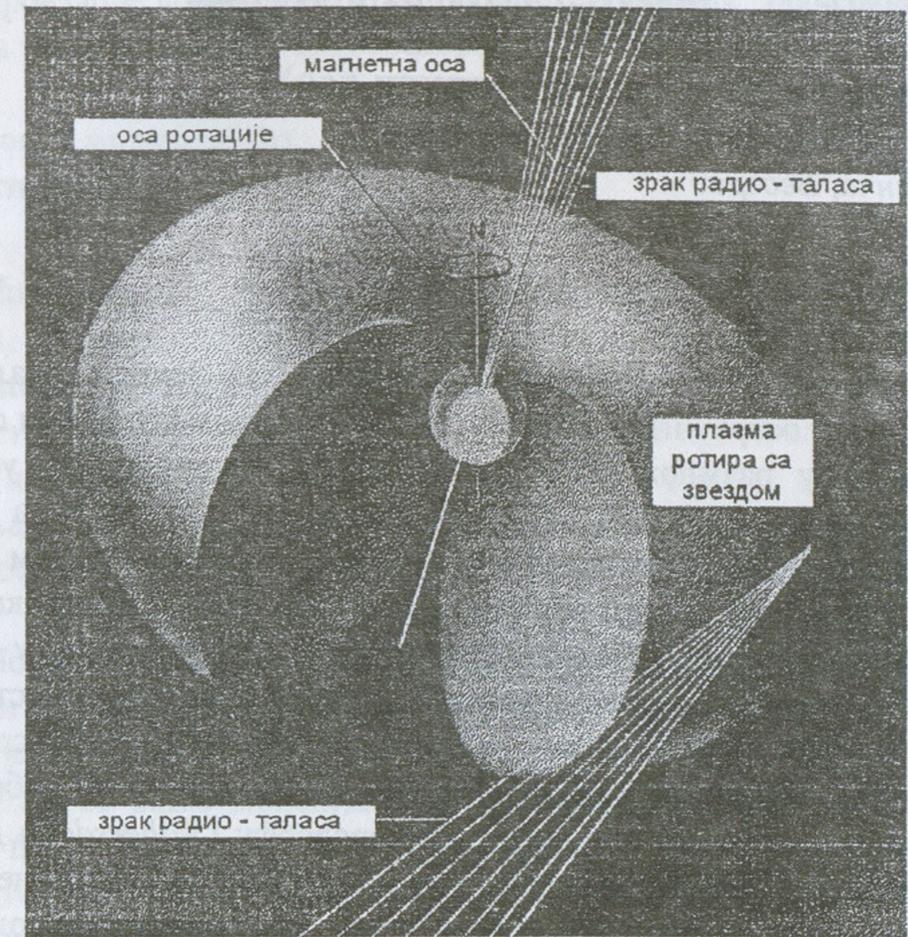
2.1 Нормалне звезде

Остале звезде такође имају магнетно поље, али због њихове удаљености не можемо непосредним посматрањем да одредимо геометријску конфигурацију поља, већ то постижемо само помоћу посредних ефеката. Интензитет магнетне индукције одређујемо помоћу Земановог ефекта. Интересантно је да је површина неких звезда повремено покривена пегама 10 до 15 пута више него на Сунцу.

2.2 Магнетне звезде

Помоћу Земановог ефекта откривене су звезде са изузетно јаким магнетним пољима од $B = 0,01 \text{ T}$ до $B = 1 \text{ T}$. Оне су добиле име магнетне или пекуларне (необичне) звезде. То су углавном млађе звезде (као наше Сунце) и по осталим карактеристикама не разликују се од обичних звезда исте класе, осим по необичном хемијском саставу. Осим водоника кога има и у осталим звездама, ту има доста хрома, итријума, мангана, стронцијума, еуропијума, гадолинијума Оне ротирају око три пута спорије од обичних звезда исте класе и никад се не јављају као двојне звезде. Астрофизичари сматрају да ове звезде своје обележје добијају у самом почетку свог живота. Магнетно поље можда настаје у протозвезданом облаку из кога ће се касније формирати звезда. При сажимању тог облака, магнетно поље се појачава, а ротација новорођене звезде успорава. Запажено је и да се сјај тих звезда мења за неколико процената са периодом који је једнак периоду њихове ротације.

Магнетно поље ових звезда је такође диполног карактера као код Сунца и Земље. Није запажена појава супернових звезда код звезда овог типа. Супернове звезде су звезде великих маса, које доживљавају снажну експлозију у једној фази свог развоја (еволуције). Од њих после експлозије остане маглина (једна од најпознатијих таквих маглина је Краб маглина, која је настала после експлозије супернове 1054. године) и мала неутронска звезда – пулсар. Пулсар ротира великом брзином, пречник му је свега око двадесетак километара, температура изузетно висока а магнетно поље много јаче (око 1000 T) него што је у магнетним звездама.



Пулсар

Магнетне звезде чине свега 10% до 15% од броја обичних звезда које су у истој фази еволуције као и магнетне звезде.

Литература:

- [1] А.А. Михайлов, (ед.), *Курс астрофизики и звездной астрономии*, Москва – 1964
- [2] Р.А. Сюняев, (ед.), *Физика космоса*, Москва – 1986
- [3] <http://science.nasa.gov>

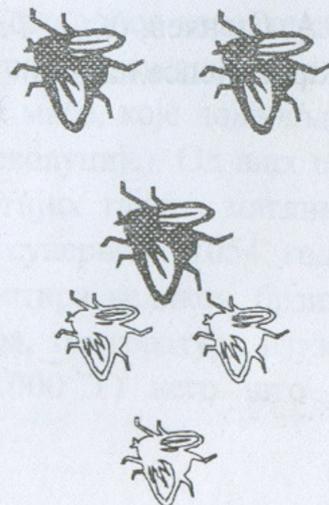
ЗАНИМЉИВОСТИ

Радијационе технологије (други део)

Бранислав Радак, виши научни сарадник
ИНН Винча, Београд

Уништавање штетних инсеката

Пре око 40 година научници су на једном удаљеном и ненасељеном острву извршили занимљив експеримент. Узели су узорак мува које су размножили у повољним лабораторијским условима; раздвојили су женке од мужјака, женке су уништиле а мужјаке стерилисали јонизујућим зрачењем. Такве мужјаке (у великом броју) су пустили на острво. Женке мува ступају у само један оплодни контакт са мужјацима, а пошто је велики број мужјака био стерилан, у њиховим контактима није долазило до оплодње. Ускоро је на острву нестало мува јер, како се то стручно каже, фактор репродукције је пао испод један. Охрабрени сјајним резултатом Уједињене нације су у Лабораторији Међународне атомске агенције у Сајберсдорфу (*Seibersdorf*) крај Беча изградили "погон за производњу" који је производио милионе мува. (У томе "муваријуму", како смо га тада звали, ниво буке је био толики да је превазилазио буку Нијагариних водопада). Био је то велики посао одвојити женке од мужјака; ове друге су стерилисали зрачењем и транспортовали у једну изоловану област у Југоисточној Азији. Експеримент је пропао јер локалне женке нису ступале у оплодне контакте са "тамо неким странцима из увоза". Била је то новост до тада непозната у зоологији. Успех је постигнут тек када су експеримент поновили са локалним мувама на лицу места. Убрзо затим такви експерименти су изведени са мувом це-це, преносиоцем смртоносног вируса који је уништавао велики број стоке у Африци, а ни многи људи нису били поштеђени. Данас у Африци постоје две велике "фабрике мува це-це" у којима се производе мужјаци који се стерилишу и пуштају на слободу. Захваљујући том поступку у последњих десетак година спасен је велики број говеда у Африци. Ова активност се наставља тако што се у



Африци производе муве це-це, а "технолошки поступак" производње се усавршава у лабораторији у Сајберсдорфу.

Радијациона модификација полимера: "пластика која памти", тефлонски прах као мазиво

Полимери су таква једињења код којих се једна атомска групација (названа мономер) понавља више пута стварајући дугачак ланчани молекул. Најпростији и данас највише коришћен полимер је полиетилен чије молекуле чине групације (мономер) са формулом $-CH_2-$. Таквих мономера у молекулу полиетилена може да буде и по више хиљада. Ланчани молекули полиетилена нису праволинијски него су међусобно испреплетани као, рецимо, дугачки резанци или као спагети.

Полиетилен озрачен јонизујућим зрачењем испушта водоник, јер долази до међусобне хемијске везе између два суседна молекула, који тако постају један молекул

Када се више молекула на тај начин повеже каже се да је дошло до просторног умрежавања. Израчунато је да, ако је дошло до не више од 10 или 15 процената таквих веза, цела озрачена количина је просторно умрежена. С обзиром да се ради о хемијским везама, таква количина као да је постала један једини молекул. Ако, дакле, пијемо воду из једне просторно умрежене полиетиленске чаше, ми испијамо мноштво молекула воде који су се налазили у једном једином молекулу (полиетилена).

Такав умрежени полиетилен има и нова својства. Загрејан до температуре изнад тачке топљења, он не постаје течан него се понаша слично гуми. Ако тако загрејаном полиетилену, на пример чаши, механичком силом променимо облик, "згужвамо" је у лопту и нагло охладимо, задржаће се облик лопте. Хлађењем су силе кохезије надјачале силе хемијских веза. Ако се таква лопта поново загреје до температуре изнад тачке топљења, силе кохезије практично нестају, а хемијске везе поново враћају лопти облик чаше. Она остаје чаша ако је пустимо да се нормално охлади. Умрежени полиетилен је запамтио свој облик. Овај феномен ("пластика која памти") је нашао многоструку примену у кабловској индустрији ("термоскупљајућа" изолација се најчвршће везује за метални проводник), водоводним и канализационим инсталацијама (спајање цеви без навојница), а једно време био је то прави "бум" међу играчкама (родитељи, да "обрадују своје најмилије",

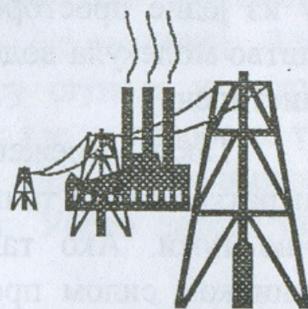
купе неке коцкице или лоптице које, кад се загреју, постају жабе, гуштери, патуљци...).

Дејством зрачења на многе мономере (већи број их је у течном стању) изазива се њихова полимеризација. Данас се то много користи за очршћавање премаза у индустрији намештаја, на пример, где се користе предности уштеде енергије (нема загревања) и времена.

Осим ових "стваралачких", синтетизујућих дејстава зрачења, користе се и његова "разарајућа" дејства. Велики молекули тефлона изложени дејству виших доза зрачења (преко 50 kGy) разлажу се на ситније делове и такав тефлон се претвара у прах. А тај тефлонски прах се користи као "суви подмаз" на високим температурама, за мешање са штампарским бојама ради лакшег размазивања по ваљковима, за "тефлонизирање" кухињског посуђа. И да поново цитирамо сјајног физичара, родоначелника радијационе хемије полимера, професора Чарлсбија: "Ја написах у својој књизи да нико паметан неће зрачити тефлон јер га зрачење лако разлаже, а ови момци баш то разлагање патентирали и направили чудо" (додајмо, и новац).

Пречишћавање отпадних вода и гасова термоелектрана

Са пречишћавањем отпадних вода зрачењем почело се пре више од 20 година. То заправо и није било пречишћавање, него радијационо разлагање штетних једињења у таквим водама да би се оне могле безбедно одливати у водотокове или, ако је икако могуће, да би се оне користиле као течна ђубрива. На жалост, није се много у томе одмакло због тешких техничких проблема у раду са великим количинама неупотребљиве воде.



Много више се у последњих десетак година урадило са озрачивањем отпадних гасова термоелектрана, који се углавном састоје из сумпор диоксида (SO_2) и азотових оксида променљивог састава (N_xO_y) и водене паре, која није штетна. Ти гасови се уводе у комору у коју се додаје гасовити амонијак и та смеша излаже дејству снопа убрзаних електрона (акцелератор ниске енергије, довољне за продирање кроз гасове). На крају процеса се добијају суви производи у виду сулфата и нитрата који су директно искористиви као ђубрива у пољопривреди. Таквим процесима се, дакле, не само смањује загађење околине, него се добијају и искористиви производи.

Мали по обиму, али драгоцени

Лек у облику таблете, прашка или капсуле, кад уђе у организам на место где треба да делује, у почетку делује (и троши се) интензивно, а после све спорије и слабије. Отуда су се многи лекови узимали раније, а неки још и данас, на сваких неколико сати. Данас се све више користе таблете и капсуле на којима пише "ретард", а које се узимају једном или два пута на дан. У таквим лековима активан састојак се налази у некој врсти сунђерастог (голим оком невидљивог) неактивног материјала, који се зове матрица, а који служи да би се лек равномерније растварао и тако дуже деловао. Зрачењем погодних мономера у смеси са лековитом супстанцијом, добијају се полимерне матрице ("сунђери") које у себи носе лек који се онда равномерно излучује и делује. То је само један пример, а има их и много више (ензими, антитела...) и они се примењују у биотехнологији и медицини под заједничким називом *имобилисани биоактивни материјали*.



У разним хируршким операцијама у људско тело се уграђују различити полимерни материјали који нису увек довољно прилагођени (компатибилни) хемијским процесима у организму. Ово нарочито долази до изражаја код уградње (имплантације) полимерних цеви уместо оштећених крвних судова, па временом долази до нежељених таложенија (закречавања) на унутрашњим зидовима таквих материјала. Данас се много и са успехом ради на томе да се хемијски модификују ти материјали тако што ће им се по површини, уз помоћ зрачења, "накалемити" хемијске групације које ће бити боље усклађене са биохемијским процесима.

Трансфузија крви је већ одавно установљена и устаљена пракса у медицини; то је познато. Оно што се мање зна то је да је код пацијената са знатно ослабљеним имунитетом (имунодефицијентним) трансфузија крви крајње ризична, скоро немогућа. Такве особе су изразито осетљиве на састојак крви који се зове лимфоцити; оне подносе само своје лимфоците, а са туђим, трансфузијом унетим, лимфоцитима не могу да се боре (каже се "не препознају их"). Ако се крв за трансфузију озрачи релативно малим дозама (око 20 Gy) у њој лимфоцити губе своју активност (инактивирају се) одосно, та крв се понаша као да лимфоцита и нема. Таква крв се може користити за

трансфузију и код тих озбиљно оболелих пацијената. За инактивацију лимфоцита у крви данас не постоји никаква друга метода осим зрачења. У Радијационој јединици Института "Винча" врше се таква озрачивања једном или два пута недељно; после озрачивања таква крв иде директно (за сат или два) пацијентима на операционом столу.

Конзервација предмета културног наслеђа

Предмети у музејима, нарочито они од дрвета, временом се оштећују углавном зато што се у њих уселе инсекти чији црви их нагризају - предмети постају црвоточни. Проблем њихове конзервације, одосно уништавања инсеката исти је као код конзервације зрнасте хране коју су напали инсекти. Отуда су и дозе зрачења које се примењују за ефикасно уништавање инсеката, њихових ларви и јаја у таквим нападнутим дрвеним предметима од 500 до 1000 Gy. За разлику од уобичајених поступака које конзерватори у музејима примењују годинама, а који захтевају рад од више недеља, па и месеци, ефикасна конзервација зрачењем обавља се за неколико сати. Радијациона метода може се ефикасно применити и код слика и икона рађених на дрвету, јер су дозе довољне за уништавање инсеката недовољне да би деловале на промену боја.



Код јако нападнутих дрвених скулптура високе уметничке вредности, које су од црвоточина већ постале трошне, примењује се нешто скупљи процес - очвршћавање. Он је први пут примењен пре око 30 година, у оквиру француског пројекта који је носио назив "Nucleart", на дрвеној скулптури Богородице из 18 века. Скулптура је прво целом запремином натоњена метил метакрилатом, мономером плексигласа (плексигласа, односно клирита, како се назива такав производ фабрике "Галеника"), а затим изложена дејству гама зрачења које је изазвало полимеризацију. Скулптура Богородице постала је знатно тежа него раније, али није променила свој облик и лепоту; конзервирана је за сва времена (црви не једу плексиглас).

За жаљење је што код нас, упркос нашим настојањима, ова елегантна метода није нашла примену у конзерваторским радовима. То је можда и због тога што ми у свом лабораторијском раду већ увелико меримо време у милионитим, па и милијардитим деловима секунде, а наши археолози, уз све дужно поштовање, још увек у вековима.

ДА ЛИ ЗНАТЕ ...

Зашто прашина и облаци "пливају" у ваздуху?

Ј. Перелман "Занимљива геометрија"

Чланак одабрао и приредио: Светозар Божин

Физички факултет, Београд

"Зато што су лакши од ваздуха" је одговор који многим изгледа неоспоран да не оставља никаквог повода за сумњу. Али такво објашњење је потпуно погрешно. Честице прашине не само што нису лакше од ваздуха, већ су од њега теже стотинама па и хиљадама пута.

Шта су "зрнца прашине"? То су врло ситне честице разних тела: камена, стакла, угља, дрвета, метала, текстилних влакана и сл. Зар су сви ти материјали "лакши" (мање специфичне тежине) од ваздуха? Један поглед на таблицу специфичних тежина увериће вас да сваки од њих има неколико пута већу специфичну тежину од воде. Вода је, пак, 800 пута "тежа" од ваздуха. Према томе, зрнца прашине су "тежа" од њега неколико стотина па и хиљада пута. Јасно је, стога, зашто је наведени одговор погрешан.

Шта је, онда, прави узрок "пливања" зрнаца прашине у ваздуху? Пре свега треба рећи да ми ту појаву погрешно замишљамо сматрајући је "пливањем". У ваздуху (или течности) пливају само она тела чија тежина није већа од тежине једнаке запремине ваздуха (или течности), а зрнца прашине премашују ту тежину много пута, па зато не могу пливати у ваздуху. Она и не пливају већ "лебде", тачније: лагано се спуштају успораване у свом падању отпором ваздуха. Зрнце прашине у свом паду треба да прокрчи пут кроз ваздух гурајући његове честице од себе или их повлачећи за собом. И на једно и на друго троши се енергија падања. То расипање енергије је утолико веће уколико је већа површина зрнаца (тачније: површина његовог попречног пресека) у односу на његову запремину. Што је тај однос већи, сила отпора ваздуха је већа. При падању већих масивних тела ми уопште не примењујемо успоравајуће деловање отпора ваздуха, јер њихова тежина знатно премашује силу отпора ваздуха.

Размотримо сада шта се дешава ако тело има врло мале димензије. Када се запремина тела смањује његова тежина, сразмерна запремини, се такође смањује, али много више него површина његовог попречног пресека. Тежина је сразмерна трећем степену његових димензија (d^3), а отпор ваздуха је сразмеран другом степену димензија (d^2). На пример, лоптица пречника 10 cm и сићушна лоптица од истог

материјала пречника 1 mm. Однос њихових пречника је 100. Мала лоптица је лакша од велике 1000000 пута, а отпор на који она наилази при кретању кроз ваздух је слабији само 10000 пута. Јасно је да мала лоптица пада спорије од велике. Значи, узрок тога што се зрнца прашине "држе" у ваздуху су њихове мале димензије, а не то што су она "лакша" од ваздуха. Капљица воде пречника 0,001 mm пада кроз ваздух равномерно брзином 0,1 mm/s, па је чак и ништавно, за нас не приметно струјање ваздуха довољно да би се оместило такво споро падање.

Ето зашто се прашина слеже мање у соби где се много пролази него у ненастањеним собама, и то мање дању него ноћу. Слегање ометају вртложна кретања ваздуха, којих обично и нема у мирном ваздуху ненастањених просторија.

Ако се камена коцкица ивице 1 cm раздоби у коцкаста зрнца ивице 0,0001 cm укупна површина њихових попречних пресека биће 10000 пута већа, а толико пута ће се повећати и отпор ваздуха при њиховом падању. Зрнца прашине често имају баш такву величину, те је разумљиво што много повећани отпор ваздуха потпуно мења слику падања.

Исти је узрок "пливања" облака у ваздуху. Облаци се састоје из мноштва веома сићушних водених капљица. Како је свака од њих тежа око 800 пута од ваздуха исте запремине, оне не падају истом брзином као велике капи, већ много мањом, једва приметном. Тако мала брзина њиховог падања објашњава се, као и за зрнца прашине, огромном површином њихових попречних пресека у поређењу са великом капи. однос запремине и те површине, једнак односу тежине и силе отпора ваздуха, много је мањи за сићушне капљице него за велику кап. Због тога и најслабије узлазно струјање ваздуха може не само да прекине крајње споро падање облака, одржавајући их на истој висини, него и да их подиже увис. Слично се дешава и при падању човека са падобраном: брзина падања је око 5 m/s.

Главни узрок свих тих појава је присуство ваздуха. У безваздушном простору би и зрнца прашине и облаци падали исто онако као и тешко камење.

ЗАДАЦИ

VI разред

6.9. Дрвена даска густине 600 kg/m^3 и димензија $400 \text{ cm} \cdot 50 \text{ cm} \cdot 6 \text{ cm}$ плива на води. Да ли ће даска потонути ако на њу стане дечак масе $m_2 = 30 \text{ kg}$? Ако неће потонути израчунај колика ће дебљина даске бити изнад воде? Густина воде износи 1000 kg/m^3 .

6.10. На једном тасу ваге налази се празна чаша масе $m_c = 100 \text{ g}$, а на другом тегови: 500 g, 200 g, 50 g, 20 g и 5 g. Чаша се пуни водом из цеви. Површина попречног пресека шупљине цеви је $S = 3 \text{ cm}^2$. Колико је времена потребно да се успостави равнотежа на ваги, ако се вода креће кроз цев брзином $v = 5 \text{ cm/s}$? Густина воде износи 1000 kg/m^3 .

6.11. Два дечака завеслају чамац низводно и истовремено баце цвет у воду. После времена $t = 10 \text{ min}$ веслања растојање између чамца и цвета износи $d = 3 \text{ km}$. Израчунати брзину чамца у односу на воду.

6.12. Када тело масе $m = 270 \text{ g}$ од алуминијума окачимо о опругу дужина опруге износи $l_1 = 15 \text{ cm}$. Затим то тело потопимо у воду па дужина опруге износи $l_2 = 13 \text{ cm}$. Израчунати дужину неоптерећене опруге l_0 . Густина воде је 1000 kg/m^3 , а густина алуминијума износи 2700 kg/m^3 .

VII разред

7.9. Колика је количина топлоте потребна да комад леда масе $m = 200$ грама и температуре $t_1 = -100 \text{ }^\circ\text{C}$ испари. Специфични топлотни капацитет леда је $c_1 = 2100 \frac{\text{J}}{\text{kg}^\circ\text{C}}$, специфични топлотни капацитет воде је $c_2 = 4200 \frac{\text{J}}{\text{kg}^\circ\text{C}}$, специфична топлота топљења леда је $\lambda_t = 340 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}}$ а специфична топлота испаравања воде $\lambda_v = 340 \frac{\text{MJ}}{\text{kg}}$.

7.10. Математичко клатно, непознате дужине l , осцилује непознатом фреквенцијом. Када се клатно скрати за $\Delta l = 10 \text{ cm}$ онда оно осцилује фреквенцијом $\nu_1 = 1 \text{ Hz}$. Колике су дужина клатна и фреквенција пре скраћивања?

7.11. Чекић масе $m_1 = 500 \text{ g}$ слободно пада $t = 2 \text{ s}$, удара у гвоздени клин масе $m_2 = 200 \text{ g}$ и сабија га $s = 10 \text{ cm}$ у подлогу. Израчунати:

а) отпор подлоге

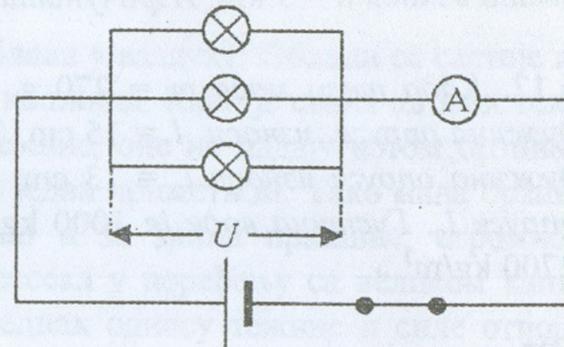
б) повећање температуре клина

ако се 30 % енергије троши на загревање клина а остатак на вршење рада при сабијању клина. Специфични топлотни капацитет гвоздја је $c = 460 \frac{\text{J}}{\text{kg}^\circ\text{C}}$.

7.12. Коликом почетном брзином v_0 треба бацити лопту вертикално наниже са висине $h = 1 \text{ m}$ да би се после одбијања од подлоге лопта кретала 1s вертикално увис до максималне висине h_1 ? Приликом удара о подлогу лопта губи 20 % енергије.

VIII разред

8.9. Предмет висине $h = R = 1 \text{ cm}$ налази се удаљен $r = 12 \text{ cm}$ од конкавног огледала полупречника $R = 8 \text{ cm}$. Како ће се променити величина лика после $t = 2 \text{ s}$ ако се предмет приближава огледалу брзином $v = 5 \text{ mm/s}$?



Слика 8.10.

8.10. Три сијалице једнаких електричних отпорности везане су као на слици 8.10. Колико ће се пута повећати електрична струја која пролази кроз амперметар ако једна сијалица прегори?

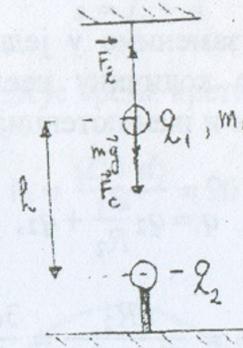
8.11 За извор једносмерне струје електромоторне силе $E = 220 \text{ V}$ и унутрашње отпорности $r = 3 \Omega$, везан је електромотор, отпорности $R = 5 \Omega$. Нађите коефицијент корисног дејства мотора, ако је јачина струје у колу $I = 8 \text{ A}$.

8.12. Магнетни флуks се промени од $\Phi_1 = 20 \text{ Wb}$ до $\Phi_2 = 0 \text{ Wb}$ за $t = 10 \text{ s}$. Индукована ЕМС искористи се за пуњење кондензатора капацитета $C = 6 \mu\text{F}$. Колика ће количина наелектрисања бити на њему?

РЕШЕЊА ЗАДАТАКА МФ 89

VIII разред

P.8.1 На куглицу масе m делују сила Земљине теже и Кулонова привлачна сила F_c . Сила затезања по



Слика P.8.1

интензитету једнака је збиру ових сила, а усмерена је дуж конца навише (види слику P.8.1).

$$F_z = mg + F_c = mg + k \frac{q_1 q_2}{h^2},$$

(негативан знак другог наелектрисања не узимамо јер смо га узели у обзир када смо одређивали смер Кулонове силе)

$$h^2 = k \frac{q_1 q_2}{(F_z - mg)}, \quad h = 1 \text{ m}.$$

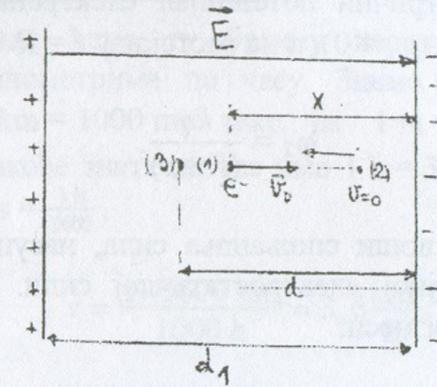
P.8.2 Електрон се креће равномерно успорено под дејством електричног поља. То успорење ћемо наћи из другог Њутновог закона:

$$F_{el} = eE = ma,$$

$$a = 5,3 \times 10^{10} \frac{\text{m}}{\text{s}^2}.$$

Време заустављања електрона износи:

$$t_z = \frac{v_0}{a} = 1,9 \mu\text{s}.$$



Слика P.8.2

Пут који електрон пређе до заустављања је:

$$S_1 = v_0 t_z - \frac{at_z^2}{2} = 9,4 \times 10^{-2} \text{ m},$$

(то је пут од тачке 1 до 2).

Сада можемо наћи време потребно за други део кретања:

$$t_2 = t - t_z = 2,1 \mu\text{s}.$$

У току тог времена електрон ће се кретати равномерно убрзано у супротном смеру од претходног (удаљава се од негативно наелектрисане плоче) и прећи ће пут:

$$S_2 = \frac{at_2^2}{2} = 0,117 \text{ m},$$

(a има исту вредност само је сада то убрзање, а овај пут се односи на кретање електрона од тачке 2 до 3). Укупна удаљеност електрона од негативно наелектрисане плоче после времена t биће:

$$d = x + S_2 - S_1, \quad d = 22,3 \text{ cm}$$

Р.8.3 На великом растојању од кугле из чега следи
електрични потенцијал електрона је нула ($\varphi_1 = 0$), а на растојању $r = R + x$,

$$\varphi_2 = \frac{kq}{(R+x)}$$

Рад врши спољашња сила, насупрот одбојној електростатичкој сили. Тај рад износи:

$$A = -e(\varphi_2 - \varphi_1), \quad A = -e\varphi_2$$

Сада треба наћи количину наелектрисања кугле:

$$\varphi = \frac{kq}{R},$$

следи

$$q = \frac{R\varphi}{k} = -10^{-8} \text{ C},$$

па је из

$$\varphi_2 = \frac{kq}{(R+x)} = -600 \text{ V}.$$

Тражени рад износи:

$$A = 9,6 \times 10^{-17} \text{ J} = 600 \text{ eV}.$$

Р.8.4 При додиру кугли, наелектрисање се прерасподељује тако да су на истом потенцијалу. Количина наелектрисања q кугле А пре додира једнака је збиру количина наелектрисања обе кугле после додира и раздвајања кугли.

$$q = q_1 + q_2, \quad (1)$$

$$\varphi_1 = \varphi_2,$$

из чега следи

$$\frac{kq_1}{R_1} = \frac{kq_2}{R_2},$$

$$q_1 = q_2 \frac{R_1}{R_2}.$$

Када ово заменимо у једначину (1), наћи ћемо количину наелектрисања друге кугле и њен потенцијал:

$$q = q_2 \frac{R_1}{R_2} + q_2,$$

$$q_2 = \frac{qR_2}{(R_1 + R_2)} = \frac{3q}{5},$$

$$\varphi_2 = \frac{3kq}{5R_2}.$$

Ако то сада заменимо у релацију за електростатичку енергију друге кугле (која је дата у поставци задатка), добићемо тражену количину наелектрисања прве кугле пре додира са другом куглом:

$$W_2 = \frac{9kq^2}{50R_2},$$

$$q = \sqrt{50W_2 \frac{R_2}{9k}} = 2,7 \times 10^{-6} \text{ C}.$$

Задатке припремила:

Ратомирка Милер
дипломирани астрофизичар Београд

Рецензент:

Проф. др Светозар Божин
Физички факултет Београд

РЕШЕЊА ЗАДАТАКА

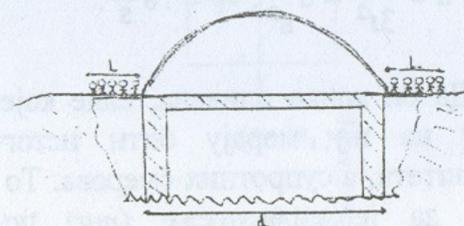
VI разред

Р6.5 Пут који је колона прешла док је мост био оптерећен, износи:

$$s = L + d.$$

То значи да је време кретања колоне

$$t_2 = \frac{(L+d)}{v} = 90 \text{ s}.$$



Слика Р.6.5.

Време оптерећења моста износи:

$$t = t_1 + t_2, \quad t = 150 \text{ s} = 2,5 \text{ min}.$$

Сада можемо израчунати средњу брзину:

$$v_s = \frac{s}{t} = \frac{180 \text{ m}}{150 \text{ s}} = 1,2 \frac{\text{m}}{\text{s}}.$$

Р6.6 Један корак пешак учини за време

$$t_1 = \frac{600 \text{ s}}{1000} = 0,6 \text{ s}.$$

Брзину добијамо када дужину корака поделимо са временом t_1 :

$$v = \frac{d}{t_1} = \frac{0,6 \text{ m}}{0,6 \text{ s}} = 1 \frac{\text{m}}{\text{s}}.$$

Сада ћемо ту брзину изразити у километрима по часу. Знамо да је $1 \text{ km} = 1000 \text{ m}$, тако да $1 \text{ m} = \frac{1 \text{ km}}{1000}$. Такође знате да час има $1 \text{ h} = 3600 \text{ s}$, $1 \text{ s} = \frac{1 \text{ h}}{3600}$.

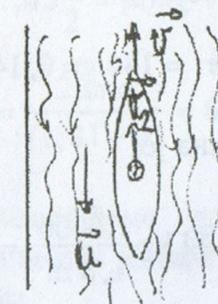
$$v = \frac{1 \cdot 3600 \text{ km}}{1000 \text{ h}} = 3,6 \frac{\text{km}}{\text{h}}.$$

Одавде видите да брзину изражену у m/s добијамо у km/h ако бројну вредност брзине помножимо са вредношћу 3,6 km/h.

Р6.7 Пошто брод иде узводно, његова брзина у односу на обалу и на реку је већа од брзине реке (која покушава да га носи у свом смеру). Брзина брода у односу на обалу је:

$$v_1 = v - u,$$

где је v брзина брода у односу на реку, па је:



Слика Р.6.7.

$$v = v_1 + u = 14 \frac{\text{m}}{\text{s}}.$$

Брзина дечака у односу на реку ће тада бити:

$$v_{p'} = v + v_2 = 15 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

У односу на обалу брзина дечака износи:

$$v_{p''} = v_1 + v_2 = 11 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

Из овог задатка можете да схватите релативност кретања тј. да кретање зависи од тога у односу на које (референтно) тело га посматрате.

P6.8 Маса воде у мензури је:

$$m_v = m_2 - m_1 = 200 \text{ g} = 0,2 \text{ kg}$$

Запремина воде у мензури била је:

$$V_v = \frac{m_v}{\rho_v} = \frac{0,2 \text{ kg}}{1000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}} = 0,0002 \text{ m}^3$$

Запремина непознате течности у мензури је тада:

$$V_t = V_v - \frac{V_v}{10} = \frac{9V_v}{10} = 0,00018 \text{ m}^3$$

Маса течности је:

$$m_t = m_3 - m_1 = 144 \text{ g} = 0,144 \text{ kg}$$

Тражена густина је:

$$\rho_t = \frac{m_t}{V_t} = 0,144 \text{ kg} \cdot \frac{10000}{1,8 \text{ m}^3} = 800 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$

Непозната течност је алкохол.

VII разред

P7.5 Тренутна брзина је:

$$v = v_0 + at \quad (1)$$

Ако заменимо услов задатка $v = 5v_0$ у релацију (1), добијамо:

$$5v_0 - v_0 = at, \quad v_0 = \frac{at}{4}$$

Релација за пређени пут је:

$$S = v_0 t - \frac{at^2}{2} = \frac{at^2}{4} + \frac{at^2}{2} = \frac{3at^2}{4}$$

Сада можемо наћи убрзање и почетну брзину:

$$a = \frac{4S}{3t^2} = 8 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}, \quad v_0 = 10 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

P7.6 Да би коцка пливала, силе које делују на њу морају бити истог интензитета, а супротних смерова. То значи да је сила теже (mg) по интензитету једнака сили потиска (F_p):

$$mg = F_p, \quad \rho V g = \rho_v V_2 g,$$

$$V_2 = \rho V / \rho_v = 0,35 \text{ l} \left(1 \text{ l} = \frac{1 \text{ m}^3}{1000} \right)$$

Маса коцке је

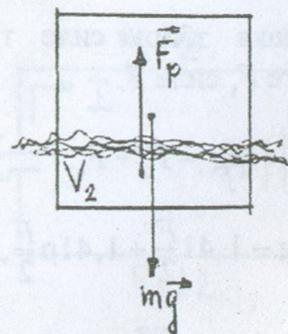
$$m = \rho V = 0,35 \text{ kg}$$

Из другог Њутновог закона следи да је резултујућа сила $(m + m_1)a$, једнака векторској суми свих сила које делују на тело:

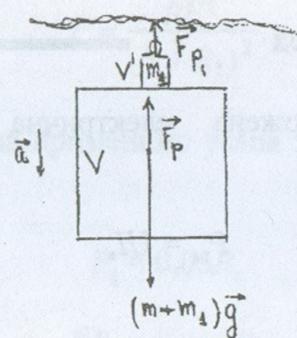
$$(m + m_1)a = (m + m_1)g + F_p + F_{pl}$$

Скаларна једначина:

$$(m + m_1)a = (m + m_1)g - F_p - F_{pl}$$



Слика P.7.6.a



Слика P.7.6.b

Знак "-" код сила потиска долази јер су те силе супротног смера од убрзања g . Силе потиска износе:

$$F_p = \rho_v V g, \quad F_{pl} = \rho_v V' g$$

Сада можемо наћи тражено убрзање:

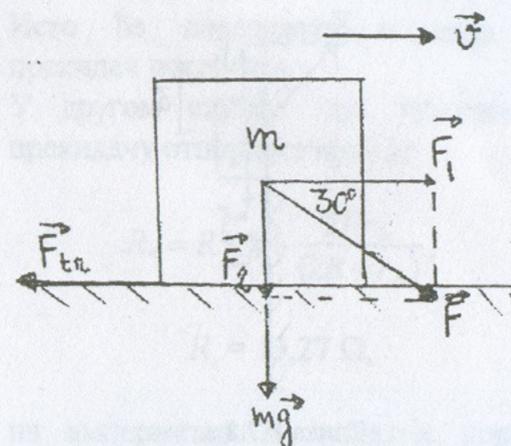
$$a = g - \frac{(V + V')\rho_v g}{(m + m_1)} = 0,27 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

Пређени пут је:

$$S = \frac{at^2}{2} = 13,27 \text{ m}$$

P7.7 Да би се тело кретало константном брзином, вучна сила (F_1) мора бити једнака по интензитету сили динамичког трења:

$$F_1 = F_{tr}$$



Слика P.7.7.

Применом Питагорине теореме на једнакостранични троугао, добијамо да су компоненте силе F :

$$F_1 = 1,73 \frac{F}{2}, \quad F_2 = \frac{F}{2}$$

$$F_{tr} = \mu N,$$

где је N резултујућа нормална сила која делује на подлогу:

$$N = mg + F_2$$

$$1,73 \frac{F}{2} = \mu(mg + \frac{F}{2}),$$

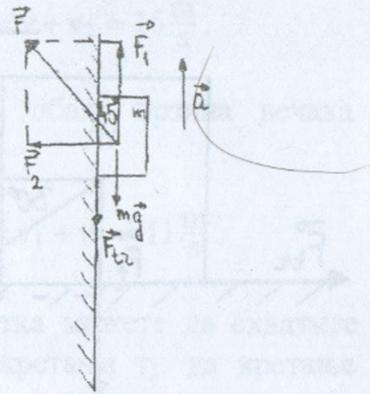
$$F = \frac{2\mu mg}{(1,41 - \mu)} = 6,6 \text{ N}$$

P7.8 Применићемо други Њутнов закон и записати једначине кретања у векторском

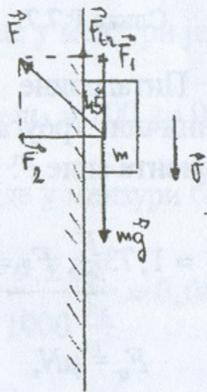
$$ma = F_1 + mg + F_{tr}$$

и скаларном облику

$$ma = F_1 - mg - F_{tr} \quad (1)$$



Слика Р.7.8.а.



Слика Р.7.8.б.

Овде је F_1 вучна сила, а $F_2 = N$ је нормална компонента силе F која делује на зид. Применом Питагорине теореме следи:

$$F_1 = F_2 = 1,41 \frac{F}{2}$$

$$F_{tr} = \mu N = \mu \frac{F}{2}$$

Стога је из релације (1):

$$mg + ma = 1,41 \frac{F}{2} - 1,41 \mu \frac{F}{2}$$

$$F = 1,41 m \frac{(g+a)}{(1-\mu)} = 84,9 \text{ N.}$$

II. Да би се тело кретало наниже константном брзином, сила теже мора

бити једнака збиру силе трења и компоненте F_1 силе F .

$$mg = F_1 + F_{tr}$$

$$mg = 1,41 \frac{F}{2} + 1,41 \mu \frac{F}{2}$$

$$F = 1,41 \frac{mg}{(1+\mu)} = 30 \text{ N.}$$

VIII разред

P8.5 Уложена електрична снага износи:

$$P_{ul} = UI,$$

а корисна

$$P_k = \frac{mgh}{t},$$

док је $\eta = 0,4$.

По дефиницији, коефицијент корисног дејства је:

$$\eta = \frac{P_k}{P_{ul}} = \frac{mgh}{tUI}$$

$$I = \frac{mgh}{\eta tU} = 19 \text{ A (приближно).}$$

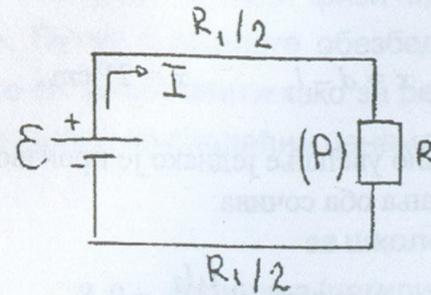
P8.6 Снага на потрошачу износи:

$$P = I^2 R,$$

а према Омовом закону

$$I = \frac{E}{(R+R_1)}$$

Ако ово уврстимо у израз за снагу, добићемо:



Слика Р.8.3.

$$P = \frac{RE^2}{(R+R_1)^2} \quad (1)$$

Ако сада применимо услов задатка да је

$$P_g = 0,05P,$$

$$I^2 R_1 = 0,05 I^2 R,$$

$$R = 20R_1,$$

$$R = 5 \text{ k}\Omega.$$

Из релације (1) следи:

$$\sqrt{\frac{P}{R}} = \frac{E}{(R+R_1)},$$

$$E = (R+R_1) \sqrt{\frac{P}{R}},$$

$$E = 10500 \text{ V.}$$

P8.7 a) Када је прекидач укључен, отпорници у грани прекидача су кратко везани јер је отпорност идеалног амперметра нула. То значи да ће оба амперметра показивати исту јачину струје:

$$I = \frac{E}{(R+r)} = 1 \text{ A.}$$

Исто ће показивати и када је прекидач искључен.

У другом случају при укљученом прекидачу отпорност кола је:

$$R_e = R + r + \frac{2Rr_A}{(2R+r_A)},$$

$$R_e = 13,27 \Omega,$$

па амперметар A_1 показује јачину струје

$$I_1 = \frac{E}{R_e} = 0,75 \text{ A.}$$

Обележићемо јачину струје кроз амперметар A_2 са I' , а кроз отпорнике ($2R$) са I'' . Због паралелне везе отпорности $2R$ и r_A важи:

$$2RI' = r_A I'', \quad I'' = 4,5I'$$

Према првом Кирхофовом правилу (закон одржања количине наелектрисања):

$$I_1 = I' + I'', \quad I_1 = 5,5I'$$

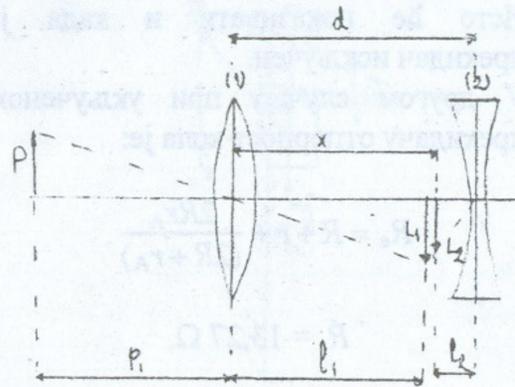
$$I' = 0,14 \text{ A,}$$

$$I'' = 0,61 \text{ A.}$$

То је јачина струје коју ће показивати амперметар A_2 . Када је прекидач P искључен, оба амперметра ће показивати исту јачину струје:

$$I_2 = \frac{E}{(r+R+2r_A)} = 0,56 \text{ A.}$$

P8.8 Лик који даје сабирно сочиво налази се на растојању l_1 (види слику Р.8.8), које налазимо из познате Гаусове једначине за сабирно сочива:



Слика Р.8.8.

$$\frac{1}{f_1} = \frac{1}{p_1} + \frac{1}{l_1},$$

$$l_1 = \frac{p_1 f_1}{(p_1 - f_1)} = 20 \text{ cm.}$$

Удаљеност лика L_1 од расипног сочива је $p_2 = d - l_1 = 5 \text{ cm}$. Оваз лик служи као предмет за друго сочиво, па је:

$$-\frac{1}{f_2} = \frac{1}{p_2} - \frac{1}{l_2},$$

$$l_2 = \frac{f_2 p_2}{(p_2 + f_2)},$$

$$l_2 = 4 \text{ cm.}$$

Удаљеност коначног лика од првог (сабирног) сочива је

$$x = d - l_2, \quad x = 21 \text{ cm.}$$

Укупно увећање једнако је производу увећања оба сочива:

$$u = u_1 u_2 = \frac{l_1 l_2}{p_1 p_2} = 0,8.$$

То значи да је коначан лик имагинаран, изврнут и умањен.

Задатке припремила:

Ратомирка Милер
дипломирани астрофизичар, Београд

Рецензент:

проф. др Светозар Божин
Физички факултет, Београд

**ПРЕДЛОГ ПЛАНА
ТАКМИЧЕЊА
ЗА ШКОЛСКУ 2002/2003.
ГОДИНУ**

за основне школе

ниво такмичења

републичко 19.4.2003.

савезно 17.5.2003.

ПРЕПОРУЧУЈЕМО

"Међународне олимпијаде из физике, I-XXVII 1967-1996, Збирка задатака са решењима", Издање Друштва физичара Србије
Превод и припрема: Борис Грбић, Марко Ђорђевић, Мирјана Поповић-Божичић и Марко Стошић
Збирка садржи задатке и решења са свих двадесет и седам међународних олимпијада из физике одржаних између 1967. и 1996. године

Цена: 180 дин. + ППТ

Часопис "Млади физичар" излази у четири броја током једне школске године. Путем претплате обезбедићете себи нижу цену од оне у малопродаји. Можете се претплатити како за редовне бројеве, тако и за посебне свеске, током читаве године по следећим ценама које важе од 01.10.2002. године:

за школе и установе:

годишња (четири броја) 360 дин
полугодишња (два броја) 180 дин

за појединце:

годишња (четири броја) 340 дин
полугодишња (два броја) 170 дин

480 дин - 91-99

Велике погодности наручиоцима са више од пет претплатника. За ближе информације позовите Редакцију. Цене редовних бројева, како за основну ("О"), тако и за средњу школу ("С"), су исте.

Претплата се врши на жиро рачун Друштва физичара Србије:

205-25694-24

Копију уплатнице са потпуном адресом и назнаком сврхе уплате (свеска "О", свеска "С" или посебна свеска) обавезно послати поштом или факсом на адресу:

Редакција часописа "Млади физичар"
Прегревица 118, 11080 Београд-Земун
факс: 011-31-62-190
e-mail: mf@phy.bg.ac.yu

За сва питања у вези претплате, и часописа, можете се обратити Редакцији и телефоном 011-31-60-260, локал 166. Часопис можете набавити и у књижари "Студентски трг", тел: 011-185-295.

Издавач задржава право промене цена претплате због поремећаја на финансијском тржишту.

011-31-60-260 - л. - 166

205 25694-24