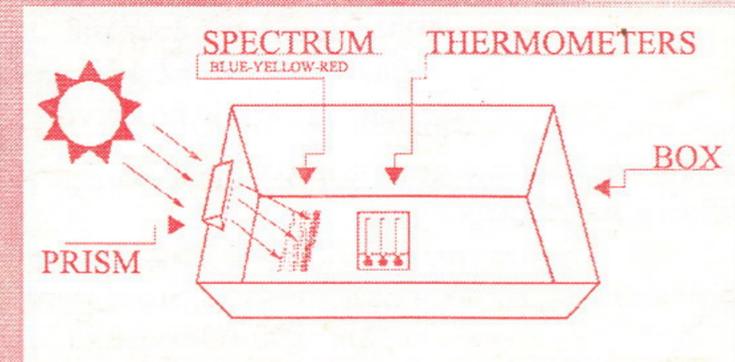
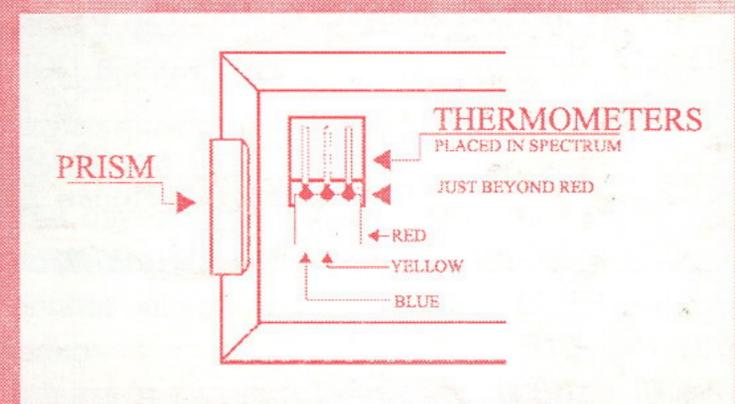


млади 99/00 78 "0"  
**ФИЗИЧАР**

ИЗДАВАЧ ДРУШТВО ФИЗИЧАРА СРБИЈЕ

3160 260 166  
— уредник —

YU ISSN 0351-5575



Вилием Хершел и откриће инфрацрвеног зрачења

ГОДИНА XXIII број 78 1999/2000

- (YU) МЛАДИ ФИЗИЧАР, Часопис за ученике 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"

## ГЛАВНИ И ОДГОВОРНИ УРЕДНИК

др Драган МАРКУШЕВ

## УРЕДНИШТВО

проф. др Светозар БОЖИН	проф. др Томислав ПЕТРОВИЋ
проф. др Јелена МИЛОГРАДОВ-ТУРИН	др Радомир ЂОРЂЕВИЋ
др Душан АРСЕНОВИЋ	др Мирјана ПОПОВИЋ-БОЖИЋ
проф. др Дарко КАПОР	др Борко ВУЈЧИЋ
Ратомирка МИЛЕР	др Горан ЂОРЂЕВИЋ
Томислав СЕНЋАНСКИ	проф. др Милан ДИМИТРИЈЕВИЋ

Компјутерска обрада текста и цртежа: *Ксенија МИЛАКИЋ*Лектор: *проф. др Асим ПЕЦО*Коректор: *Ксенија МИЛАКИЋ*Корице и дизајн листа: *др Драган МАРКУШЕВ*

## ИЗДАВАЧ

ДРУШТВО ФИЗИЧАРА СРБИЈЕ

Прегревица 118

11080 Београд

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 решења Републичког секретаријата за културу Србије бр. 329 од 29.09.1976.

© Друштво физичара Србије, Београд, 2000

Сва права умножавања, прештампавања и превођења задржава Друштво физичара Србије

Тираж: 800 примерака

## УРЕДНИКОВА СТРАНА

Поштовани читаоци!

Пред вама је трећи редовни број нашег часописа за ову школску годину. Захваљујући вашем интересовању и претплати, читав овогодишњи планирани тираж је распродат, тако да је, ускоро, у плану и доштампавање часописа. Хвала вам, како на претплати, тако и на корисним примедбама и сугестијама које свакодневно добијамо. Позив за сарадњу је и даље отворен. Према томе, немојте се устручавати, већ комуницирајте са нама било обичном или електронском поштом. На располагању вам је и телефон Редакције, сваког радног дана од 11 до 15h.

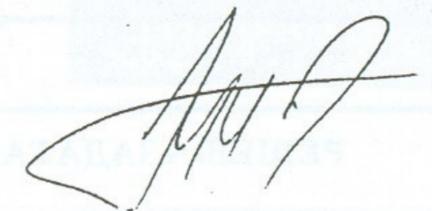
Желим да вас обавестим да је изашла још једна посебна свеска нашег часописа под насловом "Зимска забава са физиком". Аутори ове свеске су чланови Редакције Томислав Сенћански и проф. др Јелена Милоградов-Турин. Свеска је подељена у неколико целина, и то: *Зимска забава са физиком; Физика и зимски спортови; Експерименти са снегом и ледом; Питања; Одговори и Ноћно небо Југославије у зиму 2000*. Читајући ову свеску, наићи ћете на низ занимљивих примера из обичног живота, помоћу којих ћете боље разумети принципе и неке од основних начина испољавања појединих физичких закона баш у зимском периоду.

Наставите и даље да се претплаћујете и да нас препоручујете свима за које мислите да ће им часопис бити од користи. Претплата и даље остаје најјевтиније решење при набавци часописа и посебних свезака. Уколико се, пак, часописа сетите када се нађете у Београду, имајте на уму да се он можете набавити у књижари "Студентски трг".

На крају, желим вам, у име Редакције и своје лично име, доста успеха у овогодишњем циклусу такмичења из физике.

С поштовањем,

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



## САДРЖАЈ

## 3 УКРАТКО

## 5 ТЕМА БРОЈА

- 5 Вилием Хершел  
и откриће инфрацрвеног зрачења  
*Драган Маркушев,*  
*Институт за физику, Земун*

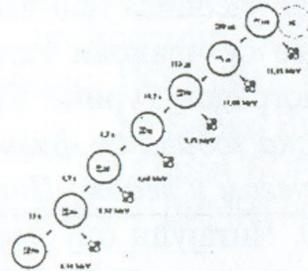


## 8 ВЕЛИКАНИ ФИЗИКЕ

- 8 Коста Стојановић (1867-1921)  
*Радомир Ђорђевић,*  
*Физички факултет, Београд*

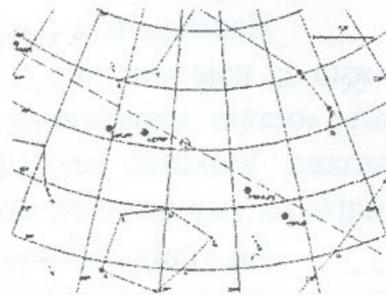
## 11 ОТКРИЋА

- 11 Како се експериментално детектују  
хемијски елементи највеће масе  
*Стеван Јокић, Иван Гутман\*,*  
*ИНН "Винча", Београд*  
*\*ПМФ, Крагујевац*



## 16 ЗАНИМЉИВОСТИ

- 16 Мајски привидни сусрет Сунца,  
Месеца и пет планета  
*Никола Витас,*  
*Катедра за астрономију,*  
*Математички факултет, Београд*



## 19 Планета Јупитер

*Ратомирка Милер,*  
*VI београдска гимназија, Београд*

## 24 ДА ЛИ ЗНАТЕ...

- 24 Када почиње трећи миленијум?  
*Миодраг Дачић,*  
*Астрономска опсерваторија, Београд*



## 26 ЗАДАЦИ

## 28 РЕШЕЊА ЗАДАТАКА

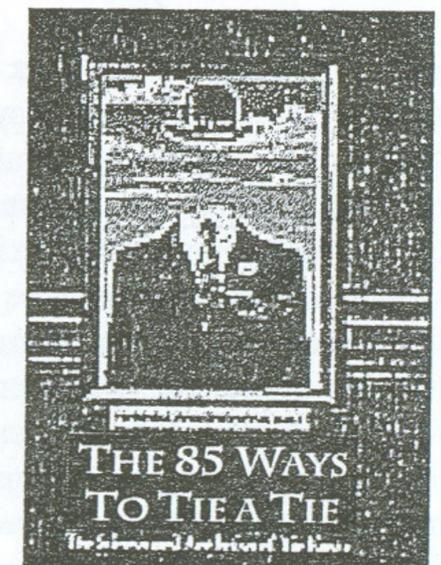
## УКРАТКО

## Ново објашњење лоптастих муња

Научници су, можда, пронашли објашњење за једну од најзагонетнијих природних појава до сада -- лоптасту муњу. Џон Абрамсон (*John Abrahamson*) и Џејмс Динис (*James Dinniss*) са Кантерберијског универзитета (*University of Canterbury*) у Новом Зеланду (*New Zealand*) појаву лоптасте муње (светлеће лопте која лебди у ваздуху и која се најчешће јавља после невремена праћеног снажним електричним пражњењима -- обичним муњама) објашњавају као последицу појаве финих минералних честица у атмосфери избачених из земље ударом поменутих обичних муња. Те честице, нанометарских димензија, везују се у атмосфери у ланце формирајући "паперјасту" силицијумску лопту коју ваздушне струје носе у вис. Честице врло лако ступају у хемијску реакцију са кисеоником из атмосфере и горе споро, емитујући при томе светлост. Више о овој занимљивој претпоставци можете прочитати у часопису *Nature* (1999), 403, 519.

## Физика постаје забавна

Физичари се често појављују на насловним странама часописа или новина покушавајући да објасне или укажу на неке појаве и проблеме са којима се, можда, не сусрећемо свакодневно. Међутим, до прошле године (1999) није се десило да неки физичар доспе и на насловну страну модних часописа. То је успело Томасу Финку (*Thomas Fink*) и Јонг Мау (*Yong Mao*) физичарима са Универзитета у Кембриџу (*Cambridge University*) који су открили нове "естетски задовољавајуће" чворове за кравате користећи се методама статистичке физике. О начину на који су они дошли до својих сазнања можете прочитати и у часопису *Nature* (1999), 398, 31, а недавно су о томе објавили и књигу.



## Објашњена илузија пуног месеца

Лојд Кауфман (*Lloyd Kaufman*) и његов син Џејмс (*James*) су, радећи за IBM-ов истраживачки центар, сакупили довољно података да би објаснили од давнина познату оптичку илузију да пун Месец, када се нађе одмах изнад хоризонта, изгледа већи од пуног Месеца који се налази високо на небу. Експериментисали су са вештачким небом и записивали резултате запажања посматрача о удаљености Месеца у зависности од његовог положаја на небу. Резултати тих истраживања су показали да привидна, а не стварна, удаљеност Месеца одређује његову величину. Када се Месец налази високо на небу, далеко од хоризонта, наш мозак нема довољно информација о његовој удаљености да би створио реалну тродимензионалну слику. Због тога имамо утисак да нам је Месец надохват руке, као сијалица окачена на свод неке зграде. Међутим, када се Месец нађе тик уз хоризонт, наш мозак доноси закључке о његовој удаљености на основу околног терена (зграде, дрвеће, брда итд.), и на основу потпуне тродимензионалне слике сматра га веома удаљеним предметом. Због тога имамо утисак да је Месец привидно већи када се налази тик уз хоризонт, него када је далеко изнад њега. Више детаља о овом истраживању можете наћи у јануарском броју америчког *Proceedings of the National Academy of Sciences*.

Колико димензија постоји?

3 - просторне  
- ефика - димензије

Физичаре је увек мучило питање о томе колико димензија постоји у нашем Универзуму? Многи теоретичари су сматрали да се Универзум састоји не само од три просторне, и до сада познате димензије, већ од више тзв. "екстра" просторних димензија. Проблем је био у томе да је свака од тих екстра просторних димензија била толико мала да је било немогуће уопште експериментално и почети њихово истраживање. То, са друге стране, значи да до сада није потврђено њихово постојање. Међутим, најновија теоријска истраживања указују на могућност постојања неких од екстра димензија. Претпоставља се да је област њиховог постојања  $(10^{-10} - 10^{-13})\text{m}$ . Ако је ова теоријска претпоставка тачна, можемо ускоро очекивати потврду постојања "екстра димензија" у некој од америчких (нпр. *Fermilab Tevatron Accelerator*) или европских лабораторија (нпр. *Large Hadron Collider* у *CERN*-у чија је изградња у току).

## ТЕМА БРОЈА

## Вилием Хершел и откриће инфрацрвеног зрачења

Драган Маркушев,

Институт за физику, Земун

Као што смо и обећали, кроз текстове у часопису "Млади физичар" не само да ћемо вам омогућити да нешто и научите, већ ћемо вам указивати и на неке догађаје из прошлости везане за значајна открића у физици. За један део читалаца ће то бити подсећање, док ће другима (чини ми се већем делу) то бити нешто сасвим ново. Трудимо се да на овај начин попуњимо празнине које су (не)оправдано присутне у свим нашим уџбеницима како за основну, тако и за средњу школу. Ако сте наш редовни читалац, приметили сте да смо тему прошлог броја посветили Алесандру Волти и његовом открићу извора електричне струје, који се данас зове Волтин стуб или, једноставније, батерија.

У овом броју подсетићемо вас да је 2000. година, поред осталог, и двестогодишњица открића тзв. инфрацрвеног (*infrared*) зрачења. Тим поводом је, на WEB страни америчке Националне агенције за свемирска истраживања (*NASA*) (<http://sirtf.jpl.nasa.gov/Education/Herschel/herschel.html>) објављен чланак *Herschel and His Discovery of Infrared* аутора Тома Честера (*Tom Chester*). У наставку је овај чланак препричан и прилагођен вама, да би на један популаран начин сазнали нешто и о овом великом открићу.

Фредерик Вилием Хершел (*Frederick William Herschel*) је рођен у ХанOVERу (Немачка), и поред музике, коју је јако волео, интересовао се и за природне науке. Највише успеха имао је бавећи се астрономијом. Године 1757. емигрирао је у Енглеску и, радећи са својом сестром, изучавао је кретање звезда и планета. Заједно су направили више телескопа за посматрање ноћног неба, што је резултирало тиме да су, на основу свог посматрања, направили неколико квалитетних каталога двојних звезда и маглина. Хершел је светску славу стекао открићем планете Уран 1781. године, прве нове планете откривене још од античког доба. Међутим, године 1800. дошао је до још једног врло важног открића, и то из физике. Наиме, анализирајући колико топлоте пролази кроз различито обојене филтере пропуштајући сунчеву светлост кроз њих, уочио је да филтери различитих боја различито пропуштају топлоту. Прва помисао му је била да боје, саме за себе, носе одређену

количину топлоте, те је направио и експеримент којим је покушао да докаже то своје тврђење.

Узео је стаклену призму и пропустио сунчеву светлост кроз њу. На тај је начин добио иза призме спектар сунчевог зрачења, а идеја му је била да мери температуру светлости сваке боје посебно. "Температуру боја" мерио је са три обична термометра, и то тако што је истовремено једним мерио температуру боје, а са два контролна температуру околине. Тако је измерио температуре љубичасте, плаве, зелене, жуте, наранџасте и црвене светлости. Резултати мерења показали су две ствари: прво, термометар којим је мерена температура различитих боја у спектру је увек, за сваку боју, показивао већу температуру од оне која је била на контролним термометрима; друго, температура боја је расла идући од љубичасте ка црвеној. По овом открићу Хершел је одлучио да измери температуру на месту одмах *пored* црвене боје у спектру, у области где очигледно нема сунчеве светлости. На његово изненађење, открио је да та област има већу температуру од било које боје у сунчевом спектру.

После овог открића Хершел је наставио да ради на изучавању, како их је назвао, "калоричних (топлотних) зрака" (реч калоричан потиче од латинске речи *calor* што значи *топлота*). Његова испитивања



Фредерик Вилием Хершел (1738-1822)

показала су да се, као и зраци видљиве светлости, и "топлотни зраци" повинују законима одбијања, преламања, апсорпције и трансмисије. Оно што је Хершел открио није било ништа друго до један, до тада непознат, облик зрачења који је невидљив, али је имао своје место у спектру иза видљиве црвене боје. Касније су "топлотни зраци" преименовани у *инфрацрвене зраке* или *инфрацрвено зрачење* (префикс *инфра* значи *испод*). То зрачење је електромагнетне природе и обухвата таласне дужине од  $0,76\mu\text{m}$  до  $400\mu\text{m}$  ( $1\mu\text{m}=1\cdot 10^{-6}\text{m}$ ). Хершелови експерименти нису само значајни по томе што су довели до открића инфрацрвеног зрачења, него и по томе што су по први пут указали на чињеницу да постоје и други облици зрачења, који се не могу видети.

Данашњи развој технологије детектора, на бази инфрацрвеног зрачења, има широку примену. У медицини се помоћу инфрацрвених детектора анализирају делови људског ткива и течности недеструктивним путем. Широку примену нашле су и инфрацрвене камере за послове безбедности, како у полицији, тако и у војсци. У борби против пожара инфрацрвене камере се користе за локацију људи и животиња, који су обично у том случају обавијени густим димом, као и за откривање жаришта пожара. Инфрацрвено испитивање користи се за детекцију губитака топлоте у зградама, за тестирање електричних и механичких система, као и за контролу загађености околине. Инфрацрвени сателити имају велику улогу у: проучавању временских прилика на Земљи, њене вегетације, структуре стена, земљишта, минерала и соли. Ови се сателити, такође, користе и за мерење температуре океана, што је врло важан податак који говори о глобалном загревању и променама у Земљиној атмосфери. Термалним испитивањима се могу открити и положаји древних путева и стаза, што може бити веома користан податак за археолошка истраживања.

У астрономији се увелико користе инфрацрвени телескопи који су довели до врло важних открића. Оптички телескопи су имали ту ману да нису давали јасне слике неких удаљених објеката због космичке прашине, тако да је најбољи начин анализе таквих објеката у свемиру био помоћу инфрацрвених телескопа. Коначно, и ширење свемира доказано је тако што је уочено да се оптичко зрачење, које емитују удаљени објекти у свемиру, помера ка инфрацрвеној области спектра.

## Литература

[1] *Enciklopedijski leksikon - Mozaik znanja*, Fizika, Interpres - Beograd, (1972)

## ВЕЛИКАНИ ФИЗИКЕ

## Коста Стојановић (1867-1921)

Радомир Ђорђевић,  
Физички факултет, Београд

(наставак из прошлог броја)

Почетком столећа, када је Стојановић писао већину својих радова такво становиште је било готово владајуће. Он образлаже своја гледишта полазећи од чињенице да су механички процеси најраширенији, да стварност углавном чине ти процеси, остали чине само мали слој или део стварности. У вези с тим Стојановић је писао, поред осталог: "Напоменуо сам узгред појаве виталне и социјалне, које су један ништавни део међу појавама природним, за које по обичној индукцији мора вредети детерминизам и неизолованост од појава природних, и наравно да су и за те појаве најзгоднија и најрационалнија тумачења механиком. Може се десити, у првој систематској примени механике за социјалне појаве, да сама механика претрпи још какве измене, као што је претрпела кад се хтела применити на појаве физичке... Тако модификована механика даће нове услове за боља тумачења и донеће нова експериментална открића, која су права добит за научно сазнање наше. Све ове могуће промене једно само неће изменити, а то је потребу тумачити све појаве механиком, јер овај систем у себи садржи оно што прави детерминизам тражи и чиме се потреба научног каузалитета једино може задовољити".

Бавећи се проблемима структуре материје Стојановић је имао стално у виду општу динамику и то на свим нивоима и код микро- и код макро- појава. Процес упознавања динамике свих тих појава, у њиховим различитим везама, веома је сложен. Историја разних схватања указује управо на спорост продора у бескрајне везе и односе међу појавама. "Велике синтезе будућности - писао је Стојановић - почиваће не само на логичности ума, већ и на великим вероватноћама јављања догађаја, на основу откривених особина корпускула, који се налазе у вечном распадању и спајању. Метафизика будућности је физика покретних променљивих и начела основних и аксиома, које у свету где је све релативно, не могу имати ону стабилност, која им је категоријама и идејама о супстанцијама некада давана".

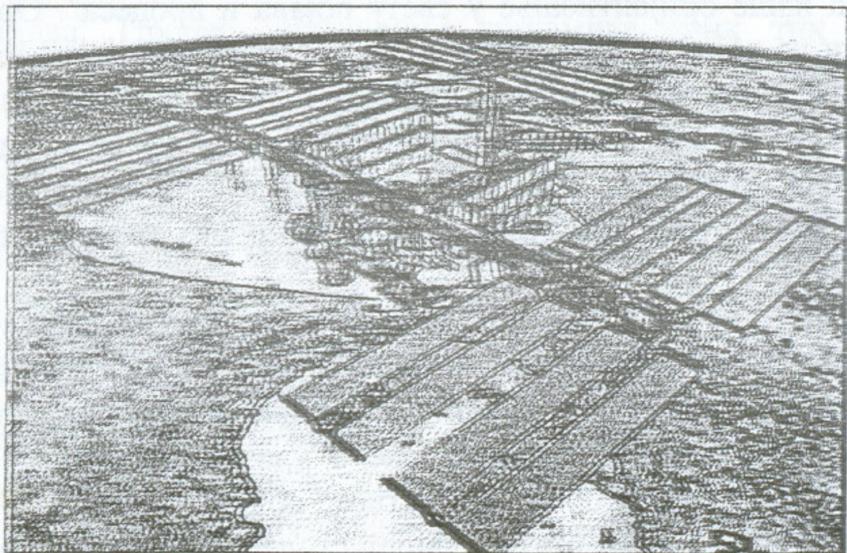
Динамика и разноврсност појава стварности изискивала је одувек и одговарајуће стратегије, методе и поступке у сазнавању чији је

циљ и одговарајуће предвиђање. Током векова смењивале су се различите концепције или теорије сазнања које су имале одређен значај, али су се временом показивале и њихове једностраности или ограничености. Стојановић је, као и Михаило Петровић, настојао да испита могућности математике у утврђивању извесних основних релација и особина појава стварности, као и предвиђања на основу извесних аналогичности у диспаратним појавама. Сам Стојановић је имао раније одређене идеје о томе, те је разумљиво што је спремно дочекао и шире коментарисао споменуто дело Михаила Петровића у коме је управо реч о заснивању математичке феноменологије као извесне опште теорије стварности. Приказујући и коментаришући идеје Михаила Петровића подробно, Стојановић у закључку пише, поред осталог: "Механичке аналогичности данас, а и за дужи још период времена, у општим принципима својим обележаваће само главне трасе по којима ће се ићи у механичком тумачењу социјалних појава. За проучавање детаља далеко смо од прецизности која влада у механици материјалних система али као што, сем општих погледа на групе појава из хемије и физиологије, не знамо још све оно што је потребно за тачно сазнање наше на основима механике, тако ће још доста времена проћи док све елементе, параметре и количине у социологији тако одредимо, да са њима можемо оперисати, као што са сличним радимо у механици данас. Покушаји унифицирања метода и увођења принципа механичких за привидно диспаратне појаве чине, да наше научно сазнање добије потребно јединство и да се сама привидна диспаратност на неки начин протумачи. Елементи математичке феноменологије (дело Михаила Петровића - Р. Ђ.) чине један значајан корак напред и праве увод у нову науку, која треба да замени морфолошку фазу, која је потребна али не и довољна за наше оријентисање у свету појава и процеса". Ови редови нису једини из којих се може видети да је Стојановић јасно увиђао сву сложеност и динамику појава и процеса и да је сматрао да примена математичких метода има велику улогу, али да не може да замени остале методе и поступке у процесу сазнања и да се потпунија слика о стварности може стећи комбиновањем разноврсних метода и поступака у сазнавању.

Списи Косте Стојановића садрже и низ других идеја упутних и занимљивих и за савременог читаоца. Неке од његових идеја или предвиђања ваља приказати у светлу ондашњих и потоњих, савремених расправа о механицизму, посебно оне о улози интуиције у научном сазнању. Када је реч о овом загонетном облику сазнања, о коме су иначе писали и многи физичари нашег столећа (у списима многих од

них налазимо термин *физичарска интуиција*). Стојановић је у предговору за избор радова из науке и филозофије (1921) писао: "Као што је интуиција била главна подлога прошлости за открића и сазнања људска, тако ће и у будућности ова особина нашег ума бити главни импулс свих импулса у напретку вечном. Машта, интуиција, критика ума, са настојом на методе науке и филозофије, свезиваће све промене директно опажене са променама чулно несхватљивим, да се до просперитетних хоризоната и последица дође на свет појава".

Када се буду попуније изучили и приказали радови Косте Стојановића, видеће се јасније да је реч о истакнутом научнику који уједно спада и у прве филозофе науке у нашој земљи, који је имао одговарајући утицај. У вези с тим, овде ваља подсетити и на један податак из сећања нашег истакнутог научника, академика Павла Савића, који је он у више наврата спомињао: када је био мали, мајка га је водила у посету ујаку, у дому свог ујака видео је на зиду портрет човека у прној манџији који је на њега оставио велики утисак, и пакет књига. На питање чији је то портрет, сазнао је да је то портрет великог научника и филозофа Руђера Бошковића, а књиге у пакету су биле заправо непродати примерци дела *Атомистика Руђера Јосифа Бошковића* из пера његовог ујака - Косте Стојановића. Ту посету ујаку академик Савић је доцније у својим сећањима стално означавао као први рани подстицај у његовом опредељењу за бављење природним наукама. И пислу ових редова академик Савић је споменуто околност означаио као први рани подстицај за бављење природним наукама, у интервјуу који је објављен 1989. године у часопису *Дијалектика*.



## ОТКРИЋА

### Како се експериментално детектују хемијски елементи највеће масе

Стеван Јокић, Иван Гутман\*,  
ИНН "Винча", Београд,  
\*ПМФ, Крагујевац

Овај чланак, трећи у серији о "Хемијским елементима највеће масе", описује како се у нуклеарно - физичким лабораторијама остварује детекција, односно идентификација, супермасивних хемијских елемената.

У претходном чланку је описано како се убрзава масивни јон и како се из продуката насталих у његовој нуклеарној интеракцији са другим масивним језгром издваја баш онај који одговара супермасивном хемијском елементу који се желео добити. Остао је проблем његове детекције

Пре него што пређемо на опис експерименталног поступка, потребна нам је кратка теоријска припрема.

Као што смо објаснили у нашем првом чланку, сви атоми једног хемијског елемента имају исти број ( $Z$ ) протона у језгру;  $Z$  се назива *редни број*. Међутим, сви атоми истог елемента, будући да атомска језгра могу садржавати различити број неутрона, не морају имати исту масу. Укупан број нуклеона у атомском језгру је, такозвани, *масени број* ( $A$ ). Супстанца у којој сви атоми имају исте редне бројеве и исте масене бројеве назива се *изотоп* одговарајућег елемента.

Многи изотопи су стабилни, то јест, они сами од себе не подлежу радиоактивним процесима - распаду. Неки изотопи (како они који се појављују у природи, тако и они које је човек вештачки добио) су радиоактивни: они се спонтано (сами од себе) претварају у неки други изотоп и при томе зраче.

Два основна облика, али не и једина, радиоактивних процеса су *алфа-распад* и *бета-распад*.

Приликом алфа-распада из атомског језгра излеће, такозвана, алфа-честица која се састоји из два протона и два неутрона; према томе, алфа-честица је језгро атома хелијума. Сноп алфа-честица представља, такозване, алфа-зраке. Све алфа-честице које потичу из неког радиоактивног изотопа имају исте енергије, карактеристичне за тај изотоп.

Приликом бета-распада из атомског језгра истовремено излећу један високоенергијски електрон и једна честица звана неутрино. Сноп ових електрона представља, такозване, бета - зраке.

Емитијући алфа-зраке, односно бета-зраке, један изотоп се претвара у други. О томе говори закон радиоактивног померања који су 1913. године формулисали Фајанс (Kazimir Fajans 1887) и Соди (Frederic Soddy 1877-1956). Соди је добио Нобелову награду за хемију 1921. године. Закон гласи овако:

а) ако изотоп редног броја  $Z$  и масеног броја  $A$  подлеже радиоактивном алфа-распаду, онда из њега настаје изотоп редног броја  $Z - 2$  и масеног броја  $A - 4$ ;

б) ако изотоп редног броја  $Z$  и масеног броја  $A$  подлеже радиоактивном бета-распаду, онда из њега настаје изотоп редног броја  $Z + 1$  и масеног броја  $A$ .

За разматрања у овом чланку важан је само први део закона радиоактивног померања. Он ће се примењивати на следећи начин. Претпоставимо да смо детектовали неколико (рецимо 3) узастопно емитованих алфа-честица и да смо измерили њихове енергије. Претпоставимо да је енергија треће алфа-честице карактеристична за изотоп  ${}^Z_A X$ . Онда, на основу закона радиоактивног померања закључујемо да је друга алфа - честица настала распадом изотопа  ${}^{Z+2}_{A+4} Y$ , а да је прва алфа-честица настала распадом изотопа  ${}^{Z+4}_{A+8} K$ . Другим речима, закључујемо да је у испитиваном узорку морао постојати хемијски елемент  $K$ .

Управо на овоме се заснива експериментални доказ постојања супермасивних елемената (погледајмо сл. 1, о којој ће касније бити опширније говора). Шеста детектована алфа - честица имала је енергију 8,34 MeV, а то је енергија карактеристична за распад *нобелијума* - 257. Знајући тај податак, применом закона радиоактивног померања, закључујемо да је прва алфа-честица настала из *унунбијума* - 277, што доказује да је у том експерименту унунбијум претходно морао бити синтетизован.

Познато је да годишња производња плутонијума (који се такође добија синтетичким путем) мери тонама (од 1941. године произведено је више од 400 тона), америцијума и киријума килограмима, калифорнијума грамима, берклијума и ајнштајнијума милиграмима, а фермијума пикограмима. Супротно њима, супермасивни хемијски елементи се добијају у незнатним количинама, често само по неколико атома. Вероватно се питате: зашто су супермасивни хемијски елементи тако ретки? Одговор налазимо, пре свега, у начину њиховог добијања, а

затим и у њиховој врло малој стабилности. Они се често распадне одмах по свом синтетизовању!

Код добијања плутонијума се користила мета дебљине неколико центиметара на коју се усмеравао сноп интензитета 10 милијарди милијарди (10 трилиона ( $10^{19}$ )) неутрона у секунди. Па се, уз чињеницу да му је време полураспада око 24000 година (то значи да се за 24000 година распадне једна половина присутних језгара плутонијума), лако закључује зашто се он добија у количинама које се мере тонама. Зато код њега уместо проблема детекције имамо проблем како извршити његово уништавање!

Супротна је ситуација код супермасивних језгара. Мете олова и бизмута, које су за њихово добијање углавном коришћене, биле су дебљине од неколико стотина нанометара ( $10^{-7}$  m). На њих су усмеравани снопови интензитета од свега 1000 милијарди ( $10^{12}$ ) јона у секунди језгара гвожђа, хрома или никла. (Код добијања супермасивног хемијског елемента са редним бројем  $Z=118$ , о коме смо писали у првом чланку, коришћен је сноп од 2 трилиона јона криптона у секунди ( $2 \cdot 10^{18}$  јона/секунди) убрзаних у циклотрону). То је био први разлог зашто се добија свега по неколико атома супермасивних језгара. Други разлог је била њихова нестабилност. Пошто се они распадају још док траје процес бомбардовања мете масивним јонима, експериментатори су се налазили у врло деликатној ситуацији. Ову ситуацију су решили, као што је описано у претходном чланку, конструкцијом сепаратора за продукте интеракције масивних јона - SHIP.

### Систем за детекцију супермасивних језгара

Основна идеја детекције, односно идентификације, супермасивних језгара је заустављање, односно уграђивање (имплантација) њихових јона, који су прошли сепаратор, у силицијумском чврстом детектору. Предност имплантације је та што се у силицијумском детектору могу мерити енергије и позиције алфа-честица и других језгара у широком енергијском интервалу. Међутим, детектор погађају разни продукти и честице које су прошле SHIP. Како се одређује која је честица или језгро у питању? Пре свега, свим честицама и језгрима усмереним на силицијумски детектор прво се измери брзина. Затим ове честице бивају апсорбоване силицијумским детекторима који им одређују место на којем су га погодили, тј. њихову позицију и енергију. Познавањем брзине и енергије могуће је одредити масу неког продукта

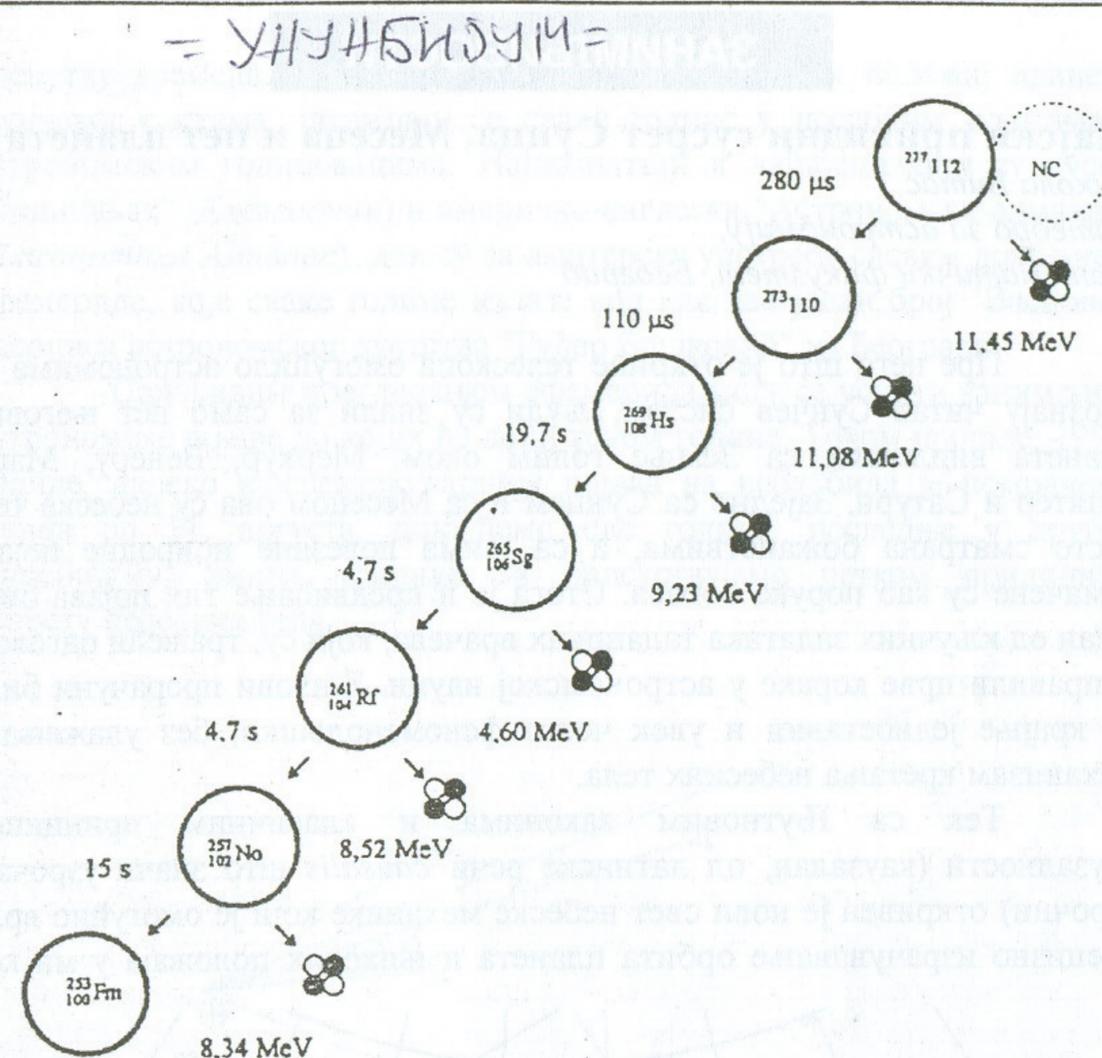
и на тај начин закључити да ли је он настао распадом супермасивног језгра које је добијено фузијом, које су то честице и одакле потичу.

Добијена супермасивна језгра скоро одмах по формирању почињу да се распадају и формирају један радиоактивни низ. Да би га идентификовали, потребно је повезати његов распад са распадом његових нестабилних, односно радиоактивних, потомака чију радиоактивност већ познајемо. Познавањем енергије емитованих честица (на пример, алфа-честице) и времена полураспада потомака, са сигурношћу се идентификује језгро од кога је распад почео, тј. одговарајуће супермасивно језгро.

Временска информација, тј. време полураспада неког језгра се добија, опет, помоћу  $\alpha$ -честица које бивају детектоване после неког врло кратког временског интервала (реда микросекунде) у односу на време када је детектовано језгро које је емитовало. Пошто су у силицијумском детектору одређене просторне позиције језгра, онда ће практично из истог места у детектору бити емитоване  $\alpha$ -честице које потичу како из језгра које је формирано фузијом, тако и из његових потомака који се такође распадају. Међутим, данашњи развој електронике и информационе технике омогућује да се временски одвоји и детектује  $\alpha$ -честица настала у сваком поједином распаду. На тај начин се непосредно мери време живота неког новоформираног супермасивног језгра и његових потомака.

Погледајмо како је то изгледало на примеру идентификације језгра са редним бројем  $Z=112$  (*Uub* - *унунбијум*) које има 165 неутрона. На сл. 1 је дат шематски приказ његовог распада.

У претходном чланку то одговара ситуацији која је приказана етапом (в) на сл. 1. Формирано сложено језгро се, практично, одмах распало, емитујући један неутрон и дајући језгро са  $Z=112$ . Оно је после свега 280 микросекунди емитовало  $\alpha$ -честицу енергије 11,45 MeV и прешло у супермасивно језгро са 110 протона и 163 неутрона. То језгро се, пак, распало још брже, за свега 110 микросекунди, емитујући при томе  $\alpha$ -честицу енергије 11,08 MeV и прелазећи на тај начин у језгро са 108 протона и 161 неутрона. То супермасивно језгро било је нешто стабилније, јер се распало после 19,7 секунди, уз емисију  $\alpha$ -честице енергије 9,23 MeV, а настало је ново језгро са 106 протона и 159 неутрона. Распад тог језгра је наступио после 7,4 секунде и добијено је језгро са 104 протона и 157 неутрона. После 4,7 секунди добијено је језгро нобелијума - 257, а његовим распадом после 15 секунди добијено је језгро фермијума - 253, које се даље распада. На овом примеру је приказан радиоактивни низ до шесте генерације језгара. Вероватноћа да



се овако описана серија догађаја деси случајно, тј. да се случајном коинциденцијом из разних догађаја, који између себе немају везе, формира један такав низ догађаја, занемарљива је и прорачуни показују да она има вредност која се добија дељењем јединице бројем који има између петнаест и шеснаест нула ( $10^{-15}$ - $10^{-16}$ ). Или, ако замислите да се производи дневно једно овакво супермасивно језгро (што још увек није могуће), онда би требало чекати да прође временски интервал раван 100 пута старости Земље (пошто је старост Земље процењена на 4,45 милијарди година) односно 445 милијарди година па да се један овакав догађај деси случајном коинциденцијом разних неповезаних распада. Значи, довољно је забележити један једини овакав низ догађаја па да се са сигурношћу може рећи да је такав атом супермасивног хемијског елемента синтетизован.

## ЗАНИМЉИВОСТИ

### Мајски привидни сусрет Сунца, Месеца и пет планета

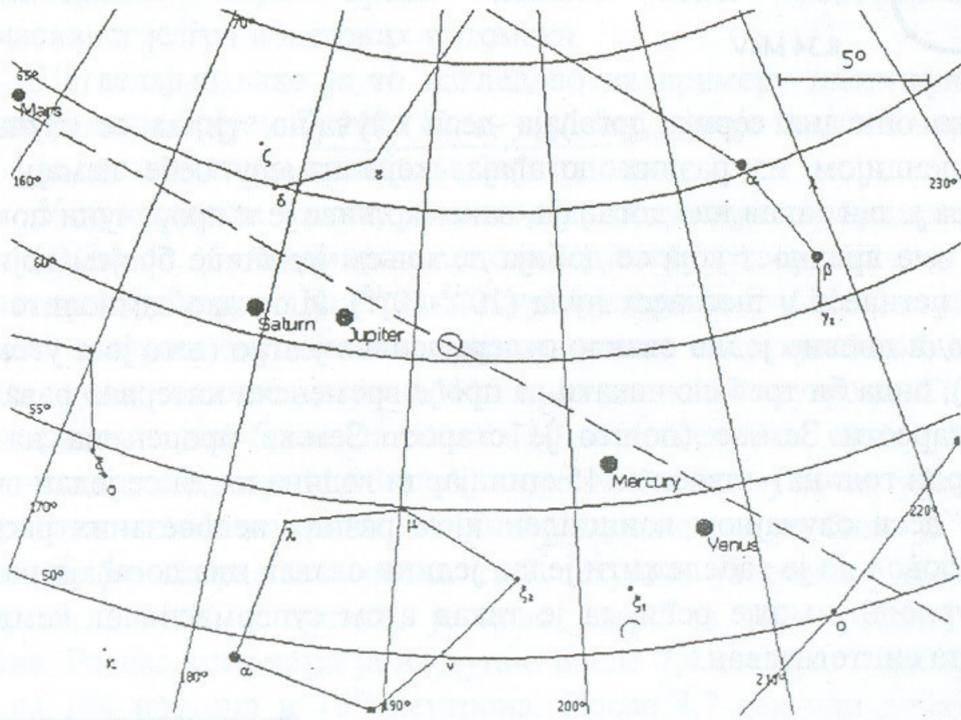
Никола Витас,

Катедра за астрономију,

Математички факултет, Београд

Пре него што је откриће телескопа омогућило астрономима да упознају читав Сунчев систем, људи су знали за само пет његових планета видљивих са Земље голим оком: Меркур, Венеру, Марс, Јупитер и Сатурн. Заједно са Сунцем и са Месецом ова су небеска тела често сматрана божанствима, а са њима повезане природне појаве тумачене су као поруке богова. Стога је и предвиђање тих појава било један од кључних задатака тадашњих врачева, који су, тражећи одговор, направили прве кораке у астрономској науци. Њихови прорачуни били су крајње једноставни и увек често феноменолошки, без улажења у механизам кретања небеских тела.

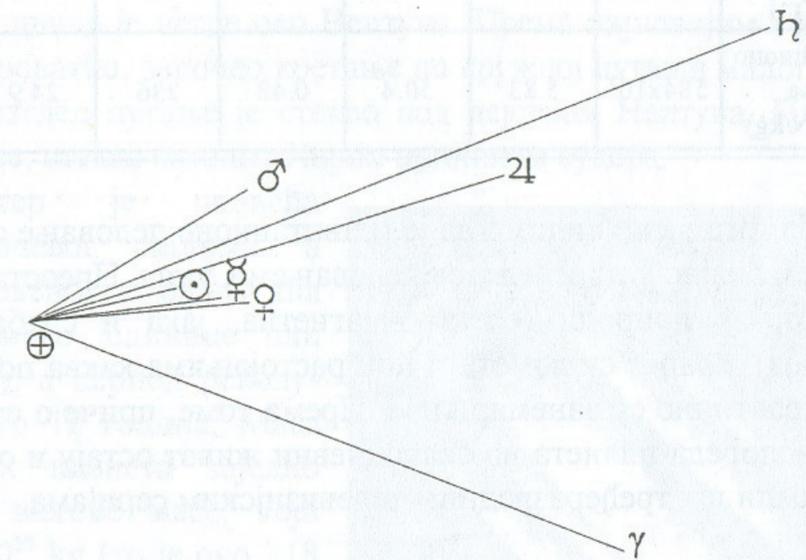
Тек са Њутновим законима и класичним принципом каузалности (каузалан, од латинске речи *causalis* што значи узрочан, узрочни) откривен је нови свет небеске механике који је омогућио врло прецизно израчунавање орбита планета и њихових положаја у ма ком



Слика 1. Пет планета, Сунце и Месец међу пролећним сазвежђима, у подне, 3. маја 2000. године за посматрача у Београду (слика је урађена у програму *SkyMap*).

тренутку времена. Разни астрономски подаци, па и положај планета Сунчевог система, штампају се сваке године у посебним књигама - астрономским годишњацима. Најпознатији и најпрецизнији су руски "Годишњак" (*Ежегодник*) и америчко-енглески "Астрономски алманах" (*Astronomical Almanac*), док су за аматерску употребу сасвим довољне и ефемериде, које сваке године излазе код нас као један број "Васионе", часописа астрономског друштва "Руђер Бошковић" из Београда.

Пажљивим прегледањем ефемерида могу се уочити занимљиве астрономске појаве до којих ће доћи током године. Током прошле, 1999. године, далеко најспектекуларнија појава на небу била је помрачење Сунца од 11. августа, док ћемо ове године, последње у другом миленијуму, имати прилике да присуствујемо ретком привидном сусрету небеских тела.



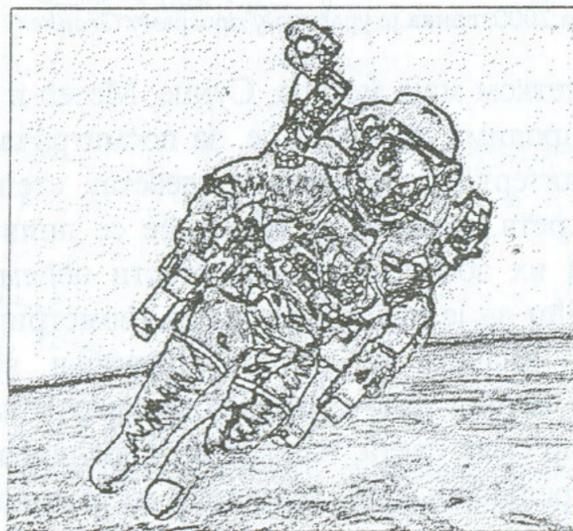
Слика 2. Просторни распоред Сунца и пет планета почетком маја 2000. године (вредности геоцентричних удаљености и лонгитуда унете су према подацима из *Astronomical Almanac*-а 2000, слика је урађена у програму *Grapher*)

Наиме, почетком маја месеца, Сунце, Месец и свих пет планета познатих старим народима поређаће се, за посматрача са Земље, у низ дуж еклиптике у интервалу од само тридесетак степени. Током овог несвакидашњег сусрета, планете и Месец ће се привидно налазити у близини Сунца, па их због сунчеве светлости нећемо моћи опазити. Треба посебно истаћи да је ова појава чисто геометријска, привидна, и да нема никаквог значаја за науку. Данашњи врачеве и разни шарлатани, који су остали разочарани када помрачење Сунца прошле године није изазвало смак света, како су они предвиђали, вероватно ће се са сличним предвиђањима, огласити и поводом овог сусрета

"божанстава". И поново ће се разочарати! Колика је бесмислица говорити о ма каквом посебном утицају планетског распореда на живот на Земљи најбоље се види ако се подсетимо Њутновог закона гравитације и ако израчунамо колико је укупно гравитационо деловање ових планета на Земљу почетком маја и колико је гравитационо деловање Сунца у истом тренутку.

	Сунце	Меркур	Венера	Марс	Јупитер	Сатурн	Пет планета заједно
геоцентрична удаљеност (у $10^2\text{m}$ )	150.65	194.48	254.32	366.52	897.6	1510.96	
гравитационо поље (у $10^{-10}\text{N/kg}$ )	$584 \times 10^3$	5.83	50.4	0.48	236	24.9	317.6

Из тога јасно видимо да је гравитационо деловање свих планета заједно безначајно у поређењу са деловањем Сунца. Преостале три силе, које постоје у природи (електро-магнетна, јака и слаба нуклеарна интеракција), краћег су домета и при растојањима каква постоје између планета практично су занемарљиве. Према томе, приче о смаку света и утицају распореда планета на свакодневни живот остају и опстају још у жутој штампи и у трећеразредним телевизијским серијама.



## ЗАНИМЉИВОСТИ

### Планета Јупитер

Ратомирка Милер,

VI београдска гимназија, Београд

Према физичким карактеристикама, планете делимо у две групе: 1. планете Земљиног типа (Меркур, Венера, Земља и Марс) и 2. планете Јупитеровог типа (Јупитер, Сатурн, Уран и Нептун). Плутон не спада ни у једну од ових група. Верује се да је он типичан представник тела из Којперовог појаса. Наиме, да би објаснио порекло краткопериодичних комета, Џералд Којпер (*Gerald Kuiper*) је 1951. године претпоставио постојање пљоснатог појаса ситних тела око равни еклиптике. Ширина појаса би била око стотину астрономских јединица, а унутрашња ивица је негде око Нептуна. Према најновијим теоријама, Плутон је, вероватно, започео кретање по кружној путањи малог нагиба, а данашњи изглед путање је стекао под дејством Нептуна. Плутон је, највероватније, стекао сателит Харон приликом судара.

Јупитер је највећа планета Сунчевог система, а пета по удаљености од Сунца ( $5,2$  астрономске јединице или  $7,783 \times 10^{11} \text{ m}$ ), а период револуције му је око 12 година. Маса свих осталих планета заједно мања је од његове масе, која износи  $1,9 \times 10^{27} \text{ kg}$  (то је око 318 Земљиних маса). Полупречник Јупитера износи  $71492 \text{ km}$  ( $11,2 R_{\oplus}$ ), а средња густина му је само  $1330 \text{ kg/m}^3$ . Овако мала густина указује на присуство лакших елемената и течно или гасовито агрегатно стање супстанције.



Јупитер са пругама у горњим деловима његове атмосфере

Према данас важећем моделу Јупитера, он се састоји из следећих слојева: гвоздено- силикатног језгра (величине планете Марс), око њега је слој течног – метализираног водоника, затим слој течног молекуларног водоника и атмосфера. Метализирани водоник чине језгра водоника (протони), који су под великим притиском (око  $10^{11} \text{ Pa}$ ) и високом температуром (претпоставља се да није мања од  $11000 \text{ K}$ ), јер

су електрони избачени из својих орбита. Овакав водоник се понаша као течни метал.

Јупитер емитује око 2,5 пута више енергије, него што прими од Сунца. Већи део те енергије потиче од првобитне топлоте, која је остала од процеса формирања планете. Остатак се добија при спором сажимању планете, јер тако масивна планета и при спором сажимању, може да створи велику количину топлоте.

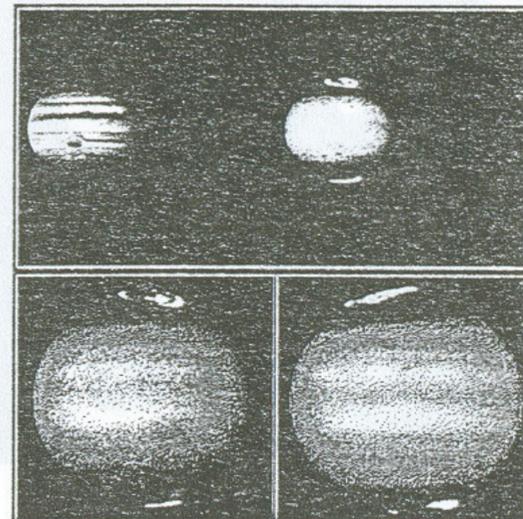
Атмосфера обавија целу планету, веома је дубока и густа. Састоји се највише од водоника (90%), хелијума, метана, амонијака, етана, водене паре и још неких састојака у много мањем проценту. Облаци су тракасти, живих боја, а паралелни су екватору планете. Промене у облацима се дешавају у току неколико часова или дана. Испод облака постоје мања турбулентна кретања. У атмосфери се јављају олује, а у екваторској области ветрови достижу брзину и од 400 km/h. Такође се јављају и изузетно јака електрична пражњења. Горњи слојеви облака састоје се од кристалића амонијака, а доњи од кристалића обичног леда. Присуство аморфног црвеног фосфора, водоник-полисулфида и сумпора, боје атмосферу црвеном, мрком и жутом бојом респективно.

Беле овалне структуре у атмосфери, померају се под дејством источних ветрова. Нови бели кристали леда се формирају када се амонијак при подизању замрзне, јер дође у највише слојеве облака, где је температура око  $-130\text{ }^{\circ}\text{C}$  и атмосферски притисак око  $7 \times 10^4 \text{ Pa}$ .

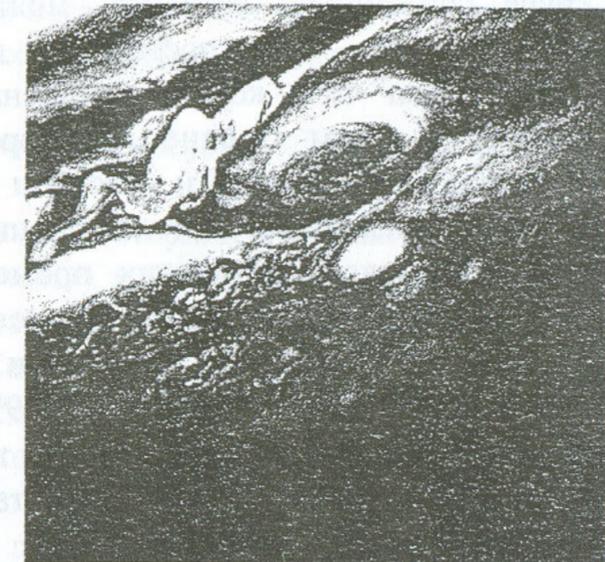
Најинтересантнији детаљ је свакако Црвена пега, која представља "око" циклона, а материја се у њој креће у смеру супротном од казаљке на сату. Налази се неколико километара изнад атмосфере. Њу је открио Касини 1665. године, што значи да она траје већ преко 300 година. Широка је око 14 000 km, а дугачка између 30 000 и 40 000 km. Она се помера под утицајем западних ветрова.

Јупитер има јако, диполно магнетно поље, али су полови обрнути него сада на Земљи. Најјаче је поље у равни екватора и његова магнетна индукција износи  $1,6 \times 10^{-3} \text{ T}$ , а ту се налази и велики број протона и електрона великих енергија. Јупитерова магнетосфера се пружа 3 до 7 милиона километара према Сунцу и простире се бар до Сатурнове орбите, која је удаљена 750 милиона километара од Јупитера.

У поларним областима Јупитера запажена је појава интензивног зрачења (слично поларној светлости на Земљи). Оно потиче од протона и електрона који долазе са Сунца (Сунчев ветар) у Јупитерову магнетосферу, али и од материје, која се избацује при вулканским ерупцијама са његовог сателита Ио. Те честице се крећу



Поларна светлост, бели бљескови око  
полова на приложеним сликама



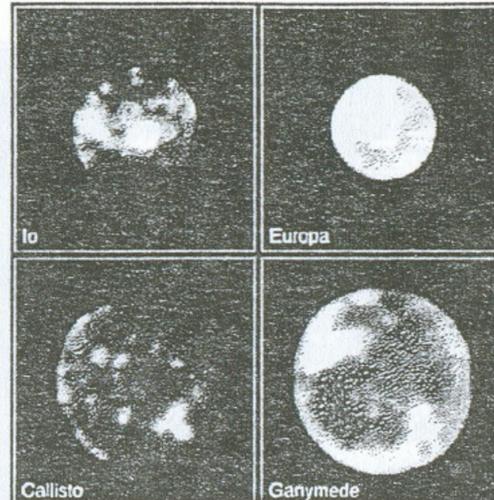
Црвена пега је највећи овал на слици.

дуж магнетних линија сила и при томе настаје поларна светлост. Светле, поларне пеге, зване "отисци стопала", настају када честице са Ио дођу у горњу атмосферу Јупитера и изазову флуоресценцију водоника. Ова емисија поларне светлости се мења и по величини и по структури, у зависности од Јупитерове ротације, која је веома брза и износи око 10h. Због овако брзе ротације, Јупитер је прилично спљоштен на половима. Оса ротације је скоро нормална на еклиптику, али се не поклапа са магнетном осом, већ заклапа угао од око  $15^{\circ}$ .

### Јупитерови сателити и прстен

Јупитер има 16 сателита, досад откривених, од којих је четири највећа открио Галилео Галилеј (*Galileo Galilei*, 1564-1642), 1610. године. То су: Ганимед (највећи), Калисто, Европа и Ио. Те сателите данас зовемо Галилејеви сателити. Преосталих 12 сателита су малих димензија и природно се могу раздвојити у три групе по четири сателита. Четири унутрашња сателита се крећу унутар орбите сателита Ио. Једна група даљих сателита се састоји од четири сателита који се крећу у директном смеру, по орбитама које имају велики нагиб у односу на екваторску равн Јупитера. Четири најудаљенија сателита се крећу у ретроградном смеру (у смеру казаљке на сату). За ових осам спољашњих сателита се сматра да су заробљени од стране планете, док су унутрашњи вероватно настали у процесу формирања планете. Две

групе спољашњих сателита, можда, показују да су постојала два "родитељска" тела, која су разбијена у судару, током ране историје Јупитеровог система. Ти сателити су тамни и очигледно су то тела која нису претрпела много хемијских промена од времена формирања Сунчевог система. Сателити су откривани у периоду од 1610. године до 1979. године, када су откривена три последња сателита – Метис, Адраста и Амалтеа.



Галилејеви сателити

Сателит Ио је сав у вулканима и има јако магнетно поље. Понекад долази до магнетних бура у области између њега и Јупитера. Једна таква бура је оштетила магнетометре на летелици "Пионир 10". Унутар његове орбите, налазе се мали (унутрашњи) сателити Амалтеа, Метис, Теба и Адраста. Европа је окована ледом амонијака.

Свемирске сонде "Војадер" (Voyager) и "Галилео" (Galileo), лансиране 1979. године и 1996. године, респективно, послале су велики број снимака, где је између осталих био и снимак прстена (Војадер). Са Земље се овај прстен не види, али ванатмосферским телескопом он се може посматрати у инфрацрвеној области. Прстен се састоји из три дела: унутрашњи, главни и паучинасти прстен.

Прстенови садрже fine честице прашине (пречника неколико микрона), које су настале при сударима метеорита са четири унутрашња сателита. Унутрашњи прстен је облика турса (ћеврек) и простире се од 92 000 km до око 122 500 km, рачунато од центра Јупитера. Овај прстен је настао од честица прашине које су са главног прстена "излетале" и падале према планети. Главни (средњи) прстен је најсјајнији и налази се унутар орбите сателита Адрасте. Сјај му ка периферији опада. Паучинасти прстен се састоји од два прстена, који су уметнути један у други. Прстенови слабо



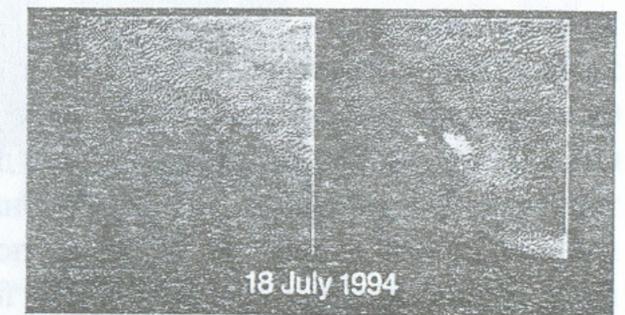
Јупитеров прстен

рефлектују светлост. И прстенови и сателити се налазе у Јупитеровој магнетосфери, у појасу пуном брзих наелектрисаних честица.

### Судар Јупитера и комете Шумејкер – Леви 9

Ову краткопериодичну комету, открили су Јудин и Каролина Шумејкер (Eugene, Carolyn Shoemaker) и Дејвид Леви (David Levy) у ноћи 24. марта 1993. године, на Маунт Паломару у Калифорнији (Palomar Mountain, California). Састојала се од више већих и мањих комада. Из радова Брајана Марсдена (Bryan G. Marsden), и других астронома, утврђено је да је комета, вероватно, прошла врло близу Јупитера у јулу 1992. године. Претпоставили су да се тада распала на више делова услед неравномерног гравитационог деловања Јупитера на ближе и даље делове комете. Ова комета се, вероватно, последњих деценија кретала око Јупитера, али се није распадала због великог растојања на коме се кретала. Тек у близини Јупитера, дошло је до цепања комете.

У јулу 1993. године, комета је имала најмање 15 парчади. Предвиђања су давала велику вероватноћу да ће ови делови комете имати судар са Јупитером у јулу 1994. године. Судар парчића комете са Јупитером је трајао од 16. до 27. јула 1994. године, и приказ је био спектакуларан – догађај миленијума. Око 20 парчића (пречника и до 2 километара) је ударило у планету брзином од 60 km/h, подижући млазеве материје по неколико хиљада километара у висину. То је проузроковало присуство врелих межурића у атмосфери (температура им је била за око 300 K виша од околине), а у спољашњим слојевима планете су се месецима видели тамни ожиљци на месту удара.



Удари комете Шумејкер-Леви 9 о Јупитер

## ДА ЛИ ЗНАТЕ...

### Када почиње трећи миленијум?

Миодраг Дачић,

Астрономска опсерваторија, Београд

Мали Мићко је рођен 1. јануара 1991. године. Када ће напунити десет година, да ли 1. јануара 2000. или 1. јануара 2001. године? На овако велику "дилему" наши познаници ће без двоумљења одговорити да је то 1. јануара 2001. године. Успут ће нас брижно загледати. Збиља, где нађосмо тако несувисло питање?

Питање је, макар га постављали у шали, ипак оправдано. Ево због чега: данас многи људи, и они што завршише неке школе, не умеју са сигурношћу да кажу када почиње нови миленијум. У то се лако можемо уверити. Заправо, спорно је да ли *двехиљадита* година представља крај другог, или почетак трећег миленијума.

А одговор је овакав: година 2000. је *последња* година двадесетог века. Самим тим, ово је последња година другог миленијума, као што је XX век последњи век другог миленијума. Трећи миленијум, дакле, почиње 1. јануара 2001. године.

Уз ово следи и објашњење. Нашу еру (нову еру) рачунамо од прве године по Христовом рођењу, па се прва деценија наше ере завршава по истеку десете године, први век - по истеку стоте године ... и тако редом. Деветнаести век се завршио тек када је протекла цела 1900. година. Онда је јасно да двадесети век почиње са првим јануаром хиљаду деветсто прве године. И уопште, свака секуларна година (нпр. ..1700, 1800, 1900, 2000,..) је година којом се завршава неки век. Свет се може договорити (међународна заједница, онаква каква је) да секуларном годином почиње век. Тада би, рецимо, 1900. година била почетна година XX века, али би секуларна година првог века наше ере била нулта година. А добро знамо да у такозваном историјском начину рачунања времена нулта година не постоји; после прве године *пре наше ере* почиње прва година *наше ере*. Узгред, напоменимо и то да ниједан наш савременик, који је при



здровој памети, и не помишља да су стари народи године бројали уназад.

Вратимо се 2000. години. Пошто се врло често, пре свега у јавним гласилима, потенцира да је та година некакав почетак, можемо разумети да битну улогу има психолошки фактор - навикли смо да нешто почиње од нуле па иде навише. Али, замислимо срећног деку који је добио унучицу. Прође 365 дана у здрављу и весељу, а наш деда ударио разглас на све стране: "Моја унука има нула година!" (представа са певањем и пуцањем).

Наравно, постоје и друга објашњења. Даћемо једно да олакшамо својој души. Са многим суровостима којима нас засипају са свих страна, до нас доспевају и разноразне глупости. Једна од њих је да 2000. година означава почетак трећег миленијума. Овде није реч о незнању. У питању је стање духа (и слуха).



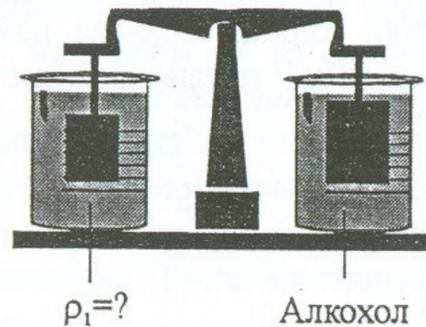
## ЗАДАЦИ

## VI разред

6.1. У посуди облика квадра (са димензијама  $a$ ,  $b$  и  $c$ ), чија је основа правоугаоник, налази се вода у којој плива неко тело. Како се може одредити маса тог тела само помоћу лењира?

6.2. У ваљкасту посуду уливене су вода и жива једнаке тежине. Укупна висина оба стуба (слоја) течности износи 29,2 cm. Израчунајте укупни хидростатички притисак ових течности на дно посуде.

6.3. Два тела запремине  $5 \text{ cm}^3$  и  $10 \text{ cm}^3$  су уравнотежена помоћу теразија (као на слици). Веће тело је уроњено у алкохол густине  $800 \text{ kg/m}^3$ . Колика мора бити густина течности у којој је уроњено мање тело да би се одржала равнотежа на теразијама?



6.4. Дрвени квадар плива на површини воде тако да је у води 90% његове запремине. Који део запремине квадра ће бити у води ако се преко воде налије уље тако да покрије квадар? (За густину уља узети  $800 \text{ kg/m}^3$ )

## VII разред

7.1. Тело се избаци вертикално увис и после 2,5 s има три пута мању брзину од почетне. На којој се висини у том тренутку налазило тело? Да ли ће тело под наведеним условима моћи да достигне висину од 150m? (Занемарити отпор ваздуха, узети да је  $g=10 \text{ m/s}^2$ )

7.2. До које висине је доспело тело масе 0,1 kg ако је бачено вертикално увис са кинетичком енергијом 10 J. (Занемарити отпор ваздуха, узети да је  $g=10 \text{ m/s}^2$ )

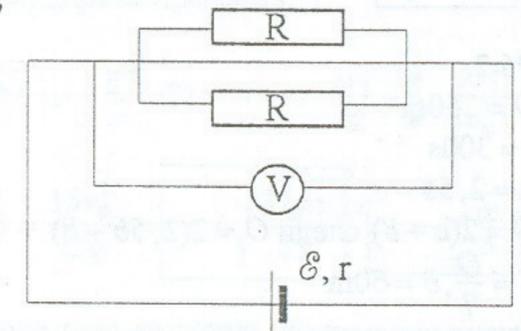
7.3. Камен масе 0,2 kg пао је са неке висине. Време падања је било 2 s. Колика је била његова кинетичка енергија на половини пута? (Узети да је  $g=10 \text{ m/s}^2$ )

7.4. Тело од гвожђа масе 0,5 kg загрејано је до  $200^\circ \text{C}$ , и тело од бакра масе 1 kg загрејано је до неке температуре. Стављени су истовремено у калориметар у коме је 2 kg воде чија је температура  $20^\circ \text{C}$ . До које температуре ће се загрејати вода у калориметру ако оба тела ослободе једнаке количине топлоте? До које температуре је било загрејано тело од бакра пре него што је стављено у калориметар? Губитке топлоте занемарити. (За специфичну топлоту гвожђа узети  $465 \text{ J/kg}^\circ \text{C}$ , за бакар  $382 \text{ J/kg}^\circ \text{C}$  и воду  $4200 \text{ J/kg}^\circ \text{C}$ )

## VIII разред

8.1. Два галванска елемента спојена су серијски. Први има електромоторну силу од 1,5 V и унутрашњи отпор  $3 \Omega$ , а други електромоторну силу од 1,8 V и унутрашњи отпор  $3,5 \Omega$ . Отпор спољашњег кола је  $4\Omega$ . Одредити јачину струје у колу и напон на крајевима сваког галванског елемента.

8.2. На извор струје прикључена су два отпорника, сваки отпора од  $4\Omega$  према датој шеми. Волтметар при томе показује напон од 6V. Ако један од отпорника искључимо, волтметар показује напон 8V. Колика је електромоторна сила извора и његов унутрашњи отпор?



8.3. Електрични воз масе 300 t креће се низ стрму раван нагиба  $0,01$  брзином 36 km/h. Сила трења износи 3% силе теже. Напон мреже је 3000V, а коефицијент корисног дејства електровоза (електромотора) 80%. Одредити: а) силу електромотора, б) јачину струје која пролази кроз намотаје електромотора. (Узети да је  $g=10 \text{ m/s}^2$ )

8.4. При нормалном атмосферском притиску у отвореном суду налази се вода запремине 5 l и температуре  $20^\circ \text{C}$ . У воду је стављен електрични грејач прикључен на градску мрежу напона 220 V. Колики је отпор грејача ако вода прокључа за 10 min? (Губитке топлоте занемарити, за специфичну топлоту воде узети  $4200 \text{ J/kgK}$ )

## РЕШЕЊА ЗАДАТАКА

### VI разред

Р6.1.

$$\begin{aligned} t_1 &= 5s, s_1 = 40m, v_1 \rightarrow ? \\ t_2 &= 10s, s_2 = 100m, v_2 \rightarrow ? \\ t_3 &= 60s, s_3 = 0, v_3 \rightarrow ? \\ t_4 &= 5s, s_4 \rightarrow ?, v_4 \rightarrow ? \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} v_s &= 2 \frac{m}{s} \\ v_s &= \frac{s_1 + s_2 + s_3 + s_4}{t_1 + t_2 + t_3 + t_4} \\ s_4 &= v_s(t_1 + t_2 + t_3 + t_4) - s_1 - s_2 \end{aligned}$$

$$s_4 = 2 \frac{m}{s} \cdot 80s - 140m \Rightarrow s_4 = 20m$$

$$v_1 = \frac{s_1}{t_1} \Rightarrow v_1 = 8 \frac{m}{s} \Rightarrow v_2 = 10 \frac{m}{s}, v_3 = 0$$

$$\text{и } v_4 = 4 \frac{m}{s}$$

Р6.2.

$$\begin{aligned} O &= 350m \\ t &= 300s \\ a &= 2,5b \\ O &= 2(a+b) \text{ следи } O = 2(2,5b+b) \\ b &= \frac{O}{7}, b = 50m \end{aligned}$$

Укупан пут који је пчела прешла је:  $s = 2b$ , па је  $s = 100m$

Средња брзина биће:  $v_s = \frac{s}{t}$

$$v_s = \frac{1}{3} \frac{m}{s} \quad v_s = \frac{1}{3} \frac{3600}{1000} \frac{km}{h} \quad v_s = 1,2 \frac{km}{h}$$

Шта мислиш да ли је брзина пчеле овако мала? Како би ти то објаснио (ла)?

Р6.3.

$$\begin{aligned} a_1 &= 0, 1m \\ a_2 &= 0, 09m \end{aligned}$$

Запремину цеви ћемо добити када од запремине пуног квадрата одуземо шупаљ квадрат:

$$1. V = a_1^2 \cdot l - a_2^2 l, \text{ следи } V = l(a_1^2 - a_2^2)$$

$V = \frac{1,9}{1000} m^3$ , маса је:  $m = \rho \cdot V$ , па је густина:

$$\rho = \frac{m}{V} \Rightarrow \rho = \frac{5,13kg}{\frac{1,9}{1000} m^3} \Rightarrow \rho = 2700 \frac{kg}{m^3}$$

(цев је од алуминијума)

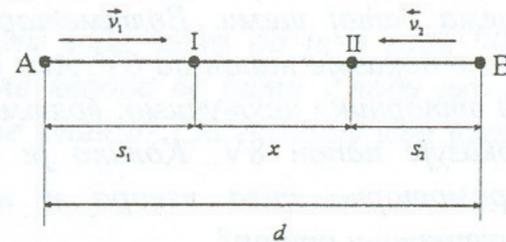
$$2. m_1 = \rho_1 \cdot V_2, \text{ тј.}$$

$$m_1 = a_2^2 l \cdot \rho \quad m_1 = 8, 1kg$$

Одговори на питање: зашто је маса воде већа од масе цеви?

Р6.4.

$v_1 = 5 \frac{km}{h}, AB = d = 20km$   
 $x = 6, 5km, v_2 = 6 \frac{km}{h}, t$  - време кретања другог пешака.



Са слике се види да је:  $d = x + s_1 + s_2$   
 $s_1 = v_1(t + \Delta t)$  - пређени пут првог пешака.  
 $s_2 = v_2 \cdot t$  - пут који је прешао други пешак за време  $t$   
 $d - x = v_1(t + \Delta t) + v_2 t$   
 $d - x = v_1 t + v_1 \Delta t + v_2 t \Rightarrow$   
 $d - x - v_1 \Delta t = t(v_1 + v_2) \quad (1)$

$$t = \frac{d - x - v_1 \Delta t}{v_1 + v_2} = 1h$$

У тренутку сусрета:  $x=0$ , тако да из једначине (1) добијамо:

$$t_s = \frac{d - v_1 \Delta t}{v_1 + v_2} \approx 1, 6h$$

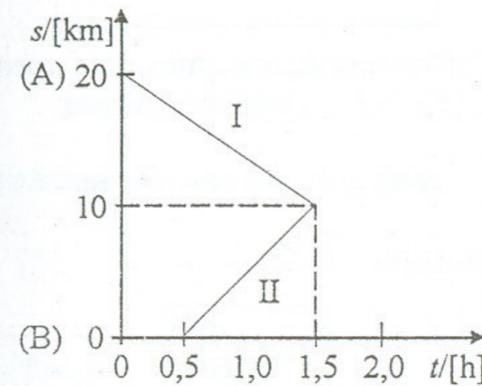
време које је до сусрета требало другом пешаку.

Први пешак се до тренутка сусрета кретао:  $t' \approx 2, 1h$ . За то време он је прешао пут:

$$s'_1 \approx 10, 5km. (s'_1 = v_1 \cdot t'),$$

а други

$$s'_2 = d - s_1 \Rightarrow s'_2 \approx 9, 5km.$$



### VII разред

Р7.1.

Мала казaljка опише пун круг за време (период)  $T_1 = 12h$ , а велика за  $T_2 = 1h$ . Пошто се обе крећу константном брзином, следи:

$$v_1 = \frac{2\pi l_1}{T_1} \text{ и } v_2 = \frac{2\pi l_2}{T_2}$$

Из тога следи:

$$\frac{v_2}{v_1} = \frac{l_2 T_1}{l_1 T_2} \text{ и } \frac{v_2}{v_1} = 16.$$

Р7.2.

Према Питагориној теорему:

$$d^2 = s_1^2 + s_2^2$$

и следи:

$$s_2 = \sqrt{d^2 - s_1^2},$$

где је  $s_1 = v_1 t_1$ , тј.  $s_1 = 120km$ , па је  $s_2 = 90km$ .  $s_2 = v_2 \cdot t_2$  и следи:

$$t_2 = 3h,$$

$$v_s = \frac{s_1 + s_2}{t_1 + t_2} \quad v_s = 42 \frac{km}{h}$$

Р7.3.

За тренутну брзину важи релација:

$$v = v_0 - gt \quad (1) \Rightarrow \frac{v_0}{4} = v_0 - gt \Rightarrow t = \frac{3v_0}{4g}$$

Заменићемо добијени израз за време у релацији за пређени пут:

$$h = v_0 t - \frac{gt^2}{2} \quad (2) \Rightarrow h = v_0 \cdot \frac{3v_0}{4g} - \frac{g}{2} \cdot \frac{9v_0^2}{16g^2}$$

$$h = \frac{15v_0^2}{32g} \Rightarrow v_0 = \sqrt{\frac{32gh}{15}} \quad v_0 = 16 \frac{m}{s}$$

Када тело достигне максималну висину, његова брзина је нула, тако да из релације (1) можемо добити време пењања:

$$t_p = \frac{v_0}{g} \Rightarrow t_p = 1, 6s,$$

а из релације (2)  $\Rightarrow h_{max} = v_0 t_p - \frac{gt_p^2}{2}$ , па је

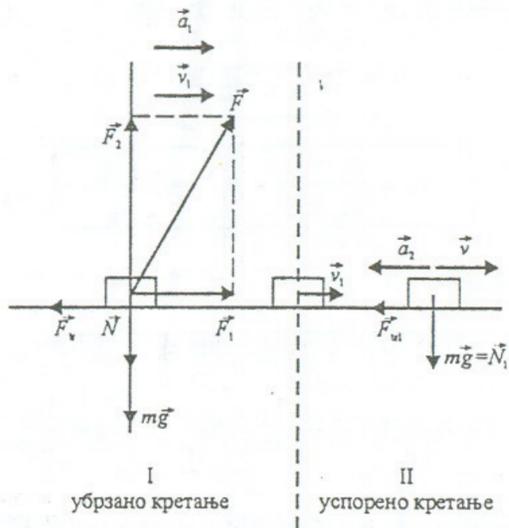
$$h_{max} = 128m.$$

Пошто су времена пењања и падања иста, укупно време кретања износи:

$$t_u = 3, 2s.$$

**P7.4.**

$a_1$  - убрзање тела у току деловања силе  $F$ ,  $a_2$  - успорење тела под дејством силе трења ( $F_{tr1}$ ),  $m\vec{g}$  - сила теже.



$$a_1 = \frac{F_1 - F_{tr}}{m}, \quad a_1 \approx 2 \frac{m}{s^2}$$

Пређени пут:

$$s_1 = v_0 t_1 + \frac{a_1 t_1^2}{2} \Rightarrow s_1 = 12m.$$

Брзина ( $v_1$ ) којом је тело завршило први део кретања је почетна брзина за други део (II):

$$v_1 = v_0 + a_1 t_1 \Rightarrow v_1 = 8 \frac{m}{s}.$$

На тело сада делује само сила трења  $F_{tr1}$  ( $F_{tr1} > F_{tr}$ ), која га успорава:

$$ma_2 = F_{tr1} \Rightarrow ma_2 = \mu mg,$$

тако да је

$$a_2 = 2 \frac{m}{s^2}.$$

Време заустављања добијамо из релације за тренутну брзину:

$$v = v_1 - a_2 t_2 \Rightarrow t_2 = \frac{v_1}{a_2} \quad \boxed{t_2 = 4s}.$$

Пређени пут у другом (II) делу је:

$$s_2 = v_1 t_2 - \frac{a_2 t_2^2}{2} \Rightarrow \boxed{s_2 = 16m}$$

$$s_{uk} = s_1 + s_2 \Rightarrow \boxed{s_{uk} = 28m}$$

$$v_s = \frac{s_1 + s_2}{t_1 + t_2} \Rightarrow \boxed{v_s = 4,67 \frac{m}{s}}$$

**VIII разред**

**P8.1.**

$p_1 = f_1 \Rightarrow p_1 = 20cm$   
Из једначине расипног сочива добијамо положај првог lika који даје

расипно сочиво ( $L_1$ ). Тај лик биће и предмет за сабирно сочиво.

$$-\frac{1}{f_1} = \frac{1}{p_1} - \frac{1}{l_1} \Rightarrow l_1 = \frac{f_1}{2},$$

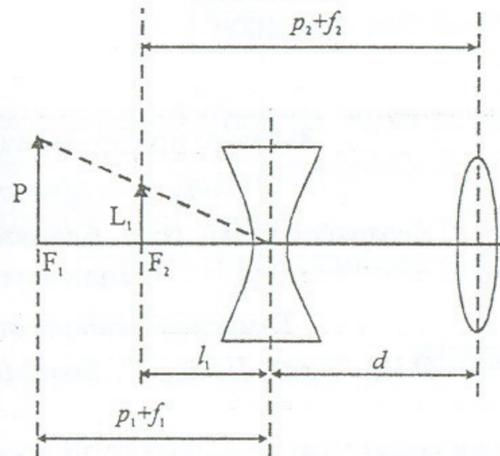
тј.  $l_1 = 10cm,$

$$p_2 = l_1 + d \Rightarrow p_2 = 25cm \Rightarrow p_2 = f_2.$$

Lик  $L_1$  се формирао у жижи сабирног сочива. Из једначине сабирног сочива следи:

$$\frac{1}{f_2} = \frac{1}{p_2} + \frac{1}{l_2} \Rightarrow l_2 = \infty.$$

Тражени лик је у бесконачности.



Напомена: уочите разлику - иако су предмети били у жижама сочива, решења за удаљеност ликова су потпуно различита.

**P8.2.**

а) Ако се кондензатор одвоји од извора, прекида се доток наелектрисања, па је количина наелектрисања константна ( $q = const.$ ). Треба наћи сада везу између јачине ел. поља ( $E$ ) и  $q$ .

$$E = \frac{U}{d} \quad (1) \quad \text{а} \quad C = \epsilon_0 \frac{S}{d} \quad (2)$$

$$C = \frac{q}{U} \quad (3)$$

Из једначине (2)

$$\Rightarrow d = \epsilon_0 \frac{S}{C} \Rightarrow d = \epsilon_0 \frac{SU}{q}$$

$$\frac{U}{d} = \frac{q}{\epsilon_0 S} \Rightarrow \boxed{E = \frac{q}{\epsilon_0 S}}$$

Пошто су:

$$S_1 = a^2 \quad \text{а} \quad S_2 = \frac{a^2}{2}$$

за јачине електричног поља добијамо:

$$E_1 = \frac{q}{\epsilon_0 a^2} \quad \text{и} \quad E_2 = \frac{2q}{\epsilon_0 a^2} \Rightarrow \boxed{E_2 = 2E_1},$$

тј. поље се појачало два пута.

$$C_1 = \epsilon_0 \frac{a^2}{d} \quad C_2 = \epsilon_0 \frac{a^2}{2d} \Rightarrow \boxed{C_2 = \frac{C_1}{2}}.$$

Капацитет се смањило 2 пута.

б) Пошто је кондензатор и даље прикључен за извор, напон између плоча ће бити константан.  $U = const.$ , а

$$\boxed{E = \frac{U}{d} \Rightarrow E = const.},$$

док је промена капацитета као у случају под а).

**P8.3.**

Пошто се напон не мења, можемо писати:

$$U = I_0 R_0$$

и

$$U = I_1 R_0 (1 + \alpha t)$$

одакле је

$$\Rightarrow I_0 = I_1 (1 + \alpha t)$$

тј.

$$I_1 = \frac{I_0}{(1 + \alpha t)}$$

Видимо да јачина струје опада са порастом температуре. Снага се добија из:

$$P_0 = I_0^2 R_0$$

и

$$P_1 = I_1^2 R_1$$

па је

$$\Rightarrow \frac{P_0}{P_1} = \frac{I_0^2 R_0}{\frac{I_0^2}{(1 + \alpha t)^2} \cdot R_0 (1 + \alpha t)}$$

тј.

$$\Rightarrow \frac{P_0}{P_1} = 1 + \alpha t \Rightarrow \frac{P_0}{P_1} = 11$$

Снага се смањила 11 пута.

Р8.4.

$Q = 7,2 \cdot 10^6 \text{ J}$ ,  $P_k$  - корисна снага трансформатора,  $\eta = 0,98$ .

$$\eta = \frac{P_k}{P} \Rightarrow P_k = \eta P$$

Снага губитака (топлота - јер трансформатор не служи за грејање) износи:

$$P_g = P - P_k \Rightarrow P_g = P(1 - \eta)$$

Количина топлоте:

$$Q = P_g \cdot t \Rightarrow Q = Pt(1 - \eta)$$

Тражено време је:

$$t = \frac{Q}{P(1 - \eta)}, \quad t = 7,2 \cdot 10^5 \text{ s}$$

или

$$t = 200 \text{ h.}$$

Задатке припремила:

Ратомирка Милер,

VI београдска гимназија, Београд

Рецензент:

Томислав Сенћански,

О.Ш. "Краљ Петар I", Београд



Часопис "Млади физичар" поново 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:

**за школе и установе:**

годишња (четири броја)	150 дин
полугодишња (два броја)	75 дин

**за појединце:**

годишња (четири броја)	120 дин
полугодишња (два броја)	60 дин

**за ученике преко школа\*:**

годишња (четири броја)	100 дин
полугодишња (два броја)	50 дин

\*уколико има више од пет претплатника

Цене редовних бројева, како за основну ("О"), тако и за средњу школу ("С"), су исте. Ако су појединачне поруџбине веће од 20 примерака, поручиоци имају 10% попушта.

Претплата се врши на жиро рачун Друштва физичара Србије:

40806-678-7-77766

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

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.

Редакција задржава право промене цена претплате.