младифизичар

Часопис за све пријатеље физике и кошарке
Издавач Друштво физичара Србије
Школска година 2004/05
http://mf.dfs.org.yu
Цена: 150 дин

99

Тема броја **ФИЗИКА И КОШАРКА**

ISSN 0351-5575
9 770351 557003

Садржај 99

прва страна 1
мф вести 2
мф рекорди 4
м великиф 20
велика физика 24
будућност физике 29
мф колумна 34
мф репортажа 48
напредни мф 54
истина о 58
мф парадокси 65
м астрофизичар 66
мф линкови 71
последња страна 72

мф контролни
олимпијски задаци
мф такмичења
наградни задаци

тема броја 5

FIZIKA I KO[ARKA

Vazdu{ni |onovi 6
Ikarov dvokorak 8
Koliko vazduha ima u ko{arka{koj lopti? 10
Kako pogoditi ko{ 12

додатни час 38

Planete se kre}u po elipsama 38
Za{to se zapaqena {ibica krivi 42
Obrada rezultata merewa 44

мф одговарање 70

Kad je ro|en Hoking

младифизичар Часопис за све пријатеље физике
99 Откријте занимљиву физику

Издавач
Друштво физичара Србије
Прегревица 118, 11080 Београд-Земун
Тел: 011/3160-260 лок. 166, Факс: 011/3162-190
Mail: mf@dfs.org.yu
Web: http://mf.dfs.org.yu
За издавача:
проф. др Илија Савић, Председник Друштва физичара Србије

Главни и одговорни уредник
Душко Латас

Заменици уредника
Бранислав Цветковић и Зорица Пајовић

Уредник web издања
Антун Балаж

Редакција
Слободан Бубњевић, Марко Војиновић, Ненад Вукмировић, Драгана Илић, Владимир Јовановић, Катарина Матић, Предраг Миленовић, Марија Митровић, Бојан Николић, Новица Пауновић, Зоран Ристивојевић, Славица Спасовић, Владимир Шамара, Милован Шуваков

Спољни сарадници
проф. др Јарослав Лабат, проф. др Дарко Капор, проф. др Милан Димитријевић, проф. др Вукота Бабовић, др Александар Богојевић, др Борко Вујичић, др Горан Ђорђевић, др Љубиша Нешић, Наташа Каделбург, Наташа Чалуковић, Славиша Станковић, Дејан Крунић, Слободанка Раковић, Милан Жежељ, Огњен Илић, Никола Кекић, Добросав Обрадовић, Коста Ристић, Димитрије Малетић, Фађа Хаџић, Јелена Станковић, Милија Јовичић

Претплата
Весна Вучић (011)3160-260/143

Штампа
САВПО, Стара Пазова

ISSN 0351-5575
COBISS.SR-ID 53980423

Претходни уредници "Младог физичара":
1976/77 Ђорђе Басарић и Слободан Жегарац; 1977/78 Душан Ристановић и Драшко Грујић; 1978/79-1981/82 Љубо Ристовски и Душан Коледин; 1982/83 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; 1998/99-2003/04 Драган Маркушев

Џоел Ахенбах, колумниста Вашингтон Поста, у најновијем броју Националне географије покушава да нам одговори на питање зашто поштујемо Ајнштајна. Можда зато, примећује он, што је Ајнштајн до својих највећих открића дошао у слободно време!? Наиме, 1905. године, Ајнштајн је радио као службеник патентног завода у Берну, осам сати дневно, шест дана у недељи и био је задовољан својом платом. Не може се за њега рећи да је тад био професионални физичар. Ноћу је са пријатељима расправљао о физици и из тих расправа су проистекле чудесне идеје којима се данас дивимо и чију стогодишњицу прослављамо (специјална теорија релативности, Брауново кретање, фотоелектрични ефекат). Тек су та открића отворила Ајнштајну пут до универзитета, чиме је физика постала његово основно занимање. Рад на универзитету је довео до опште теорије релативности. Ахенбах каже: *"Млади Ајнштајн је био незаустављив и у патентном бироу и на универзитету. Можемо да га упоредимо са добрим кошаркашем – био је и вањски и унутрашњи играч. Скок-шут из даљине или погодак испод коша, свеједно. Можда је ово поређење помало чудно или ново, али Ајнштајну би се вероватно допало."*

Ако би му се допало ово поређење, нема никакве сумње да би му се свидео и овај број *Младог физичара*.

Душко Латас

Скакачи северне хемисфере, уједините се!

Научници из Минхена (Немачка) су спровели истраживање и тврде да би промена орбите Земље вероватно зауставила глобално загревање, продужила обданицу и донекле уједначила климу на нашој планети. У њиховом извештају стоји да би Земља могла да напусти своју тренутну орбиту услед силе која би потицала од скока много становника планете. Професор Низвард са својим сарадницима са смера за гравитациону физику је проценио да је за то потребно најмање шест стотина милиона људи који ће на северну хемисферу истовремено доскочити.

Исти тим научника је до сада пратио утицај многобројних краткотрајних импулса који су предати Земљи, као нпр. сеизмографска снимања која су вршена приликом удара комете у Земљу на подручју Тихог океана 2001. године, као и снимања за време финалне утакмице Светског првенства у фудбалу 2002. када су се гледаоци симултано померали. Научници тврде да ће глобална загрејаност планете, која је у сталном порасту, за четврт века бити дупло већа од тренутних 0.8 степени Целзијусове скале. Са заједничким скоком би се глобална загрејаност вратила ка Целзијусовој нули за петнаестак година, а климатске промене би се највише приметиле на екватору где би средња температура опала за око осам, док би на половима порасла за око десет степени.

Дан када треба да "спашавамо" нашу планету је 20. јули 2006. а потенцилајни "спасиоци" се могу пријавити на www.worldjumpday.org. На истом месту се може пронаћи још занимљивости. Покажимо слогу и учинимо једно добро дело за нашу планету.

Живот на Марсу?

Екипа истраживача из Европске свемирске агенције и са Универзитета у Мичигену (САД) је открила присуство метана на Марсу. Они тврде да је то наговештај могућег постојања живота на Црвеној планети. Биолошка производња метана је једна од могућности, јер је на Земљи метан готово потпуно добијен из биолошких извора.

Како је метан настао на Марсу је велико питање и постоји неколико могућности. Једна од њих је да је настао метаногенезом: микроби који живе у групацијама испод површине Марса користе водоник или угљен моноксид за енергију, а ослобађају метан. Друга могућност је да је комета ударила у Марс и оставила метан за собом, али ово је мало вероватно јер се дешава сваких 60 милиона година. Трећа могућност је хидротермална хемијска реакција између стена и воде.

Инструмент помоћу кога је детектован метан на Марсу је Фуријеов спектрометар. Он мери Сунчеве инфрацрвене зраке који интерагују са молекулима из Марсове атмосфере. Спектрометар је детектовао око 170 пута мању количину метана на Марсу него што га има на Земљи и очекује се да је метан на Марсу неједнако распоређен.

Поред метана научници су на Марсу открили

Датум	Локација	Настрадало	Јачина	Коментар
23. јануар 1556.	Кина, Шанси	830 000	~8	
26. децембар 2004.	Суматра	283 106	9.0	Земљотрес и цунами
27. јули 1976.	Кина, Тангшан	255 000 (званично)	7.5	Процењено 655000 жртава
9. август 1138.	Сирија, Алепо	230 000		
22. мај 1927.	Кина, близу Ксининга	200 000	7.9	
22. децембар 856.	Иран, Дамган	200 000		
16. децембар 1920.	Кина, Гансу	200 000	8.6	Одрон
23. март 893.	Иран, Ардабил	150 000		
1. септембар 1923.	Јапан, Кванто	143 000	7.9	Пожар у Токију
5. октобар 1948.	Туркменија, Ашхабад	110 000	7.3	
28. децембар 1908.	Италија. Месина	70 000 до 100 000	7.2	Земљотрес и цунами
септембар 1290.	Кина, Чихли	100 000		

и активне вулкане и смрзнуто море, па траже додатну мисију да би утврдили има ли живота на тој планети. Замрзнуто море је величине Земљиног Северног мора. Научник који је открио замрзнуто море, каже да та површина леда изгледа као ледник на Антарктику и да је највероватније настала пре пет милиона година. "Чињеница да се то догодило пре пет милиона година, у суштини нам говори да данас постоје огромни резервоари течности испод површине Марса. Стога, ако живот може да се развије на Марсу, онда га треба тражити код тих резервоара", тврде научници. За потпун доказ тврдње о постојању живота на Марсу неопходно је узети узорак тла и извршити анализу. "Потребно је да одемо на Марс, да бушимо тло, а узете узорке анализирамо, пре него што изнесемо тврдњу да на Марсу постоје жива бића. Извор метана се налази на тлу Марса," кажу научници.

Цунами убрзао планету

Снажан земљотрес који се 26. децембра 2004. догодио у Индијском океану и који је изазвао катастрофалне последице у више приобалних земаља имао је извесне последице и на саму планету. Научници из тима NASA су израчунали да је земљотрес утицао на облик Земље смањујући њену спљоштеност, што је изазвало њено нешто брже ротирање, због чега се мало скратио дан.

Према истом извору, због убрзања ротације дан се скратио за 2,68 милисекунди. То није све, јер се и северни пол померио за 2,5 cm у правцу истока. Иначе, овај земљотрес је четврти најјачи у последњих сто година, а у следећој табели дајемо списак земљотреса у којима је било највише настрадалих у историји човечанства.

Припремио: Зоран Ристивојевић

Најбржи објекат који је направио човек је свемирска сонда *Одисеј*, са максималном брзином од 44.1 km/s. Ова свемирска сонда масе 371 kg је заједнички пројекат европске (ESA) и америчке свемирске агенције (NASA), а лансирана је 6. октобра 1990. Креће се у поларној соларној равни (нормалној на раван Земљине орбите) и намењена је проучавању поларних сунчевих подручја која до сада није било могуће довољно добро проучавати. Овако велика брзина неопходна за излазак из планетарне равни се не може остварити помоћу ракетног погона, већ је искоришћен такозвани механизам гравитационе асистенције планета. Овај механизам је одавно постао незаменљив за убрзавање летелица до великих брзина. Механизам се састоји у томе да се летелица упути ка некој од планета (најбоље Јупитеру) тако да у тренутку обиласка око планете, летелица прилази планети "с леђа"; планета захвата сонду и повлачи је за собом дуж орбите и предаје јој делић свог огромног момента импулса. На крају обиласка, сонда напушта планету, али са брзином знатно већом него што је имала у доласку (на уштрб малецког успоравања планете). Често се користи и неколико планета узастопно. Ово је једна од ретких прилика у којој нам је природа омогућила да на (релативно) лак начин украдемо енергију.

Најбржи ветар на Земљи од 513 km/h је радарски измерен у једном од торнада који су погодили предграђа Оклахома Ситија (САД), 3. маја 1999. године, када је погинуло четворо људи и уништено 250 кућа. Највећи торнадо, са пречником од 1600 m, је измерен дан раније, у северном делу америчке државе Оклахома. Најбржи ветар ван торнада је измерен на планини Маунт Вашингтон (САД), 12. априла 1934. године са брзином од 371.75 km/h. Ова 1918 m висока планина слови за најветровитије место на Земљи. Најбржи површински ветар на малој висини (тј. ван торнада и планина) је измерен 8. марта 1972. године на Гренланду: 333 km/h.

Најбржи ветрови у сунчевом систему су откривени на Нептуну. Свемирска сонда Војаџер 2 је 1989. године измерила брзине од 2400 km/h (што је знатно више од "ветрића" на Сатурну и Јупитеру од 1400 и 1000 km/h).

Највећи познати прост број је ($2^{25964951}$-1) и има 7816230 цифара. Открио га је Мартин Новак из Немачке, 18. фебруара 2005. Он га је нашао у оквиру GIMPS пројекта удруживања компјутерских ресурса путем интернета. Уколико имате Pentium компјутер који вам већину времена зврји бескорисно и уколико преузмете бесплатан програм са интернет адресе http://www.mersenne.org/prime.htm, уз мало среће можете и ви наћи следећи највећи прост број и стећи светску славу! (А ако сматрате да је налажење простих бројева исувише просто за вашег љубимца, можете се рецимо укључити у сличан пројекат потраге за ванземаљском интелигенцијом (SETI), http://setiathome.ssl.berkeley.edu/download.html).

Припремио: Новица Пауновић

темаброја

Да ли су физичари добри кошаркаши?

Физика и кошарка

Да ли лебдим или су то можда...

Ваздушни ђонови

Пише: Владимир Јовановић

Играти кошарку може бити и јесте забавно, али играти је без патика било би сигурно болно. Међутим, нису све патике створене за кошарку - неке су боље, а неке лошије. Израда патика за кошарку или неки други спорт у којем оне играју велику улогу може бити врло занимљива и захтева пуно истраживања.

Да ли сте се икада запитали колико пута кошаркаш скочи у току своје каријере? То можемо оквирно проценити следећим закључивањем: нека на сваком тренингу кошаркаш у просеку начини 50 скокова, што је отприлике један скок у два минута. Наш вредни кошаркаш скочиће 150000 пута у току 10 година каријере уколико има 300 тренинга и утакмица годишње. Али његовим "мукама" ту није крај: поред непрестаног скакања, мора стално и да трчи. У току трчања људско тело је подвргнуто силама које су често два и по пута веће од саме тежине тела, а приликом скакања те силе су седам пута веће од тежине. Очигледно је да, услед огромног броја скокова, може врло лако доћи до повреде стопала или неких других делова тела. Патике зато служе да би смањиле ризик од повреде, али и да би спортисти обезбедиле боље резултате. Велики произвођачи патика морају да воде рачуна о ове две сврхе и да их међусобно ускладе. Стога, у прављењу патика учествује тим истраживача из различитих области, као што су биофизика, механика, наука о материјалима… У зависности од врсте спорта за који су намењене, патике имају различите особине.

Основни делови патика су лице, уложак, средњи ђон и спољашњи ђон или само ђон. Лице патика мора да се слаже са обликом стопала и, наравно, да лепо изгледа. За кошаркаше веома је битно да патике буду што "дубље", тј. да им лице патика досеже до чланака и да у околини пете има ојачање. Тиме се повећава стабилност и смањује могућност повреде чланка. Материјали од којих је направљено лице морају да буду издржљиви и флексибилни (савитљиви), нарочито у пределу зглобова (корена) прстију. Требало би да буду и што лакши, да би

патике биле лакше. Неки од материјала лакше "износе" топлоту изван патика и тако спречавају превелико загревање. Улошци служе да стопала лепо легну у патике, али и за расипање топлоте, упијање влаге и понекад, као ортопедско помагало. Као што је већ било напоменуто, силе које кошаркаши трпе су до седам пута веће од тежине тела. Да би се мишићно-скелетни систем (кости, мишићи, лигаменти и тетиве) што мање трошио у таквим ситуацијама, потребно је на неки начин ублажити њихово дејство. Основна функција средњег ђона јесте да те силе делимично пренесе са људског тела на патике. На тај начин се смањује ризик од повреде. Данас постоји мноштво система за ублажавање сила (у које спадају различити ваздушни и флуидни системи) који се разликују у зависности од спорта којим се човек бави и његове, личне, биомеханике. На пример, људима који при трчању прво ударају петама у подлогу потребан је другачији систем ублажавања (а самим тим и средњи ђон) од оних који прво ударају предњим делом стопала. Средњи ђон не сме бити превише мек (да не кажем превише "удобан"), јер би у супротном била нарушена стабилност спортисте. Још једна важна карактеристика средњег ђона јесте његова савитљивост, која се мора ускладити са улогом ублажавања сила. Већина патика има у средњем ђону одређене "линије савитљивости" које се налазе у близини места где се стопало природно савија. Ове линије савитљивости су интегрисане са линијама савитљивости спољашњег ђона. Кошаркаши, за разлику од бициклиста, морају да имају савитљиве ђонове. Бициклистима је важно да патике буду што чвршће, јер на тај начин се сва енергија коју су произвели мишићи преноси на педале. Сваки непотребан покрет, као што је савијање стопала у прстима, за бициклисту је узалудно бачена енергија. Да би патике биле функционалне дуже време, спољашњи ђон мора добро да штити средњи ђон.

У кошарци, играч мора често да се нагло заустави или крене. Због тога је важно да ђон патика има довољно велики коефицијент трења и то у свим правцима. Уколико би патике имале мало трење, рецимо, у правцу нормалном на правац стопала, не би биле погодне за кошарку, јер би лако проклизавале у страну. Са друге стране, коефицијент трења не сме бити превелики, јер би се приликом наглог заустављања играч могао повредити. У лабораторијама симулирају се услови који се јављају у игри, на пример, влажност, температура, брзина кретања, правац кретања (трчање или ротација) и у њима се тестирају различити материјали и распоред шара на ђоновима. Ако сте се икада запитали зашто је ђон патика дебљи код пета него код прстију, одговор лежи у томе да кошаркаши морају често да се зауставе нагло и исто тако да крену напред. Нагиб патика омогућава да им тело увек буде нагнуто унапред како би се лакше покретали (штеди им енергију коју би морали да уложе да тело доведу у нагнути положај).

Када је зима напољу, најбоље је држати се старе добре изреке: "Чизма главу чува", али ако играте кошарку било би можда боље рећи да главу чува патика.

Да ли кошаркаши лете

Икаров двокорак

Пише: Слободан Бубњевић

Изгледа као да кошаркаш при скоку продужава своје време у ваздуху додатним уртањем тела и пружањем руку. Међутим, то је варка.

Некада су дечаци много маштали о летењу. По школским двориштима размењивале су се сличице славних авиона, као што су месершмитови, мигови и спитфајери. Наравно, сви дечаци, без изузетка, желели су да постани пилоти. Појединци, још недорасли до младих физичара, али са извесним потенцијалом те врсте, нису имали стрпљења да чекају на године пилотске обуке, већ су уз помоћ крила од дасака покушавали да полете са крова гараже. Такве акције су се, наравно, неславно завршавале - обично уз прелом нечије ноге или руке. Сва та пилотска еуфорија брзо је нестала када су на телевизији почели да се емитују преноси НБА утакмица. Летење испод коша и моћно закуцавање заменили су сан о пилотирању. Заправо, није се много тога променило. Само што се ноге и руке сада ломе на кошаркашком терену. Жеља да се полети потпуно је иста.

Скок

Кошаркаш који води лопту до рекета, тешко ће одолети да направи двокорак и скочи на кош. Ма какво било стање на терену, играчи обично имају јаке мотиве да на овај начин улазе под кош. У жару игре, док је играч у покрету, вероватноћа да из трка погоди кош је мала. Обично се пуца из стања мировања пошто лопта тако мирује на почетку свог лета и кошаркаш има бољу контролу њене почетне брзине. Када се заустави да испуца лопту, играч рачуна и на "меморију" својих мишића – током тренинга он је углавном пуцао из мировања. Међутим, брзина лопте која се из мировања испуца на кош много је мања него кад играч са лоптом трчи, па је лопта доступнија противнику који може да је ухвати. При трчању, укупна брзина избачене лопте у односу на терен

једнака је збиру брзине играча и брзине којом је лопта бачена. Зато је закуцавање идеално решење јер се тако користи и брзина тела играча да донесе лопту до коша. Носећи лопту кроз ваздух, играч је штити од противника на најбољи начин. Најпрецизнији начин за гађање при таквом скоку је полагање лопте у кош или пак, закуцавање у сам обруч, пошто се при обичном бацању из лета смањује прецизност јер се играч креће. Но, неки од вештијих играча успевају да додају лопту саиграчу када већ скоче под кошем. Лакше је додати лопту него погодити кош, пошто лопта иако убрзана, ипак "види" довољно велику површину. При оваквом додавању играч се обично креће напред и окреће се око собе. За то му је потребна велика снага и много вештине. Да би уопште направио двокорак и скочио до висине обруча, његов одраз и потоњи скок морају бити увежбани.

Коси хитац

Но, да ли кошаркаши уопште лете? Ко је икада гледао баскет, а верује својим очима, лако се могао уверити да кошаркаши лете кроз ваздух. Међутим, то је само илузија. Када се одразе и крећу се кроз ваздух, они својим телом изводе својеврсни коси хитац. На врху путање обично рашире руке па се чини да још увек лете. Но, сво време падају у гравитационо пољу, као и било који предмет који се баци под углом и лети по путањи у облику параболе. Дуж вертикалне осе сва тела падају истим убрзањем. Ако се две лопте баце истовремено са исте висине - једна се пусти да вертикално пада, а друга се баци унапред - обе лопте ће пасти на земљу у истом тренутку. Слично је са играчем и лоптом – ма какве путање прешли, обоје падају у истом тренутку на земљу. При закуцавању, међутим, лопта има додатну почетну брзину усмерену ка земљи, тако да она удара у земљу пре играча, што ствара илузију да играч остаје да лебди у ваздуху током свог пада. Изгледа као да додатним увртањем и пружањем руку, он продужава своје време у ваздуху. Међутим, то је варка. Прецизна мерења и снимци брзом камером показала су да играч, ма шта изводио у ваздуху, увек проводи једнако времена у узлазној као и силазној путањи свог скока. Боравак у ваздуху може се продужити само ако се играч закачи за кош при свом скоку. Наравно, питање је вештине како ће играч искористити свој скок у рекету. Мада не лете, за кошаркаше постоји исто искушење које је имао и Икар када је хтео да се у свом лету уздигне што више, а слепљена крила му се отопила на сунцу. Ако кошаркаш мисли само на лепоту свог скока, ма како високо скакао, када долети до коша лако се може десити да му лопта буде скинута од стране противника.

Легенда о Икару

Према старој грчкој легенди, први човек који летео био је Икар. Краљ Миноса је замолио Дедала, Икаровог оца, да му сагради лавиринт за бика Минотаура, што је Дедал и учинио. Међутим, у страху да би могли да открију тајну лавиринта, краљ је затворио Дедала и Икара у лавиринт. Пошто је био одличан конструктор, Дедал је себи и Икару направио крила од птичијих пера. Међутим, када су побегли из лавиринта и полетели, Икар је толико уживао у сопственом лету, да се уобразио. Помислио је како би могао да стигне и до Сунца, али када се подигао на довољну висину, крила су му се отопила од сунчеве топлоте. Икар је тако пао у море.

Колико има ваздуха у кошаркашкој лопти?

Пише: Марко Војиновић

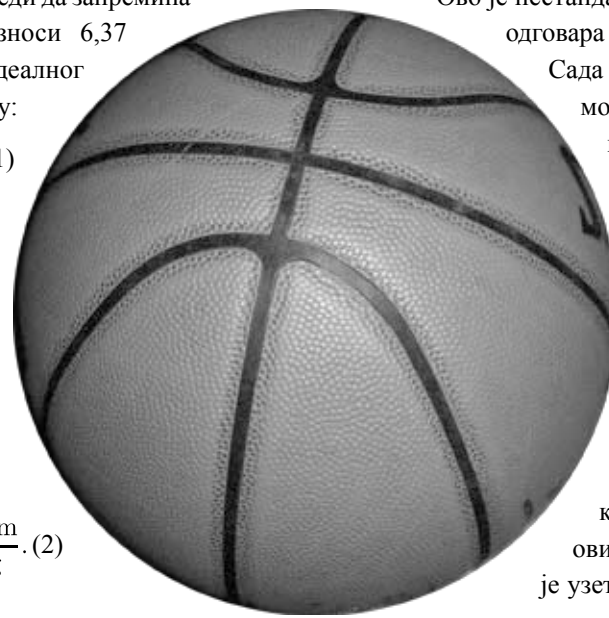
Често се у анализама кретања кошаркашке лопте мора узети у обзир њена ротација, чиме се одмах поставља питање непознатог момента инерције. Најједноставније је претпоставити да је лопта потпуно шупља и да је сва њена маса концентрисана на површини. Међутим, јасно је да лопта није шупља већ да је испуњена ваздухом. Размотримо стога колики је допринос ваздуха моменту инерције лопте.

Према званични правилима кошаркашке игре, лопта треба да има полупречник од 12 cm и масу од 600 g. Ако претпоставимо да је дебљина материјала од које је лопта направљена 5 mm, следи да запремина ваздуха у лопти износи 6,37 литара. Једначину идеалног гаса пишемо у облику:

$$pV = \frac{m}{M}RT. \quad (1)$$

Узимајући да је моларна маса ваздуха M=28.8 g/mol, на собној температури од $T = 20^0$C = 293K имамо да је однос притиска и масе ваздуха у лопти:

$$\frac{p}{m} = \frac{RT}{MV} = 0.13\ \frac{\text{atm}}{\text{g}}. \quad (2)$$



(једна атмосфера одговара притиску од 101325 Pa, а то је вредност атмосферског притиска).

Притисак правилно напумпане лопте је одштампан на свакој лопти, ознаком “7-9 lbs”. Ово је нестандардна, америчка мера и одговара притиску од 1,54 atm. Сада из једначине (2) можемо да израчунамо масу ваздуха у правилно напумпаној лопти, и она износи 11.8 g, односно 2% укупне масе лопте.

Да бисмо потврдилиоваизрачунавања, одредили смо масу напумпане и испумпане кошаркашке лопте. При вршењу ових мерења, неопходно је узети у обзир Архимедову

силу потиска. Међутим, ефекат силе потиска се може елиминисати мерењем тежине лопте када је (а) потпуно напумпана и (б) испумпана до атмосферског притиска. Наиме, у случају (б) полупречник а тиме и запремина лопте се веома мало смање, па је промена силе потиска занемарљива. На основу тога, разлика у два мерења ће представљати тежину вишка ваздуха који се унесе пумпањем лопте.

На основу једначине (2), маса ваздуха у лопти на атмосферском притиску износи 7.7 g. Ако са m_v обележимо масу ваздуха у напумпаној лопти, а са Δm обележимо разлику у мерењима (а) и (б), имамо:

$$m_v = \Delta m + 7.7 \text{ g}.$$

Резултати наших мерења су следећи: маса напумпане лопте износи 590,3 g, док је маса лопте испумпане до атмосферског притиска 586.3 g. На основу горње формуле за масу сада имамо да укупна маса ваздуха у напумпаној лопти износи:

$$m_v = 4.0 \text{ g} + 7.7 \text{ g} = 11.7 \text{ g},$$

што се слаже са вредношћу коју смо теоријски предвидели.

На основу ових мерења можемо проценити и да ли је лопта на којој смо вршили мерења била исправно напумпана. Обележимо са m_{vi} масу ваздуха у испумпаној лопти. Будући да је маса ваздуха у лопти директно пропорционална притиску, имамо:

$$\frac{m_v}{m_{vi}} = \frac{p}{1 \text{ atm}},$$

одакле заменом m_v = 11,7 g и m_{vi} = 7,7 g добијамо p=1,52 atm, што је еквивалентно са 7,6 lbs, односно припада прописаном опсегу притиска. Дакле, лопта на којој смо вршили мерења је била исправно напумпана.

Коначно, размотримо допринос ваздуха укупном моменту инерције лопте. Претпостављајући да ваздух у лопти ротира заједно са њом и да је дебљина гуме занемарљива у поређењу са полупречником лопте, имамо:

$$\begin{aligned} I &= I_v + I_l \\ &= \frac{2}{5} m_v R^2 + \frac{2}{3} m_l R^2 \\ &= \frac{2}{3}(m_l + m_v) R^2 \left(1 - \frac{2}{5} \frac{m_v}{m_v + m_l}\right), \end{aligned}$$

где је m_l маса лопте без ваздуха, а R полупречник. Други сабирак у загради представља поправку на апроксимацију да је сва маса лопте концентрисана на њеној површини. Будући да је маса ваздуха само 2% укупне масе лопте, други сабирак износи 0,008 = 0,8%. Дакле, поменута апроксимација прецењује момент инерције за мање од једног процента, што се за већину разматрања може свакако сматрати занемарљивим.

Ако бисмо узели у обзир чињеницу да површина лопте није хомогена, већ да на њој постоје шаре и вентил за надувавање, морали бисмо да извршимо нову корекцију момента импулса. Међутим, та корекција је још мања од оне коју смо размотрили у овом тексту, па је можемо занемарити.

Како погодити кош

Пише: Душко Латас

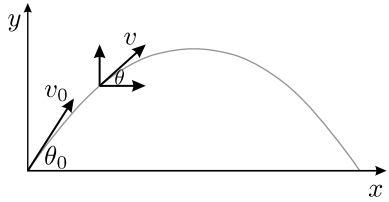
Ако бисте питали Пеђу Стојаковића, нашег репрезентативца и звезду Сакраменто Кингса, шта се дешава са становишта физике када лопта путује према кошу, вероватно не бисте добити потпун одговор. Пеђа савршено добро осећа како треба да упути лопту да би она прошла кроз обруч. Тај осећај је стекао тренирајући хиљадама сати и играјући на великом броју утакмица. Зато разумевање физичких принципа који се препознају у току кошаркашке утакмице вероватно неће омогућити Пеђи и његовим друговима да постигну још боље резултате, али ће младим физичарима помоћи да боље схвате и физику и кошарку.

Познавање физике може вам помоћи да успешно решите велики број проблема. Ако исправо користите знање из физике, имаћете неочекивану предност у читавом низу различитих активности – па тако и на спортским такмичењима. Можда је најсветлији пример Џонатан Едвардс, светски рекордер у троскоку. Џонатан је почео да се бави атлетиком у 21. години, са 22 је завршио физику на Кембрицу, а са 25 је први прелетео границу од 18 метара!

Уколико су резултати примене физике на познат систем неочекивани, утолико ће вас примена физике у тој области више унапредити. Видећемо да су резултати које ћемо добити посматрајући кошарку врло занимљиви.

Основни циљ којем кошаркаши теже је да постигну више поена од свог противника. Зато је врло важно да искористе сваку прилику за постизање коша. Када се нађе на одређеном растојању од коша, кошаркаш има бесконачно много трајекторија, са одређеним почетним брзинама и угловима под којим је лопта послата, које повезују руке играча и обруч коша. Сви сте покушали да погодите кош и знате да има знатно више трајекторија које ће, уместо у обручу, завршити поред њега. Ипак, и међу успешним трајекторијама постоји једна која је најбоља. То је она трајекторија код које је почетна брзина најмања. Покушајмо да одредимо ту трајекторију.

Наша прва претпоставка ће бити да се лопта креће у хомогеном гравитационом пољу, са почетном брзином v_0 која заклапа угао θ_0 са хори-



Слика 1. Коринатни систем и ознаке коришћене за опис кретања косог хица

зонталом. Ако су координате и ознаке изабране као на слици 1, једначине које описују x и y координату лопте након времена t ће бити

$$x = v_0 t \cos\theta_0, \quad y = v_0 t \sin\theta_0 - \tfrac{1}{2} g t^2,$$

где је g гравитационо убрзање. Ово кретање може да се види као комбинација два истовремена кретања: у правцу x осе то је кретање са константном брзином, а у правцу y осе имамо кретање са константним убрзањем. Компоненте брзине лопте након времена t су

$$v_x = v_0 \cos\theta_0, \quad v_y = v_0 \sin\theta_0 - gt.$$

Угао θ којег вектор брзине лопте заклапа са хоризонталом у произвољном тренутку задовољава једначину

$$\mathrm{tg}\theta = \tfrac{v_y}{v_x} = \mathrm{tg}\theta_0 - \tfrac{gt}{v_0 \cos\theta_0}.$$

Елиминацијом времена t из горњих једначина добијају се следеће релације

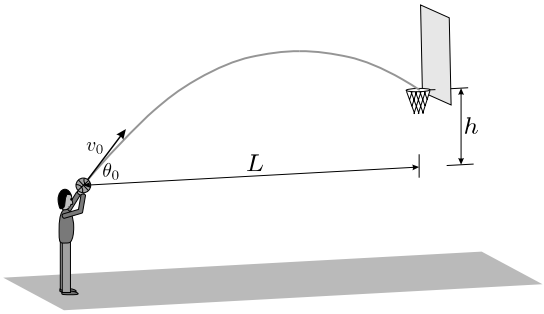
$$\mathrm{tg}\theta = \tfrac{2y}{x} - \mathrm{tg}\theta_0, \tag{1}$$

$$v_0^2 = \tfrac{gx}{2\cos^2\theta_0(\mathrm{tg}\theta_0 - y/x)}. \tag{2}$$

Горње једначине описују кретање лопте по параболи. Карактеристичне брзине лопте су релативно мале – до 10 m/s. С друге стране, површина лопте је релативно велика, тако да је сила отпора ваздуха мала, али ипак незанемарива. Зато путања лопте одступа од параболе. За почетак, ми ћемо занемарити силу отпора ваздуха и сматраћемо да се лопта креће по параболи.

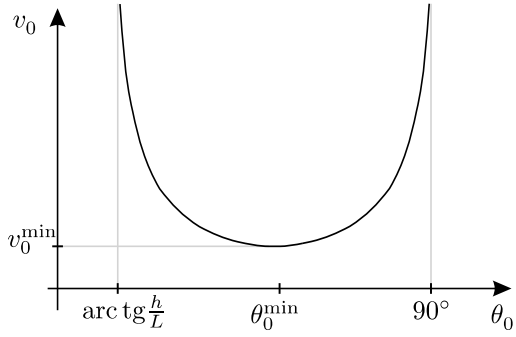
На слици 2. је приказана путања лопте која пролази кроз центар коша. Да бисмо задржали ознаке из претходног разматрања, координатни почетак ћемо поставити на почетак трајекторије, а то је на месту где је играч избацује. Лопта ће ући у кош, ако прође кроз тачку са координатама $(x = L, y = h)$. Овде су L и h хоризонтално и вертикално растојање од руку играча до средине обруча. На основу једначине (2), да би шут завршио у кошу потребно је да буде задовољено

$$v_0^2 = \tfrac{gx}{2\cos^2\theta_0(\mathrm{tg}\theta_0 - h/L)}. \tag{3}$$



Слика 2. Ознаке коришћене за опис кретања лопте

Последња једначина повезује v_0 и θ_0 прецизног шута, који пролази кроз центар обруча. За сваки угао θ_0 може се наћи одговарајућа брзина



Слика 3. График зависности $v_0(\theta_0)$

којом лопта треба да крене. Стога кажемо да последња једначина описује фамилију парабола које нас интересују.

На слици 3. приказан је график зависности v_0 и θ_0 за фиксиран положај (L, h). Приметимо да ова крива има минимум. Матуранти знају да израчунају да се минимална брзина добија за угао

$$\theta_0^{\min} = 45° + \tfrac{1}{2}\operatorname{arc\,tg}\tfrac{h}{L}, \tag{4}$$

тако да је минимална брзина

$$v_0^{\min} = \sqrt{g\left(h + \sqrt{h^2 + L^2}\right)}. \tag{5}$$

Следеће ограничење на дозвољене вредности угла θ_0 се добија кад приметимо да лопта мора да упадне у кош, односно да се налази на падајућем делу параболичне трајекторије када стигне до коша. Да бисмо тај критеријум написали математички, дефинисаћемо угао уласка лопте у кош θ_1 као угао између хоризонтале и тангенте на трајекторију када лопта пролази кроз раван обруча, као што се види на слици 2. Користећи једначину (1) добијамо израз за θ_1 . Пошто је θ_1 позитиван испод хоризонтале, а θ_0 се мери као позитиван угао изнад хоризонтале, из једначине (1) се добија

$$\tfrac{2h}{L} - \mathrm{tg}\theta_0 = \mathrm{tg}\theta = \mathrm{tg}(-\theta_1) = -\mathrm{tg}\theta_1$$

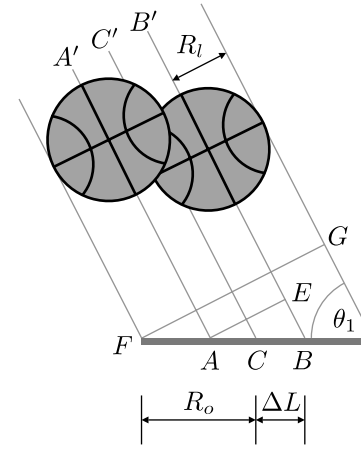
или

$$\mathrm{tg}\theta_1 = \mathrm{tg}\theta_0 - \tfrac{2h}{L} \tag{6}$$

Стога, услов $\mathrm{tg}\theta_0 > 2h/L$ мора да буде задовољен када лопта улази у кош. Међутим, као што ћемо ускоро видети, постоје додатна ограничења на угао θ_0.

У складу са званичним правилима, обруч коша има пречник 45,7 cm, док је обим лопте око 76 cm, тако да је пречник лопте око 24 cm и мало је већи од половине пречника обруча. Центар лопте не треба нужно да прође тачно кроз центар обруча да би био постигнут кош.

Претпоставимо да се парабола по којој иде лопта налази у равни у којој је и центар обруча.



Слика 4. Поглед са стране на кош при поготку

На слици 4. приказан је пресек обруча у равни трајекторије. Означимо са *C'C* правац тангенте трајекторије која пролази кроз центар обруча, са углом уласка у кош θ_1. Нека су *A'A* и *B'B* паралеле са *C'C* при чему прва од њих пролази кроз центар лопте која улази у кош непосредно уз предњи крај обруча, а друга, аналогно, одговара случају уласку лопте у кош близу стражњег крај обруча (са становишта ирача). Дужи *FG* и *AE* су нормалне на *A'A*, *B'B* и *C'C*. Ако са R_l означимо полупречник лопте, онда важе следеће геометријске релације.

$$FG = 2R_o \sin\theta_1, \quad AE = FG - 2R_l,$$

из чега се добија

$$AB = 2\Delta L = \frac{AE}{\sin\theta_1},$$

односно

$$\Delta L = R_o - \frac{R_l}{\sin\theta_1}. \qquad (7)$$

Овде је ΔL дозвољена полуширина интервала хоризонталног растојања од играча до центра обруча при поготку. Дакле, кошаркаш ће да погоди кош уколико се лопта налази на трајекторији за коју је хоризонтално растојање унутар интервала $L \pm \Delta L$, односно веће од $L - \Delta L$ и мање од $L + \Delta L$. Овај резултат личи на резултат мерења у физици, јер је дат интервалом, односно централном вредношћу и ширином грешке. Ако је

$$\sin\theta_1 = \frac{R_l}{R_o} \Rightarrow \theta_1 = 32^\circ$$

тада је ΔL=0. Такође видимо да у случају $\theta_1 < 32^\circ$ лопта не може да уђе у кош. Тада ће погодити у предњи део обруча и одбити се од њега (постоји врло мала вероватноћа да ће лопта даље ударити у таблу, а затим у кош, али то ћемо да занемаримо). Врло је важно да приметимо да ΔL расте са порастом θ_1, а то значи да лопта која упада у кош под већим углом, "види" већи кош.

Видели смо да кошаркаш има одређену слободу приликом шутирања на кош, која се неће одразити на успешност коначног резултата (погодак или промашај). Сад ћемо да испитамо колике могу да буду грешке почетне брзине и почетног угла, а да буде постигнут кош.

Ако је лопта бачена под углом θ_0, тад постоји област вредности $v_0 \pm \Delta v$ за које је шут успешан. Овде је Δv граница грешке за брзину, а ту величину израчунавамо на следећи начин: најпре одредимо v_0 за дате вредности h, L и θ_0

Додавање лопте

Правила кошаркашке игре забрањују да се лопта носи више од два корака. Стога, кошаркаши врло често додају лопту један другом. Да би спречио противника да дође у посед лопте, играч који баца лопту треба да је упути према свом саиграчу тако да она има велику брзину. Играч који прихвата лопту у почетку има испружене руке, а онда прима лопту тако да све време привлачи руке ка себи. Кошаркаш то ради да би смањио силу којом лопта делује на њега.

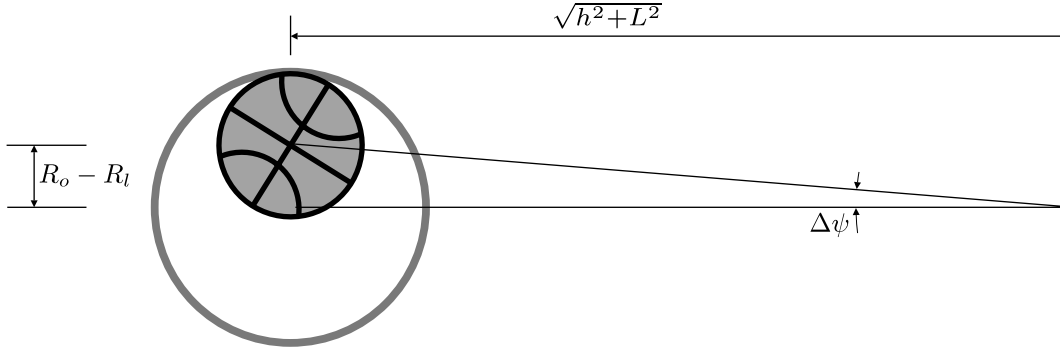
Сила којом лопта делује на играча једнака је $F = m\Delta v/\Delta t$. Овде је Δv промена брзине, а Δt време заустављања лопте. Да би сила била мања, потребно је да време заустављања буде веће. Управо зато, кошаркаши се труде да брзе лопте примају дуже, продужавајући време привлачењем руку ка себи.

а потом уместо L ставимо $L + \Delta L$ и одредимо $v_+ = v_0 + \Delta v_+$. Затим L заменимо са $L - \Delta L$ и добијемо $v_- = v_0 - \Delta v_-$. Показује се да су Δv_+ и Δv_- приближно једнаки, тако да можемо да узмемо да је $\Delta v = \Delta v_+ = \Delta v_-$.

На сличан начин се дефинише и грешка угла: узмимо да је лопта бачена брзином v_0 под углом θ_0 тако да пролази кроз центар обруча. Да бисмо одредили могуће грешке за угао поново користимо једначину (4) у којој за дато h, уврштавајући $L + \Delta L$ и $L - \Delta L$ и добијамо $\theta_+ = \theta_0 + \Delta\theta_+$ односно $\theta_- = \theta_0 - \Delta\theta_-$. Понашање величине $\Delta\theta_\pm$ је знатно сложеније од Δv. Пре свега, $\Delta\theta_+$ и $\Delta\theta_-$ нису једнаки. Може се показати да ако је $\theta_0 < \theta_0^{\min}$ повећање угла доводи до повећања домета. С друге стране, ако је $\theta_0 > \theta_0^{\min}$ тад се дешава обрнута ствар: повећање угла утиче на скраћење дужине шута. А оно што је најзанимљивије, ако је $\theta_0 = \theta_0^{\min}$ тад и повећање и смањење угла доводи до скраћења шута! То је врло значајно, јер показује зашто је добро да угао за избацивање лопте буде управо $\theta_0^{\min}$. Наиме, ако кошаркаш избаци лопту приближно под тим углом (или мало више или мало мање, јер ипак, људски је грешити), а гађа мало даље од центра обруча, он ће сигурно погодити кош, јер у оба случаја лопта пролази близу центра обруча. Дакле, видимо да је најбољи угао за избацивање лопте $\theta_0^{\min}$, а даља анализа ће показати да је овај закључак исправан.

Границе грешке Δv и $\Delta\theta_\pm$, даће нам мерила за избор најбоље трајекторије лопте. Што је већа дозвољена грешка за дати угао избацивања лопте, то је дата трајекторија боља, јер омогућава играчу већу могућност да погреши, а да опет његов покушај буде успешан.

До сада смо претпостављали да се лопта креће у равни у којој се налази центар коша. Сад ћемо да размотримо "бочну границу грешке": да би шут био успешан, лопта не мора да се налази у равни центра коша, већ може да се центар лопте нађе на растојању $R_o - R_l$ од центра обуча лево или десно, где су R_o и R_l



Слика 5. Величине које одређују дозвољену бочну грешку

полупречници обруча и лопте респективно. Да бисмо одредили дозвољени бочни угао грешке $\Delta\psi$, конструишемо правоугли троугао, чија је једна катета $R_o - R_l$, а друга је удаљеност од центра коша до места од којег лопта започиње свој пут (слика 5). Величина $\Delta\psi$ задовољава релацију

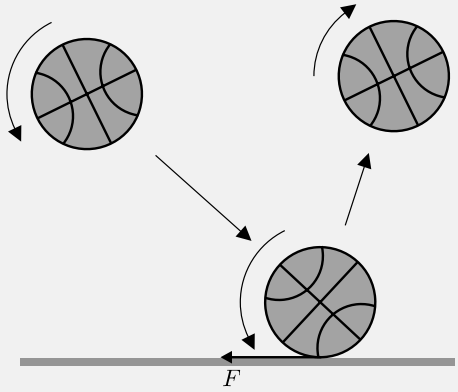
$$\mathrm{tg}\,\Delta\psi = \frac{R_o - R_l}{\sqrt{h^2+L^2}}.$$

Ова грешка зависи само до растојања од коша и смањује се како се удаљавамо. Што је даље од коша, кошаркаш мора да буде прецизнији. Ова грешка има порекло у геометрији и не може се смањити.

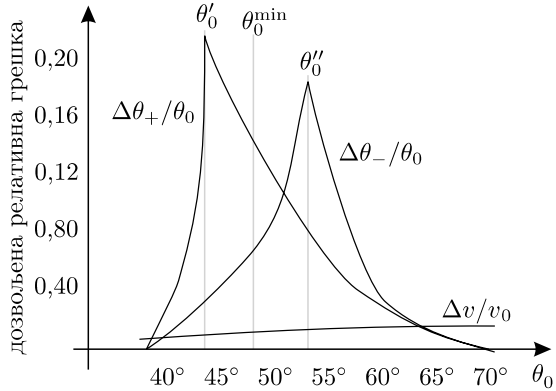
Размотримо сад нумеричке резултате који се добијају из претходне анализе. Претпоставићемо да наш кошаркаш има висину 1,80 m и да се налази на растојању 4 m од центра коша. Дакле, L=4 m, а h ћемо проценити на 0,9 m (висина коша је 3,05 m, а лопта је избачена на висини 0,35 m изнад главе кошаркаша). На слици 6. су приказане релативне грешке (за брзину $\Delta v/v_0$ и углове $\Delta\theta_\pm/\theta_0$) за трајекторије погодака. Са слике се види да дозвољена грешка за брзину расте са порастом угла θ_0. Тај раст је врло спор, а дозвољена грешка увек врло мала. Да би погодио кош, кошаркаш мора да буде изузетно прецизан при одређивању почетне брзине. Тек

Зашто кошаркаши дају лопти спин уназад

Сигурно сте приметили да кошаркаши избацују лопту врховима прстију. На тај начин обезбеђују бољу контролу лопте у тренутку шута, а са друге стране преносе лопти лак ударац из зглоба, што јој даје ротацију уназад. Арнолд Ред Оербах, чувени играч и тренер Бостон Селтикса, једном је рекао:



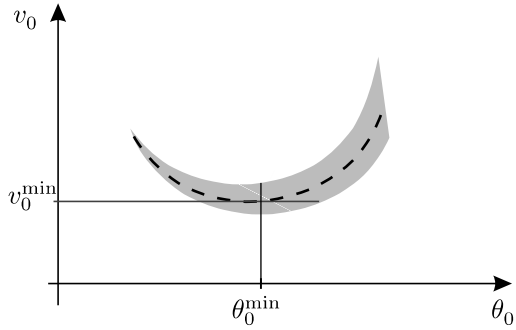
"Врхови прстију дају лопти спин уназад, што чини шут мекшим и помаже му да буде срећнији." Да се овде не ради о доброј срећи, већ о доброј физици, показаћемо ако размотримо силе које делују на лопту кад она има спин у назад. Претпоставимо да лопта еластично удара у површину обруча. Спин уназад повећава релативну брзину тачке додира лопте и обруча, па се повећава и сила трења у односу на случајеве када спина нема, или када би лопта имала спин унапред. Сила трења код лопте која је упућена са спином уназад делује на лопту тако да јој знатно смањује брзину (угаона брзина чак промени и смер), па ће таква лопта, ако већ не погоди кош одскочити негде близу и ако је почетна угаона брзина довољно велика, упасти у кош. Дакле, спин уназад је важан само због оног што ће се десити након евентуалног промашаја. Што се тиче саме трајекторије лопте на њеном путу до коша, она је иста као и кад нема спина.



Слика 6. Дозвољене релативне грешке при поготку

за углове шута изнад 60^0 та грешка прелази 1%, а за почетну брзину $v_0^{\min}$ износи око 0,8%.

Дозвољене грешке угла су знатно веће. Са слике се види да $\Delta\theta_+/\theta_0$ и $\Delta\theta_-/\theta_0$ имају врло оштре пикове, односно максималне вредности у близини $\theta_0^{\min}$. Да бисмо боље разумели како се дате криве могу протумачити, размотримо конкретан пример. Нека је θ_0=48^0, за дато L и h добијамо да је почетна брзина за трајекторију



Слика 7. Област погодака

која погађа центар коша v_0=6,94 m/s. За тај угао је $\Delta\theta_+/\theta_0$=0,119 и $\Delta\theta_-/\theta_0$=0,038. То значи да при тој брзини угао шута може да буде између $46{,}2^0$ и $53{,}7^0$ и лопта ће проћи кроз обруч. Са слике се још види да је највећа дозвољена грешка за угао шута између θ_0'=$45{,}8^0$ и θ_0''=$52{,}6^0$ или ако је угао у интервалу $49{,}6^0\pm3{,}4^0$. За изабрано растојање угао θ_0=$49{,}6^0$ одговара минимуму брзине шута, тако да добијамо у конкретном примеру да је опет најбоље лопту упутити под углом θ_0, јер је то центар интервала грешке.

Да бисмо још боље разумели понашање дозвољене грешке у околини $\theta_0^{\min}$ размотримо слику 7. На њој је приказана детаљнија верзија криве $v_0(\theta_0)$. Испрекиданом линијом приказане су трајекторије које пролазе кроз центар обруча, а сива област представља област успешних шутева. Са слике се види да је опет најповољнији угао шутирања θ_0, јер је за тај угао површина која описује дозвољене грешке највећа.

Угао θ_0, па самим тим и брзину v_0, који су се на основу неколико критеријума показали као најповољнији за постизање коша можете увек одредити на основу формула (4) и (5). Потребно је само да одредите растојање од коша (величине L и h, при чему је ова друга величина увек иста, јер зависи од ваше висине и технике шута) и лако ћете одредити параметре који ће вам дати оптималну трајекторију.

Горњи резултати су изведени под претпоставком да се отпор ваздуха може занемарити. Као што смо већ рекли, отпор ваздуха производи незанемарљив ефекат на трајекторију лопте.

Физика слободног бацања

Слободно бацање се изводи са линије која је од центра обруча удаљена 4,225 m. Мада се погодак са линије слободног бацања рачуна за 1 поен, показује се да су слободна бацања изузетно важна, јер их свака екипа у току утакмице изводи око 20 пута. Статистичари су израчунали да је готово четвртина утакмица решена баш са линије слободних бацања, екипа која их је успешније изводила – победила је. Оптималан угао и брзину под којим треба избацити лопту може се израчунати на основу формула (4) и (5). Ипак, ако желимо да избегнемо формуле које су дате у основном тексту, видећемо да мало размишљања може да доведе до интересантних и неочекиваних резултата. Да бисмо били сигурнији да ће лопта ући у кош, потребно је да угао уласка у кош буде већи. А да би тај угао порастао, можемо да лопту избацујемо под већим углом (то није претерано згодно, јер морамо да повећавамо брзину лопте, чиме се умарамо) или да лопту избацујемо са мање висине. (То објашњава зашто ниски играчи боље изводе слободна бацања од високих.) Ако напустите уобичајан начин шутирања (изнад главе) и лопту баците одоздо повећаћете угао под којим она улази у кош и ваш шут ће бити прецизнији! Ако сте гледали кошаркашке утакмице које су давно игране, видећете да су играчи некад изводили слободна бацања баш на овај начин. Данас је тај начин напуштен, али остало је сећање на Рика Берија, легенду НБА лиге шездесетих и Фарчића, некада кошаркаша Партизана, који су и даље ненадмашни по проценту погодака са линије слободних бацања, а који су шутирали управо на овај начин.

Кад се урачуна отпор ваздуха, једначине које описују кретање се компликују, а за њихово решавање се користе приближни модели. Овде ћемо те детаље прескочити, рећи ћемо само да због отпора ваздуха лопта проводи дуже времена у ваздуху, почетна брзина мора да буде већа од оне коју смо ми израчунали, а и углови треба да се коригују за неколико степени, зависно од удаљености играча до коша. Ипак, релативне грешке су готово исте као и у случају кад се занемари отпор ваздуха, па је овај поједностављен модел и његово предвиђање сасвим оправдан. Практична провера овог модела је вршена тако што су снимани многобројни играчи док шутирају на кош. Интересантно је напоменути да су та мерења показала да најбољи шутери у НБА лиги (као нпр. Пеђа Стојаковић) лопту избацују са најмањом брзином која за дату удаљеност повезује положај руку и коша. Мерења су показала да је дозвољена грешка брзине заиста јако мала (испод 1%). Зато и јесте фасцинантно да играчи у току утакмице са толиком прецизношћу погађају кош (око 50% покушаја заврши у кошу) поготово када се зна да играчи противничке екипе све време ометају играче у нападу.

Следећи пут када изађете на кошаркашки терен покушајте да за различита растојања од коша нађете оптималне углове и брзине избацивања лопте. Ако будете довољно тренирали, те параметре ћете моћи поновити у свакој ситуацији. А када освојите први кошаркашки трофеј, сетите се да је ваша унапређена каријера кошаркаша почела од овог чланка.

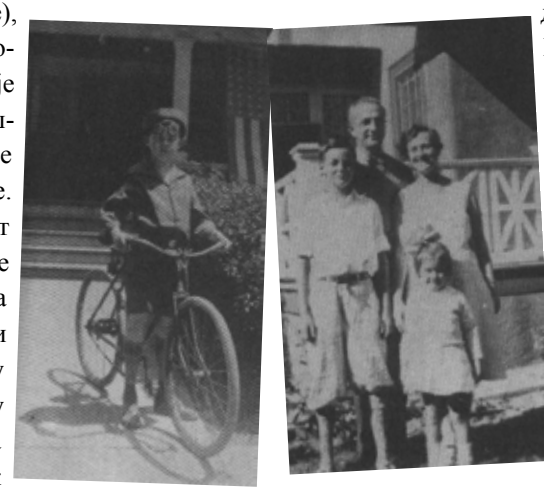
Ричард Филип Фајнман

Занесени геније

Пише: Славица Спасовић

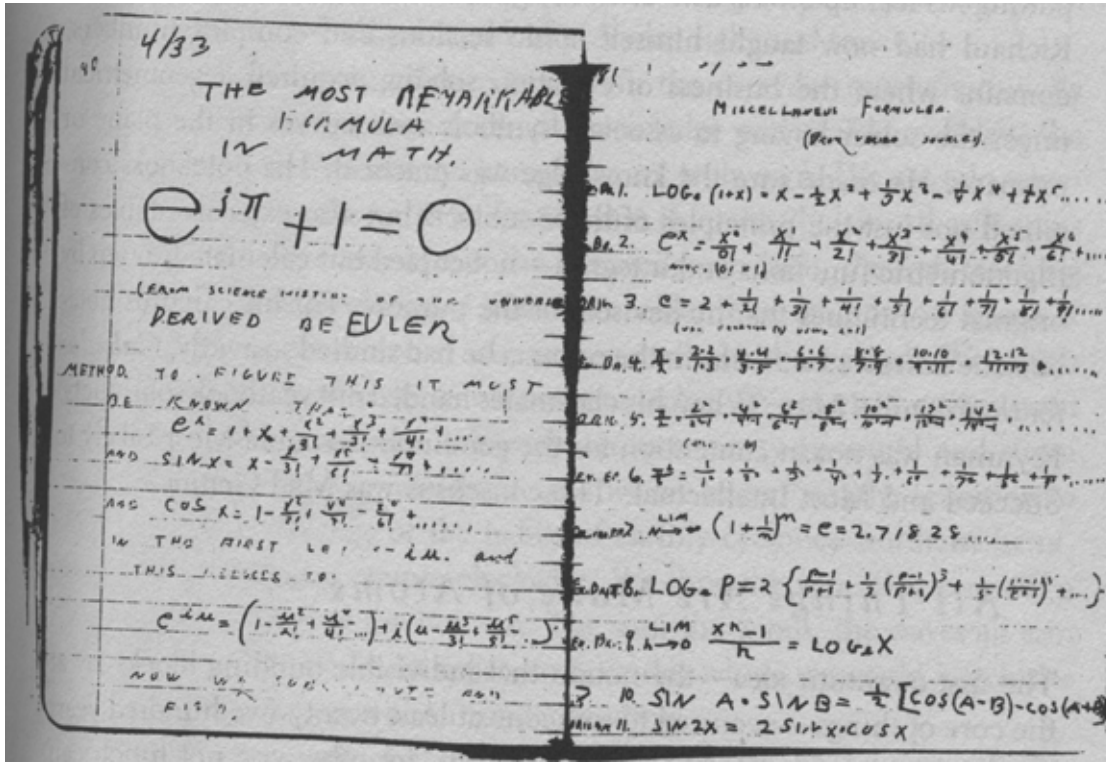
Често се каже да је најтеже добити признање од вршњака. Ричарда Фајнмана су пријатељи назвали залуђени геније, чиме су му предсказали изузетну каријеру. Данас када се сећамо тог великог физичара и даље се дивимо његовој систематичности и оригиналности, а те особине Фајнман је показивао још у детињству.

Ричард Филип Фајнман је рођен 11. маја 1918. год. у Фар Роквеју (Far Rockaway), држава Њујорк (САД). Ричардов отац, Мелвил Фајнман, је имигрирао из Белорусије, из града Минска. Био је фасциниран науком, али није имао могућности да се њом бави. Да би зарадио за живот, одрађивао је разне послове, а највише времена је провео као кројач униформи за полицијске официре и генерале. Ричардова мајка, Луси (Lucille), је одрасла у много бољим условима. Била је најмлађа кћерка успешног милионера који је емигрирао из Пољске. Кад је напунила двадесет једну годину отац јој је одобрио да се венчања са Мелвилом и млади брачни пар се уселио у апартман на Менхетну 1917. год. Годину дана касније родио се дечак којем су дали име Ричард.



Дечак је проходао са непуних годину дана, али је мајци задао пуно бриге, јер је проговорио тек пошто је напунио две године. Свако вече, пред спавање, отац Мелвил је малом Ричарду читао текстове из енциклопедије Британика, а те текстове је употпуњавао са примерима и илустрацијама из реалног живота. Тако је, да би појаснио идеју о појму инерције, користио дечаков камион-играчку. Касније је Ричард често подсећао на опис који му је отац дао за Tyrannosaurus rex, који су били високи 25 стопа (7,5 метара). “Довољно је висок, да кад би стао у наше двориште, онда би могао да провири кроз прозор”.

Тако је Ричард заједно са својом млађом сестром Џоаном (и она је касније постала фи-



зичар) одрастао у породици у којој су озбиљност и знање долазили од оца, а хумор и лепо приповедање од мајке.

Прва школа коју је похађао млади Ричард била је Public School 39 у Њујорку. Оно што је учио у школи допуњавао је знањем које је стицао читајући књиге које је позајмљивао из библиотеке. Посебно је био заинтересован за математику. За ученике чији такмичарски дух није могао бити задовољен само играњем бејзбола, Њујоршка школа је имала међушколску лигу из алгебре, односно математички клуб. Истовремено је био и члан физичарског клуба где су решавали проблеми таласног кретања светлости, проучавали феномени димних прстенова и поново постављали класични Миликенов експеримент за одређивање наелектрисања електрона. На екипним такмичењима која су била организована на нивоу града, екипа којој је Фајнман припадао увек је заузимала прво место, а њега су редовно бирали за капитена екипе.

Задатак са такмичења

Замислите да сте у чамцу и веслате узводно. Река тече брзином три миље на сат, а брзина чамца у односу на реку је четири и једна четвртина миље на сат. После 45 минута сте приметили да вам је вода однела шешир. Одмах окрећете чамац и веслате низводно истом брзином. За које време ћете довеслати до вашег шешира?

Овај задатак је једноставнији од већине других. Међутим, узимајући у обзир да ученику треба три до четири секунде за почетак рада, додајући томе и збуњеност која настаје услед ужурбаности због ограниченог времена за одговор, врло често се дешавало да тачан одговор изостане.

За разлику од осталих такмичара, Фајнман је још док је читао, успевао да сагледа задатак, расветли проблем, схвати његову суштину и најчешће је без коришћења оловке и хартије врло брзо долазио до тачног одговора. За овај задатак Фајнман је одмах уочио да се до решења брзо долази ако се референтни систем веже за шешир којег носи река. И док су остали рачунали он је већ имао спреман и тачан одговор. А ви?

У петнаестој години је на страницама своје свеске исписао формулу $e^{i\pi}+1=0$ изнад које је написао "Најзначајнија формула у математици". До краја те школске године, потпуно је савладао тригинометријски, диференцијални и интегрални рачун. Био је познат по својој екстремној методичности. Једном приликом, по завршетку школског часа из геометрије, његов наставник Г. Агбури фасциниран његовим знањем, одустао је од даљег излагања и замолио Ричарда да он преузме предавање.

Његове свеске биле су исписане формулама, садржале су табеле тригинометријских функција и интеграла, али не само оне које су могле да се нађу у приручницима, већ их је сам израчунавао користећи оригиналне технике. Такву једну свеску је насловио "Таблице за практичног човека". У годишњаку који су издали његови вршњаци на крају те школске године није био уписан у рубрику "Највероватније да ће успети" нити међу "Најинтелигентнијие". За њега су смислили нову рубрику "Занесени геније".

Са седамнаест година је примљен на MIT (Massachusetts Institute of Technology). Тамо се задржао четири године пре него што је почео да ради са Џоном Вилером. У Принстону је радио на идеји о електромагнетним таласима у квантној теорији, идеји за коју је инспирацију добио од Пола Дирака. Његово прво предавање је имало одличан одјек, привукавши пажњу Волфанга Паулија и Алберта Ајнштајна. Врло брзо се у физичарским круговима прочуо као брилијантан ум.

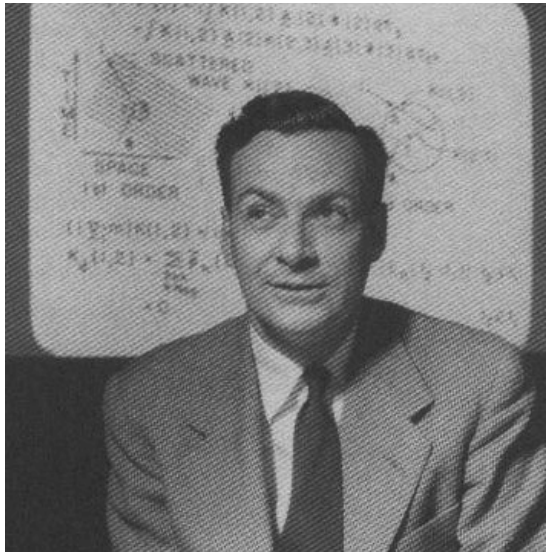
Своју тезу је комплетирао 1942. године, кад су се у његовом животу догодиле две битне ствари, које су значајно утицале на његов даљи живот; упознао је девојку по имену Арлина (Arline Greenbaum) и укључује се у тајни програм познат као пројекат Менхетн. За рад на овом пројекту изабрали су га чланови Ханс Бетеове групе чији су задаци били различити прорачуни за атомску бомбу. Касније, кад се

Швингер и Фајнман

Џулијан Швингер и Ричард Фајнман су били вршњаци. Као шеснаестогодишњаци обојица су били задивљени светом науке али су кренули различитим путевима. Швингера су занимале вести из савремене физике, док је Фајнман исписивао странице своје свеске математичким формулама. Док се Швингер трудио да уђе у свет одраслих, Фајман је још увек покушавао да импресионира своје другаре шалама и досеткама. Швингер је тежио да буде део интелектуалне елите, а Фајнман је много више волео да време проводи на плажи или шетајући периферијом града. Иако су били вршњаци, једва да су ишта имали да кажу један другом. Нису се срели наредних десет година, све до рада у Лос Аламосу. Много година касније, пошто су поделили Нобелову награду за физику, одушевили су госте, присутне на вечери, такмичећи се ко може брже да се сети појмова на задато слово из њиховог, пола века старог издања енциклопедије Британика.

сећао тог периода свог живота, осећања су му била помешана. Са једне стране су биле сцене усхићења из Лос Алмоса, а са друге ужас онога што се догодило у Јапану.

После рата поново се састао са Бетеом на Корнел универзитету, али овог пута због рада



на квантно механичкој теорији.

У току 1940. године Ричард Фајнман је развио јединствену методологију за решавање проблема у квантној електродинамици, на којем је доста дуго радио. Користио је дијаграме чим је развио нов метод. Године 1965. поделио је Нобелову награду са Швингером (који је одрастао у Њујорку) и са Томонагом (Tomonaga) који је решио исти проблем, али који је користио традиционалне методе[1].

Ричард Фајнман је радио као професор теоријске физике на Калифорнија Универзитету и на Калтеху. У исто време, био је добар бонгобубњар, похађао је школу цртања и био веома заинтересован за уметност.

[1] Томонага, Швингер и Фајнман су добили Нобелову награду за укупан допринос у развоју квантне електродинамике. Сликовито се каже да је Томонага показао да проблем може да се реши, Швингер је показао да он може да га реши, а Фајнман је показао да свако може да га реши. Његов метод просторно-временских дијаграма учинио је један изузетно тежак проблем једноставним и омогућио велики продор у овој области.

Како су финансије постале наука

Пише: Бранко Урошевић,
Економски факултет и SECCF, Београд
Универзитет Помпеу Фабра, Барселона, Шпанија

Свима нама који читамо "Млади физичар" добро је познато да се физички процеси одвијају свуда око нас. Познавање закона физике (и других природних закона) помаже нам да боље разумемо свет око себе, и да се суочимо са изазовима које нам живот намеће. Са друге стране, непознавање закона физике може скупо да нас кошта. Замислите само да не знате Њутнов закон гравитације и закон потиска, па искочите из авиона поверовавши да можете да летите машући рукама као крилима! Била би то грешка коју бисте могли да учините само једном у животу.

Као што се свакодневно сусрећемо са физиком били тога свесни или не, тако и свакодневно доносимо одлуке финансијске природе. Ако желимо да купимо компјутер на кредит или да одлучимо да ли и на који факултет да се упишемо, познавање основних принципа финансија омогућава нам да донесемо промишљене и научнозасноване одлуке, каткад и од пресудне важности за наш даљи живот. Слично као што непознавање закона физике може да има крупне негативне последице по нас, тако и непознавање принципа финансијске економије, науке која се бави проучавањем законитости које важе при доношењу финансијских одлука, може веома скупо да нас кошта (и у буквалном и у пренесеном смислу). Из тог разлога, свако од нас треба да се упозна са принципима финансијске економије бар у оној мери у којој познаје и основне законе природних наука или математике.

Постоји још један веома важан практичан разлог за проучавање финансија. Савремене финансије данас привлаче најинтелигентније и најдинамичније техничке и научне таленте из целог света. Широм света на хиљаде људи, по образовању физичари, математичари, инжењери или квантитативни економисти, решавају веома комплексне проблеме из финансија у водећим финансијским институцијама. Модели које користе често и потичу из физике или инжењерских дисциплина, мада су увек обогаћени практичним искуством и талентом оних који их примењују. За тако одговоран посао савремени финансијски стручњаци веома су добро плаћени, често многоструко више од својих бивших колега математичара, физичара и инжењера који се баве "чистом" науком. Све је то постало могуће услед развоја научне дисциплине која се бави финансијама – финансијске економије. У наредних неколико

бројева желимо да вас упознамо са развојем ове фасцинантне дисциплине која је код нас тек у повоју али се динамично и успешно развија пре свега на групи за квантитативне финансије Економског факултета у Београду и на Јужноевропском центру за савремене финансије (SECCF, http://www.seccf.org/). Биће то уједно и прича о томе како су финансије прешле из руку људи који су од математике знали само четири основне рачунске радње у руке научне и техничке елите данашњице.

Финансијска економија релативно је млада научна дисциплина рођена 1952. године у пионирском рада Харија Марковица (енгл. Harry Markowitz) из области анализе финансијских портфолија. Да бисмо боље разумели значај и суштину рада за који је професор Марковиц 1990. године добио Нобелову награду за економију, пренесимо се, начас, на почетак педесетих година прошлог века. Хари Марковиц, тада докторант завршне године на Постдипломској школи бизниса Универзитета у Чикагу, једној од најчувенијих бизнис школа на свету, предао је своју докторску дисертацију из области портфолио анализе на разматрање докторској комисији. Рад је користио ниво математике до тада невиђен у финансијама. Већина чланова комисије није, стога, могла да га разуме. Били су то, наиме, велики економисти оног времена, али економисти старог кова из времена када се озбиљнија математика није заправо користила ни у економији ни у финансијама. Теза Харија Марковица била је одбијена, уз образложење да је то "чиста математика, а не економија или финансије". После неколико месеци, међутим, на инсистирање чувеног професора Џејмса Тобина, ментора Харија Марковица, формирана је нова докторска комисија у којој су поред двојице економиста била и два математичара, који су економистима на прост начин објаснили о чему се ту заправо ради. Нова комисија је одушевљено прихватила овај рад уз образложење да ће највероватније представљати зачетак новог истраживачког правца у финансијама. Били су у праву. Тај рад представља камен темељац финансијске економије.

Да бисмо објаснили суштину идеје Харија Марковица, размотримо један прост пример. Претпоставимо да сте ви власник $n_{\mathrm{A}} = 2$ акције (власничке хартије од вредности) акционарског друштва тј. компаније А. Претпоставимо, даље, да је ова компанија продала укупно 200 акција на тржишту. Свака акције даје право на 1/200=0.5% удела у власништву компаније. Као власник две акције ви располажете са 2x0.5%=1% власништва над компанијом А. То, између осталог, значи да уколико компанија оствари годишњи профит од рецимо 1000 динара, вама припада 1000x1%=10 динара. Претпоставимо још да је цена једне акције компаније А данас једнака $p_{\mathrm{A}}(0)$=30 динара. Колика је тржишна вредност акција компаније А које поседујете? Очигледно, та вредност је: $w_{\mathrm{A}} = n_{\mathrm{A}} p_{\mathrm{A}}(0) = 2 \cdot 30 = 60$ динара.

Претпоставимо сада да поред две акције компаније А поседујете и $n_{\mathrm{B}} = 2$ акција компаније В чија тржишна вредност данас износи $p_{\mathrm{B}}(0)$

=12 динара по акцији. Тржишна вредност ваших акција које имате у компанији B једнака је $w_{\mathrm{B}} = n_{\mathrm{B}} p_{\mathrm{B}}(0) = 5 \cdot 12 = 60$ динара. Скуп свих финансијских актива у вашем поседу је, по дефиницији, ваш финансијски портфолио. У овом конкретном случају, он се састоји од две акције компаније A и пет акција компаније B. Колика је тренутна тржишна вредност вашег финансијског портфолија? Јасно, одговор је: $w(0) = w_{\mathrm{A}}(0) + w_{\mathrm{B}}(0)$=60+60=120 динара. Другим речима, вредност неког финансијског портфолија једнака је суми вредности капитала сваке од актива које улазе у његов састав.

Тежина неке активе једнака је количнику вредности инвестиције у ту активу и укупне вредности портфолија. Тежине ваших акција компаније A су: $\alpha_{\mathrm{A}} = w_{\mathrm{A}}(0)/w(0)$ =60/120=0.5 односно за компанију B $\alpha_{\mathrm{B}} = w_{\mathrm{B}}(0)/w(0) =$ 60/120=0.5. У овом конкретном случају, 50% ваших средстава уложено је у акције компаније A, док је осталих 50% уложено у акције компаније B. Укупна вредност портфолија и одговарајуће тежине у потпуности дефинишу ваш инвестициони портфолио.

Колика ће бити вредност вашег портфолија кроз месец дана? У општем случају, нико то са сигурношћу не може знати. Цене акција се формирају на тржишту и подложне су сталним променама, како навише тако и наниже. Другим речима, цене акција су *случајне променљиве*. Примера ради, претпоставимо да ће се цене кроз месец дана или дуплирати (са вероватноћом 1/2) или смањити на пола (са вероватноћом 1/2). Претпоставимо, такође, да уколико цена акције A расте, онда и цена акције B расте (такве акције називају се потпуно позитивно корелисане). У том случају, могуће цене акције компаније A кроз месец дана су 60 динара (са вероватноћом 1/2) или 15 динара (са истом вероватноћом 1/2). Означимо ту случајну промељиву са $\tilde{p}_{\mathrm{A}}(1)$. С друге стране, могуће вредности акције B кроз месец дана су 24 динара (са вероватноћом 1/2) и 6 динара (са вероватноћом 1/2). Означимо такву случајну промењљиву са $\tilde{p}_{\mathrm{B}}(1)$.

Само по себи намеће се питање: колика ће бити вредност вашег портфолија кроз месец дана? Одговор је релативно прост: вредност портфолиа је такође случајна променљива $\tilde{w}(1) = n_{\mathrm{A}}\tilde{p}_{\mathrm{A}}(1) + n_{\mathrm{B}}\tilde{p}_{\mathrm{B}}(1)$ чије су могуће вредности једнаке 2x60+5x24=240 динара (са вероватноћом 1/2) или 2x15+5x6=60 динара (са вероватноћом 1/2).

Пошто је садашња вредност вашег портфолиа 120 динара а акције компанија су потпуно позитивно корелисане, јасно је да ваш портфолио у првом случају добија, док у другом случају губи на вредности. *Принос* портфолија (за месец дана) дефинисан је као проценат зараде, то јест као количник

$$\tilde{r}_p = \frac{\tilde{w}(1) - w(0)}{w(0)}.$$

Док је принос бездимензиона величина, профит $\tilde{w}(1) - w(0)$ изражен је у јединицама новца (рецимо динарима). У случају портфолија са потпуно позитивно корелисаним акцијама, могуће реализације приноса једнаке су: $\tilde{r}_p$=100% (са вероватноћом 1/2) и $\tilde{r}_p$=-50% (са вероватноћом 1/2).

Лако је установити (можете ли то да покажете?) да се принос вашег финансијског портфолиа може представити и на следећи начин:

$$\tilde{r}_p = \alpha_{\mathrm{A}}\tilde{r}_{\mathrm{A}} + \alpha_{\mathrm{B}}\tilde{r}_{\mathrm{B}},$$
$$\tilde{r}_A = \frac{\tilde{p}_A(1) - p_A(0)}{p_A(0)}, \qquad (1)$$
$$\tilde{r}_B = \frac{\tilde{p}_B(1) - p_B(0)}{p_B(0)}.$$

Принос финансијског портфолија једнак је отежињеној суми приноса сваке од актива која улазе у састав портфолија. Тежине су, при томе, једнаке уделу новца уложеног у одговарајуће активе. У случају вашег портфолија, могући приноси како акција компаније А тако и акција компаније В су 100% и –50% (са вероватноћом 1/2). На пример, у случају када цена акције А расте принос је r_A=(60-30)/30=100%, док су случају када цена акције А опада њен принос је r_A=(15-30)/30=-50%. Из формуле (1) следи онда да је

$$\begin{aligned} r_p &= \alpha_{\mathrm{A}} r_{\mathrm{A}} + \alpha_{\mathrm{B}} r_{\mathrm{B}} \\ &= 0.5 \cdot (100\% + 100\%) = 100\% \text{ вер } 1/2 \\ &= 0.5 \cdot (-50\% - 50\%) = -50\% \text{ вер } 1/2 \end{aligned} \qquad (2)$$

Очекивана вредност неке случајне променљиве израчунава се као отежињена сума могућих реализације те променљиве, где су тежине једнаке одговарајућим вероватноћама реализације. Очекивана вредност приноса вашег портфолија је

$$E(\tilde{r}_p)\frac{100\%+(-50\%)}{2} = 25\% \qquad (3)$$

Јасно је да очекивани принос није довољан да нам да комплетну представу о томе шта можемо да очекујемо од наше инвестиције. Наиме, иако је очекивани принос позитиван и једнак 25% месечно, са вероватноћом 1/2 овај портфолио може да изгуби чак 50% своје првобитне вредности. Важно је, стога, знати каквом се ризику излажемо. Ризик приноса најчешће се мери његовом *стандардном девијацијом* σ од очекиване вредности. Стандардна девијација је дефинисана као квадратни корен *варијансе* приноса, а варијанса је дефинисана као очекивана вредност квадрата одступања могућих приноса од очекиване вредности. У случају разматраног портфолија, варијанса и стандардна девијација приноса дате су следећим изразима:

$$\begin{aligned} \mathrm{Var}(\tilde{r}_p) &= E(\tilde{r}_p - E(\tilde{r}_p))^2 \\ &= 0.5 \cdot (100\% - 25\%)^2 \\ &+ 0.5 \cdot (-50\% - 25\%)^2 \\ &= 0.75^2 \end{aligned} \qquad (4)$$

Једначине (3) и (4) кажу да је очекивани принос вашег портфолија 25% месечно, али да је стандардна девијација чак три пута већа. То значи и да је ризик инвестирања у такав портфолио веома велики (три пута већи од очекиваног приноса!).

Разлог за то се налази у томе што су акције у портфолију потпуно позитивно корелисане, тј. што се вредности акција које улазе у састав портфолија увек крећу у истом смеру. Да бисмо схватили да је управо у томе ствар, односно да корелација појединачних ризика игра кључну улогу у ризику портфолија као целине, размотримо сада другачију ситуацију. Нека је све исто као и до сада, осим што сада претпостављамо да су цене акција компаније А и компаније В потпуно негативно корелисане, то

јест да цене акција компаније А увек расту када цене акција компаније В опадају и обратно. У том случају, уместо вредности датих у једначини (2), могући приноси портфолија су:

$$\begin{aligned} r_p &= \alpha_{\mathrm{A}} r_{\mathrm{A}} + \alpha_{\mathrm{B}} r_{\mathrm{B}} \\ &= 0.5 \cdot (100\% + (-50\%)) = 25\% \text{ вер } 1/2 \\ &= 0.5 \cdot ((-50\%) + 100\%) = 25\% \text{ вер } 1/2 \end{aligned} \quad (5)$$

Пошто су сада акције потпуно негативно корелисане, добитак је знатно мањи (25% уместо 100%), али нема ни губитка. Конкретно, такав портфолио имао би принос од 25% месечно са потпуном сигурношћу (тј. вероватноћом једнаком 1). То значи, такође, да вас такав портфолио не би излагао никаквом ризику док би имао исту очекивану вредност као претходно разматрани портфолио! Наиме, лако се може проверити (можете ли то показати?) да за такав портфолио важи да је $E(\tilde{r}_p)$=25%, $\sigma(\tilde{r}_p)$=0. Ова друга једнакост управо и значи да такав портфолио нема ризика.

Оба размотрена примера (потпуно позитивна или потпуно негативна корелација) су, наравно, ектремни примери који се практично никада не срећу у пракси. У реалности, акције компанија најчешће нису ни потпуно позитивно ни потпуно негативно корелисане. Степен корелације мери се коефицијентом корелације који може имати све вредности од +1 (у случају потпуне позитивне корелације, као у првом примеру) до –1 (у случају потпуне негативне корелације, као у другом примеру). Обично се вредности коефицијената корелације крећу између 0.2 и 0.7, тј. финансијске активе су најчешће делимично позитивно корелисане. То значи да сваки портфолио који се формира помоћу таквих актива увек има неки (позитиван) ниво ризика који се мери помоћу стандардне девијације на његов принос, $\sigma(\tilde{r}_p)$>0.

Сада смо спремни да објаснимо суштину Марковицевог приступа. Ствар је, заправо, веома једноставна. Наиме, сваки инвеститор има различит афинитет према ризику, те од понуђених финансијских актива, дајући им различите тежине, може да формира различите портфолије. Пошто се ризик портфолија мери помоћу стандардне девијације приноса, различити инвеститори могу бити спремни да прихвате различите нивое стандардне девијације приноса. Свима им је, међутим, заједничка жеља да за фиксирани ниво ризика који су спремни да прихвате остваре највећи могући очекивани принос. Другим речима, сваки инвестор, по Марковицу, треба да максимизује очекивани принос $E(\tilde{r}_p)$ (као функцију тежина које дефинишу портфолио), фиксиравши при томе ниво стандардне девијације приноса $\sigma(\tilde{r}_p)$ (стандардна девијација је такође функција тежина портфолија).

Таква врста проблема у математици је позната под именом оптимизација вишедимензионалних система са везама, или квадратно програмирање. У следећем броју видећемо како се овај врло нетривијалан математички проблем решава, као и како се добијено решење користи за доношење интелигентих инвестиционих одлука од стране финансијских стручњака у свету и код нас.

Рационално предвиђање будућности

Пише: др Александар Богојевић,
Лабораторија за примену рачунара у науци
http://scl.phy.bg.ac.yu/
Институт за физику

Физика се бави предвиђањем будућности. Имате неко почетно стање система, убаците га у одговарајуће једначине кретања, и (ако умете да решите те једначине) као резултат добијете стање у коме ће се систем наћи у неком будућем тренутку. Кад је реч о једноставним системима онда из неких општих претпоставки често знамо да одредимо тачне једначине кретања. Код компликованијих система се често дешава или да једначине знамо само приближно тачно да одредимо, или да знамо само приближно тачно да их решимо. Ово све утиче и на квалитет нашег предвиђања будућег стања система. Као пример овога можемо да узмемо кретање Месеца око Земље. Знамо тачно да одредимо положај Месеца у почетном тренутку. Такође знамо и једначине кретања – не зато што је реч о једноставном систему већ зато што смо научили да сложене системе разложимо на низове једноставних међудејстава која умемо извести из општих принципа. Примарни утицај на кретање Месеца има гравитационо привлачење Земље. Имајући у виду да Земља и Месец нису ни тачке ни савршено сферно симетрични објекти долазимо до тога да поред уобичајене привлачне силе $F = G\frac{M_1 M_2}{r^2}$ постоје и додатне компликације (плимске силе). Но на Месец утичу и други објекти као што је Сунце (много масивније од Земље, али и много удаљеније те му је утицај на Месец мањи од утицаја Земље) и друге планете (далеко мањи утицаји). Наоружани почетним условима и једначинама кретања можемо храбро кренути у предвиђање будућег положаја Месеца. Нажалост, једначине кретања умемо да решимо само приближно.

Ако вас интересује где ће Месец бити кроз пар недеља (рецимо да хоћете да слетите на Месец), онда нема проблема. Краткорочна предвиђања будућности лако одрађујемо. Можда вас, из неког разлога, интересује тачан положај нашег природног сателита кроз неколико деценија? Сад већ морамо мало више да се потрудимо (реч је о средњорочном предвиђању), но и то можемо да урадимо. Људима је за овакву прогнозу некада требало више година напорног рада, но данас, уз помоћ рачунара, то више није тако тежак задатак. Но шта ако вам је јако битно да сазнате где ће Месец бити кроз милијарду година? Жалим, али мислим да нисте ни приближно свесни колико тежак захтев постављате. Ма шта вам дуги причали, будућност од нас није скри-

вена (иначе би физичари остали без посла). Но такође морате бити свесни важења једног општег правила – што даље желите да завирите у будућност то ће вам бити теже (тј. она ће изгледати магловитија).

Будућност је велики изазов. Зато физичари нису једини који се баве предвиђањима. После векова успеха науке и даље је око нас присутно мноштво врста погледа у будућност:

1. Гатање и митско веровање у судбину.
2. Предвиђања која нису утемељена на познавању почетних услова. Сијасет примера овога можете наћи у нашој свакодневници. На пример просветне власт које желе да темељно реформишу наш образовни систем а које при томе не знају готово ништа о стању у коме се тај систем налази, о проблемима који га прате, о његовим добрим странама, о постојећим људским и другим ресурсима са којим тај систем располаже[1].
3. Предвиђања базирана на тривијаним екстраполацијама претходног стања. Ово многи од нас примењују у свакодневном животу. Ево једноставног примера. Сто пута сте без икаквих последица прошли колима кроз црвено светло, дакле, то можете да наставите и даље да радите.
4. Предвиђања базирана на озбиљнијим екстраполацијама и уочавању трендова. Мада ништа мање ненаучна од предходне три врсте прорицања будућности, ова врста предикција се формално одева плаштом научног. Обилато се користи статистичким методом но без дубљег разумевања суштине тог метода. Пример овога су већине економских предикција, не само код нас него у целом свету. Безброј примера овога се може наћи у друштвеним наукама[2] или у медицини[3].

[1] То смо имали пре само неколико година. Сада имамо просветне власти које не желе ништа да мењају. Мада имплицитно, и они свој став темеље на једној врсти предвиђања будућности. Овај тип предвиђања се такође не ослања на познавање стања система, но он пре припада категорији гатања и митског веровања у судбину: «наше образовање је најбоље на свету, ми смо најбољи на свету, дакле ништа не треба мењати»).

[2] Пример овога је предавање једног нашег уваженог социолога на коме је он инсистирао да (у социологији) истраживачки узорци не смеју бити сувише велики јер грешка расте са бројем узорака. У праву је, апсолутна грешка заиста расте (као корен од броја узорака), но релативна грешка опада (један са корен од броја узорака) – то је управо разлог зашто су сва статистича испитивања то прецизнија што је број узорака већи. Чак и ове процене зависности грешке од броја узорака важе само у случају да је број узорака довољно велики.

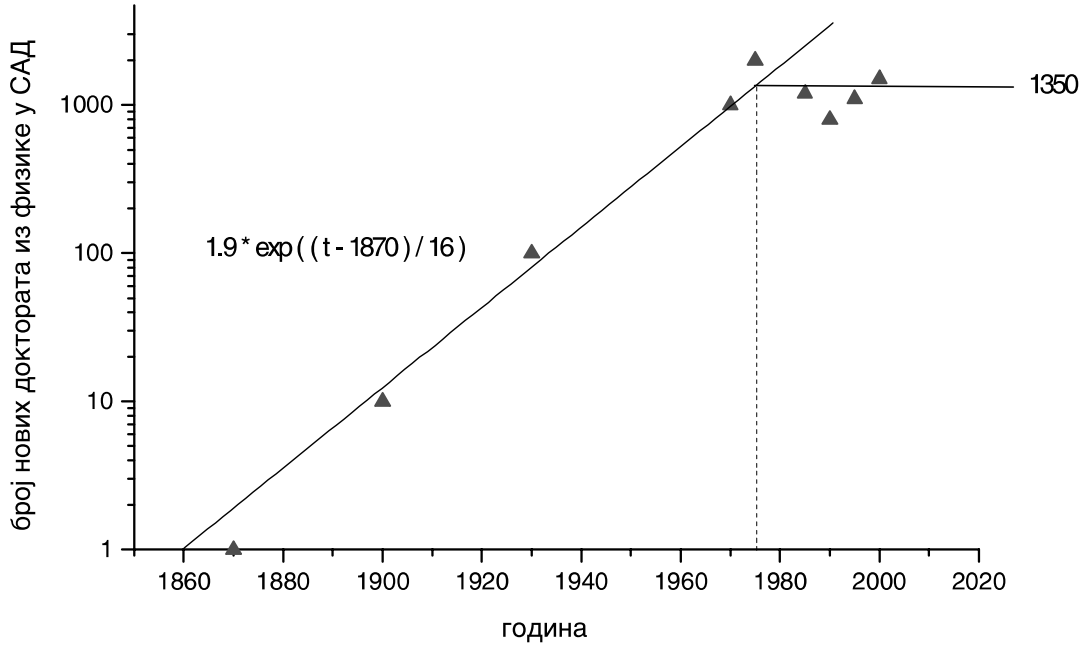
[3] Пре неколико година ме је један професор медицине, кад је сазнао да сам физичар, сасвим озбиљно питао колико тачака је заправо потребно да би се одредила једна крива. Рекао сам му да треба безброј тачака, но онда сам схватио да он под појмом крива заправо само сматра праву линију. Бунило га је то што је у једном познатом страном часопису видео графикон истраживања са три тачке и једном правом линијом. Правилно преведено, његово питање је сада имало смисла. Како провући «најбољу» праву линију кроз више од две тачке? Застрашујуће је да помислите да нас лече људи који то не знају, но прави шок је био кад сам у том часопису видео шта су страни истраживачи урадили – провукли су праву кроз прву и другу тачку и онда речима образложили зашто трећу експерименталну тачко и не треба узети у обзир. На основу тог истраживања се одређује оптимална доза једног прилично озбиљног лека.

5. Рационална предвиђања будућности. За овај вид предвиђања вам треба како познавање почетних услова тако и разумевање (макар у најгрубљим оквирима) једначина кретања, тј. узрочно-последичних веза између кључних делова система који се посматра. Дакле, за рационално предвиђање будућности вам требају физичари.

Физика није, као што вас најчешће уче, скуп (наизглед) неповезаних знања о неким тамо чудним системима (магнети, стрме равни, струјна кола, гасови, атоми, звезде) који су вама лично неки мање а неки више интересантни. Физика је метод рационалног предвиђања будућности. Тај се метод може применити на све системе, и на оне које уобичајено сматрамо делом физике, и на оне који су делови неких других наука (од којих су многе заправо настале из физике), и на оне које су наизглед далеко не само од физике него и од осталих природних наука. Можда је најинтересантније тај општи метод рационалног приступа будућности управо применити на саму физику као научну дисциплину.

У прошлом броју смо се отиснули управо на једно такво путовање чији је циљ био да покушамо да боље разумемо физику у наредних 25 година. На том путовању ћемо се користити рационалним приступом коме нас учи физика: познавањем почетних услова, разликовањем битног од небитног, уочавањем узрочно-последичних веза, свођењем тих веза на низ једноставних и разумљивих међудејстава, утемељеном проценом могућих извора грешака у нашим предикцијама.

Пре но што и започнемо путовање морамо, бар угрубо, сагледати неке основне податке. Поћи ћемо од основних показатеља од којих полазе владе и стручна друштва развијених земаља при планирању свог научног развоја. Највише ћемо се бавити стањем у САД и ЕУ. Два су разлога за то. Први је да су ово друштва која почивају на информацијама које су јавно доступне. На Интернету можете наћи све што вас може интересовати о САД (како информације тако и анализе). Наравно, није се лако снаћи у том мору информација. Да би издвојили праве информације и праве анализе, свакако да морате доста да знате о том што претражујете. И тада ће вам требати пуно упорности, но на крају ћете доћи до тражених информација. ЕУ ту и даље битно заостаје у односу на САД, но чини огромне напоре да надокнади тај информатички јаз. Остатак света (коме и ми још увек припадамо) се не темељи (сем декларативно) на јавној доступности информација. То је вероватно основни разлог зашто је «остатак света» (мада чини 90% популације наше планете) далеко слабије развијен. Било како било, изузетно је тешко доћи до информација (поготово до проверених информација) о стању физике ван САД и ЕУ. Као што смо видели, без познавања садашњег стања и стања у прошлости нема ни основа за рационалну анализу будућег стања. Ово важи колико за физику толико и за предикције у било којој другој области. Плашећи се јавне



СЛИКА 1. Број доктората из физике у САД у једној години. Број је растао експоненцијално од 1870. (први докторат) до 1975. године. Након тога систем осцилује (са великим годишњим одступањима) око константне вредности.

доступности информација «остатак света» заправо себи онемогућава поглед у будућност. Одсечен од будућности не остаје му ништа друго него да се бави непотребним величањем или, чак, улепшавањем своје прошлости.

Други разлог зашто са упознавањем будућности физике крећемо управо од САД је то што се у последњих шест или седам деценија управо ту налазио центар развоја науке и технологије. Пре тога се тај центар налазио у Европи, но то није разлог зашто нам је за предвиђање следећих 25 година развоја физике битна и ЕУ. Европска унија нас интересује зато што је изузетно озбиљно ушла у процес поновног преузимања примата у научном и технолошком развоју (самим тим и у физици), и што постоје сасвим озбиљне индикације да ће у посматраном периоду успети да преузме тај примат. Ништа мање важан разлог зашто нас судбина физике у ЕУ интересује је и то што ћемо у посматраном периоду и ми бити део те уније. То је један од основних разлога зашто

треба да се бавимо будућношћу физике – да би што успешније позиционирали нашу науку у оквиру нечега што се већ званично зове европски истраживачки простор (ERA – European Research Area).

Слика 1. показује експоненцијални раст физике у САД у периоду од сто година на примеру једног релевантног параметра – броја нових доктората из ове области. Експоненцијални раст углавном никог не чуди – толико је изражено мишљење о доминацији САД[4]. Оно што је заправо чудно на овом графикону је нагли прелазак из експоненцијалног раста у прилично изражено годишње осциловање око константне вредности. Критични тренутак се десио око 1975. године, дакле пре три деценије. Изузетно је интересантно да скоро нико није био свестан да се догодио овај «фазни прелаз», по најмање сами физичари.

Оно што стоји иза експоненцијалног раста је критеријум успешности професора – у просеку (по свим научним областима) чак 15 докторената по ментору! Јасно је да је морало доћи до експоненциајлног раста. А онда, мада је критични тренутак дошао и прошао, наведени критеријум успешности је и даље остао на снази – зато дуго нисмо приметили да се ишта променило.

Покушајмо да размислимо шта је чудно у понашању описаном на претходној слици. Експоненцијални раст није чудан. Стагнација такође није чудна. Чудно је што је систем тако нагло прешао из једног стања у друго. Важно је разумети шта је довело до те промене. Чудно је и то како можемо истовремено имати стагнацију и исте оне критеријуме успешности који су довели до експоненцијалног раста. Мада је ово важан индикатор стања физике у САД, да би га разумели, морамо га довести у везу са другим важним параметрима. Наука, на крају крајева, није ништа друго него покушај налажења таквих веза.

* * *

Ипак, можда је баш сада добар тренутак да мало предахнемо. Наука треба да буде узбудљива, изазовна, а не да замара. Надам се да сам вас довољно заинтересовао да ми се придружите и следећи пут, управо на овом месту, на нашем започетом путовању у будућност физике. Дотле имате времена да мало размислите како бисте могли да објасните чудно понашање са претходне слике. Није тако тешко – видећете већ у следећем броју.

[4] Често се бег научника (поготово Јевреја) из Хитлерове Немачке узима као основни разлог за успон физике у САД. Ово је једна од уобичајених тривијализација. Одлив мозгова до кога је дошло је свакако помогао науци у САД, но само зато што је пре тога домаћа наука имала већ више од шест деценија експоненцијалног раста (слика 1). Бежећи пред Хитлером великани физике су управо дошли на тада најплодније тло за науку. Затекли су тамо врхунске стручњаке, али и огроман број динамичним младих људи фокусираних на науку. Спој искуства једних и динамизма других је учинио да је физика читавог двадесетог века била у стању континуалне револуције идеја.

Случај негативне локомотиве

Колумниста: Ненад Вукмировић

Србију у претходна два месеца потресла велика афера, која је међу новинарима добила назив "Случај негативне локомотиве".
Ипак, овај случај има много дубљу позадину са којом јавност није упозната. Све је почело наградним задатком 4 за шести разред из броја 96 Младог физичара.

Иако је задатак вероватно промакао многим читаоцима који нису шести разред, одмах су га приметили стручњаци Уједињених нација задужени за образовање. Они су изразили основану сумњу да је дужина локомотиве у задатку негативна и покренули истрагу. Задатак је на стручну истрагу послат, а где другде, него у Основну школу "Уједињене нације" у Београду. У истрази је учествовало чак 48 ученика који су решавали тај задатак и остале задатке за шести разред. Сву збуњеност коју је тај задатак изазвао међу ученицима најбоље осликава одговор једног ученика на тај задатак: *"Мислим да је наставница погрешно издиктирала задатак."* Овакав одговор је потпуно изненадио водеће стручњаке Уједињених нација и у свом извештају за 2004. годину упућеном генералном секретару УН Кофију Анану написали су да случај захтева опсежну истрагу, посебно имајући у виду да је 2005. Светска година физике и да због мира у свету не би ваљало да се у Светској години физике наруши један од основних постулата физике да је дужина позитивна величина. Зато су за прву четвртину 2005. године одобрена додатна средства да се овај случај детаљно испита. Закључено је да узорак од 48 ученика није био довољан да се донесе прави одговор и одлучено је да се у истрагу укључе сви ученици шестог разреда основних школа у Србији заинтересовани за физику, а најбоља прилика за то је била општинско такмичење из физике.

Док се до 26. фебруара 2005. читав случај одвијао далеко од очију јавности, тог дана је целокупна јавност у Србији узбуркана. Ученици су решавајући задатак, користећи се постојећим и утемељеним законима физике које су научили у школи, скоро сви редом добијали да је дужина локомотиве негативна и то чак –588 метара. Реакција је одмах уследила међу наставницима и родитељима ученика, а ствар је убрзо процурела и у јавна гласила. Телефони Друштва физичара Србије, као и часописа *Млади физичар*, су се усијали. Насловне стране у дневним новинама су садржале речи: шокантно, сензационално, негативне локомотиве у Србији... Из Европске уније је стигла јасна порука да негативне локомотиве нису по њиховим стандардима и да се случај мора

ПОЛИТИКА

Негативне локомотиве

ДАНАС

ПРЕДСЕДНИК СРБИЈЕ О РЕФОРМАМА

Променити брзину

BLIC

ZLATNA GROŽNICA

EKSKLUZIVNO

Negativne lokomotive u Srbiji?!

решити. Светска кошаркашка организација (ФИБА) је запретила одузимањем Европског првенства у кошарци у Београду. У њиховом саопштењу је између осталог речено: *Не може се гарантовати безбедност репрезентативцима земаља учесница уколико се не установи порекло негативности локомотиве. Ако су дужине локомотиве у Србији негативне, какве ли су дужине аутобуса? Шта би се десило са играчима који би ушли у такве аутобусе?*

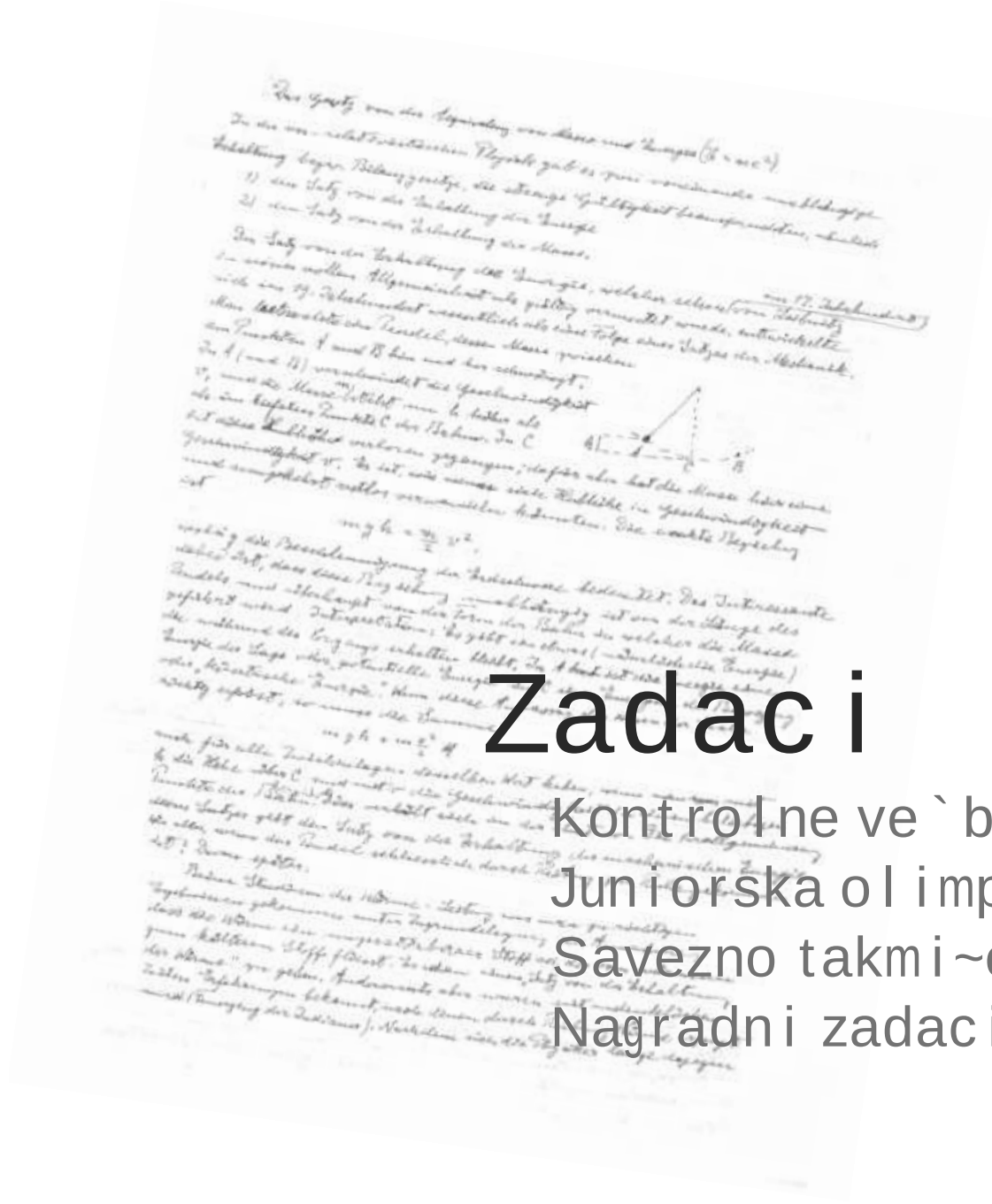
Имајући све ово у виду, редакција часописа *Млади физичар*, у коме је задатак првобитно објављен, била је под притиском да реши овај случај. Одлучено је да се позове најбољи могући независни стручњак који постоји. Чланови Редакције су предлагали две особе: Херкула Поароа и Шерлока Холмса. Првобитним гласањем је избор пао на Херкула Поароа, пре свега зато што има доста искуства са мистеријама у возовима, с обзиром да је успешно решио убиство у Оријент Експресу. Ипак, проблем је био што *Млади физичар* нема свог представника у Белгији, па је замољен представник Младог физичара у Енглеској да ступи у контакт са Шерлоком Холмсом. Посета стану у Улици бејкер 221б у Лондону је била кратка. Господин Холмс је већ био упознат са целим случајем и са задовољством га је прихватио. Упутио се за Београд првим летом ЈАТ-а и поред упозорења Др Вотсона да је због штрајка у ЈАТ-у дужина авиона можда комплексна величина. Ипак, иако је у претходном броју *Младог физичара* сазнао да се могу дефинисати комплексне струје и напони у колима наизменичне струје, што га је веома изненадило, Шерлок се није уплашио и храбро је слетео на будући космодром Сурчин.

Шерлок Холмс је у редакцији

Младог физичара добио све неопходне информације око тога како је настао спорни задатак. Подаци дати у задатку су засновани на мерењима које су извршили швајцарски физичари на тунелу "Wendetunnel" дужине 1655 метара на прузи "Lötchberg line ". Истрага је текла следећим током:

1) Шерлок Холмс је одмах утврдио да је у задатку дошло до штампарске грешке, па је написано да је дужина тунела 1658 метара. Ипак, свима је било јасно да ово није решење целог случаја и да се и са исправљеном вредношћу дужине тунела добије опет да је дужина локомотиве негативна.
2) Проучавајући решења која су ученици ОШ "Уједињене нације" упутили у *Млади физичар*, Шерлок је приметио да нико од њих у обзир није узео тунел ефекат. Тунел ефекат представља појаву да честица чија је енергија мања од енергије потенцијалне баријере "прескочи" баријеру (протунелира), а да притом није уложена додатна енергија. Тунел ефекат се не може објаснити класичном, већ само квантном механиком. Господин Холмс је помислио да би у занемаривању тунел ефекта могло да лежи објашњење физички бесмисленог резултата да је дужина локомотиве негативна. Ипак, како је тунел " Wendetunnel" изграђен и пуштен у рад 15. јула 1913, а тунел ефекат је откривен тек двадесетих и тридесетих година истог века, господин Холмс је закључио да се у поменутом тунелу не може одиграти тунел ефекат.
3) Следећа Шерлокова претпоставка је била да швајцарски физичари нису при мерењу синхронизовали часовнике. Према Ајнштајновој специјалној теорији релативности, највећа могућа брзина простирања електромагнетског таласа је брзина светлости у вакууму (чија је бројна вредност дата у поклон таблицама у МФ97, а у броју 98 исту бројну вредност можете наћи на једном неочекиваном месту, да ли сте открили где?). Ако два различита посматрача која се налазе на различитим местима желе да одреде тренутак у коме се десио неки догађај, они ће добити различито време услед тога што се информација о том догађају простире коначном брзином и стиже у различитим тренуцима до њих. Да би се овај проблем избегао, неопходно је да се изврши синхронизација часовника. Специјална теорија релативности је објављена 1905, осам година пре завршетка тунела, па се сви ефекти који су њена последица могу одигравати у овом тунелу. Ипак, швајцарски физичари су мерили два различита догађаја (улазак и излазак воза из тунела), па синхронизацији часовника у поменутом смислу није неопходна. Шерлоку је такође било чудно да физичари из земље сатова превиде тако очигледну ствар као што је синхронизација часовника.

Како је Шерлоку истекла виза за боравак у Србији, морао је напусти поменути случај. Сви чланови редакције *Младог физичара* интензивно раде на расветљавању случаја, а Редакција такође преузима сву одговорност за евентуално отказивање Европског првенства у кошарци и неулазак Србије у Европску унију. До закључења овог броја случај је још увек нерасветљен. Да ли се нека нова физика крије у "Случају негативне локомотиве"?



Zadaci

Kontrolne ve`be

Juniorska olimpijada

Savezno takmi~ewe

Nagradni zadaci

Контролне вежбе

Ускоро ће нови контролни. Да бисте се што боље припремили, проучите тестове, које су и овај пут саставили Наташа Чалуковић и Наташа Каделбург из Математичке гимназије у Београду и Славиша Станковића из ОШ „Милош Црњански” у Београду.

VI разред

Заокружите тачан одговор

1. Пређени пут је:

а) стварна линија по којој се тело креће;

б) дужина путање које тело пређе за одређено време;

в) промена положаја тела у односу на друга тела;

г) пређени пут у јединици времена.

2. Притисак је бројно једнак јачини силе:

а) која делује нормално на јединицу површине;

б) која делује нормално на јединицу масе;

в) трења која делује на јединицу површине;

г) која делује нормално на јединицу запремине.

3. Електрична сила је:

а) само одбојна; б) ни привлачна ни одбојна;

в) привлачна и одбојна; г) само привлачна.

4. Густина тела је:

а) $\rho = mV$; б) $\rho = \frac{m}{V}$; в) $\rho = \frac{V}{m}$; г) $\rho = 2mV$.

Заокружите тачан одговор и објасните

5. Ако станемо на једну ногу притисак којим делујемо на подлогу је:

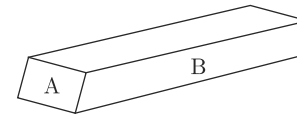
а) већи него када стојимо на обе;

б) мањи него када стојимо на обе;

в) једнак у оба случаја;

г) не може се одредити.

6. Најмањи притисак тело врши у:



а) У тренутном положају;

б) У положају да додирна површина буде А;

в) У положају да додирна површина буде В;

г) Притисак је једнак у сва три положаја.

7. Две кугле једнаких запремина, једна од гвожђа а друга од алуминијума, крећу се једна према другој једнаким брзинама. После судара (густина гвожђа је $7800\,\mathrm{kg/m^3}$, а алуминијума $2700\,\mathrm{kg/m^3}$):

а) већу брзину има кугла од гвожђа;

б) већу брзину има кугла од алуминијума;

в) једнаку брзину имају обе кугле;

г) не може се одредити.

8. Скакачу са мотком помаже:

а) сила трења;

б) гравитациона сила;

в) сила еластичности;

г) електрична сила.

Рачунски задаци

9. Ученик Петар тешине $500\,\mathrm{N}$ седи на столи која има четири ноге чији је попречни пресек квадрат страницe $5\,\mathrm{cm}$. Тежина столице је $50\,\mathrm{N}$. Колики притисак дечак заједно са столицом врши на подлогу.

10. У посуду може стати $5\,\mathrm{kg}$ воде. Колико kg алкохола може стати у исту посуду? Густина воде је $1000\,\mathrm{kg/m^3}$ а алкохола је $800\,\mathrm{kg/m^3}$.

11. Воз дужине $80\,\mathrm{m}$ креће се брзином $72\,\mathrm{km/h}$ и пролази поред воза дужине $120\,\mathrm{m}$ који се креће брзином $54\,\mathrm{km/h}$. Колико времена траје мимоилажење возова?

VII разред

Заокружите тачан одговор

1. Веза између фрекфенције и перода осциловања дата је изразом:

а) $\nu = 2\pi T$, б) $\nu = \frac{1}{T}$, в) $\nu = \frac{n}{T}$, г) $\nu = \frac{T}{n}$.

2. Количина топлоте израчунава се по формули:

а) $Q = m(T_2 - T_1)$,

б) $Q = m(T_2 - T_1)$,

в) $Q = mc(T_2 - T_1)$,

г) $Q = c(T_2 - T_1)$.

3. Фреквенција је:

а) време трајања једне осцилације;

б) број осцилација;

в) највеће растојање од равнотежног положаја;

г) број осцилација у јединици времена.

4. Температура је сразмерна:

а) средњој потенцијалној енергији хаотичног кретања молекула гаса;

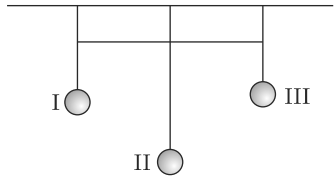
б) средњој кинетичкој енергији хаотичног кретања молекула гаса;

в) маси тела чија се температура мери;

г) хаотичном кретању молекула гаса.

Заокружите тачан одговор и објасните

5. У резонанцији могу бити клатна:



а) I и II; б) II и III;

в) I и III; г) I, II и III.

6. Две кугле направљене од исте супстанце имају различите полупречнике. Кугала А има полупречник R а кугла В полупречник $2R$. Обе кугле се загреју за 2000°C. Која је кугла при томе више повећала своју унутрашњу енергију?

а) Кугла А; б) Кугла В; в) Једнако;

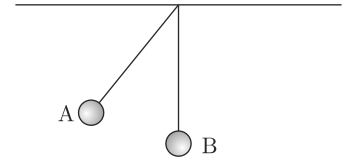
г) Не може се упоредити.

7. Ако један литар воде сипамо у флашу запремине 1 литар а други у шерпу запремине 10 литара (обе посуде се налазе на истој температури и притиску) пре ће испарити вода:

а) у флаши; б) у шерпи;

в) истовремено; г) не може се одредити.

8. Највећу кинетичку енергију клатно има:



а) у положају А;

б) у положају В;

в) једнака у оба положаја;

г) не може се упоредити.

Рачунски задаци

9. Израчунати период математичког клатна дужине 2 m.

10. Колика је количина топлоте потребна да се 5 литара воде загреје од 20°C до кључљења. (Густина воде је 1000 kg/m^3, а специфична топлотни капацитет воде износи 4200 J/kgK)

11. У посуду са 5 литара воде температуре 800°C убаци се 1 kg температуре воде чија је температура 100°C. Колика је температура смеше?

VIII разред

Заокружите тачан одговор

1. Закон одбијања светлости гласи:

а) Упадни угао једнак је одбојном углу.

б) Упадни угао већи је од одбојног угла. Упадни светлосни зрак, нормала и одбојни светлосни зрак леже у истој равни.

в) Упадни угао једнак је одбојном углу. Упадни светлосни зрак, нормала и одбојни светлосни зрак леже у истој равни.

г) Упадни угао мањи је од одбојног угла. Упадни светлосни зрак, нормала и одбојни светлосни зрак леже у истој равни.

2. Образац (формула) за израчунавање жижне даљине конкавног огледала је:

а) $\frac{1}{f} = \frac{1}{p} - \frac{1}{l}$;

б) $\frac{1}{f} = \frac{1}{p} + \frac{1}{l}$;

в) $\frac{1}{f} = \frac{1}{l} - \frac{1}{p}$.

3. При преласку светлосног зрака из оптички ређе у оптички гушћу средину, преломни зрак се ломи:

а) од нормале. б) и поклапа са нормалом.

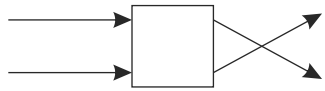
в) ка нормали. г) у зависности од средине.

4. Увећање лупе израчунава се по формули:

а) $u = \frac{d}{l}$; б) $u = df$; в) $u = \frac{d}{f}$; г) $u = \frac{1}{f}$.

Заокружите тачан одговор и објасните

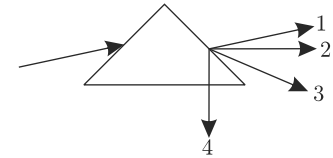
5. У кутији је постављено:



а) равно огледало. б) сабирно сочиво.

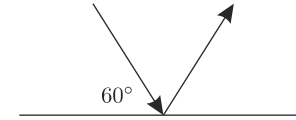
в) конвексно огледало. г) оптичка плоча.

6. Исправно нацртан светлосни зрак који излази из оптичке призме је под бројем:



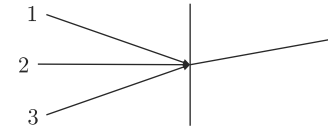
а) 1; б) 2; в) 3; г) 4.

7. Светлост пада на огледало као на слици. Упадни угао је:



а) 30°; б) 60°; в) 45°; г) 120°.

8. Ако светлосни зрак прелази из оптички ређе у оптички гушћу средину, преломном зраку одговара упадни зрак под бројем:



а) 1; б) 2; в) 3; г) ни један.

Рачунски задаци

9. На слици су предмет и његов лик у сабирном сочиву. Конструисати све елементе сочива.

10. Изарачунати жижну даљину конкавног огледала ако је даљина предмета од огледала 20 cm, а даљина лика 12 cm.

11. Предмет се налази на растојању 15 cm од двоструко испупченог сочива полупречника 20 cm. За колико ће се померити лик ако се предмет удаљи 5 cm.

I разред

1. Која од следећих величина је скалар и има само позитивне бројне вредности:

а) рад; б) импулс; в) кинетичка енергија;

г) потенцијална енергија; д) угаона брзина.

2. У којим од следећих случајева човек врши механички рад: 1) када се пење на дрво; 2) када стоји и држи у руци тешку торбу; 3) када равномерно вуче санке по хоризонталној снежној стази

а) само 1; б) само 2; в) само 3;

г) 1 и 2; д) 1 и 3; ђ) у сва три.

3. Механички рад, једнак одговарајућој површини на графику, зависности:

а) силе од времена;

б) снаге од пута;

в) снаге од брзине;

г) силе од брзине;

д) снаге од времена.

4. Тело се креће само под дејством силе Земљине теже. Ако је рад силе теже позитиван, онда се:

а) повећава кинетичка, а смањује потенцијална енергија тела;

б) смањује кинетичка, а повећава потенцијална;

в) смањују и кинетичка и потенцијална;

г) повећавају и кинетичка и потенцијална;

д) не мењају се ни кинетичка ни потенцијална енергија тела.

5. Обруч и диск једнаких маса котрљају се (без клизања) једнаким брзинама по поду. Које од та два тела има већу кинетичку енергију?

а) диск; б) обруч;

в) оба тела имају исте кинетичке енергије;

г) оно које има већи полупречник;

д) оно које има мањи полупречник.

6. У отвореном вагону, који се креће дуж шина са занемарљивим трењем, стоје двојица људи који избацују по један џак из вагона. Оба џака имају исте масе и избацују се истим брзинама у односу на вагон, али један у смеру кретања вагона, а други у супротном смеру. Након избацивања оба џака, вагон се и даље креће у истом смеру. У којем случају вагон има већу брзину после избацивања џакова: 1) када се оба џака избаце истовремено; 2) ако се прво избаци један, потом други џак?

а) у случају 1. б) у случају 2.

в) у оба случаја брзина је иста.

г) зависи од тога који од два џака се избацује први.

7. У затвореној вертикалној епрувети налази се буба (чија маса није занемарљива у односу на масу епрувете). Епрувета се пусти да пада (у вертикалном положају) са неке висине. У којем од следећих случајева центар масе система "буба-епрувета- ваздух у епрувети" направи највећи померај:

а) током падања буба се креће уз зид епрувете;

б) током падања буба иде низ зид епрувете;

в) током падања епрувете буба иде по зиду остајући све време на истој висини од дна епрувете;

г) током падања епрувете буба мирује у епрувети;

д) у свим наведеним случајевима померај је исти.

8. Полупречник Земље већи је око 3,7 пута од полупречника Месеца, а маса земље већа је око 81 пута од масе Месеца. Какав је однос првих космичких брзина за Земљу (v_Z) и за Месец (v_M)?

а) $v_Z \approx 22v_M$; б) $v_Z \approx 4.7v_M$; в) $v_M \approx 4.7v_Z$;

г) $v_Z \approx 2.4v_Z$; д) $v_Z \approx 9v_Z$.

9. Човек подиже тежак ковчег помоћу полуге. Упореди силу F којом човек делује на полугу и тежину ковчега Q и рад A_1 који изврши човек и апсолутну вредност рада A_2 силе теже која делује на ковчег.

а) $F = Q$, $A_1 = A_2$;

б) $F > Q$, $A_1 = A_2$;

в) $F < Q$, $A_1 = A_2$;

г) $F = Q$, $A_1 > A_2$;

д) $F < Q$, $A_1 < A_2$.

10. Куглица 1 окачена је за неистегљиву нит, а куглица 2 за лаки штап исте дужине. Којој куглици треба дати већу брзину у најнижој тачки да би описала круг у вертикалној равни? (Занемарити отпор ваздуха)

а) 1;

б) 2;

в) обема исту;

г) зависи од масе.

II разред

Заокружи тачан одговор (задаци 1–8)

1. Наелектрисану металну куглицу затворимо у танку металну сферу. Јачина поља у сфери биће једнака нули ако је куглица:

а) у центру сфере;

б) на средини полупречника;

в) у директном контакту са сфером.

2. Два тачкаста наелектрисања $q_1 = q_2$ налазе се на растојању r. Ако се растојање између наелектрисања удвостручи, јачина поља у тачки која се налази на средини њиховог растојања:

а) $\frac{m_v}{m_u} = \frac{1}{3}$; б) $\frac{m_v}{m_u} = \frac{1}{3^2}$; в) $\frac{m_v}{m_u} = 1$;

г) $\frac{m_v}{m_u} = \frac{10}{3^2}$; д) $\frac{m_v}{m_u} = 9$.

3. Тачкасто наелектрисање q_2 налази се у електричном пољу наелектрисања q_1. Јачина електричног поља наелектрисања q_1 у тачки у којој се налази наелектрисање q_2 зависи:

а) само од наелектрисања q_2;

б) само од наелектрисања q_1;

в) од наелектрисања q_2 и растојања између наелектрисања q_1 и q_2;

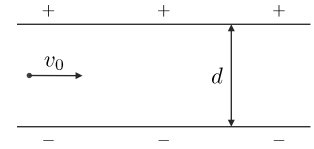
г) од наелектрисања q_1 и растојања између наелектрисања q_1 и q_2;

д) од наелектрисања q_1 и q_2 и растојања између њих.

4. Метална куглица полупречника r и наелектрисања q окачена је за изолаторску нит. Колики ће бити потенцијал куглице ако се она окружи уземљеном сферном облогом полупречника R?

а) $k\frac{q}{R}$; б) $k\frac{q}{r}$; в) $k\frac{q}{R-r}$; г) $kq\frac{R-r}{Rr}$; д) $kq\frac{R+r}{Rr}$.

5. Електрон улеће у хомогено електрично поље плочастог кондензатора почетном брзином v_0. После неког времена он излеће из поља. У једном случају електрон улеће на растојању $d/2$ од доње плоче, а у другом на растојању $d/4$. Упореди времена t_1 и t_2 која електрон проведе између плоча кондензатора у првом и другом случају.



а) $t_1 = \frac{t_2}{2}$; б) $t_1 = 2t_2$; в) $t_1 = \frac{3}{2}t_2$;

г) $t_1 = \frac{2}{3}t_2$; д) $t_1 = t_2$.

6. Којом од наведених формула је изражен Омов закон за цело струјно коло?

а) $I = \frac{U}{R}$; б) $I = \frac{\varepsilon}{R+r}$; в) $A = IU\Delta t$;

г) $P = UI$; д) $\rho = \rho_0(1 + \alpha t)$.

7. Два идентична проводника везују се за извор једносмерне струје (унутрашњи отпор извора је занемарљив), у првом случају редно, а у другом паралелно. Почетне температуре проводника су једнаке. Ако у оба случаја струја кроз проводнике протиче исто време, упореди њихове крајње температуре T_1 и T_2.

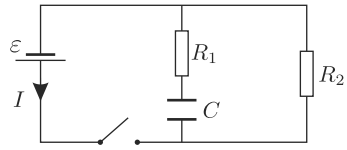
а) $T_1 = T_2$; б) $T_1 > T_2$; в) $T_1 < T_2$.

8. Закон који говори о маси која се таложи на електроди при протицању једносмерне струје кроз електролит поставио је:

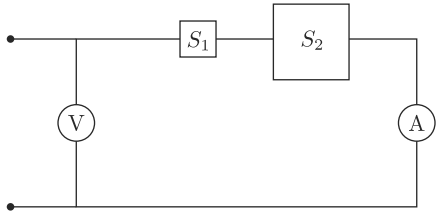
а) Кулон; б) Џул; в) Ленц; г) Фарадеј.

Решити задатке (задаци 9–10).

9. У колу приказаном на слици 2 је $R_1 = 1\Omega$, $R_2 = 5\Omega$, $C = 10^{-3}$F, ЕМС извора $\varepsilon = 10$V, док је његов унутрашњи отпор занемарљив. Одреди минималну и максималну јачину струје у колу (I) после затварања прекидача. Колика је количина наелектрисања на плочама кондензатора у стационарном стању?



10. Две квадратне бакарне плочице једнаких дебљина прикључене су у коло, при чему амперметар показује 2A, а волтметар 40V. Одреди отпор сваке од плочица.



III разред

Заокружи тачан одговор (задаци 1–8)

1. При каквом кретању наелектрисана честица зрачи електромагнетне таласе?

а) само при хармонијском кретању;

б) само при кружном кретању;

в) при кретању највећом брзином;

г) при сваком кретању са убрзањем;

д) при сваком кретању.

2. Ако је v_1 брзина ЕМТ у првој средини, v_2 брзина ЕМТ у другој средини, α упадни угао таласа, а β преломни угао, закон преламања дат је формулом:

а) $\frac{\sin\alpha}{\sin\beta} = \frac{v_1}{v_2}$; б) $\frac{\sin\alpha}{\sin\beta} = \frac{v_2}{v_1}$;

в) $\frac{\alpha}{\beta} = \frac{v_1}{v_2}$; г) $\frac{\alpha}{\beta} = \frac{v_2}{v_1}$.

3. Неопходан и довољан услов за настанак минимума интерференције електромагнетних таласа из два извора (k је цео број) је:

а) кохерентни извори таласа, путна разлика било која;

б) путна разлика таласа $\Delta l = 2k\,\frac{\lambda}{2}$, извори било који;

в) путна разлика таласа $\Delta l = (2k+1)\,\frac{\lambda}{2}$, било који извори;

г) кохерентни извори таласа, путна разлика таласа $\Delta l = 2k\,\frac{\lambda}{2}$;

д) кохерентни извори таласа, путна разлика таласа $\Delta l = (2k+1)\,\frac{\lambda}{2}$.

4. Дифракциона решетка има низ паралелних прореза, сваки ширине a, који су одвојени непрозирном тракама, свака ширине b. Који услов одређује угао φ (према нормали на раван решетке) под којим се налази први дифракциони максимум?

а) $a\sin\varphi = \frac{\lambda}{2}$; б) $b\sin\varphi = \frac{\lambda}{2}$; в) $(a+b)\sin\varphi = \frac{\lambda}{2}$;

г) $a\sin\varphi = \lambda$; ђ) $b\sin\varphi = \lambda$; е) $(a+b)\sin\varphi = \lambda$.

5. Поређати дате ЕМТ од мање ка већој таласној дужини: 1. видљива светлост; 2. ултраљубичаста светлост; 3. инфрацрвена светлост; 4. радиоталаси.

а) 1, 2, 3, 4; б) 1, 3, 2, 4; в) 2, 3, 4, 1;

г) 4, 3, 2, 1; д) 2, 1, 3, 4; ђ) 4, 2, 1, 3.

6. На ком растојању од сабирног сочива жижне даљине 40 cm ће бити лик предмета ако се предмет и лик налазе на растојању 20 cm?

а) 2 cm; б) 45 cm; в) −22 cm;

г) −40 cm; д) 20 cm.

7. Светлосни зрак улази у равностану призму нормално на њену основицу, као што је приказано на слици. Индекс преламања призме је $n > 2/\sqrt{3}$. Угао који заклапају упадни зрак у призму и зрак који напушта призму је:

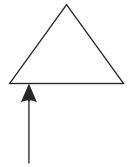
а) 120°;

б) 90°;

в) 60°;

г) 45°;

д) 30°.



8. Нека су: R – полупречник сферног удубљеног огледала, p – даљина предмета, l – даљина лика, n – индекс преламања. Жижна даљина овог огледала одређена је формулом:

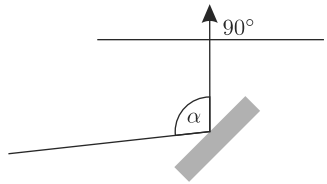
а) $f = \frac{R}{2}$; б) $f = \frac{2}{R}$; в) $f = R$;

г) $f = (n-1)R$; д) $f = \frac{p+l}{pl}$.

Решити задатке (задаци 9–10).

9. У води на некој дубини смештен је извор беле светлости. Индекс преламања црвене светлости је 1,328, а љубичасте 1,335. Одреди однос полупречника кругова који ограничавају област кроз коју могу да прођу црвена и љубичаста светлост из воде у ваздух.

10. У непознатој течности налази се стаклена плоча апсолутног индекса преламања 1,5. Паралелан сноп светлости пада на плочу, делимично се одбија и излази из течности. При одбијању долази до потпуне поларизације светлости, при чему упадни и одбијени зраци заклапају угао од 97°. Колики је апсолутни индекс преламања течности?



IV разред

1. Енергија везе језгра је:

а) производ масе језгра и квадрата брзине светлости;

б) производ збира маса свих нуклеона у језгру и квадрата брзине светлости;

в) минимална енергија коју треба уложити да би се језгро разбило на појединачне нуклеоне;

г) енергија која се ослобађа када се језгро разбије на слободне нуклеоне;

д) енергија коју треба уложити да би се нуклеони везали у језгро.

2. За годину дана број радиоактивних језгара смањи се 4 пута. Колико пута се смањи за две године?

а) e^2; б) e^4; в) 8; г) 16; д) 16/9.

3. Колика маса ^{218}Po ($\lambda = 4\cdot10^{-3}\,\mathrm{s}^{-1}$) је у радиоактивној равнотежи са $4\cdot10^{18}$ језгара ^{212}Rn ($\lambda = 2\cdot10^{-6}\,\mathrm{s}^{-1}$)? (Узети да је Авогадров број $6\cdot10^{23}\,\mathrm{mol}^{-1}$).

а) $296\cdot10^{-8}$ g; б) $74\cdot10^{-8}$ g; в) $7.27\cdot10^{-7}$ kg;

г) $2.9\cdot10^{-6}$ g; д) $7.27\cdot10^{-7}$ g.

4. Које језгро се добија β^+ распадом језгра $^{26}_{13}$Al?

а) $^{27}_{13}$Al; б) $^{26}_{12}$Mg; в) $^{27}_{12}$Mg; г) $^{26}_{14}$C; д) $^{25}_{13}$Al.

5. Од језгра $^{226}_{88}$Ra низом радиоактивних распада добије се језгро $^{210}_{84}$Ra. Ако су у том низу заступљени само α и β^- распади, колико има једних, а колико других?

а) 4 α и 4 β; б) 8 α и 4 β; в) 4 α и 8 β;

г) 2 α и 4 β; д) 4 α и 2 β.

6. Када γ-квант пролази близу језгра највероватније је да ће се:

а) јонизовати атом;

б) десити Комптоново расејање на К-електрону;

в) десити К-захват електрона;

г) створити пар честица-античестица;

д) изазвати β распад језгра.

7. Одредити непознату честицу (x) у следећој реакцији $^{13}_{6}$C(x, α)$^{11}_{5}$B

а) $^{2}_{1}$d; б) p; в) $^{3}_{1}$t; г) n; д) γ.

8. У линеарном акцелератору наелектрисана честица се убрзава:

а) само између катоде и прве аноде;

б) између сваке две суседне аноде;

в) унутар анода;

г) само између последње аноде и мете;

д) дуж целог пута.

9. При анихилацији позитрона са слободним електроном који мирује, добијају се два γ-кванта, чије се енергије односе као 1:2. Колики је угао између праваца разлетања γ-кваната, ако је кинетичка енергија позитрона једнака његовој енергији мировања?

а) $0°$; б) $90°$; в) $120°$; г) $150°$; д) $\arccos\sqrt{\frac{2}{3}}$.

10. Кадмијумске шипке у нуклеарном реактору служе за:

а) успоравање неутрона;

б) у њима се одвија реакција фисије фисије;

в) заштиту околине од зрачења;

г) одвођење топлоте;

д) регулисање нивоа ланчане реакције.

Решења тестова

6. разред: 1-г, 2-в, 3-г, 4-б, 5-а, 6-в, 7-г, 8-в, 10: Марко, 11: $F = 25\,\mathrm{N}$.

7. разред: 1-б, 2-в, 3-в, 4-г, 5-б, 6-г, 7-г, 8-б, 9: $A = 10\,\mathrm{kJ}$, 10: В 4 пута, 11: $800\,\mathrm{kg/m^3}$.

8. разред: 1-в, 2-а, 3-б, 4-б, 5-б, 6-б, 7-а, 8-б, 9: $B = 7{,}68\,\mathrm{mT}$, 10: $\Phi = 0{,}32\,\mathrm{Wb}$, 11: $q = 16 \cdot 10^{-9}\mathrm{C}$.

1. разред: 1-в, 2-д, 3-д, 4-а, 5-б, 6-г, 7-д, 8-б, 9-в, 10-а.

2. разред: 1-в, 2-г, 3-г, 4-г, 5-д, 6-б, 7-в, 8-г, 9: $I_{\max} = 12\,\mathrm{A}$, $I_{\min} = 2\,\mathrm{A}$, $q = 10^{-2}\,\mathrm{C}$, 10: $R_1 = R_2 = R = 10\,\Omega$.

3. разред: 1-г, 2-а , 3-д, 4-е, 5-д, 6-г, 7-а, 8-а 9: $r_{lj}/r_c = 0{,}99$, 10: $n = 1{,}3$

4. разред: 1-в, 2-г 3-в, 4-б, 5-а, 6-г, 7-а, 8-б, 9-в, 10-д.

Међународна омладинска научна олимпијада

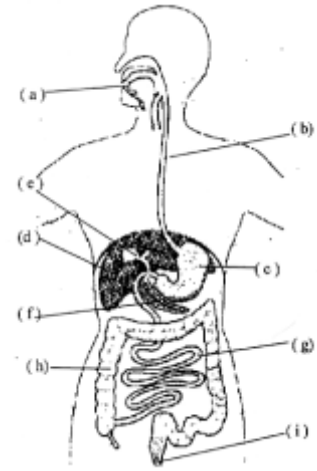
Наши такмичари су на првој међународној омладинској научној олимпијади, која се одржала у Индонезији, постигли одличан резултат. Најпре су решавали општи тест, а затим су имали теоријске и на крају експерименталне задатке. У прошлом броју да решавате општи тест, а сад вам доносима теоријске задатке, које је превела и припремила Славица Спасовић.

Задаци

Проблем I (10 поена)

I.A Дигестивни систем (6 поена)

Користите слику и табелу да би одговорили на следећа питања!



Број	Ензим или једињење
1	Амилаза
2	Птиалин
3	Трипсин
4	Малтаза
5	Аминопептидаза
6	Жучне соли
7	HCl
8	Ренин
9	Пепсин

Попуни празна места одговарајућим словима (ознаке за органе) и бројевима (ознаке за ензиме и једињења):

Дечак доручкује хлеб са сиром.

1. Угњени хидрати се разлажу на дисахариде у органу ....., помоћу ензима .....

(1.2 поена)

2. Сир хидролизује на масне киселину и глицерол у .....помоћу ензима .....који се производи у органу.....

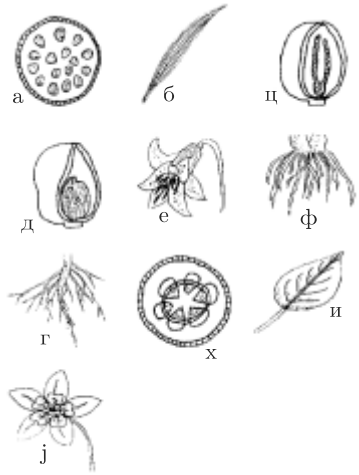
(1.8 поена)

3. Протеини из сира и хлеба почињу да се разлажу у органу .....ензимом .....који је активиран од стране ..... Резултат разлагања протеина ензимом .....ће бити апсорбован као амино киселина и на крају само неискоришћена вода ће се апсорбовати у .....

(3.0 поена)

IB. Структуре биљака (скице нису представљене у реалној величини). (4 поена)

У празна поља попуни по абецедном реду одговарајуће органе биљака:



1. монокотиле (2 поена)
2. дикотиле (2 поена)

Проблем II (10 поена)

Полицајац је седео у својим колима кад је лопов пројурио колима поред њега константном брзином 120 km/h. Одлучио је да стигне лопова, али је при том изгубио 3 секунде на паљење кола. Када је покренуо кола она су се кретала равномерно убрзано и за 20 s су достигла брзину од 200 km/h. Пет секунди пошто је полицијски ауто почео да се креће, лопов га је угледао па је покушао је да одмакне повећавајући брзину својих кола. Он је за 10 s, крећући се равномерно убрзано, постигао максималну брзину од 150 km/h. После тога лопов је наставио да се креће константном брзином.

1. Израчунајте брзину и убрзање као функцију времена за оба аутомобила.

(3 поена)

2. Нацртати графике убрзања и брзине у функцији од времена за оба аутомобила.

(1 поен)

3. Када и где ће полицајац стићи лопова?

(3 поена)

4. Одредити њихове путеве у зависности од времена.

(1 поен)

5. Нацртати графике за функције под 4.

(2 поена)

Проблем III (10 поена)

III.A (5 поена)

Разлагањем глукозе ($C_6H_{12}O_6$) у организму настаје гас угљен-диоксид. Ова реакција се описује следећом хемијском једначином:

$$C_6H_{12}O_6(s) + 6O_2(g) \longrightarrow 6CO_2(g) + 6H_2O(l)$$

1. Израчунати енергију која настаје оксидацијом 1 mola глукозе.

(2 поена)

2. Израчунати запремину ваздуха (25 °C, 1 atm) која је потребна за оксидацију 10 gram глукозе у људском организму.

(2 поена)

3. Наћи запремину чистог угљен-диоксида који настаје сагоревањем 10 g глукозе у организму на температури 37 °C и притиску 1 atm.

(1 поен)

Подаци:
Енталпије формирања:
(ΔH_f^0) глукозе = $-1273\,\mathrm{kJmol^{-1}}$
(ΔH_f^0) CO_2 (g)= $-393.5\,\mathrm{kJmol^{-1}}$
(ΔH_f^0) H_2O (g)= $-271.8\,\mathrm{kJmol^{-1}}$
(ΔH_f^0) H_2O (l) = $-285.8\,\mathrm{kJmol^{-1}}$
(ΔH_f^0) O_2 = $0\,\mathrm{kJmol^{-1}}$
Специфичне топлоте:
Cp H_2O(l)= $75.3\,\mathrm{Jmol^{-1}K^{-1}}$
Cp H_2O(g)= $33.6\,\mathrm{Jmol^{-1}K^{-1}}$
Универзална гасна константа,
$R = 0.0821\,\mathrm{litar.atm.mol^{-1}K^{-1}}$
Моларна маса $C_6H_{12}O_6$=180 gram/mol
Релативне масе, Mr O_2=32, CO_2=44, H_2O=18
Запремински садржај кисеоника у ваздуху је 21%

III.B (5 поена)

10 милилитара базног раствора, $B(OH)_2$, је титрирано са 0.1 M раствора хлороводоничне киселине (HCl) коришћењем бромтимол плавог као индикатора. Када се дода 8 ml раствора (HCl), боја индикатора се мења.

1. Израчунати моларну концентрацију (C_M) основног раствора, $B(OH)_2$

(1.5 поена)

2. Израчунати pH вредност раствора у еквивалентној тачки титрације.

(0.5 поена)

3. Која је боја индикатора на крају титрације (боја бротимол плаво је плава за pH<6 односно жута за pH>7.6).

(0.5 поена)

4. Одреди периоду и групу метала B у периодном систему елемената. Маса $B(OH)_2$ у 10 ml раствора је 0.0232 mg и метал B има 12 неутрона.

(2 поена)

5. Која врста метала је B?

(0.5 поена)

Савезно такмичење

Прошле године савезно такмичење из физике је одржано у Београду, у Основној школи Милош Црњански. У овом броју Младог физичара доносимо вам задатке за све разреде, чиме затварамо један циклус објављивања задатака са такмичења.

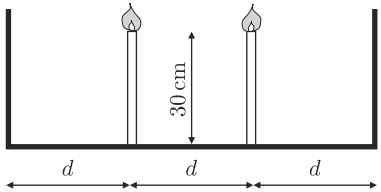
VI разред

1. Три туриста, који имају на располагању само један бицикл, треба да стигну из места А у место Б за најкраће могуће време (време се одређује према последњем туристи који је дошао у место Б). Бицикл може да понесе само два туриста, па због тога трећи мора у почетку да иде пешке. Бициклиста довози другог туристу до неког места на путу, одакле он наставља пешице, а бициклиста се враћа по трећег туристу. Одредити средњу брзину туриста, уколико је брзина пешака $v_1 = 4\,\mathrm{km/h}$, а бициклисте $v_2 = 20\,\mathrm{km/h}$.

2. Транспорт поштанских пошиљки између два пристаништа М и К се остварује помоћу чамаца. Они по утврђеном реду вожње исплове из својих пристаништа, сусретну се, при том поштари размене пошту и врате се чамцима назад. Уколико чамци истовремено исплове, чамац који полази из К утроши на укупан пут (до сусрета и назад) 3 сата, а чамац из М 1.5 сат. Брзине оба чамца у односу на воду су једнаке. Одредити брзину чамаца у односу на реку, брзину реке и удаљеност места сусрета од пристаништа М. Пристаништа М и К се налазе на међусобном растојању 30 km. Које пристаниште се налази низводно, а које узводно у односу на место сусрета?

3. Из Ниша за Београд су на Савезно такмичење из физике кренула два аутомобила која превозе такмичаре и њихове наставнике. Први је кренуо у 6 часова, а други у 6 часова и 10 минута. Брзине аутомобила су једнаке и износе 80 km/h. Један од састављача задатака из Ниша, који је претходног дана допутовао у Београд, тог јутра је приметио да су му задаци остали у Нишу и кренуо је по њих. Аутомобиле са такмичарима је сусрео 4 минута једног за другим. Колика је брзина његовог аутомобила? Ако такмичење треба да почне у 10 часова, а сусрет са првим аутомобилом се догодио у 7, да ли ће задаци бити донесени на време? Удаљеност Београда и Ниша је 240 km.

4. Две свеће почетне висине 30 cm налазе се на растојању d једна од друге. Растојање између сваке свеће и њој најближег зида износи такође d (слика 6-1). Којом брзином се крећу сенке свећа на зидовима (до момента сагоревања бар једне од њих), ако једна изгори за време од 10 минута, а друга за 20 минута? Претпоставити да свеће сагоревају константном брзином.



Слика 6-1

5. Шупља цев квадратног пресека са ивицама 10 cm, дужине 1m, затворена је са једне стране чепом од истог материјала дебљине 1.5 cm. Дебљина бочних зидова износи 1 cm. Ако је маса цеви 5.13 kg, одреди густину материјала од кога је она направљена. Уколико би се цев скратила на три четвртине висине и у њу улила вода до врха, колика маса воде би стала у такву цев? Густина воде је $\rho = 1000\,\mathrm{kg/m^3}$.

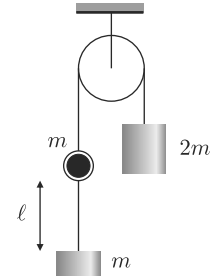
Аутор: Љубиша Нешић

VII разред

1. Балон се креће вертикално наниже константном брзином $u = 2\,\mathrm{m/s}$. Из балона се баци куглица вертикално навише почетном брзином $v_0 = 10\,\mathrm{m/s}$ у односу на земљу. Израчунати растојање између балона и куглице у тренутку када она достигне максималну висину у односу на земљу. Наћи и време од тренутка избацивања куглице до тренутка њеног повратка у балон.

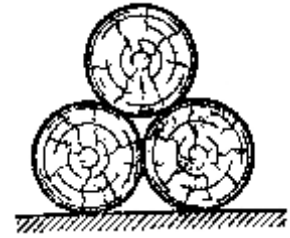
2. Две куглице од истог материјала падају кроз ваздух. Полупречник прве куглице је четири пута мањи од полупречника друге. Сматрајући да је отпор ваздуха сразмеран квадрату полупречника и квадрату брзине тела, наћи однос брзина куглица када оне достигну константну брзину падања. [Запремина куглице сразмерна је трећем степену полупречника.]

3. Преко идеалног котура занемарљиве масе пребачена је неистегљива лага дугачка нит. О један крај нити обешено је тело масе $2m$, а о други куглица и тег једнаких маса m, на почетном међусобном растојању ℓ, као на слици 7-1. Куглица може да клизи дуж нити, при чему је сила трења између ње и нити константна и износи F_{tr}. Ако је у почетном тренутку систем мировао, наћи брзину којом ће куглица ударити у тег.



Слика 7-1

4. Три једнака дрвена цилиндра (балвана) постављена су као на слици 7-2. Наћи минималну вредност коефицијента трења μ између балвана да би они остали непокретни. Претпоставити да клизање балвана по поду није могуће.



Слика 7-2

5. На непокретну мету масе M, која се налази на глаткој хоризонталној подлози по којој може да клизи без трења, удара метак масе m који се креће паралелно подлози брзином $\vec{v}$. Дубина продирања метка у мету је d, а мета је заједно са метком наставила да клизи по подлози. Уз претпоставку да је сила кочења која је деловала на метак константна, наћи њен интензитет F и коначну брзину мете са метком $\vec{V}$.

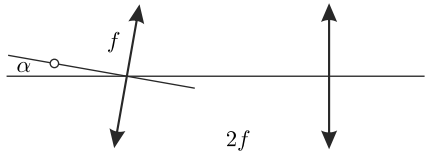
Аутор: Иван Манчев

VIII разред

Теоријски задаци

1. Примарни намотај трансформатора има $n_1 = 2400$ навојака. Колики број навојака треба да садржи секундарни намотај да би при напону $U = 11\,\mathrm{V}$ на његовим прикључцима снага испоручена потрошачу прикљученом на трансформатор износила $P = 22\,\mathrm{W}$? Отпор секундарног намотаја износи $R_2 = 0.20\,\Omega$. Напон у мрежи износи $U_1 = 380\,\mathrm{V}$.

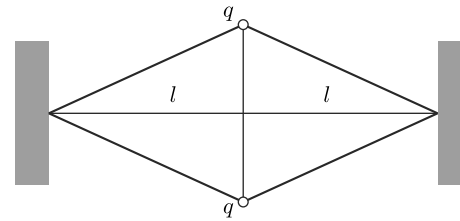
2. Два једнака сабирна сочива жижних даљина $f = 10\,\mathrm{cm}$ постављена су тако да њихове оптичке осе образују угао $\alpha = 10^\circ$ (слика 8-1). Растојање између центара сочива износи $2f$. У жижи првог сочива смештен је тачкасти извор светлости. Колико је растојање између извора и његовог лика добијеног од оваквог система сочива? [Упутство: у правоуглом троуглу у којем је један од углова 10°, однос дужина наспрамне и налегле катете тог угла износи $k = 0.176327$.]



Слика 8-1

3. Куглица полупречника $a = 1\,\mathrm{cm}$ спојена је са Земљом преко отпорника $R = 100\,\mathrm{k\Omega}$ и налази се ("купа се") у паралелном снопу електрона који долећу брзином $v = 50000\,\mathrm{km/s}$. Густина честица у снопу износи $n_e = 10^{10}\,1/\mathrm{m}^3$. Одредите највеће могуће наелектрисање куглице. Који услов треба да задовољи брзина електрона да би претходни рачун био тачан?

4. Колико је растојање између наелектрисаних куглица занемарљивих маса, повезаних са непокретним зидовима помоћу гумених нити (слика 8-2)? Растојање између зидова износи $2l = 20\,\mathrm{cm}$, коефицијент еластичности гумених нити $k = 2.25 \cdot 10^4\,\mathrm{N/m}$, а наелектрисање сваке куглице $q = 1\,\mathrm{nC}$. Истезање нити је веома мало у односу на њихову дужину. [Упутство: чланови који садрже квадрате истезања могу се занемарити. Израз облика $1/(a+b)$ је у случају $a \gg b$ једнак $\frac{1}{a}\left(1 - \frac{b}{a}\right)$.]



Слика 8-2

Експериментални задатак

5. На располагању имате конкавно сферно огледало, троугао, батеријску лампу, заклон са стрелицом начињен од црног картона, лепак и воду. Одредите полупречник сферног огледала, а затим, знајући полупречник огледала, одредите индекс преламања воде. Опишите могуће изворе грешака мерења.

Упутство

За материјалне средине је једна од важних физичких величина индекс преламања (n). То је број који показује колико пута је брзина простирања светлости у датој средини мања од брзине простирања светлости у вакууму. Сочива се обично израђују од различитих врста стакала, а индекс преламања се креће у распону од $1.4 \leq n \leq 1.7$. Жижна даљина сочива f зависи, како од геометрије, тако и од индекса преламања, и дата је релацијом

$$\frac{1}{f} = (n-1)\left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}\right),$$

где је n индекс преламања стакла, а R_1 и R_2 полупречници сферних површина сочива. Ово важи за сочива чија је дебљина мала у односу на жижну даљину.

Сферна огледала могу бити конвексна или конкавна. Конвексна огледала дају имагинарне ликове који се не могу пројектовати на заклон, док конкавна огледала могу давати и имагинарне и реалне ликове. За огледала је карактеристична величина полупречник R сферне рефлектујуће површине, а жижна даљина је $f = R/2$.

У случају комбинације сочива или сочива и огледала (када су она на међусобно малим растојањима), жижна даљина система дата је релацијом

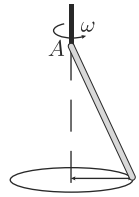
$$\frac{1}{f} = \frac{1}{f_1} + \frac{1}{f_2} + \frac{1}{f_3} + \ldots$$

Аутори: Срђан Ракић и Маја Гарић

I разред

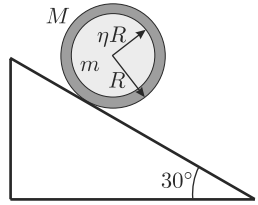
Теоријски задаци

1. Хомогени штап масе m и дужине l је једним својим крајем зглобно повезан са осовином у тачки A (слика 1-1). Штап може слободно да ротира у зглобу око хоризонталне осе која је нормална на осовину. Ако осовина почне да ротира константном угаоном брзином интензитета ω око вертикалне осе, одредити растојање доњег краја штапа од осе ротације и силу реакције штапа на осовину. Можете искористити и релације које важе за велики природан број n, $\frac{1}{n^2}\sum_{i=1}^{n} i \approx 1/2$ и $\frac{1}{n^3}\sum_{i=1}^{n} i^2 \approx 1/3$.



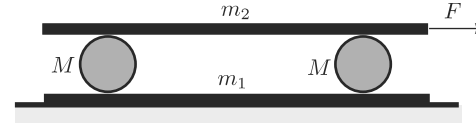
Слика 1-1

2. Буре масе M је напуњено нафтом масе m и кортља се низ стрму раван нагибног угла 30° (слика 1-2). Буре се може сматрати шупљим ваљком са танким основама који је направљен од хомогеног материјала. Спољашњи полупречник шупљег ваљка је R, а унутрашњи полупречник је ηR ($\eta < 1$). Одредити убрзање бурета. Трење између зидова бурета и нафте сматрати занемарљиво малим. Претпоставити да се буре котрља без проклизавања низ стрму раван. Такође сматрати да је оса симетрије бурета паралелна хоризонталној равни током кретања.



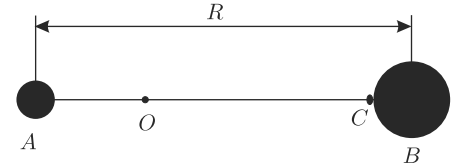
Слика 1-2

3. На глаткој хоризонталној посуди се налази даска масе m_1. На дасци се налазе два иста ваљка масе M и полупречника основе R, а преко њих је положена друга даска масе m_2 (слика 1-3). У почетном тренутку систем је постављен симетрично и мирује. На горњу даску почне да делује сила интензитета F у хоризонталном правцу. Ако се ваљци крећу без проклизавања, одредити брзину дасака.



Слика 1-3

4. Небеска тела A и B, маса M_A и M_B, ротирају око тачке O и налазе се на константном међусобном растојању R. Полупречник тела B је r и много је мањи од R. Свемирски брод C масе m је усидрен на небеском телу B у тачки која је најближа небеском телу A (слика 1-4). Свемирски брод се у сваком тренутку налази на правој која спаја центре небеских тела A и B. Одредити масу свемирског брода, сматрајући да је много мања од маса небеских тела. Показати да резултат зависи само од константи $Q = \gamma m M_B/r^2$, $\eta = r/R$ и $\mu = M_A/M_B$, где је γ гравитациона константа. Можете искористити чињеницу да за реални број $x \ll 1$ и цео број n важи $(1+x)^n \approx 1 + nx$.



Слика 1-4

Аутор: Зоран Ристивојевић

Експериментални задатак

5. Нађите коефицијент еластичности дате опруге мерењем периода малих осцилација и процените грешку мерења. Препоручује се да пратите зависност периода осциловања опруге од масе којом је оптерећена. Мерни комплет се састоји од опруге, хронометра, носача и комплета тегова. На теговима је означена њихова маса, а грешке масе су занемарљиве. Период малих осцилација опруге износи $T = 2\pi\sqrt{m/k}$ где је k коефицијент еластичности опруге, а m маса тега обешеног о опругу.

Аутор: Андријана Жекић

II разред

Теоријски задаци

1. Покретни клип занемарљиве дебљине креће се без трења тако да увек остаје у вертикалном положају у унутрашњости посуде са пресеком у облику квадрата. Посуда и покретни клип се састоје од термички изолованог материјала. Лева страна посуде је испуњена идеалним једноатомским гасом, док десна страна у својој једној половини садржи живу и у директом је контакту са спољашњом средином преко отвора А (слика 2-1).

а) Наћи притисако p_0 гаса ако се зна да је средњи притисак који врши жива на покретну преграду исти као притисак живе на половини висине.

б) Ако се запремина гаса мења, наћи зависност притиска од запремине $p = p(V)$.

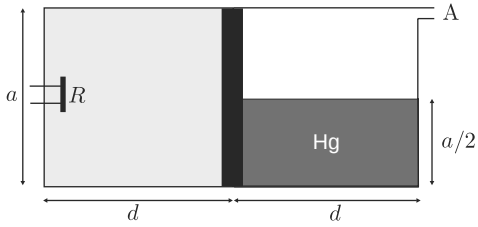
Гас се затим загрева помоћу отпорника R који је приказан на слици, услед чега долази до померања покретног клипа и до истицања живе у потпуности кроз отвор А.

в) Одредити температуру гаса у тренутку када је покретни клип дошао до краја посуде.

г) Наћи рад који гас изврши.

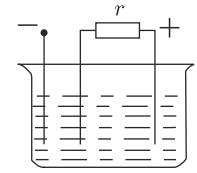
д) Наћи количину топлоте коју гас прими.

Димензије посуде су $a = 4\,\mathrm{cm}$ и $d = 5\,\mathrm{cm}$, почетна температура гаса је $t_0 = 27°$, атмосферски притисак $p_{atm} = 101.3\,\mathrm{kPa}$, а густина живе $\rho = 13600\,\mathrm{kg/m^3}$.



Слика 2-1

2. У раствору $AgCl$ се налазе две исте електроде прикључене на напон $U = 100V$. На катоди се при том издваја $m = 1\,\mu\mathrm{g}$ сребра у секунди. Затим се на средини између електрода стави трећа идентична електрода, која је преко отпорника $r = 50\,\Omega$ спојена са анодом (слика 2-2). Који елемент и у којој количини се издваја на средњој електроди у јединици времена? Електрохемијски еквивалент сребра је $k_1 = 1.118 \cdot 10^{-6}\,\mathrm{kg/C}$, а хлора $k_2 = 0.362 \cdot 10^{-6}\,\mathrm{kg/C}$.

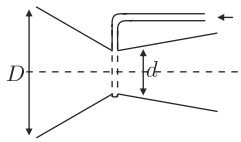


Слика 2-2

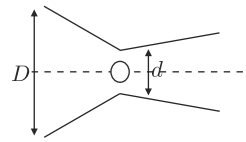
3. Примена Вентуријеве цеви

а) За стабилизацију авиона током лета користи се жироскоп. Да би он исправно функционисао, неопходно је из коморе у коју је смештен исисати ваздух. У ту сврху се у авионе уграђује хоризонтална Вентуријева цев приказана на слици 2-3а. Уска цев из жироскопске коморе доводи се у ужи пресек Вентуријеве цеви и у току лета услед струјања ваздуха јавља се потпритисак у ужем делу Вентуријеве цеви, који уједно и исисава ваздух из жироскопске коморе. Димензије жироскопске цеви су занемарљиве у односу на ужи део Вентуријеве цеви (видети слику 2-3б, која приказује Вентуријеву цев из другог профила). Одредити брзину лета авиона v_0 при коме ће се потпритисак у уском пресеку Вентуријеве цеви износити $h_\nu = 100\,\mathrm{mmHg}$. Однос пречника улазног и уског пресека цеви је $D/d = \sqrt{2}$, а густина ваздуха $\rho = 0.8\,\mathrm{kg/m^3}$.

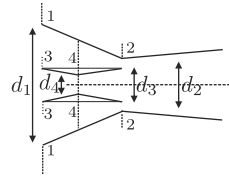
б) Двострука Вентуријева цев (слика 2-3в) остварује у свом најужем пресеку (4-4) знатно веће потпритиске од обичне Вентуријеве цеви. Одредити повећање потпритиска уколико авион у себи поседује двоструку Вентуријеву цев уместо обичне при кретању истом брзином v_0. Односи пречника су $d_1/d_2 = \sqrt{2}$, $d_2/d_3 = 2$ и $d_3/d_4 = \sqrt{2}$. Како се у пресеку 2-2 налази излазни пресек уже цеви, због мешања двеју ваздушних струја у том пресеку можете сматрати да су притисак и брзина у излазном пресеку уже цеви исти као и притисак и брзина у широј цеви у истом пресеку.



Слика 2-3а



Слика 2-3б



Слика 2-3в

4. Скривена шема – црна кутија се састоји од отпорника и има четири извода (слика 2-4). Ако се на изводе 1 и 2 доведе напон, црна кутија троши снагу $P_1 = 40\,\mathrm{W}$ ако су изводи 3 и 4 раздвојени, а ако их спојимо, црна кутија трпши снагу $P_2 = 80\,\mathrm{W}$. Ако даље исти извор струје прикључимо на изводе 3 и 4 при раздвојеним изводима 1 и 2, црна кутија троши снагу $P_3 = 20\,\mathrm{W}$, а при спојеним изводима 1 и 2 снага је P_4. Одредити ову снагу.

Слика 2-4

Аутор: Зорица Пајовић

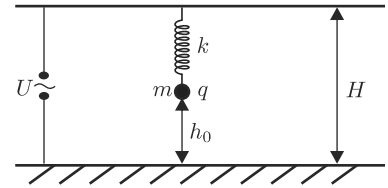
Експериментални задатак

5. Исти као задатак 5 за I разред.

III разред

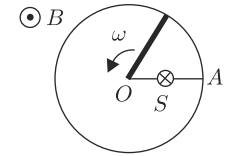
Теоријски задаци

1. Метална плоча на нултом потенцијалу постављена је паралелно са површином земље на висини H и на њу је помоћу непроводне опруге коефицијента еластичности k окачена мала куглица масе m и наелектрисања $q > 0$. Куглица се у почетном тренутку налази на висини h_0 изнад површине земље (слика 3-1). Између плоче и земље се након тога полако прикључује напон U који у успостављеном (стационарном) стању има облик $U = U_0\,(\cos t\sqrt{k/m})^2$, где је U_0 константа. Израчунајте максималну вредност константе U_0 за коју куглица неће ударати о површину земље приликом осциловања у успостављеном стању. Занемарите ефекте настале услед електромагнетног зрачења и индукованих наелектрисања на плочи и на површини земље.



Слика 3-1

2. Проводна шипка дужине r ротира константном угаоном брзином интензитета ω око осовине за коју је причвршћена једним својим крајем. Други крај шипке додирује проводни рам облика кружнице полупречника r чија је отпорност по јединици дужине једнака λ. Цео систем се налази у хомогеном магнетном пољу интензитета B нормалном на раван рама. Сијалица S отпорности R везана је у коло овог једноставног генератора између центра ротације O и тачке A на раму коју шипка додирује у почетном тренутку (слика 3-2). Нађите временску зависност снаге сијалице $P(t)$ у току прве ротације шипке. Отпор шипке је занемарљив, а сијалица је мало издигнута изнад равни рама тако да шипка при ротацији не удара у њу.



Слика 3-2

3. На слици 3-3 приказано је електрично коло сирене једног алармног система. Фреквенција тона овог аларма се не мења, али интензитет звука хармонијски осцилује. У колу су познате вредности отпора R, капацитета кондензатора C, амплитуда извора наизменичног

напона U_1 и U_2 и њихових фреквенција $\nu_1 = 2107\,\mathrm{Hz}$ и $\nu_2 = 2105\,\mathrm{Hz}$. Претпоставите да је импеданса звучника Z веома велика у односу на остале елементе кола, односно да се струја кроз звучник може занемарити. Нађите индуктивност завојнице L за коју је осциловање интензитета звука сирене потпуно, односно периодично пада на нулту вредност. Колики је период T између два узастопна пада интензитета звука на нулу? Да ли постоје нека ограничења на вредности амплитуда U_1 и U_2 да би сирена радила као што је описано? Звучник је елемент који осцилације напона на свом улазу директно претвара у звучне осцилације исте фреквенције.

Слика 3-3

4. Сваки компакт–диск се састоји од веома танке металне подлоге прекривене прозирним пластичним слојем. На металној подлози се подаци бележе дуж веома густе спиралне бразде чији полупречник расте тако да је растојање између две суседне бразде d увек исто (као на грамофонској плочи) и износи $d = 1.6 \cdot 10^{-6}\,\mathrm{m}$. Како је растојање d веома мало, уколико на површину диска падне ласерски сноп светлости из видљивог дела спектра, долази до дифракције. За њено проучавање довољна је једноставна апаратура која се састоји од једног компакт–диска, ласерске диоде (купљене на кинеској пијаци) таласне дужине λ и заклона (на пример, зида). Компакт–диск треба поставити на хоризонталну подлогу поред вертикалног заклона, а сноп ласерске диоде усмерити на површину диска под упадним углом α (углом између снопа и нормале на површину диска). Треба обратити пажњу да пројекција снопа на раван диска пролази кроз његов центар (како би константа дифракционе решетке коју чини бразда била једнака d за целу површину снопа) и да је нормална на раван заклона на коме посматрамо дифракционе максимуме (због једноставности).

а) Ако при варирању угла α на заклону можемо да видимо истовремено највише три дифракциона максимума, процените минималну и максималну могућу вредност таласне дужине λ_{min} и λ_{max} ласерске диоде.

б) Нађите вредност таласне дужине λ и положаје (висине) преосталих максимума на заклону, ако се централни максимум налази на висини $h_0 = 17.0\,\mathrm{cm}$, испод њега се види први максимум на висини $h_1 = 5.0\,\mathrm{cm}$, а упадни угао снопа износи $\alpha = 30°$. Све висине меримо у односу на раван компакт–диска.

[Напомена: присуство пластичног слоја не мења углове под којима се на заклону виде дифракциони максимуми овакве решетке, што није потребно доказивати.]

Аутори: Игор Салом и Антун Балаж

Експериментални задаци

5. Исти као задатак 5 за I разред.

6. Одредите таласну дужину ласерске светлости помоћу дифракционих решетки познатих константи. Проценити грешку мерења. Препоручује се да пратите зависност положаја дифракционих максимума на екрану иза решетке од параметра решетке. Мерни комплет се састоји од ласера, екрана, милиметарског папира и дифракционих решетки чије су константе дате у табели 1. На располагању су вам 5 од 6 наведених решетки. Грешке константи решетки се могу занемарити.

решетка	R_5	R_4	R_x	R_3	R_2	R_1
d [μm]	16	24	29	36	40	46

Табела 1

Аутори: Андријана Жекић и Мићо Митровић

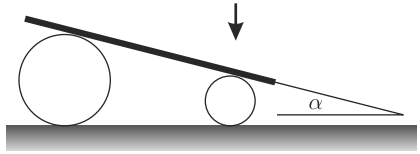
IV разред
Општа група

Теоријски задаци

1. Четири кратка задатка

а) **Шипка на цилиндрима**
Танка хомогена шипка се налази на два лака шупља цилиндра различитих полупречника, као што је приказано на слици 4-1. Цилиндри се налазе на хоризонталној подлози, а шипка заклапа угао α са хоризонталом. Колико ће бити убрзање шипке

непосредно након почетка кретања? Током кретања шипка не проклизава по цилиндрима, а цилиндри не проклизавају по подлози.



Слика 4-1

б) **Релативистичка ракета**
Релативистичка ракета избацује гас константном брзином u у односу на ракету. Ако је у почетном тренутку маса ракете била m_0, одредити зависност брзине v ракете од њене масе m. Сматрати да у почетку ракета мирује и да је $u \ll c$.

в) **Бор-Зомерфелдов услов квантовања**
Бор–Зомерфелдов постулат даје за периодично кретање честице у потенцијалном пољу правило квантовања $\oint p\mathrm{d}q = 2\pi\hbar n$, где су p и q импулс и координата честице, n природан број, док се интеграција врши по затвореној трајекторији честице. Користећи ово одредити дозвољене вредности енергије за честицу масе m која се креће у

в1) једнодимензионалној бесконачно дубокој потенцијалној јами ширине ℓ;

в2) једнодимензионалном потенцијалу датом са $U = \alpha x^2/2$, где је α константа.

г) **Семиемпиријска формула за масу језгра**
Семиемпиријску формулу за масу језгра поставио је Вајцзекер:

$$M_j(A,Z)c^2 = Zm_pc^2 + (A-Z)m_nc^2 - a_vA + \\ +a_sA^{2/3} + a_c\frac{Z^2}{A^{1/3}} + a_a\frac{(A-2Z)^2}{A} + \delta\,.$$

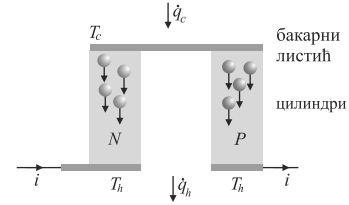
Овде су m_p и m_n масе протона и неутрона, а остале величине су константе које имају следеће вредности: $a_v = 14\,\mathrm{MeV}$, $a_s = 13.0\,\mathrm{MeV}$, $a_c = 0.584\,\mathrm{MeV}$, $a_a = 19.3\,\mathrm{MeV}$. Сматрати да су енергије мировања протона и неутрона приближно једнаке. Одредити редни број бета стабилног језгра за изобарни ланац са масеним бројем 23.

2. Термоелектрично хлађење
Када електрична струја i протиче од проводника A ка проводнику B на споју два проводника се апсорбује или емитује топлота по закону:

$$\dot{q} = (\alpha_B - \alpha_A)\cdot T\cdot i,$$

где је T апсолутна температура споја, док су α_A и α_B *Сибекови коефицијенти* који одговарају проводницима A и B респективно. Величина $\dot{q}$, која се назива *Пелтијеова топлота*, је позитивна када се на споју апсорбује топлота.

Пелтијеова топлота омогућава да склоп приказан на слици 4-2 ради као фрижидер. Бакарни листићи су повезани са цилиндрима начињеним од полупроводника N и P типа. Када кроз склоп протиче електрична струја i, топлота се апсорбује на горњим спојевима, а емитује на доњим. Због тога се горња страна склопа охлади до температуре T_c, а доња загреје до температуре T_h. Предмет који би требало охладити може се ставити на горњу страну склопа. Топла страна склопа повезана је апсорбером топлоте.



Слика 4-2

Капацитет склопа за хлађење је делимично умањен Џуловом топлотом која се издваја на цилидрима, као и провођењем топлоте од топле ка хладној страни. Топлота коју у јединици времена апсорбује склоп (на својој хладној страни) је дата модификованим изразом:

$$\dot{q}_c = (\alpha_P - \alpha_N)T_ci - \alpha(T_h - T_c) - bi^2,$$

где су a и b позитивне константе.

У претходној једначини занемарен је електрични отпор спојева и бакарних листића и претпоставља се да се размена топлоте са околином одвија само на спојевима. Сибекови коефицијенти, као и коефицијенти топлотне и електричне проводљивости полупроводних цилиндара N и P су α_N и α_P, k_N и k_P те σ_N и σ_P респективно.

Ове величине не зависе од температуре.

Количина топлоте која у јединици времена протекне кроз попречни пресек сваког од полупроводних цилиндара једнака је производу коефицијента топлотне проводљивости, површине попречног пресека цилиндра и градијента температуре $\frac{\mathrm{d}T}{\mathrm{d}x}$. Дужина полупроводних цилиндара је L, а површина њиховог попречног пресека је A.

а) Одредите електричне отпоре полупроводних цилиндара. Колика је Џулова топлота која се издваја на сегменту дужине $(x - x_0)$ полупроводног цилиндра N типа у јединици времена.

б) Посматрајте сегмент дужине $(x - x_0)$ цилиндра N типа и напишите једначину топлотног баланса. Одредите количину топлоте која се у јединици времена апсорбује кроу хладни спој бакарног листића и полупроводног цилиндра N типа.

в) Изразите a и b у функцији k_N, k_P, σ_N, σ_P, A и L.

г) Колика је најнижа температура T_c за дато T_h? Користећи податке дате у табели одредите најнижу могућу вредност T_c за $T_h = 300\,\mathrm{K}$.

[Упутство: да би посматрани склоп радио као фрижидер потребно је да важи $\dot{q}_c \geq 0$.]

$\alpha_P - \alpha_N$ [V/K]	a [W/K]	b [Ω]
$4.0 \cdot 10^{-4}$	$2.0 \cdot 10^{-3}$	$1.5 \cdot 10^{-2}$

3. Електромагнетна левитација

Мали магнет у облику шипке може се посматрати као магнетни дипол, који се по аналогији са електричним диполом састоји од магнетних набоја q_m и $-q_m$ који се налазе на његовом северном и јужном полу, респективно. Магнетни момент дипола је $\vec{m} = q_m\vec{d}$, где је $\vec{d}$ вектор растојања усмерен од јужног ка северном полу магнета.

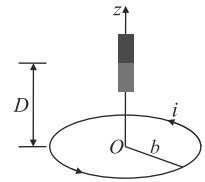
Јачина магнетног поља $\vec{B}$ магнетног набоја q_m је

$$\vec{B} = \frac{\mu_0}{4\pi}\frac{q_m}{r^2}\vec{e}_r\,,$$

где је $\vec{r}$ вектор положаја посматране тачке (у односу на набој који се налази у координатном почетку), а $\vec{e}_r$ је јединични вектор $\vec{r}/r$. Јачина магнетног поља дипола магнетног момента $\vec{m}$ је

$$\vec{B} = \frac{\mu_0}{4\pi}\left[\frac{(3\vec{m}\cdot\vec{e}_r)\,\vec{e}_r - \vec{m}}{r^3}\right].$$

На слици 4-3 је приказан жичани прстен радијуса b. Центар прстена О налази се у тачки $z = 0$. Мали стални магнет масе M може да се креће по оси симетрије прстена, односно по $z-$оси. Занемарите ефекте самоиндукције у прстену.



Слика 4-3

Нека кроз прстен протиче стална електрична струја јачине i. Растојање између магнета и центра прстена је D. Сматрати да је $d \ll D$.

а) Колика је јачина струје која протиче кроз прстен ако се магнет налази у равнотежи?

б) Одредите фреквенцију малих осцилација прстена око равнотежног положаја.

Нека је у почетном тренутку $i = 0$ и нека прстен није повезан са изворима струје или напона.

в) Претпоставимо да се магнет креће дуж $z-$осе. Електрични отпор прстена је R. Израчунајте интензитет магнетне силе F_m која делује на магнет у тренутку када се он налази на растојању z од центра прстена и када је његова брзина v.

г) Нека се магнет дуж $z-$осе тако да је његов положај у зависности од времена t дат изразом $z(t) = h\cos\omega t$. Одредите индуковану електромоторну силу у прстену као функцију времена t. Сматрати да је $h \ll b$.

Аутори: Бранислав Цветковић и Душко Латас

Експериментални задаци

4. Исти као задатак 5 за I разред.

5. Исти као задатак 6 за III разред.

Наградни задаци

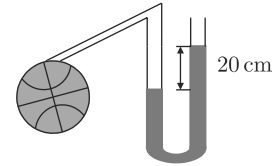
Драги наши пријатељи, овим задацима завршавамо циклус наградних задатака. Сви ви који сте вредно радили задатке и слали нам решења, добићете награде, које ће бити додељене 26. септембра – на рођендан Младог физичара. Ваше коначне резултате моћи ћете да видите на нашем сајту, у секцији Топ листа. Решења задатака који су се појавили у овом и претходним бројевима Младог физичара објављена су у специјалном издању Младог физичара, Супермен збирци. Ову збирку можете набавити на исти начин као и Млади физичар, а њена цена је 250 динара.
Рок за слање задатак из овог броја је 1. јун. До тог датума и ученици осмог разреда треба да пошаљу и решења наградних задатака из броја 96.

VI разред

1. Петар и Риста су једног снежног дана прошле зиме побегли са часа историје и отишли на Аду Циганлију. Упркос изричитој забрани да се не сме ходати по залеђеној површини Савског језера, Петар је одлучио да пређе на другу обалу у ципелама, док је Риста одлучио да то учини у клизаљкама. Први је кренуо Петар, а Риста је задржао на обали да обује клизаљке. Површина којом свака од Петрових ципела додирује залеђено језеро је $200\,\mathrm{cm}^2$, док површина којом свака од Ристиних клизаљки додирује подлогу износи $4\,\mathrm{cm}^2$. Петрова тежина износи 500 N, док је Риста „лакши” од Петра за једну десетину. Ако је максимални притисак који лед може да издржи 13 kPa да ли ће Петар успети да пређе на другу обалу? Баш у тренутку када се Риста спремао да крочи на лед наишла је наставница физике која је шетала свог лабрадора Пају. Она је у последњем тренутку спречила Ристу да стане на лед. Да ли би Риста успео да безбедно пређе на другу обалу?

2. Замислимо да се на једном клипу џиновске хидрауличне машине, чија површина износи 35 ари, налази највећа животиња на свету, плави кит. Који је најмањи број слонова који би морали да стану на други клип хидрауличне машине да би подигли кита, ако је површина другог клипа 3,5 ара? Колика би требало да буде површина другог клипа да би један слон успео да подигне кита? Маса плавог кита је 17500 kg, док је маса слона 5000 kg.

3. Одредите притисак ваздуха у кошаркашкој лопти са слике, ако знате да се у манометарској цеви налази жива. Ниво живе у десном краку цеви виши је за 20 cm. Сматрати да је атмосферски притисак нормалан и да износи 100 kPa. Густина живе је 13600 $\frac{\mathrm{kg}}{\mathrm{m}^3}$.



4. Димензије канцеларијског прозора су $3,4\,\mathrm{m} \times 2,1\,\mathrm{m}$. Током снажне олује спољашњи атмосферски притисак је опао са 100 kPa на 96 kPa, док је притисак ваздуха у канцеларији остао исти непромењен. Одредити интензитет силе која делује на прозор.

5. Археолози су из Мораве извукли сидро запремине $3,5\,\mathrm{dm}^3$. Утврђено је да је сидро припадало турској борбеној лађи из XV века. Колика је тежина сидра у ваздуху, ако је његова тежина у води 233 N? Густина моравске воде је 1000 $\frac{\mathrm{kg}}{\mathrm{m}^3}$, а густина ваздуха је $1,29\,\frac{\mathrm{kg}}{\mathrm{m}^3}$. Од ког материјала је сидро начињено?

VII разред

1. Дечак вуче санке масе 6 kg по хоризонталном залеђеном игралишту. Коефицијент трења између санки и леда износи 0,2. Ако конопац којим дечак вуче санке заклапа са хоризонталом угао од 45^0, одредити рад који дечак изврши док санке пређу пут дужине 10 m. Санке се крећу равномерно.

2. Рекорд у брзини пењања степеницама постављен је када се човек за 11 min попео уз 1600 степеника у њујоршком небодеру ”Empire State Building”, који је после 11. септембра 2001. поново највиша зграда у овом граду. Ако је маса човека 70 kg и висина једног степеника 20 cm, одредите снагу која је била потребна човеку за овај подухват. Занемарити рад силе трења.

3. Фока масе 30 kg спушта се низ тобоган у забавном парку. Врх тобогана, који је у односу на хоризонталу нагнут под углом од 30^0 налази се на висини $1,5\,\mathrm{m}$ у односу на површину воде у базену. Ако је брзина фоке на дну тобогана $4,9\,\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}}$ одредити рад који изврши сила

трења током спуштања фоке. Колики је коефицијент трења између фоке и тобогана?

4. Циркуски артиста седи на трапезу и љуља се напредназад. Период осциловања је $8,85\,\mathrm{s}$. Ако артиста устане тежиште система артиста+трапез се подигне за $35\,\mathrm{cm}$. Колики ће у том случају бити период осциловања трапеза?

5. Два гледаоца налазе се на фудбалској утакмици у тренутку када је изведен слободан ударац. Први гледалац чује да је лопта ударена $0,23\,\mathrm{s}$ након што је видео да је ударац изведен, а други чује ударац $0,12\,\mathrm{s}$ након што је видео његово извођење.

а) Колико су гледаоци удаљени од места где је изведен слободан ударац?

б) Ако правац који спаја првог гледаоца са местом извођења слободног ударца заклапа са правцем који спаја место извођења слободног ударца са другим гледаоцем угао од 90^0, одредити растојање између гледалаца. Брзина звука у ваздуху износи $340\,\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}}$, док је брзина светлости $300000\,\frac{\mathrm{km}}{\mathrm{s}}$.

VIII разред

1. Три отпорника чији отпори су међусобно једнаки везују се у електрично коло на два начина приказана на сликама 1 и 2. Веза приказана на слици 1 се назива звезда, док се веза приказана на слици 2 назива троугао. За обе везе, звезду и троугао, важи да је $U_{12} = U_{23} = U$. У ком случају се у колу ослобађа већа снага?

2. Кроз соленоид чији коефицијент самоиндукције износи $5\,\mathrm{mH}$ протиче електрична струја јачине $5\,\mathrm{A}$. Соленоид се састоји од 200 кружних навојака полупречника $5\,\mathrm{cm}$. Одредите интензитет индукције магнетног поља у соленоиду. Претпоставите да је магнетно поље у соленоиду хомогено и да се правац магнетног поља поклапа са осом соленоида.

3. По двема глатким бакарним шинама које са хоризонталом заклапају угао од 30^0 клизи бакарни проводник масе m. Растојање између шина које су спојене преко отпора R је ℓ. Систем се налази у хомогеном магнетном пољу индукције $\vec{B}$. Правац магнетног поља је нормалан на раван у којој се креће проводник. Одредити брзину кретања проводника и јачину струје која протиче кроз отпорник. Занемарити отпоре шина, покретног проводника и контаката.

4. Радник вари два комада метала помоћу уређаја за заваривање који је повезан са секундарним калемом трансформатора. Кроз уређај за заваривање протиче струја јачине $100\,\mathrm{A}$. Примарни калем трансформатора укључен је је у градску мрежу напона $220\,\mathrm{V}$. Ако је јачина струје која протиче кроз примарни калем $1\,\mathrm{A}$ одредите напон на секундарном калему. Ако је број навојака секундарног калема за 900 већи од броја навојака примара, одредите број навојака који садрже примарни и секундарни калем трансформатора.

5. Допуните следеће шеме радиоактивних распада:

а) ${}_{82}\mathrm{Pb}^{209} \longrightarrow {}_{83}\,\mathrm{Bi}^{209} + ?$

б) ${}_{89}\mathrm{Ac}^{225} \longrightarrow {}_{87}\,\mathrm{Fr}^{221} + ?$

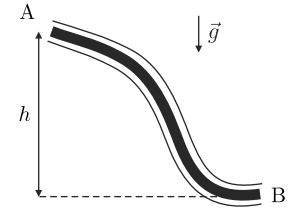
в) ${}_{6}\mathrm{C}^{14} \longrightarrow ? + \beta$

г) ${}_{1}\mathrm{H}^{3} \longrightarrow ? + \beta$

д) ${}_{90}\mathrm{Th}^{209} \longrightarrow ? + \alpha.$

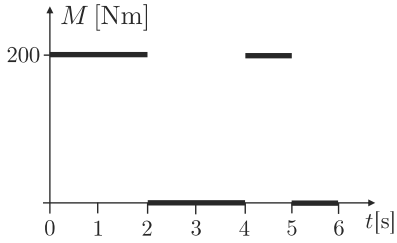
I разред

1. Унутар цеви дужине l, постављене између тачака A и B са разликом висина h, налази се конопац дужине l који придржавамо у тачки A. Колики је интензитет убрзања свих тачака конопца у тренутку када га пустимо?



2. Диск масе $m = 100\,\mathrm{kg}$ и полупречника $r = 2\,\mathrm{m}$ налази се у хоризонталној равни и може да ротира око вертикалне осе симетрије без трења. На слици је приказана временска зависност интензитета момента силе која делује тангенцијално на обод диска. У тренутку $t = 0$ диск је мировао. Нацртајте график зависности интензитета угаоне брзине диска од времена.

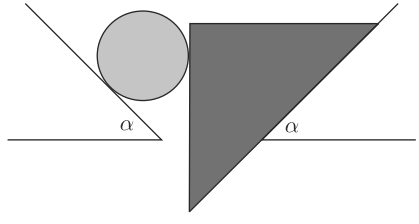
Како изгледа график ако на диск у тренутку $t = 3\,\mathrm{s}$ спустимо комад глине момента инерције $I_G = 200\,\mathrm{kg\,m^2}$ у односу на осу ротације диска? Познато је да се момент импулса система који се састоји од диска и глине није променио у тренутку $t = 3\,\mathrm{s}$.



3. На куглицу која пада у близини Земљине површине делује сила отпора ваздуха чији интензитет је дат са $F = k(r)v$, где је $k(r)$ нека функција полупречника куглице r, а v је интензитет брзине куглице. Примећено је да за куглице које су пуштене да падају са довољне висине постоји максимална брзина коју могу да достигну. Након достизања ове брзине куглице се крећу равномерно праволинијски. Објасните ову појаву. На основу резултата експеримента (датих у табели) у коме су измерени интензитети максимално достигнутих брзина v_m за куглице различитих полупречника, нађите функцију $k(r)$. У експерименту су кориштене куглице густине $\rho = 4500\,\mathrm{kg/m^3}$.

r [mm]	1	2	3	4	5
v_m [m/s]	1.51	2.98	4.50	6.02	7.49

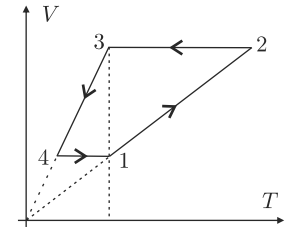
4. Ваљак и "клин" крећу се, додирујући се, сваки по својој глаткој стрмој равни. Угао обе стрме равни је исти и износи α. Једна страна "клина" је вертикална. Маса ваљка је m_1 а "клина" m_2. Одредити силу притиска N "клина" на ваљак. Трење између "клина" и ваљка занемарити.



5. Менаџерски тим компаније "Соко Штарк" одлучио је да направи необичну рекламу својих производа. У том циљу изнајмили су велики балон који је једног суботњег преподнева летео над центром Београда. Маса балона који је лебдећи мировао у ваздуху износила је 800 kg (то је маса балона, терета и посаде). Када се балон нашао изнад Калемегдана један од чланова посаде почео је да избацује слаткише из балона (маса бачених слаткиша је 50 kg) почетном брзином 3 m/s. Израчунајте колико ће се подићи балон за време од 15 s? Сматрати да је запремина избаченог терета занемарљиво мала према укупној запремини балона. Занемарити и промену густине атмосфере са висином, као и отпор ваздуха.

II разред

1. За процес 1-2-3-4-1 који је приказан на V–T дијаграму на слици доле и који се састоји од две изобаре (1-2 и 3-4) и две изохоре (2-3 и 4-1), нацртајте одговарајући p–V дијаграм. Познато је да су тачке 1 и 3 на једној изотерми. Покажите да је рад A који једноатомски идеалан гас изврши у овом процесу позитиван. Ако је познато да је однос максималне и минималне запремине гаса у процесу једнак k, нађите однос A/U_1 извршеног рада A и унутрашње енергије U_1 гаса у тачки 1.

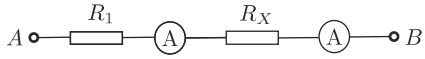


2. Изведите формулу за брзину звука у идеалном гасу, ако је познато да она зависи само од притиска p и густине ρ гаса, као и да се у формули јављају само бездимензионе константе. Зашто је брзина звука при истим условима мања у кисеонику него у азоту? Знајући да при нормалним условима брзина звука у кисеонику износи $v_O = 313\,\mathrm{m/s}$, а у азоту $v_N = 334\,\mathrm{m/s}$, одредите све константе које постоје у формули. Кисеоник и азот можете сматрати идеалним двоатомским гасовима.

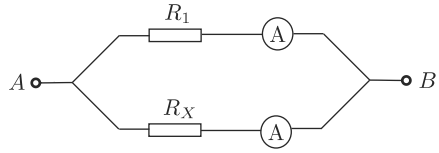
3. Висина затвореног крака U' цеви износи $H_1 = 20\,\mathrm{cm}$. У хоризонталном делу цеви дужине $d = 15\,\mathrm{cm}$, налази се жива. Притисак ваздуха у затвореном крају цеви је $p_a = 1015\,\mathrm{mbar}$. Када U цев ротира око свог отвореног крака, у затвореном краку цеви се образује живин стуб, висине $H_1/2$, померањем живе у цеви. Колика је угаона брзина ω ротације цеви? За густину живе узмите $\rho = 13600\,\mathrm{kg/m^3}$.

4. Ученик другог разреда добио је задатак да у лабораторији за физику изврши експеримент. На располагању је имао два амперметра и два опорника. Отклон казаљке на сваком амперметру пропорционалан је јачини струје, а скале им имају једнаке подеоке. На први амперметар прикључен је отпорник отпора R_1, а на други отпорник непознатог отпора R_X. У првом делу експеримента амперметре је потребно повезати редно (као на слици а) и прикључити на тачке A и B. Ученик је утврдио да су у том случају отклони казаљки на амперметрима n_1 и n_2. Затим је амперметре повезао паралелно и прикључио на тачке A и B (као на слици б). Утврдио је да су отклони казаљки на амперметрима тада n_1' и n_2'. Помозите ученику да уз помоћ ових мерења одреди непознати отпор R_X.

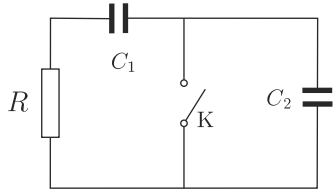
а)



б)



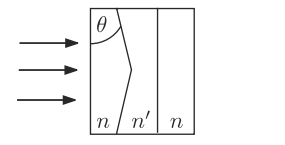
5. Кондензатор капацитета C_1 празни се преко отпорника отпора R. Када јачина струје пражњења постане једнака I_0, склопка се искључи. Одредити количину топлоте Q која се ослободи на отпорнику, почевши од тог тренутка.



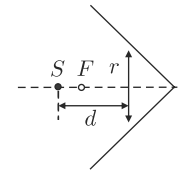
III разред

1. У бајци о српским и италијанским аутомобилима, Шуми вози Југо који се креће брзином $v_A = 126\,\frac{\mathrm{km}}{\mathrm{h}}$ и престиже Ферари који се креће брзином $v_B = 90\,\frac{\mathrm{km}}{\mathrm{h}}$. Испред њих се креће Фића брзином $v_C = 108\,\frac{\mathrm{km}}{\mathrm{h}}$. Шуми притом на Југу испробава трубу чија је фреквенција $f = 300\,\mathrm{Hz}$. Колики је однос фреквенција које региструје возач Ферарија пре и након што га Шуми претекне? Колика је фреквенција избијања коју региструје Шуми као последицу суперпозиције изворног сигнала трубе и сигнала рефлектованог од Фиће?

2. Раван светлосни талас таласне дужине $\lambda = 700\,\mathrm{nm}$ пада нормално на стаклену бипризму ($n = 1.520$) преломног угла $\theta = 5.0^0$. Иза бипризме се налази планпаралелна стаклена плоча, а простор међу њима је испуњен бензолом ($n' = 1.500$). Наћи ширину интерференционе пруге на екрану који се налази иза система. Занемарити рефлексију и преламање светлости на граници стакло-бензол.



3. Два равна огледала образују угао од 90^0. Сабирно сочиво жижне даљине F заклапа угао од 45^0 са сваким од огледала. Полупречник сочива је $r = F$. На главној оптичкој оси сочива на растојању $d = 1.5F$ налази се извор светлости S. Наћи положај оног лика који се налази на главној оптичкој оси.



4. Сноп природне светлости интензитета I упада нормално на систем од две идентичне плочице. Свака од њих тотално линеарно поларизује светлост. Након проласка кроз прву плочицу интензитет опада на $I_1 =$

IV разред

1. Природна руда урана данас је састављена од $\eta_1 = 99.28\%$ изотопа ^{238}U и $\eta_2 = 0.72\%$ изотопа ^{235}U. Период полураспада ^{238}U је $T_1 = 4.47 \cdot 10^9$ година, а ^{235}U је $T_2 = 0.70 \cdot 10^9$ година. Одредити старост Земље претпостављајући да су у тренутку стварања Земље изотопи ^{235}U и ^{238}U били подједнако заступљени.

2. Радиоактивни изотоп ^{137}Cs активности $A_0 = 1.5 \cdot 10^{14}\,\mathrm{Bq}$ се користи за производњу енергије. Период полураспада ^{137}Cs је $T = 30$ година. При сваком распаду емитује се једна β честица средње кинетичке енергије $E = 0.5\,\mathrm{MeV}$. Одредити колика је теоријски максимална могућа снага оваквог генератора. Колика ће бити та снага $t = 10$ година касније?

3. Честица А масе $m_A = 1000\,\frac{MeV}{c^2}$ мирује у центру сферног γ-детектора, који је потпуно окружује. Честица В масе $m_B = 500\,\frac{MeV}{c^2}$ је убрзана до укупне енергије $E_B = 700\,\mathrm{MeV}$ и кроз малу рупу убачена у детектор где се судара са честицом А. Након судара настаје честица у свом побуђеном стању C*, одакле се брзо распада емисијом γ-кванта у основно стање С чија је маса $m_C = 1300\,\frac{MeV}{c^2}$.

а) Наћи масу честице у свом побуђеном стању C*.

б) Ако се емитовани γ-квант креће у истом правцу и смеру као честица А пре судара, колику ће енергију γ-кванта регистровати детектор?

в) При следећем извођењу експеримента детектор је регистровао енергију γ-кванта од $E_\gamma = 300\,\mathrm{MeV}$. Под којим углом је излетео γ-квант?

4. Према Вајцекеровој полупемпиријској формули, енергија везе језгра масеног броја A и редног броја Z (са занемареним последњим чланом) је $B(Z,A) = a_v A - a_s A^{2/3} - a_c \frac{Z^2}{A^{1/3}} - a_a \frac{(A-2Z)^2}{A}$. Језгро се распада на два једнака дела (симетрична фисија). Колика је кинетичка енергија сваког од продуката фисије?

5. Колико пута се смањује интензитет снопа термалних неутрона при проласку кроз слој тешке воде (D_2O) дебљине $d = 5.0\,\mathrm{cm}$? Ефикасни пресеци за судар термалних неутрона са језгрима деутеријума и кисеоника су $\sigma_1 = 7 \cdot 10^{-28}\,\mathrm{m}^2$ и $\sigma_2 = 4.2 \cdot 10^{-28}\,\mathrm{m}^2$, респективно. Сматрати да је концентрација молекула тешке воде приближно иста као концентрација молекула обичне воде. (Ефикасни пресек је по дефиницији једнак $\sigma = \frac{1}{n}\frac{\mathrm{d}W}{\mathrm{d}x}$, где је n концентрација језгара са којима се неутрони сударају, а $\mathrm{d}W$ вероватноћа судара на путу $\mathrm{d}x$.)

Рок за слање задатака из овог броја Младог физичара је **1. јун**. Имате мање времена него до сада да нам пошаљете решења задатака, зато вас молимо да будете брзи. До 1. јуна ученици **VIII разреда треба да пошаљу задатке из броја 96!**

Неопходно је да заједно са задацима попуните и купон. Задатке без купона **нећемо прихватити.**

Решења задатака који су се појавили у овом и претходним бројевима Младог физичара објављена су у посебном издању Младог физичара, Супермен збирци. Ову збирку можете набавити на исти начин као и Млади физичар, а њена цена је 250 динара.

млади**физичар**

99

KUPON

Име и презиме ученика

Име и презиме наставника

Школа

E-mail адреса ученика

Адреса ученика

Поштански број Место

Ekonomski fakultet u Beogradu i Južnoevropski centar za savremene finansije
Vas pozivaju na treće izdanje
Međunarnodnog magistarskog kursa iz kvantitativnih finanijsa (IMQF)

Predavači na našem programu su svetski poznati stručnjaci iz oblasti finansija i ekonomije. Mnogi su po prvi put u Beogradu i našem regionu. Među njima su:

Prof. Alec Chrystal, Profesor Monetarne politike i bankarstva, Šef katedre za finansije i prodekan Cass Business School, City University of London (London, Velika Britanija)

Prof. Robert H. Edelstein, Professor Ekonomike nekretnina, ko-direktor Fisher Center for Real Estate and Urban Economics, Haas School of Business, University of California (Berkeley, USA)

Prof. Moshe Kim, Profesor bankarstva, Department of Economics, University of Haifa (Haifa, Izrael)

Prof. Lionel Martellini, Profesor finansija i Naučni direktor EDHEC Risk and Asset Management Research Center (Nica, Francuska)

kao i mnogi drugi poznati domaći i strani predavači. Od ove školske godine, IMQF program uključuje i celovitu pripremu za polaganje ispita u okviru **Chartered Financial Analyst (CFA)(R)**, globalno priznate međunarnodne sertifikacije koju izdaje CFA Institute(R).

Školska 2005-2006 počinje u **septembru 2005** a krajnji rok za prijavu je **15. jul 2005**. Za polaznike koji se sami finansiraju postoji mogućnost povoljnog kreditiranja ili plaćanja na rate, a za one najtalentovanije i finansijski najugroženije i mogućnost dobijanja finansijske pomoći. Takođe, za polaznike programa obezbeđena je mogućnost letnje prakse u zemljama Evropske Unije.

Za više informacija posetite naš website http://www.seccf.org/, javite se na telefon (011) 3021 169, fax (011)3021 169 ili na adresu: IMQF Program, Ekonomski fakultet u Beogradu, Kamenička 6, 11000 Beograd.

Планете се крећу по елипсама

Пише: Бранислав Цветковић

У XVI веку немачки филозоф и физичар Јоханес Кеплер је на основу посматрања Тиха Брахеа[1], данског астронома, формулисао три закона за планете које се крећу око Сунца. Кеплерови закони послужили су као полазна основа Исаку Њутну да изведе свој универзални закон гравитације.

Први Кеплеров закон гласи: Планете се крећу око Сунца по елиптичним путањама. У заједничкој жижи тих елипси налази се Сунце.

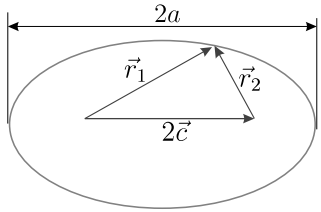
У време када су се појавили Кеплерови закони су били по много чему необични. У XVI веку мислиоци се још увек нису били ослободили прастарих убеђења да се небеска тела крећу по идеалним путања, тј. кружницама. Чак је и Коперник сматрао да су путање планета кругови који се налазе на сферама, које су описане (или уписане) око правилних полиедара.[2] Кеплер је покушао да објасни због чега се планете крећу на начин који следи из астрономских посматрања. Он је сматрао да Сунце делује на планете магнетном силом, иако се оне налазе на великом растојању. Кеплер није успео да правилно одреди зависност те силе од растојања. Он је извео погрешан закључак да сила којом Сунце привлачи планете опада са растојањем.

У уџбеницима механике кретање планета око Сунца се посматра као специјални случај општијег проблема који се зове централно кретање. Посматра се кретање изолованог система који се састоји од два тела која интерагују силом која зависи само од њиховог међусобног растојања. За решавање овог задатка неопходно је познавање градива из математике које превазилази ниво средње школе. Ми ћемо доћи до истог резултата користећи се законима одржања енергије и момента импулса, као и другим Њутновоим законом. Како је маса Сунца много већа од масе планете, претпоставићемо да је Сунце непокретно.

Доказ се ослања на дефиницију елипсе. Елипса је геометријско место тачака, таквих да је збир растојања од две фиксиране тачке (жиже) константан, као што је приказано на слици 1, тј. $r_1 + r_2 = 2a$. Величина a се назива велика полуоса елипсе. Такође важи $\vec{r}_1 - \vec{r}_2 = 2\vec{c}$.

[1] Тихо Брахе је био последњи велики астроном који није користио телескоп – он је читаве ноћи проводио посматрајући небо и мерећи углове помоћу астролаба.

[2] Коперниково учење је било филозофског карактера, за разлику од радова Кеплера и Галилеја, који се могу сматрати првим предњутновским физичарима који су своје закључке донели на основу посматрања природних појава.



слика 1

Закон одржања енергије

При кретању планете око Сунца укупна енергија планете је константна:

$$E = \text{const.} \tag{1}$$

Енергија планете се може представити као збир потенцијалне и кинетичке енергије:

$$E = \frac{mv^2}{2} + U(r) = \frac{mv^2}{2} - \frac{\gamma m M}{r}, \tag{2}$$

где је m маса планете, M маса Сунца, r растојање од планете до Сунца. Ако уведемо смену $\alpha = \gamma M$, једначина (2) се може записати у облику:

$$E = \frac{mv^2}{2} - \frac{\alpha m}{r}. \tag{3}$$

Укупна енергија мора бити негативна[3], па се E може записати у облику:

$$E = -\frac{mv_0^0}{2}. \tag{4}$$

[3]Потенцијална енергија тежи нули на великим растојањима, па уколико би укупна енергија била ненегативна, планета би могла да се нађе на бесконачно великом растојању од Сунца.

Ако се искористе једначине (3) и (4) добија се:

$$ru^2 + r = 2a, \tag{5}$$

где је $u = 2\alpha/v_0^2$ и $u = v/v_0$.

Закон одржања момента импулса

Приликом кретања планете око Сунца поред енергије, константна је још једна величина. То је момент импулса:

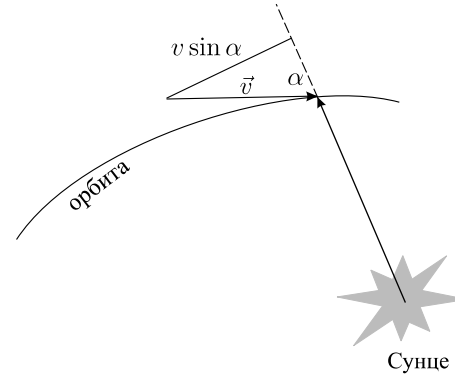
$$L = mvr\sin\alpha, \tag{6}$$

где је α угао између радијус вектора $\vec{r}$ планете и вектора брзине $\vec{v}$, као што је приказано на слици 2. Величина $v\sin\alpha/r$ заправо представља угаону брзину брзину планете ω , тј. важи:

$$\omega = \frac{v\sin\alpha}{r}. \tag{7}$$

Даље се лако добија:

$$L_0 = \frac{L}{m} = vr\sin\alpha = \omega r^2. \tag{8}$$



слика 2

Једначина кретања

Према другом Њутновом закону за кретање планете око Сунца важи:

$$m\vec{a} = \vec{F}, \tag{9}$$

где је $\vec{F}$ гравитациона сила којом Сунце привлачи планету. Ако са $\vec{n}$ обележимо јединични вектор који има правац и смер радијус вектора Сунце-планета, тј.

$$\vec{n} = \frac{\vec{r}}{r}, \tag{10}$$

претходна једначина се може записати у облику:

$$\vec{a} = -\frac{\alpha}{r^2}\vec{n}. \tag{11}$$

Током малог временског интервала Δt брзина се промени за:

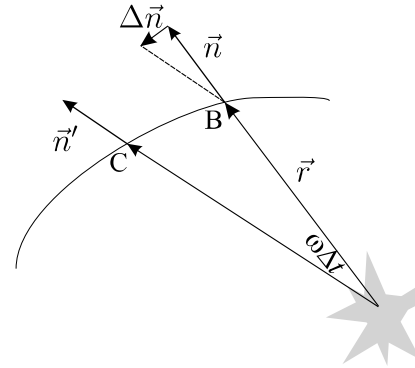
$$\Delta\vec{v} = -\frac{\alpha}{r^2}\Delta t\vec{n} \tag{12}$$

Лапласов вектор

Приликом кружног кретања угао између вектора $\vec{n}$ и $\vec{v}$ се не мења током времена и износи 90°. Међутим, то није случај за кретање које није кружно.

Нека се током малог временског интервала Δt планета преместила из тачке C на тачку B на орбити. За то време радијус вектор опише угао $\omega\Delta t$ (временски интервал Δt је кратак, па се угаона може сматрати константном). Вектор $\vec{n}$ се за то време промени за $\Delta\vec{n}$. Како је угао $\omega\Delta t$ мали, то је:

$$\Delta n = \omega\Delta t n = \omega\Delta t, \tag{13}$$



слика 3

јер је $\vec{n}$ јединични вектор (слика 3). Вектор $\Delta\vec{n}$ је нормалан на вектор $\vec{n}$, па ако са $\vec{n}'$ обележимо јединични вектор који је нормалан на правац вектора $\vec{n}$, следи:

$$\Delta\vec{n} = \omega\Delta t\vec{n}'. \tag{14}$$

Вектори промене брзине $\Delta\vec{v}$ и вектор $\Delta\vec{n}$ су ортогонални. Ако векторе $\vec{v}$ и $\vec{n}$ заротирамо за угао од 90^0 супротно од смера казаљке на сату претходна једначина (8) се може приказати у облику[4]

$$\Delta v' = -\frac{\alpha}{r^2}\Delta t\vec{n'}. \tag{15}$$

Ако се искористи једначина (13) следи:

$$-L_0\Delta\vec{v}' - \alpha\Delta\vec{n} = \Delta(-L_0\vec{v}' - \alpha\vec{n}) = 0, \tag{16}$$

тј. вектор:

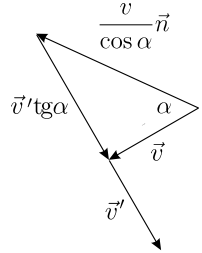
$$\vec{A} = -L_0\vec{v'} - \alpha\vec{n} \tag{17}$$

[4]Приликом ротације вектор $\vec{n}$ прелази у $\vec{n}'$, а $\vec{v}$ иде у $\vec{v}'$.

се не мења током кретања планете око Сунца.

Изразимо сада вектор $\vec{v}'$ у функцији вектора $\vec{n}$ и $\vec{v}$. Са слике 4 се види да је:

$$\vec{v}' = \frac{\cos\alpha}{\sin\alpha}\vec{v} - \frac{v}{\sin\alpha}\vec{n}. \tag{18}$$



слика 4

Ако се искористе релације $\sin\alpha = L_0/rv$ и $\cos\alpha = \frac{\vec{r}\cdot\vec{v}}{rv}$ добија се:

$$\vec{v}' = \frac{1}{L_0}\left[(\vec{r}\cdot\vec{v})\vec{v} - v^2\vec{r}\right]. \tag{19}$$

Даље је:

$$\vec{A} = v^2\vec{r} - (\vec{r}\cdot\vec{v})\vec{v} - \frac{\alpha\vec{r}}{r}. \tag{20}$$

Овај вектор се зове Лапласов вектор.

Уколико се искористи закон одржања енергије:

$$\frac{\alpha}{r} = \frac{v^2 + v_0^2}{2}, \tag{21}$$

добија се:

$$2\vec{c} = \frac{2\vec{A}}{v_0^0} = u^2\vec{r} - 2(\vec{r}\cdot\vec{u})\vec{u} - \vec{r}, \tag{22}$$

где је $\vec{u} = \vec{v}/v_0$. Ако уведемо ознаку:

$$\vec{r}_1 = u^2\vec{r} - 2(\vec{r}\cdot\vec{u})\vec{u}, \tag{23}$$

једначина (22) се може записати у веома једноставном облику:

$$\vec{r}_1 - \vec{r} = 2\vec{c}. \tag{24}$$

Једначина елипсе

Остало је још да се покаже да је збир $r_1 + r$ константан. Како је:

$$\begin{aligned} r_1^2 &= u^4r^2 - 4u^2(\vec{r}\cdot\vec{u})^2 + 4u^2(\vec{r}\cdot\vec{u})^2 \\ &= u^4r^2, \end{aligned} \tag{25}$$

односно:

$$r_1 = u^2r. \tag{26}$$

Ако се уз претходну једначину искористи закон одржања енергије у облику (5) следи:

$$r_1 + r = 2a. \tag{27}$$

Дакле, показали смо да врх вектора $\vec{r}$ током кретања описује елипсу. Приметимо да из израза $a = \alpha/v_0^2$ следи да велика полуоса елипсе зависи само од енергије планете. Вектор $2\vec{c}$ повезује жиже елипсе. Величина c назива се фокусно растојање и једнака је половини растојања између жижа. Интересантно је да величина v_0 није само помоћног карактера. Може се показати да је то брзина планете у тачки која се налази на „врху” мале полуосе. Полушајте, за вежбу, да ово урадите сами.

Надамо се да сте сад уверили да из Њутновог закона гравитације следи да се планете заиста крећу по елипсама. Ова чињеница је врло важна, јер је пресудно утицала на Њутна да смогне храбрости и да објави закон гравитације.

Зашто се запаљена шибица криви

Пише: Катарина Матић

У Младом физичару број 97 видели смо један интересантан оглед са пламеном. Тада смо научили да пламен има нека неочекивана својства. У овом броју доносимо нов оглед, који се може врло лако извести и за који вам је потребна само – једна шибица. Када га проучите, научићете зашто се запаљена шибица криви увек на горе.

Када се запаљена шибица држи хоризонтално, пламен се полако помера дуж шибице, а сагорели део се савија. Део шибице који је у пламену је црне боје и још није искривљен. За пламеном се креће узан црвени појас. Тај део је управо изгорео и његова температура је највиша (око 700-750^{0}C). Температура црног дела је знатно нижа (око 500-600^{0}C). Битно је уочити да је "црвени" део црвен само са горње стране; доња страна и у овом појасу је црна. Значи да горња страна има вишу температуру, због струјања ваздуха, и зато дуже задржава црвену боју. При хлађењу се горња страна више скупља, јер је разлика њене температуре и температуре околног ваздуха већа. То је разлог због којег се шибица криви навише. Може ли се ова појава и квантитативно описати?

Нека је дужина шибице l_0, а дебљина d. Претпоставимо да се ове димензије при горењу не мењају. У центру пажње ће бити закривљени део шибице. Нека су дужине средњих пресека горње и доње половине шибице l_1 и l_2; њихова разлика износи

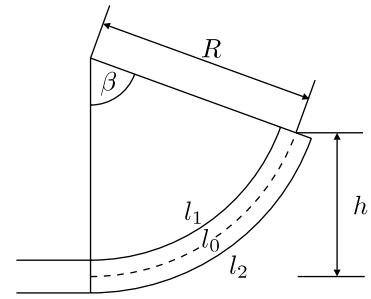
$$l_2 - l_1 = l_0 \alpha \Delta T$$

где је α-термички коефицијент линеарног ширења дрвета, ΔT-разлика максималних температура горње и доње стране шибице. Са слике 1 се види да је

$$l_1 = \beta\left(R - \tfrac{d}{4}\right),\ l_2 = \beta\left(R + \tfrac{d}{4}\right),$$

па је

$$l_2 - l_1 = \tfrac{\beta d}{2} = \tfrac{l_0 d}{2R}.$$



Слика 1

На основу ових формула се може одредити полупречник кривине шибице

$$R = \frac{d}{2\alpha\Delta T}.$$

Пошто је полупречник кривине тешко измерити, погодно је изразити га преко величине h:

$$h = R(1-\cos\beta) = R = \left(1-\cos\frac{l_0}{R}.\right)$$

Применом формуле која важи за мале углове

$$1-\cos\beta = 2\sin^2\beta \approx \frac{\beta^2}{2}$$

добија се

$$h = \frac{l_0^2\alpha\Delta T}{d},$$

тако да разлика температура горње и доње стране шибице износи

$$\Delta T = \frac{h}{l_0^2}\frac{d}{\alpha}.$$

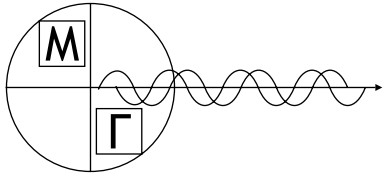
Да би се одредила разлика температура, потребно је измерити дужине h, l_2 и d. Урадите овај експеримент и покушајте да на основу горњег модела одредите разлику температура ΔT.

Мерење ове разлике температура изведене помоћу термопара су показала да је температуреа горњег дела T_{g}=(730±10)^{0}C односно, за доњи део T_{d}=(650±10)^{0}C, па је тражена разлика темпаретура ΔT=(80±20)^{0}C.

И чланови редакције Младог физичара су урадили овај експеримент. Непосредном провером смо добили следеће резултате: Од десет запаљених шибица четири су се искривиле навише, три се уопште нису искривиле, а три су се савиле у хоризонталној равни. Зашто се све шибице не понашају у складу са предвиђањима теорије?

Да ли ће се једнако савити сибице различитих дебљина? Ако се запаљена шибица одоздо додирне хладним металним предметом, да ли ће се савити више или мање?

Покушајте да урадите овај једноставан експеримент и да одговорите на не тако једноставна питања. Али никад не заборавите да не угрозите безбедност. Шибице треба држати пинцетом, изнад посуде са водом.



И ове године Математичка гимназија организује пријемни испит за упис у седми разред. Детаљније информације можете добити уколико се јавите на телефон 011/2641-378

Обрада резултата мерења

Пише: Милован Шуваков

Физичарима је изузетно важно како ће обрадити и на крају записати резултате својих експеримената. За младе физичаре је ово такође врло важно, поготову ако учествују на такмичењима из физике на којима постоје експериментални задаци. Зато ћемо се на овом додатном часу позабавити елементарном обрадом резултата мерења.

За мерења физичких величина користе се инструменти који никада нису савршено тачни, тј. не дају нам тачну (праву) вредност мерене величине већ интервал у којем се тачна вредност налази. На пример, када меримо дужину стола метром са милиметарском поделом и измеримо вредност l=605mm ми нисмо сигурни да ли је дужина стола баш оволика или је за неки део милиметра различита, али оно у шта смо сигурни јесте да је дужина стола сигурно већа од 604mm, а мања од 606mm. Ово се записује на следећи начин: l=(605 ± 1)mm, где нам ова јединица представља грешку мерења: Δl=1mm. Грешка мерења је некад одређена самим инструментом, док у неким случајевима морамо сами да је проценимо. Ако штоперицом меримо временски интервал између два догађаја, без обзира што је најмањи подеок на штоперици 0.01s, грешка нашег мерења је сигурно већа услед времена наше реакције на догађај. У овом случају грешку можемо проценити тако што ћемо више пута мерити познати интервал и видети колико највише грешимо, или пак претпоставити да време реакције није веће од рецимо 0.2s и ову вредност узети за грешку.

Грешке мерења о којима је било речи називају се апсолутне грешке и оне имају исту димензију као и резултат. Количник $\delta l = \Delta l / l$ се назива релативна грешка мерења. Ова бездимензиона величина се обично изражава у процентима. Дакле, ако лењиром са милиметарском поделом измеримо дужину од L=10cm, релативна грешка мерења је:

$$\delta L = \frac{\Delta L}{L} = \frac{1\,\mathrm{mm}}{10\,\mathrm{cm}} = 1\%$$

Грешке индиректно мерених величина

Неке величине не меримо директно, већ их рачунамо (по некој формули) из мерених величина. Ове величине називамо индиректно мереним и поставља се питање колика је њихова грешка. Најједноставнији пример је збир две мерене величине $Z = X+Y$. Ако знамо грешке мерења величина X и Y респективно ΔX и ΔY, лако проверавамо да је права вредност величине Z најмање $X+Y-(\Delta X+\Delta Y)$, а највише

$X+Y+(\Delta X+\Delta Y)$. Другим речима апсолутна грешка овог збира је $\Delta Z = \Delta X+\Delta Y$. Када мало размислимо видимо да иста формула важи и за грешку разлике двеју величина. За остале функције мерених величина ствари су мало компликованије и ту користимо приближне формуле дате у табели 1. Ове формуле, иако приближне (осим за случај збира и разлике када су тачне), дају добре резултате за релативне грешке мање од 10%, па се могу користити у свим случајевима који нас интересују.

Пример 1. Претпоставимо да смо мерили пређени пут и време за које је неко тело тај пут прешло и добили резултате: s=(1.70 ± 0.01)m односно t=(11.5 ± 0.02)s. Брзина је

$$v = \frac{s}{t} = \frac{1.7\,\mathrm{m}}{11.5\,\mathrm{s}} = 0.14783\,\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}}$$

док грешку мерења брзине рачунамо као:

$$\Delta v = \frac{s\Delta t + t\Delta s}{t^2} = 0.00344\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}}$$

што даје следећи коначни резултат

$$v = (0.148 \pm 0.004)\,\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}} = (148 \pm 4)\,\frac{\mathrm{mm}}{\mathrm{s}}$$

Записивање резултата

Можете приметити да смо у примеру 1 коначни резултат записали у мало "чудном" облику. Ово је последица договора међу физичарима о томе како треба записивати резултате. Постоји пар правила којих се треба придржавати.

Прво правило је да се грешка увек заокружује на **једну цифру различиту од нуле** и то увек на већу (рецимо 0.527 заокружујемо на 0.6, а не на 0.5 као што је то уобичајено).

Друго правило каже да резултат заокружујемо **на истом децималном месту на којем је заокружена грешка** и то по стандардним правилима заокруживања (на ближи број).

Треће правило каже да уколико је та цифра на већем растојању од децималног зареза (преко три) резултат **пишемо или у неким другим јединицама или у облику експонента** како бисмо ово растојање смањили и отарасили се непотребних нула (пример: X=(0.0000213 ± 0.0000002) N = (213 ± 2) 10^{-7} N = (21.3 ± 0.2) mN). Зато је важно да увек пишете јединице!

Сва ова правила имају за циљ да крајњи резултат буде записан у што једноставнијем облику, али да притом никако не дозволимо да нам тачна вредност испадне из интервала вредности којег записујемо као коначан резултат.

$Z = X \pm Y$	$\Delta Z = \Delta X + \Delta Y$
$Z = XY$	$\Delta Z = X\Delta Y + Y\Delta X \Leftrightarrow \delta Z = \delta X + \delta Y$
$Z = \frac{X}{Y}$	$\Delta Z = \frac{X\Delta Y + Y\Delta X}{Y^2} \Leftrightarrow \delta Z = \delta X + \delta Y$
$Z = \ln X$	$\Delta Z = \frac{\Delta X}{X} = \delta X$
$Z = e^X$	$\Delta Z = e^X \Delta X \Leftrightarrow \delta Z = \frac{\Delta Z}{Z} = \Delta X$

Табела 1.
Формуле за израчунавање апсолутних и релативних грешака индиректно мерених величина

Графичка метода

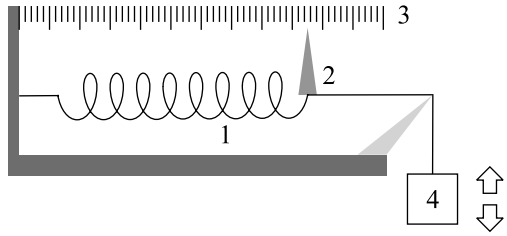
Када су две мерљиве физичке величине повезане линеарном функцијом $y = ax + b$, где су параметри те функције (коефицијент правца a и одсечак на y-оси b) величине које желимо да одредимо, користимо графичку методу коју ћемо у овом одељку објаснити кроз пример мерења коефицијента еластичности опруге.

На слици 1 приказана је шема апаратуре коју ћемо користити у замишљеном експерименту. Опруга (1) на свом крају има зарез (2) помоћу којег на лењиру (3) меримо дужину опруге. Опруга је преко неистегљиве нити повезана са динамометром (4) којим меримо силу затезања опруге и који можемо да померамо горе-доле услед чега мењамо дужину, а самим тим и силу затезања опруге.

Сила затезања линеарно зависи од дужине опруге:

$$F = k(x - x_0) = kx - kx_0,$$

где је k коефицијент еластичности а x_0 дужина опруге без затезања. Очигледно, зависности силе затезања од дужине је линеарна функцијуа са коефицијентом правца који је једнак коефицијенту еластичности опруге.



Слика 1. Апаратура

Поступак је следећи. За неколико различитих дужина опруге ми треба да измеримо одговарајућу силу затезања. За сваку дужину затезање меримо неколико пута (у нашем случају, три пута) да би смо одредили колико резултати мерења силе за исту дужину одступају од средње вредности (што нам даје грешку мерења), а спречава и евентуалне омашке које би могле да наступе када бисмо мерили само једном. Уколико је то одступање мање од грешке самог инструмента (најмањег подеока на динамометру) за грешку мерења узимамо грешку инструмента. Резултати мерења и одговарајуће грешке су приказане у табели 2.

У првој колони налази се дужина опруге, у другој, трећој и четвртој су три мерења силе затезања, у петој се налази средња вредност ова три мерења заокружена на цифру на којој је грешка, док је у шестој грешка мерења силе затезања рачуната на већ објашњен начин. Примећујемо да је у прва три мерења одступање од средње

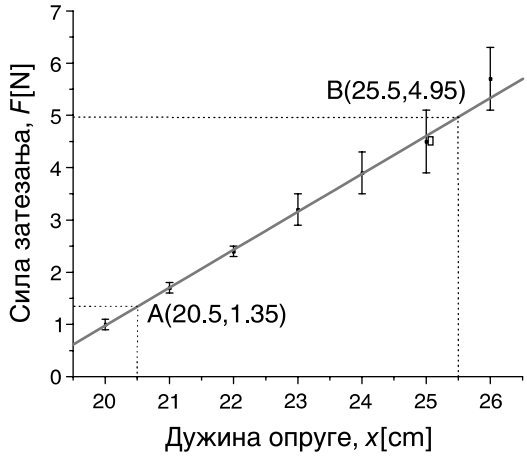
x[cm]	F_1[N]	F_2[N]	F_3[N]	F[N]	ΔF[N]
20.0	1.0	1.0	1.0	1.0	0.1
21.0	1.8	1.7	1.7	1.7	0.1
22.0	2.5	2.4	2.3	2.4	0.1
23.0	3.5	3.1	3.0	3.2	0.3
24.0	4.2	3.5	3.9	3.9	0.4
25.0	4.9	4.6	3.9	4.5	0.6
26.0	6.1	5.9	5.1	5.7	0.6

Табела 2. Резултати мерења

вредности мање од грешке динамометра ( ) па је стога за грешку узета та вредност. Пошто је релативна грешка мерења дужине много мања од релативне грешке силе затезања можемо је у даљем разматрању занемарити.

Даље се метода састоји у цртању графика зависности силе затезања од дужине на милиметарском папиру. Треба обратити пажњу на то да се вредности на осама подесе тако да график буде максимално велики, али и да вредност једног милиметарског подеока одговара величинама које у декадном запису имају једну ненулту цифру и то 1, 2 или 5 (понекад може и 4, али би требало избегавати). Тачке се уносе са својим грешкама, као дужима. Затим се лењиром провлачи права која треба да прође кроз све ове дужи. Ово је приказано на слици 2.

Обележавајући две тачке на правој (најбоље



Слика 2. График зависности силе затезања од дужине опруге

је изабрати тачке између прве и последње две експерименталне тачке, као и на неким округлим вредностима дужине опруге) узимамо њихове координате и рачунамо коефицијент правца. Приликом рачунања грешке овог коефицијента узимамо да су грешке координата очитаних тачака једнаке већој од грешака суседних двеју експерименталних тачака. Тако добијамо:

$$k = \frac{F_\mathrm{B}-F_\mathrm{A}}{x_\mathrm{B}-x_\mathrm{A}} = \frac{4.95\mathrm{N}-1.35\mathrm{N}}{25.5\mathrm{cm}-20.5\mathrm{cm}} = 0.72\frac{\mathrm{N}}{\mathrm{cm}} = 72\frac{\mathrm{N}}{\mathrm{m}},$$

док грешку рачунамо на следећи начин:

$$\Delta k = \frac{\Delta(F_\mathrm{B}-F_\mathrm{A})}{x_\mathrm{B}-x_\mathrm{A}} = \frac{0.6\mathrm{N}+0.1\mathrm{N}}{25.5\mathrm{cm}-20.5\mathrm{cm}} = 14\frac{\mathrm{N}}{\mathrm{m}}$$

Овде смо применили формулу за грешку количника у специјалном случају када је грешка имениоца једнака нули, а затим формулу за грешку разлике. Тако је коначни резултат нашег експеримента:

$$k = (70 \pm 20)\frac{\mathrm{N}}{\mathrm{m}}.$$

На једноставном примеру смо видели како изгледа обрада резултата графичким методом. Ово није јини метод за обраду резултата мерења, врло често се користи и метод најмањег квадрата. То је рачунски метод који даје боље резултате од графичког метода и о којем ће бити више речи на неком одследећих додатних часова. За крај, додаћемо само да се приказани метод може применити и када зависност између мерених величина није линеарна, тако што се изврши линеаризација: погодном математичком операцијом се уведу нове величине које су функције мерених, а чија је веза линеарна.

Бразил- земља музике, воћа, фудбала и...

Међународна конференција атомске физике, Рио де Жанеиро, јул 2004.

Пише: Маријана Бртка

Када чујете "Бразил", прво помислите на фудбал, самбу и карневал у Риу. Када чујете: "Рио де Жанеиро", помислите на статуу Христа, Главу шећера и девојку са Ипанеме. Има ли у свим тим причама места и за физику и физичаре? Зашто да не!

У Рио де Жанеиро смо стигли у раним јутарњим часовима, 25 јула 2004. Осећамо како се у ваздуху мешају мириси океана, свежег пецива и бразилске кафе. Почињао је нови дан и уобичајена јутарња гужва…

Брзо смо пронашли такси којим одлазимо до плаже *Глорија*. Многобројне кариоке након јутарњег трчања у оближњем парку Фламенго, освежење су пронашле у кокосовој води. У позадини се назире брдо необичног облика: Глава шећера.

У истом овом погледу, маја 1925-те године, уживао је и Алберт Ајнштајн. Чувени физичар одсео је у хотелу *Глорија* (апартман број 400), на самој обали океана. Непуних осамдесет година касније, у истом хотелу у "Предивном граду", одржана је XIX међународна конференција атомске физике (ICAP 2004).

Програм конференције је традиционално богат. Професори из разних крајева света, на позив организатора, држе семинаре о најновијим достигнућима на пољу атомске физике. Прецизна мерења, судари честица на ниским температурама, дегенерисан квантни гас, таласи материје, квантна оптика, примене у другим дисциплинама… Све су то теме покривене програмом конференције.

Наравно, све је почело – самбом. Добродошлицу су нам пожелели бубњари обучени у националне боје Бразила: зелено - као шуме

Парк Фламенго, у близини хотела Глорија. Мало даље – Глава шећера

Добродошлица

Презентација постера

Амазоније, плаво – као боја океана, жуто – као сунце над великим градом...

Конференцију је свечано отворио професор Клепнер (D. Kleppner) са MIT-а (Massachusetts Institute of Technology). Након уводног говора, почиње такозвани "Симпозијум Нобеловаца". Доктор Норман Рамзеј (Norman Ramsey, добитник Нобелове награде 1989. године) говори нам о атомској физици "у прошлости, садашњости и будућности". Следе говори Коен-Таноуђија (Cohen Tannoudji Claude, Нобелова награда 1997. године), Вилиама Филипса (William Phillips, Нобелова награда 1997. године), Ерика Корнела (Eric Cornell, Нобелова награда 2001. године) и Волфганга Кетерлеа (Wolfgang Ketterle, Нобелова награда 2001. године).

Добитници награда 1997. године су дали значајан допринос развоју техника хлађења гасова атома коришћењем светлости ласера, што је омогућило експерименталну потврду феномена Бозе - Ајнштајнове кондензације. На изузетно ниском температурама, реда стотина нано-келвина, честице зване бозони налазе се у основном енергетском нивоу. Ову појаву предвидео је Ајнштајн 1924. године, инспирисан радом индијског научника Бозеа о статистици фотона. Тек седамдесет година касније, 1995. године, три различите групе истраживача успеле су да у лабораторији потврде постојање кондензације. Нобелове награде 2001. године управо су додељене за то експериментално достигнуће.

Негде око шест - седам сати поподне, док је професор Кетерле завршавао свој говор, до нас су допрли узвици одушевљења са улице (пардон, плаже). Толико смо се занели слушајући предавања, да смо скоро заборавили где се налазимо. Фудбалска репрезентација Бразила је управо победила репрезентацију Аргентине и постала првак Јужне Америке! Оближња плажа се брзо напунила навијачима са плаво-жуто-зеленим капицама на глави...

Осталих дана конференције, атмосфера је мање свечана, а више радна. Ређају се предавачи један за другим, ритам је прилично напоран. Полако упознајемо и друге учеснике конференције, склапамо нова познанства. У глави ми се мешају различити језици: енглески, руски, португалски... Ако је тема из области физике, није проблем разумети португалски. Разлика између енглеских и португалских речи је само у њиховом завршетку: "-tion" постаје "-ção" (solution - solução), а "-ly" се претвара у "-mente" (consequently – consequentemente)... Сасвим једноставно. Оно што јесте проблем, то је разумети говор људи на улици и једноставне реченице попут "o céo é azul" (небо је плаво) или "vamos para praia" (хајдемо на плажу). Сви смо врло брзо научили да употребљавамо фразу: "não se preocupe" (немој да бринеш), вероватно најомиљенију реченицу међу кариокама.

Два поподнева су резервисана за презентацију постера. Ту је атмосфера много опуштенија: објашњава се, дискутује, чак и препире... Професори љубазно одговарају студентима на њихова многобројна питања... У пролазу чујем дечака који убеђује своје другове како наш Универзум има облик једне велике фудбалске лопте...

Највећи стадион на свету, Маракана

Слободног времена има мало и многи га користе да посете нека од туристичких атракција Риа. Време је идеално, 25 степени, сунчано и помало ветровито. Већина се опредељује за посету Корковаду. Љубитељи фудбала се одлучују за стадион *Маракана*. Популарна је и Гла-

Статуа Христа са раширеним рукама

Фајнман и самба

У два наврата током педесетих година прошлог века, у Бразилу је боравио познати физичар Ричард Фајнман. Његови утисци и запажања о овој земљи забележени су у књизи "Мора да се шалите, господине Фајнман". Познат по свом веселом и спонтаном карактеру, Фајнман се брзо уклопио у карневалску атмосферу Риа. Пошто је желео да боље упозна музику Бразила, укључио се у рад школе самбе " Farsantes de Copacabana" (Лакрдијаши са Копакабане). Од свих инструмената које је могао да свира, одабрао је – тигањ! Иако у својим забелешкама упорно употребљава реч тигањ, све указује на то да је свирао "тамборин", односно, мали бубањ.

Када је Роберт Опенхајмер (Robert Oppenheimer), вођа пројекта конструкције атомске бомбе, дошао у посету Бразилу, Фајнман га је дочекао и пожелео му добродошлицу. Музичке склоности Фајнмана су већ биле опште познате, па је познати физичар био упитан да ли ће научити и Опенхајмера да свира бубњеве. Одговор је био јасан: "Наравно да не! То је једина ствар коју ја знам а он не зна!".

ва шећера, на чији се врх стиже жичаром. Са врха Главе шећера пружа се поглед на читав град: на плаже Копакабана, Ипанема, Фламенго, Леблон, на зелене шуме Тижуке, на Корковадо са статуом Христа на врху, види се и центар града... Заиста, Рио де Жанеиро, смештен између плавог залива и песковитих плажа са једне, и стрмих планина покривених раскошним шумама са друге стране, потпуно оправдава свој надимак: "Предивни град" (Cidade Maravilhosa).

Електрични воз који превози туристе до врха Корковада

Готово је немогуће посетити Рио де Жанеиро, а не обићи симбол овога града: статуу Христа са раширеним рукама. Статуа је смештена на врху брда Корковадо а дотле се стиже симпатичним црвеним возићем. "Корковадо"– воз своје путнике превози од давне 1884. године, а први путник је био тадашњи владар Бразила, Дон Педро II. Од тада, воз је "угостио" многобројне туристе, међу њима папе, краљеве, принчеве, председнике, уметнике и научнике.

Отац авијације, Бразилац Сантос Думонт, често је путовао овим возом. Према причама старих радника, он се увек појављивао са карактеристичним шеширом накривљеним на леву страну, давао је добре напојнице и с времена на време управљао возом.

Путовање возом почиње на Косме Вељо станици а на свом путу ка врху Корковада воз про-

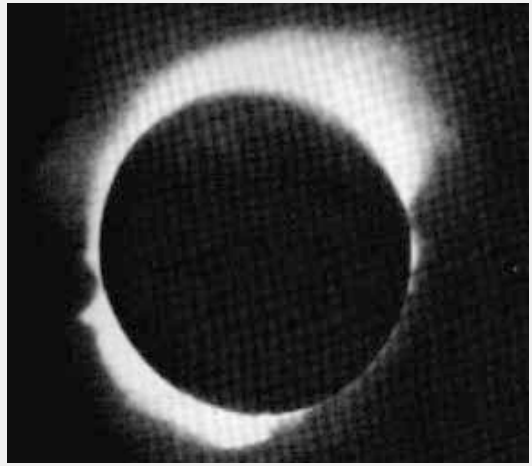
Наставак на страни **53**

Ајнштајнове посете Бразилу

Током 1925. године, Алберт Ајнштајн је посетио Аргентину, Уругвај и Бразил. На путу за Аргентину, његов брод се зауставио у Рио де Жанеиру, и том приликом Ајнштајн је посетио ботаничку башту и ручао у "Копакабана Палас" хотелу. Иако је ова прва посета трајала само неколико сати, медији су јој посветили велику пажњу. Остао је забележен следећи Ајнштајнов коментар: "Решење проблема који је мој ум поставио, дошло је управо са светлог неба Бразила". Тиме је Ајнштајн алудирао на потврду своје теорије 1919. године, за време помрачења сунца у Собралу, на северу Бразила.

Након посете Аргентини и Уругвају, Ајнштајн је поново посетио Рио. Овога пута, боравак је трајао недељу дана. У том периоду обишао је позната туристичка места Риа: Главу шећера, Корковадо и шуме Тижуке. Био је фасциниран предивном тропском природом, као и јединственом мешавином различитих култура и етничких група на улицама Риа. У свом дневнику, оставио је забелешку да лепоте природе "превазилазе све приче из *хиљаду и једне ноћи*". Такође, остала су забележена и његова запажања о утицају топле и влажне климе на понашање и менталитет људи.

За тему свог првог предавања у овој земљи, Ајнштајн је одабрао специјалну теорију релативности. Сала је била препуна: професори, политичари, научници, студенти, генерали, адмирали... Сви су они похрлили да чују познатог физичара. Остала предавања организована су само за академску публику. Уморан од предавања о теорији релативности, Ајнштајн је говорио о природи светлости, упоређујући таласну и честичну теорију.



Помрачење сунца у Собралу 1919. године

Споменик на месту где је радила експедиција која је потврдила Ајнштајново предвиђање о скретању зрака светлости у близини масивних објеката .

Бразил и кошарка

Бразилци су широм света признати као мађионичари фудбалске лопте. Међутим, мало је познато да су својевремено били подједнако успешни и са кошаркашком лоптом. Давне 1959. и 1963. Бразил је био светски првак у кошарци.

Интересантно је да најбољи бразилски кошаркаш свих времена, Оскар Шмит, није учествовао у освајању тих титула. Оскарова каријера је заиста задивљујућа. Одиграо је невероватних 26 сезона (у Европи и Бразилу) и постигао (према незваничном бројању) 49.703 кошева. Поређења ради треба рећи да је најбољи стрелац НБА, Карим Абдул Џабар, постигао 38.387 кошева. Оскар је завршио своју каријеру 2003. године у својој 45-ој години. Последње сезоне одиграо је за тим из Рио де Жанеира – Фламенго.

лази кроз највећу "урбану шуму" на планети. Шума Тижука се налази у срцу Рија и раздваја северни део града од јужног. Врло је популарно место за шетњу или вожњу бициклом. Али, није увек било тако.

У XVIII веку шума је посечена да би је замениле плантаже кафе. То је угрозило снабдевање града водом, те је владар Педро II 1881. године донео одлуку да поново пошуми овај простор. Следећих 13 година свега 6 робова засадило је око 60 000 стабала. Убрзо су шуму (поново) настанили мајмуни, лењивци, гуштери, змије, птице, лептирови... Неретко, путници воза могу их видети кроз прозор.

Године 1910. возови на парни погон замењени су возовима који не загађују околину – електричним. Око 300 000 туриста годишње такође доприноси очувању околине: део прихода сакупљеног од продаје карата усмерава се ка бразилском институту за очување природе.

Статуа Христа – Спаситеља одавно је постала симбол народа Риа који прима све госте раширених руку. Статуа се налази на надморској висини од 710 метара, висока је 38 метара и тешка 1145 тона. Наравно, изградња оваквог споменика није била лака. Радови су трајали четири године, а делови споменика преношени су на врх Корковада споменутим електричним возом.

Последњег дана конференције приређена је свечана вечера у ресторану на обали мора. Ресторан има помало чудно име: "Велико прасе" (свака сличност са "Великим Праском" је потпуно случајна). У граду вечитог лета, трпеза је увек пуна зеленила, разног (за нас непознатог) воћа и поврћа, морских плодова и рибе. Од колега из Јапана добила сам и прве лекције како користити штапиће као прибор за јело. Њима је моја неспретност била прилично симпатична и смешна. На крају сам се ипак вратила виљушци и ножу да не бих остала гладна.

Након конференције, свако одлази на своју страну: неко на север а неко на југ, у хладније крајеве (месец је јул и зима је на јужној Земљиној хемисфери). Остало нам је да се опростимо од својих нових пријатеља, и наравно, да пожелимо да се видимо за две године, на следећој конференцији.

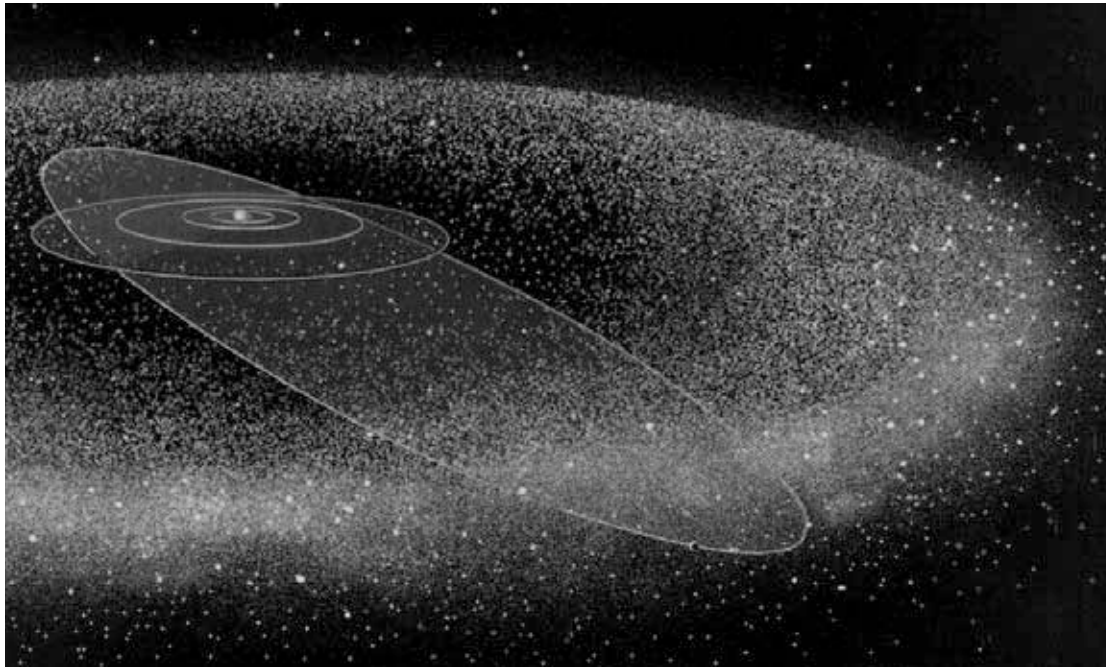
Билијар на ивици Сунчевог система

Пише: Бојан Сич,
Департман за физику, ПМФ, Нови Сад

Иза Нептунове орбите налази се Кајперов појас - протопланетарни материјал преостао након формирања планета. Тренутно је овај појас највећи извор краткопериодичних комета. Проучавање настанка појаса је врло занимљиво јер нам може дати интересантне податке о томе шта се догађало у последњим фазама формирања Сунчевог система

Сунчев систем је за астрономе једно од најзанимљивијих подручја изучавања, што је и разумљиво јер се и сви астрономи налазе у Сунчевом систему. Објекти који се налазе у нашем планетарном систему су нам толико близу да светлости треба свега неколико минута до неколико сати да стигне до нас и наших телескопа. То је једини део космоса у који можемо да пошаљемо аутоматизоване свемирске летелице. Поред свега тога, о Сунчевом систему знамо јако мало. Наиме, није нам баш сасвим јасно како је настао, не знамо како су се формирале гасовите планете, о објектима који припадају нашем планетарном систему постоје велике недоумице, а оно што познајемо је само планетарни део Сунчевог система (простор иза планета јако слабо познајемо). Ипак, у изучавању Сунчевог система последњих година учињен је изузетан напредак. Поред директног посматрања, нове увиде нам даје проучавање екстрасоларних планетарних система (планетарних система око других звезда - они су први пут виђени тек пре неколико година). Ипак, највећи помак нам омогућавају нумеричке симулације, које постају све сложеније, прецизније и значајније захваљујући убрзаном развоју рачунара.

Са друге стране, још средином XX века више научника је спекулисало о могућем постојању диска објеката иза познате области Сунчевог система. Џерар Кајпер (Gerard Kuiper, 1905-1973) је сматрао да би Плутон могао бити само први такав објекат који је пронађен на удаљености већој од Нептунове. Први директан посматрачки доказ за постојање ових објеката добијен је августа 1992. године открићем 1992 QB1, првог познатог објекта у Кајперовом појасу. Овај појас, како је данас познато, садржи велики број малих тела која орбитирају на самој ивици Сунчевог система иза орбите планете Нептун (слика 1). Због великог растојања од Сунца астероиди у Кајперовом појасу имају јако мали привидни сјај, па се изузетно тешко откривају и детектују, мада по величини могу



Слика 1: Кајперов појас

бити веома велики (са пречницима и преко 1000 километара). Чак се неки од њих по величини приближавају Плутону, па је последњих година са правом покренута дебата да ли је Плутон планета или је то само највећи астероид у Кајперовом појасу.

Кајперов појас нам даје најбоље и можда једине податке о томе шта се догађало у последњим фазама формирања Сунчевог система. Најважнија величина је расподела преосталих објеката у Кајперовом појасу која је настала под сталним гравитационим утицајем великих планета. Проучавајући ову расподелу сазнајемо који су процеси утицали на формирање планета и уобличили спољашњи део Сунчевог система (Јупитер и удаљеније планете). Међутим, постоји још јако пуно непознаница о Кајперовом појасу и процесима који су га образовали.

У главном делу Кајперовог појаса разликујемо две врсте објеката који се разликују и по карактеристикама орбита и по боји. Неразјашњено је питање која су то два различита механизма чијим деловањем су ови објекти доспели до садашњих положаја у појасу. Постоје

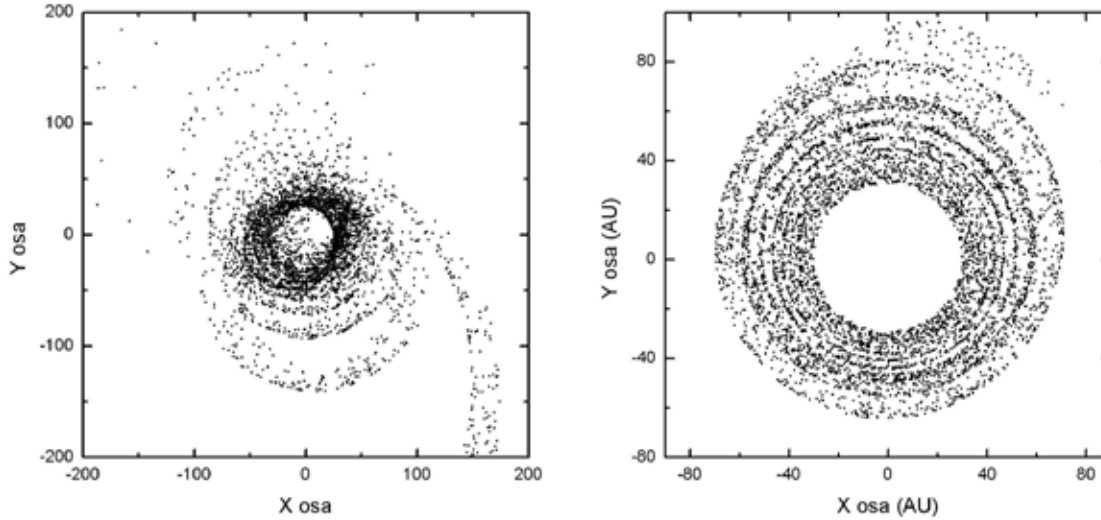
и објекти у појасу са орбитама које су на таквој удаљности да на њих планете не могу да делују, стога је непознато и како су ти објекте доспели на такве путање. То су тренутно најдаљи познати објекти у Сунчевом систему. Енигматична карактеристика појаса је и појава изненадне и оштре горње границе појаса на 50 астрономских јединица (астрономска јединица је средње растојање између Сунца и Земље и износи око 150 милиона километара). Тачна локација би могла бити резултат дуготрајног деловања Нептуна, али само порекло ивице је непознато. Такође је загонетно и то што у појасу има укупно око 10% масе Земље, а познато је да је неопходно бар 100 пута више масе да би гравитационим привлачењем настали објекти са пречницима од преко 1000 километара. Не зна се на који начин је овако мала маса довела до појављивања тако великих објеката у Кајперовом појасу.

Један од процеса који би могли да објасне неколико загонентних карактеристика Кајперовог појаса је блиски пролазак неке звезде поред Сунчевог система у касној фази формирања појаса, док планете још нису настале. Да би се ова претпоставка проверила, потребно је размотрити да ли садашња орбитална расподела објеката у појасу указује на динамичке ефекте које би изазвао близак пролазак звезде у прошлости. Једини начин да се ово уради је нумеричко симулирање проласка звезде и испитивање његовог утицаја на кретање објеката у појасу.

У оквиру програма Астрономије у Истраживачкој станици Петница урађен је овај рад (под руководством Игора Смолића) у којем је симулиран пролазак звезде на растојањима од 100 до 200 астрономских јединица од Сунца. Тако близак пролазак могућ је једино док се Сунце налазило у локалном звезданом јату у којем је и настало. У тренутном галактичком окружењу, где су удаљености међу звездама огромне, овако близак сусрет две звезде је јако мало вероватан.

Резултати симулација указују на закључак да се структура данашњег Кајперовог појаса може добро објаснити помоћу идеје о блиском звезданом проласку у прошлости. Звездани полазак једном делу објеката мења елементе путање на нешто веће вредности, тако да то може да буде узрок раздвајања објеката у главном делу појасу на две популације, као што је примећено у данашњем појасу. У симулацијама у којима се смер кретања звезде поклапао са смером кретања појаса настаје спољна граница диска на око 50 астрономских јединица. Граница постаје још израженија услед каснијих ефеката, чиме се ствара веома нагла спољна граница слична оној коју данас видимо у Кајперовом појасу.

У блиском звезданом проласку лежи и могуће објашњење орбита најудањенијих објеката у појасу и обајшњење губитка масе појаса. Процесима проузрокаваним проласком избаци се знатан материјал из појаса, негде око 25% објеката зароби и однесе са собом звезда која



Слика 2: Изглед симулираног Кајперовог појаса после проласка блиске звезде. На графику лево звезда је имала исти смер кретања као и објекти у Кајперовом појаса, док је на графику десно имала супротан смер. Растојања су изражена у астрономским јединицима.

прође, док се каснијим индиректним утицајама проласка избаци још око 25% масе појаса. Проласком би се могле објасниити и орбите већ спомињаних објеката које су на тако великим удаљеностима да није јасно шта би могло да их избаци на такве путање. Из симулација се види да блиским проласком настају веома сличне орбите, па пролазак може објаснити и њихово порекло.

Ипак, одређени ефекти проласка се не виде у садашњем појасу, али то се вероватно може објаснити каснијим утицајима планета. Наиме, после проласка звезде уследила је динамичка еволуција дуга четири милијарде година која је најзад обликовала садашњи Кајперов појас и цео Сунчев систем.

Блиски звездани пролазак је до сада углавном представљан као катастрофалан догађај по планетарне системе. Ипак, ми смо показали да један такав процес може бити и саставни део процеса формирања планета, као и да је могуће да је обликовао Сунчев систем и одлучујуће допринео стварању нашег планетарног система.

Радиометар

Пише: Јарослав Лабат

Радиометар личи на сијалицу у чијој се унутрашњости налазе четири плочице, сјајне са једне, а затамњене на другој страни. Плочице су међусобно повезане и могу да се окрећу око вертикалне осе. Радиометром се ништа не мери већ би њиме требало да се докаже постојање притиска светлости. Заиста, када се уређај осветли, плочице почну да се окрећу, то брже што је јачина светлости већа. Али, окрећу се у погрешном смеру ако је притисак светлости узрок њиховом кретању!!

Радиометар је открио далеке 1873. године Вилијам Крукс (Sir William Crookes). Четири танке металне плочице су са једне стране беле а са друге зацрњене. Сјајна страна једне плочице окренута је црној страни следеће и тако редом. Из стакленог балона у коме се налази носач-вртешка са плочицама делимично је испумпан ваздух. Када се уређај осветли сунчевом светлошћу, плочице се окрећу што би требало да буде доказ да светлост делује неким притиском на њих! Проблем је само у томе да ако се прихвати да фотони имају импулс онда би њихов притисак требао да буде већи на сјајну страну. Међутим, плочице се окрећу као да је он већи баш на зацрњене. Нажалост, чак и данас се у неким светски познатим уџбеницима налази потпуно погрешно објашњење рада Круксовог радиометра.

Веровали или не постоји чак шест објашњења рада радиометра, али ни једно није у потпуности прихватљиво. Како то да научници ни за више од сто година нису успели да дају задовољавајуће објашњење? Одговор је прост. Нису ни покушали, сматрајући вероватно да је објашњење рада ове играчке безначајно пошто она нема никакве практичне примене.

Подсетимо се у првом реду шта је то притисак светлости. Поред фотоелектричног ефекта постојање притиска светлости би требало да буде један од два најважнија доказа квантне природе светлости. Светлост се може замислити као млаз пакетића енергије који се зову фотони. У зависности од таласне дужине светлости фотони имају одређену енергију па према томе и импулс који је једнак $p=h\mathrm{n}/c$ где је h Планкова константа, n фреквенција, а c брзина светлости. Када фотон удари у зарцњену површину па буде апсорбован предаје површини импулс силе једнак свом импулсу. Пошто га сјајна површина рефлектује, промени се смер његовог импулса, па је

импулс силе на плочицу једнак двострукој вредности импулса фотона (импулс силе је једнак промени импулса). Притисак на сјајну површину треба дакле да буде двоструко већи, па ако је притисак светлости узрок ротације вртешке од плочица радиометра оне би требало да се окрећу у супротном смеру него што се стварно окрећу. И не само то! Ако се израчуна притисак сунчеве светлости на површини Земље добије се занемарљиво мала величина (око $4{,}5 \cdot 10^{-10}$ N/cm^2), па је јасно да се радиометар не окреће због деловања притиска светлости. Шта је онда узрок његове ротације?

Предложено је да је могући узрок ротације ослобађање адсорбованог гаса са површине плочица када се оне, осветљене светлошћу, загреју. Али то би значило да би радиометар после извесног времена требао да се "потроши" и да престане да се окреће када се сав адсорбован гас ослободи. Међутим, то није случај јер се радиометар окреће све време док је осветљен, ма колико дуго то трајало.

Следећа идеја је била да је вероватан узрок фотоелектрични ефекат. Наиме, упадна светлост може да избија електроне који добијају неки импулс. Исти толики импулс, само на супротну страну, треба да добије плочица и то је покреће. Ова идеја такође "не држи воду", због два разлога: прво, сунчева светлост нема довољну енергију да изазове фотоелектрични ефекат а друго, радиометар се окреће и ако су плочице начињене од материјала (нпр. лискуна) који сигурно не даје фотоелектрични ефекат.

Још давне 1881 године британски машински инжењер Осборн Рејнолдс је публиковао јако компликовано објашњење рада радиометра које није лако ни препричати ни разумети. Све је скривено у врло комликованој математици а у принципу се састоји у следећем: Пошто је зацрњена страна плочице топлија од супротне сјајне, молекули ваздуха који се налазе уз њу се загреју и конвекцијом крећу нагоре. Долазећи до ивица плочице делују на ивицу под неким углом, већим него хладни молекули и потискују тиме плочицу. Некако је тешко поверовати да су ивице значајније него целе површине, па и ово објашњење заслужује детаљнију анализу.

Можда је наприхватљивије објашњење оно које је засновано на простом притиску гаса. Ово објашњење је прихватила и Британска енциклопедија (Encyclopedia Britannica) као и многи физичари. У основи је чињеница да зацрњене површине плочица апсорбују више светлосне енергије од сјајних и буду због тога мало топлије. Ваздух у близини зацрњене стране (пошто у стакленом балону сигурно има макар мало ваздуха) се загреје и самим тим молекули ваздуха имају већу енергију и јаче делују на тамну страну. Због тога се листићи и окрећу у смеру како се окрећу, и ту би требало да буде крај приче. Ово објашњење има највише присталица. На крају крајева, када се из стакленог балона добро испумпа ваздух, покретни део радиометра престане да се окреће, без обзира колико је јака светлост која их обасјава. Значи да ваздух који постоји у радиометру игра одлучујућу улогу а не притисак светлости. Иначе лако је показати да је баш ефекат грејања одлучујући за покретање радиометра. Радиометар се осветли јаком батеријском лампом чији сноп пролази кроз слој воде (око 5 cm). Пошто вода филтрира инфрацрвено зрачење које проузрокује загревање, листићи радиометра се неће окретати. Тек када се суд са водом уклони окретање почиње.

Други оглед који показује да се плочице окрећу због термалног ефекта са може извести на следећи начин: Радиометар се стави у фрижидер да се добро расхлади. Тада почне сам да се окреће, без дејства светлости. Ради се о томе да се затамњене стране плочица брже хладе него сјајне. Шта мислите, који је смер ротације система плочица у овом случају?

Видели смо да кошаркаши не лете, али, како то раде авиони

Како лете авиони

Пише: Новица Пауновић

Вероватно сте се бар некада запитали како авион лети? У већини књига ћете наћи популарно објашњење које се базира на познатом Бернулијевом ефекту који каже да притисак у ваздуху опада кад се његова брзина повећа.

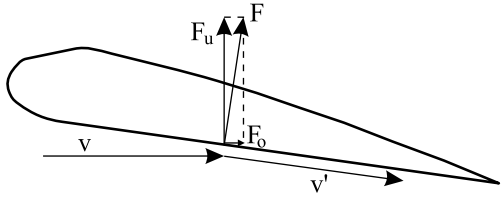
Типично објашњење је налик следећем:

Пресек крила има облик који се назива аеропрофил. Доња страна аеропрофила је равна а горња закривљена и дужа од доње (слика 1). Када се крило креће, ваздух се раздваја испред крила и саставља на задњој ивици крила. Пошто је горња страна крила дужа, а горњи и доњи слој ваздуха морају прећи свој пут за исто време, то брзина ваздуха са горње стране мора бити већа. Већа брзина изазива пад притиска, па са горње стране крила влада нижи притисак него са доње. Ова разлика притисака доводи до силе на крило која делује на горе а назива се узгон и омогућава авиону да лети.

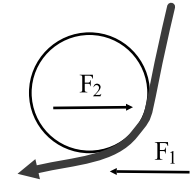
Овакво објашњење ћете наћи у бар 95% књига, од популарних до озбиљних, па чак и у приручницима за пилоте. Веровали или не, али ово објашњење је скоро потпуно погрешно, или можда је боље рећи да није ни 5% тачно! Почевши од тврђења да горњи и доњи слој ваздуха морају прећи свој пут за исто време, што испитивања у ваздушним тунелима у потпуности оповргавају, па до потпуне немогућности да се објасни "изврнути" лет авиона. Немају ни сви авиони крила оваквог аеропрофила, већ многи имају симетричан профил, исте дужине са обе стране, док неки егзотични профили имају дужу доњу страну, а ипак лете. Авион браће Рајт је имао крила чији је профил био једнаке дебљине по читавом пресеку. Авиони од папира лете, а немају заобљена крила већ равна. И најважније, оваква ноншалантна (зло)употреба Бернулијевог ефекта неминовно доводи до

Слика 1.

Данијел Бернули vs. Исак Њутн



Слика 2.



Слика 3.

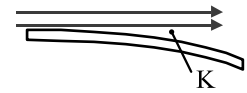
противуречности са трећим Њутновим законом и читавог низа парадокса! Имајући у виду све ово, није ни чудо што често у медијима чујемо да се негде неки авион срушио. Чудо је што се то не дешава чешће!

Прави одговор је следећи: у свом кретању кроз ваздух крила скрећу велику масу ваздуха на доле; према првом Њутновом закону то значи да крила на ваздух делују силом на доле којом га убрзавају. На основу закона акције и реакције следи да на крила мора деловати сила на горе, и то је узгон. Хајде да видимо зашто крила скрећу ваздух на доле.

Авионска крила су постављена под неким углом у односу на правац летења, односно наилазећег ваздуха, као на слици 2, и то је тзв. нападни угао.

Наилазећи ваздух удара у нагнуту доњу површину крила и скреће на доле, а на крило делује сила F. Ова сила се може разложити на хоризонталну компоненту F_o која делује као отпор и кочи авион, и вертикалну компоненту F_u која представља узгон. Ово је врло лако разумљива последица Њутнових закона, и у бољим књигама је овај допринос често правилно урачунат. Али онда се скоро увек начини грешка, и урачуна и допринос узгону од горње стране крила, који се и даље приписује Бернулијевом ефекту, што је погрешно. Допринос горње стране узгону постоји, и код модерних авиона је он заправо неколико пута већи од доприноса доње стране, али његов узрок није Бернулијев ефекат, већ такозвани Коанда ефекат, и поново први и трећи Њутнов закон.

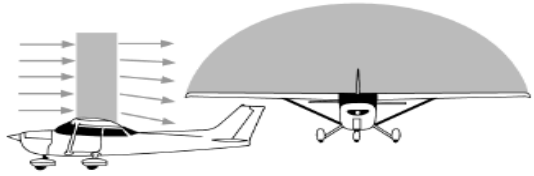
Ако млаз флуида тече дуж чврсте површине која је благо закривљена од смера тока флуида, флуид ће тежити да скрене са свог правца и следи закривљену површину. Ово је познато као Коанда ефекат. Пошто за скретање масе флуида мора постојати нека сила F_1 која делује на њега, из закона акције и реакције је јасно да мора постојати и сила F_2 која делује на чврсту површину која скреће млаз. Овај ефекат се једноставно може демонстрирати ако прислоните уз млаз воде стаклену епрувету (слика 3) или чак обичну кухињску кашику: млаз ће следити закривљену површину. Уколико кашику држите сасвим лагано, осетићете да бива лагано привучена ка млазу.



Слика 4.

Слика 5.

Овај ефекат је експериметална чињеница и не морамо да се питамо зашто он настаје, али комплетности ради можемо дати одговор. У случају воденог млаза значајну улогу имају вискозност и адхезивност воде. Међутим, овај ефекат се јавља и код гасова, а код њих су те особине слабо изражене. Код њих је главни узрок један други механизам, који је заправо права суштина Коанда ефекта. Посматрајмо слику 4. Ако би млаз ваздуха представљен стрелицама наставио да се креће праволинијски, онда би у области K између млаза и закривљене површине дошло до појаве извесног подпритиска (јер би ваздух из те области био делимично захваћен и усисан брзим млазом ваздуха). Услед појаве потпритиска млаз би био привучен уз површину. Због тога је за млаз неповољно да настави да се креће праволинијски, тј. стабилнији је ако почне да прати закривљеност површине.



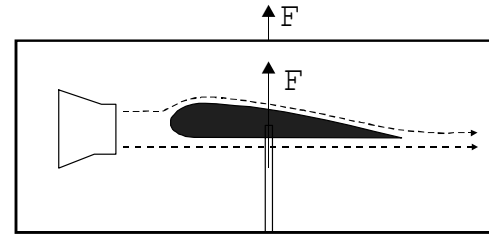
Слика 6.

Хенри Мари Коанда
1886-1972

Румунски инжењер, проналазач и један од пионира аеронаутике. Конструисао је већи број авиона, од којих је назанимљивији модел из 1910. као први реактивни авион, претеча потоњих млазних авиона. 1934. године је открио ефекат пријањања флуида уз закривљене површи. Велики аеродром у Букурешту данас носи његово име.

Ваздух који пролази преко горње стране крила, због Коанда ефекта скреће пратећи површину крила и усмерава се на доле (слика 5). Одмах је јасно да због тога на крила мора деловати сила узгона на горе. При томе је важно напоменути да ефекат скретања ваздуха не делује само на слој ваздуха уз површину крила као што би се могло помислити, већ се преноси и на знатно удаљеније слојеве. Ово се може објаснити на следећи начин: скретање слоја уз површину доводи до “извлачења” ваздуха и стварања подпритиска испод следећег слоја те зато и он скреће на доле, а овај механизам се све слабије изражен преноси и на све удаљеније слојеве. Због овога се зона скретања ваздуха

Слика 7.



Слика 8.

изнад горње површине крила простире чак до удаљености од неколико метара, што је приказано осенченим површинама на слици 6.

Управо овај механизам је разлог зашто горња површина даје далеко већи део узгона него доња површина, и омогућава да ка земљи буде гурнута јако велика маса ваздуха неопходна ради довољног узгона за лет авион. Слика 7 на којој је приказана једна мала *Цесна* како лети изнад слоја магле, дивно демонстрира овај ефекат: јасно се види како струја ваздуха гурнута крилима на доле, иза авиона прави процеп у слоју магле.

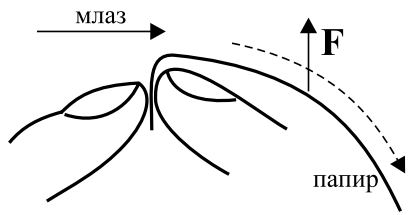
Скретање велике количине ваздуха је основна суштина постизања узгона неопходног за лет авиона. Након тога се може дискутовати само о детаљима постизања тог ефекта. Објашњење засновано на Бернулијевом ефекту потпуно игнорише ову основну потребу, и из њега директно следи да авион може да лети без икакве промене у струји ваздуха. Ако поново погледате слику 1, видећете да се тамо приказује да струја ваздуха иза крила наставља да лети у истом правцу као и испред крила, без икакве промене у правцу и брзини. С становишта (неодговорне) употребе Бернулијевог ефекта ово није ни неопходно. Довољно је да изнад крила ваздух тече већом брзином, и ето пада притиска и силе узгона. Чиста бесмислица! Овакво "објашњење" је у противуречности са сва три Њутнова закона. Да би постојала сила узгона на горе, нешто мора да буде повучено на доле. Исправан облик струјања ваздуха је дат на слици 5 где се види да након проласка крила ваздух бива скренут на доле.

Ради демонстрације колико је наивно "бернулијевско" објашњење у супротности са принципима физике и до каквих парадокса доводи, замислите следећи мисаони експримент, проказан на слици 8.

Нека имамо затворену комору у којој је аеропрофил помоћу шипкастог носача учвршћен за дно коморе. Узмимо неко средство (компресор, вентилатор, дуваљку…) којим шаљемо млаз ваздуха на аеропрофил. Према "бернулијевском" објашњењу следи да на ае-

ропрофил делује сила на горе, при чему након обиласка аеропрофила ваздух наставља да се креће хоризонтално. Сила на аеропрофил се преко носача преноси на комору и цела комора би требало да лебди! Штавише, цела комора би могла да се налази изван атмосфере (са ваздухом у њој), а ипак би и даље могла да лебди! Овај мисани експеримент је замислио управо аутор овог чланка, још док је био јако млади физичар, као наши читаоци сада, и он га је бацио у велике недоумице, како да усклади "бернулијевско" објашњење које се налази у скоро свим књигама, са разултатима који су јасно немогући. Када се пак прихвати Њутн-Коанда објашњење, одговор на парадокс постаје јасан сам по себи: на аеропрофил ће заиста деловати сила узгона која се преноси на носач и зидове коморе, али ова сила узгона се јавља као резултат скретања млаза ваздуха на доле (као на слици 5), а та маса ваздуха мора да удари о зидове и дно коморе предајући им свој импулс и делујући силом усмереном надоле која ће тачно да поништн силу узгона усмерену нагоре; резултат је да ће комора мировати, што је и очекивано јер је у питању изоловани механички систем.

Мора се напоменути да све ово јасно не значи никакво негирање Бернулијевог ефекта.



Слика 9.

Бернулијев ефекат је сасвим реална и добро утемељена физичка појава, која има велики значај. Проблем је у томе што се Бернулијев ефекат врло често погрешно примењује, и то врло често у ситуацијама када је прави узрок заправо Коанда ефекат, за који на жалост већина људи није ни чула, за разлику од Бернулијевог ефекта (рекло би се да је господин Бернули имао бољи PR тим од господина Коанде). Као илустрација овога се може узети и пример који се скоро увек узима као ефектна демонстрација Бернулијевог ефекта, а који у стварности уопште није базиран на Бернулијевом ефекту.

Ако се комад лаког и савитљивог папира узме између прстију као на слици 9, и дува у правцу стрелице, папир се подиже, што се скоро увек објашњава тиме да "…због брзог струјања ваздуха услед Бернулијевог ефекта долази до снижења притиска што подиже папир…". Ово је нетачно, јер је прави узрок појаве заправо Коанда ефекат: слој ваздуха услед овог ефекта приања уз површину, и скреће на доле, што изазива кретање листа на горе.

На крају, као закључак можемо још једном поновити: авион може да лети зато што крила при свом кретању скрећу велику масу ваздуха на доле, услед чега на крила делује сила узгона на горе. У овом дуелу господина Бернулија и сер Исака Њутна, победу односи сер Исак Њутн уз малу помоћ господина Коанде. Када следећи пут у некој књизи будете прочитали да авиони лете захваљујући Бернулијевом ефекту, можете се надмоћно осмехнути, јер ви сте читали *Младог физичара* и знате праву истину!

Проблеми и парадокси

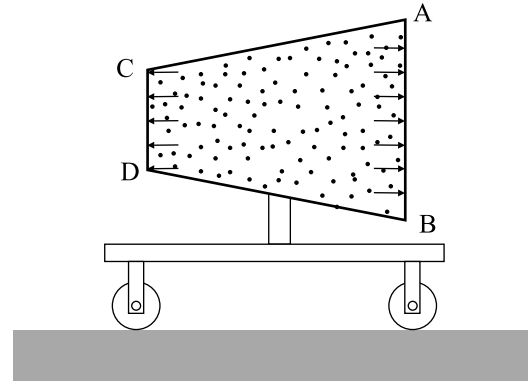
Пита: Новица Пауновић

1. Вероватно сте на телевизији или у биоскопу видели сцене у којима астронаут у скафандеру плута у бестежинском стању у околини свемирске станице која орбитира око Земље, док поред њега лебде делови опреме или алат. Ако астронаут само мало гурне неки такав предмет, он почиње да се удаљава и биће изгубљен ако се не ухвати, што се често користи као демонстрација првог Њутновог закона: "тело које се креће остаће у стању кретања све док на њега не делује нека сила". Поставља се питање, ако се тај предмет нпр. гурне у правцу Месеца, зар он не би на крају требао да и стигне до њега? Али зашто су онда потребне моћне ракете да би се из ниске орбите доспело до Месеца, или чак и само до геостационарне орбите?

2. Зашто је на мониторима са равним екраном (са катодном цеви, не LCD) мања рефлексија разних позадинских извора светлости?

3. У криминалистичким филмовима или серијама се често може видети да у соби за испитивање осумњичених постоји специјално огледало, које скрива посебну просторију. Особе у скривеној просторији могу да виде све што се збива у главној просторији, али осумњичени не може да види ништа унутар скривене просторије, већ само огледало. Како се ово изводи?

4. На слици су приказана колица на којима је постављен суд облика зарубљене пирамиде испуњене гасом под притиском неколико пута већим од атмосферског. Пошто је површина АБ већа од површине ЦД, на њу притисак гаса у суду делује већом силом, те би колица требала да се крећу унапред. Међутим, то се ипак не догађа. Где је грешка у претходном расуђивању?



5. Замислите следећи систем: имате вагу произвољно велике (неограничене) тачности. На њој лежи овећи дисколики магнет, а изнад њега мањи магнет. Да ли ће вага показивати разлику у тежини у случају када мањи магнет лебди изнад доњег магнета и случају када се мањи магнет окрене тако да се, привучен доњим магнетом, "залепи" за њега? Зашто?

Судар галактичких јата

Пише: Драгана Илић

Прошле године интернационални тим астронома објавио је најновија посматрања галактичког јата Abell 754, обављена помоћу свемирске опсерваторије XMM-Newton која снима зрачење из X-области електромагнетног спектра. Добијене слике високе резолуције у X-домену открилe су да се ово огромно галактичко јато налази још увек у фази формирања и представља један од најснажнијих догађаја у свемиру: судар великих јата галаксија.

Јато галаксија Abell 754 налази се у сазвежђу Hydra на јужном небу и ближе је Земљи него остала јата, тако да је сјајније и самим тим лакше за проучавање. Удаљено је 800 милиона светлосних година а простире се дуж 6 милиона светлосних година. Када бисмо могли да видимо ово јато голим оком, имало бисмо димензије половине пуног Месеца.

Ако се посматра јато галаксија Abell 754 у оптичком домену, види се да се појединачне галаксије налазе у раздвојеним областима. Али у X-домену, открива се скроз друга слика, јер се тад види врели гас који испуњава међугалактички простор и чини 90% сјајне материје унутар јата. Код овог јата, већи део врелог гаса формира пречку на једној страни и одатле се распршује у остале делове јата. Једна група галаксија налази се у области пречке док је друга на супротној страни. Овакву структуру могуће је објаснити претпостављајући да је јато у скорије време (пре 300 милиона година) прогутало другу, мању групу галаксија. Оргинално јато имало је око 1000 галаксија и масу као Coma јато галаксија,

Галактичко јато Abell 754 снимљено у видљивој области, изгледа као скуп галаксија. На овој слици, снимљеној помоћу телескопа Keck на Хавајима, обухваћено је око 1300 галаксија. (Courtesy W. M. Keck Observatory)

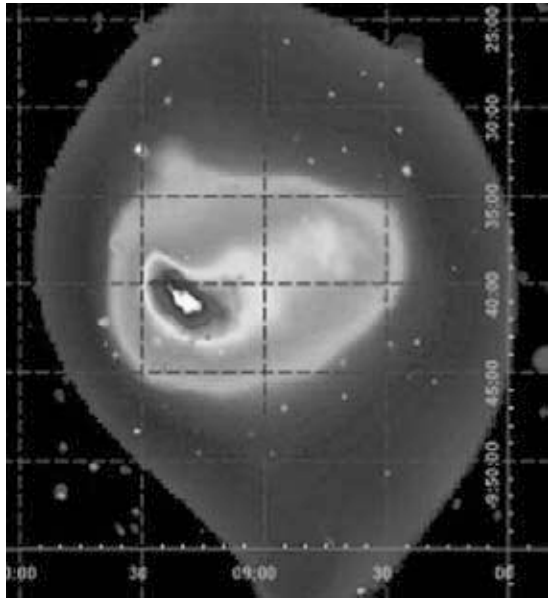
XMM-Newton је највећа свемирска опсерваторија Европске свемирске агенције (European Space Agency - ESA) дизајнирана да испитује дубоки свемир и појаве као што су: формирање галаксија, црне рупе, бурне експлозије и рађање звезда. Летилица садржи три X-телескопа који усмеравају X-зраке на три осетљиве камере и два спектрометра. Такође садржи и телескоп који детектује зрачење у оптичком и ултраљубичастом делу спектра, тако да може истовремено да снима у широком опсегу таласних дужина. XMM-Newton је најосетљивији X-телескоп икад лансиран, тако да може да детектује објекте удаљене милијардама светлосних година и тим нам омогућава да проучавамо млади свемир. XMM-Newton је постављен у високо ексцентричну орбиту, и долази и до трећине растојања до Месеца, како би се што дуже посматрало без утицаја зрачења честица у орбити блиској Земљи. Летилица је лансирана 10. децембра 1999. године и до сада је детектовала више стотина галаксија и кандидата за црне рупе.

XMM-Newton сателитска опсерваторија у орбити око Земље.

док је мање имало око 300 галаксија и масу сличну Virgo јату.

Компјутерском симулацијом судара закључено је да је мање јато ударило у веће са северозапада, при чему је гас заустављен од стране гаса веће галаксије, дошло је до снажне интеракције и формирања структуре у облику пречке. Ударни талас није утицао на појединачне галаксије, тако да су оне само прошле кроз јато крећући се брзинама и до 1,5 милиона километара на час, доспевајући до његовог другог краја. Како бисте боље замислили цео процес, замислите да бацате балон воде, који садржи мрвице хлеба, у базен воде. Балон представља мање јато галаксија (вода је гас, док су мрвице галаксије), а базен веће јато. Када удари у базен, балон се распадне и његова вода остане на површини, мешајући се полако са водом у базену, док мрвице хлеба могу остати ту, али могу отићи и на другу страну базена. Аналогија је очигледна.

Судар је изазвао снажан ударни талас који се



Сјај у X-домену галактичког јата Abell 754. Област беле боје представља место највећег сјаја и густине, који опадају ка крајевима јата, где се налази редак и таман гас. (ESA/ XMM-Newton/ Patrick Henry et al.)

простирао дуж јата, убрзавао и загревао међугалактички гас и до 100 милиона степени. Брз и врео гас емитује јаке X-зраке, а јачина емисија је пропорционална квадрату густине гаса, тако да је могуће одредити температуру, густину и притисак међугалактичког гаса у посматраном јату. Количина енергије ослобођена при овом судару може се поредити са укупном енергијом које су ослободиле звезде у свим галаксијама овог јата од настанка свемира. Овај судар галактичких јата је после Великог праска најснажнији посматран догађај у свемиру.

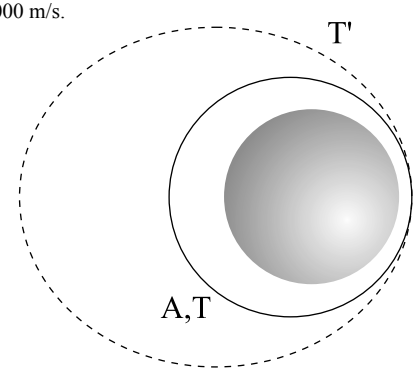
Драматични период за јато Abell 754 је прошао. У следећих 7 милијарди година међугалактичи гас ће се хладити, разбацани остаци мањег јата ће бити гравитационо привучени ка средишту, евентуално, тад ће доћи до спајања појединих галаксија и ово огромно јато ће заузети сферни облик.

У галактичким јатима највећи део масе потиче од тамне материје, па чињеница да су компјутерске симулације тако добро описале структуру гаса који емитује X-зраке, уверава научнике да су њихове процене заступљености и расподеле тамне материје прилично добре, иако још увек не знају од чега се тачно састоји. Посматрани судар иде у прилог теорији да системи у свемиру настају по принципу “одоздо на горе”. Ова теорија подразумева да се тамна материја састоји од хладних честица, на пример бариона, и да су мали гравитациони системи, као што су галаксије, настали први, а даље спајајући се формирали су веће системе - галактичка јата и супер-јата. Да би се формирала велика јата галаксија, потребно је да се судари мањих јата често дешавају, што је и посматрано. Дакле, чини се да овакав модел добро описује настанак и еволуцију галактичких јата. Проучавања галактичких јата нам омогућавају да оценимо коначан исход експанзије свемира. У зависности од брзине формирања галактичких јата може се проценити укупна маса материје у свемиру, а самим тим одредити да ли ће се свемир ширити заувек или не.

Проблеми и парадокси

Одговара: Новица Пауновић

1. Гурнути предмет неће стићи до Месеца, али интуитивно можда није сасвим јасно зашто неће, обзиром да се наизглед креће без икаквог успоравања. Парадокс се најбоље може објаснити ако се схвати да астронаут и предмет представљају два тела која се крећу око Земље по две врло блиске орбите на којима је сила теже уравнотежена центрифугалном силом, што ствара бестежински стање. Међутим, оба тела су и даље у доста јаком гравитационом пољу Земље. Ако астронаут гурне тело на горе, оно се добити додатну радијалну компоненту брзине, и наставиће и даље да се креће по некој елипси али сада мало другачијој. Иако астронауту може изгледати да ће гурнути предмет бесконачно да повећава своју висину, он ће је заправо најпре повећати а затим смањити на свом даљем путу по новој елипси. На слици су приказане орбите астронаута А и тела Т, а испрекиданом линијом нова орбита тела Т' након што је астронаут гурнуо тело у правцу кретања брзином од чак 1000 m/s.



2. Приликом рефлексије, рефлектовани зрак заклапа исти угао са нормалом на површину као и упадни зрак. Посматрач испред монитора ће видети одраз светлосног извора на монитору, само ако му се око налази на правцу који испуњава овај услов за рефлексију. У случају монитора са равним екраном постоји само једна тачка на површини монитора која испуњава овај услов. У случају стандардних монитора, услед закривљености површине постоји читав опсег тачака које испуњавају овај услов; ако се око посматрача помера, помера се и тачка рефлексије, односно, за фиксирани положај ока видеће се рефлексија свих извора светлости који леже у широком опсегу углова.

3. Огледало је полупропустљиво, тј. посребрено тако танким слојем сребра да рефлектује само 50% светлости, а 50% пропушта. Међутим, главна цака је у томе да "тајна" просторија мора бити замрачена, а "главна" (у којој је осумњичени) добро осветљена. У том случају рефлексија јаке светлости из главне просторије у великој мери маскира слабу светлост која добире из тајне просторије. Међутим, ако се у тајној просторији случајно укључи светло, особе у њој ће постати видљиве из главне просторије. Сличан ефекат можете и сами да запазите ноћу на прозорском стаклу. Ако је светло у соби угашено, видећете спољашњост осветљену месечином, али ако упалите светло спољашњи пејзаж ће бити маскиран светлошћу која се рефлектује на стаклу.

4. Грешка је у томе што није урачунато и дејство притиска гаса на омотач пирамиде. Овај притисак ствара силу која делује у правцу нормале на сваку од 4 површи омотача. Ова сила се може разложити на две компоненте: на хоризонаталну и компоненту у правцу нормале на осу конуса. Нормалне компоненте се међусобно уравнотежавају, а хоризонталне компоненте се додају сили која делује површину CD тако да је сила која делује на површину AB уравнотежена.

5. У случају када се мањи магнет "залепи" за доњи магнет систем ће у принципу имати мању масу (и тежину). Ствар је у томе што такав систем представља својеврсно "везано стање" и смањује енергију, а према $E=mc^2$ и масу у односу на ситуацију када магнет лебди. Ово представља својесврстан "дефект масе", потпуно аналоган дефекту масе у нуклеарним језгрима, али много мање изражен, и уместо дела процента као у језгрима, овде је много мањи од милијардитог тела процента масе система.

Одговарање

Изгледа да сте се мало уморили од пропитивања редакције МФ, па нам је овај пут стигло само једно питање. Зато смо на њега одговорили нешто опширније. У току летњег распуста пустите машти на вољу – очекујемо најезду питања на јесен. Можете их поставити путем електронске поште (odgovaranje@dfs.org.yu) или писмом и (ако будемо знали) ми ћемо вам одговирити на страницама Младог физичара и знатно опширније на нашем сајту. Пишите нам.
Рубрику уређује и на питања одговара Антун Балаж.

Које године је рођен физичар Хокинг?
(Павле Лазаревић,
ОШ "Стеван Сремчевић", Крагујевац)

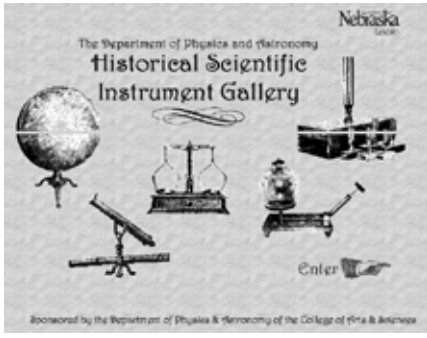
Стивен Хокинг (Stephen William Hawking) рођен је 8. јануара 1942. године (на 300-годишњицу смрти Галилеа Галилеја!) у Оксфорду у Енглеској. Његови родитељи су становалиу северном Лондону, али током II светског рата, због немачког бомбардовања, сматрало се да је много безбедније становати у малом граду као што је Оксфорд. Студирао је на Универзитетском колеџу у Оксфорду. Отац је желео да он студира медицину, Стивен је желео математику, али пошто није било тог смера на Универзитетском колеџу, на срећу, одабрао је физику. Након што је дипломирао, желео је да се бави космологијом. Пошто се том облашћу није бавио нико на Оксфорду, прешао је на Кембриџ, код Дениса Скиаме. Након што је докторирао, био је на неколико привремених позиција у Кембриџу, све док 1979. године није изабран за професора на Лукасовој катедри на математику. Ова катедра основана је још 1663. године од новца који је оставио велечасни Хенри Лукас, задужен за универзитете у британском парламенту. На позицији професора на овој катедри био је и сер Исак Њутн од 1669. до 1702. године.

Стивен Хокинг је данас један од најпопуларнијих светских научника, права икона науке, као што су то у своје време били Алберт Ајнштајн и Ричард Фајнман. Колико је популаран сведочи и чињеница да је гостовао у серијама "Симпсонови" и "Звездане стазе: Следећа генерација". И поред тешке болести централног нервног система, која га практично чини непокретним и отежава му говор (мора да користи специјално конструисани синтисајзер говора), он је открио веома важне ствари за физику и демонстрирао како ум може да господари над материјом. Легендарно је његово објашњење (дато у уводу популарне књиге "Кратка историја времена") по којем је баш због своје болести имао више времена за размишљање – чак и док га пресвлаче, купају и хране, он размишљао, пошто су му ти физички процеси изузетно незанимљиви и у њима не учествује на било који начин.

Линкови

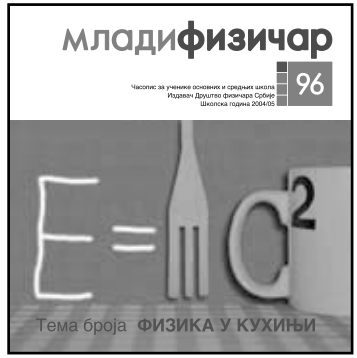
У овом броју одлучили смо да потражимо интересантне лнкове музеја науке и физике. У томе нам је много помогао наш вредни читалац Милија Јовичић. Уколико и ви имате неке интересантне линкове, пошаљите их на адресу: linkovi@dfs.org.yu

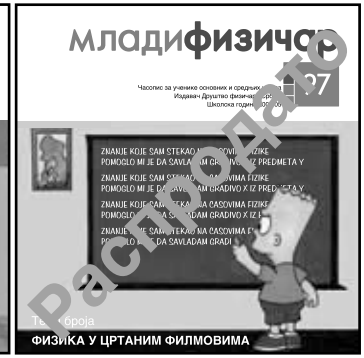
http://www.physics.unl.edu/outreach/histinstr/
На страници Факултета за физику и астрономију Универзитета Небраске у Линколну у САД можете наћи и овај интересантан линк на Историјску галерију научних инструмената. Представљени су инструменти из свих области физике који су коришћени на том универзитету још од његовог оснивања 1869. године. О сваком од инструмената можете сазнати понешто: како се нашао у колекцији, колика му је била цена у тренутку куповине, односно ко га је поклонио, а успут ћете научити и како се ти инструменти користе и чему служе. Ако имате добру Интернет везу, погледајте обавезно и Физику (америчког) фудбала, серију лекција професора Тима Геја са Универзитета Небраске о улози физике у свакодневном животу на адреси http://physics.unl.edu/outreach/football.html



http://www.sciencemuseum.org.uk/
Музеј науке у Лондону има web сајт који, поред тога што је у потпуности на енгеском језику, нуди и обиље интересантних информација из света науке. На пример, који су узроци и последице појаве цунамија, како је сниман филм "Роботи", или шта су нанотехнологије (посебно интересантан део). Овај сајт нуди и могућност да је пријавите на e-mail листу, путем које можете добити најновије информације чим се оне појаве на сајту. Нама у Младом физичару се ова идеја допала, па ћемо је ускоро и ми применити. Надамо се да редовно посећујете наш сајт и да ћете приметити ту промену!

http://www.tesla-museum.org/
Посластица за крај – web презентација Музеја Николе Тесле! Поред информација о животу и раду Николе Тесле, о његовим патентима, можете наћи и такве ситнице као што су значајне књиге из личне Теслине библиотеке, а чак можете и наручити неке од сувенира у On-line продавници.

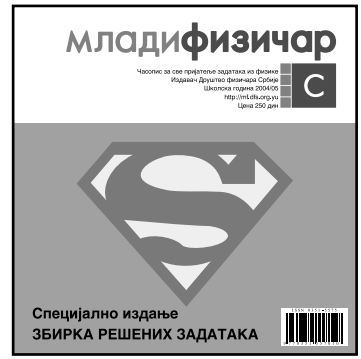




Збирка решених задатака

наградни задаци домаћа такмичења олимпијаде

250 динара



Расходовано

младифизичар

Ценовник

Позивамо вас да и у новој школској години читате Млади физичар. Претплатите се и обезбедите на време свој примерак. У следећој школској години цене су:

1 примерак - **150 дин**
2 примерка - **300 дин**
4 примерка (годишња) - **600 дин**

ПОПУСТИ на групне претплате

10 и више примерака - **10%**
40 и више примерака - **15%**
100 и више примерака - **20%**

Копију опште уплатнице (Друштва физичара Србије жиро рачун 205-25694-24, сврха уплате Млади физичар) нам пошаљите поштом, факсом или e-mailom:

Редакција часописа младифизичар
Прегреица 118
11080 Београд- Земун
факс: 011/3162-190
e-mail: pretplata@dfs.org.yu

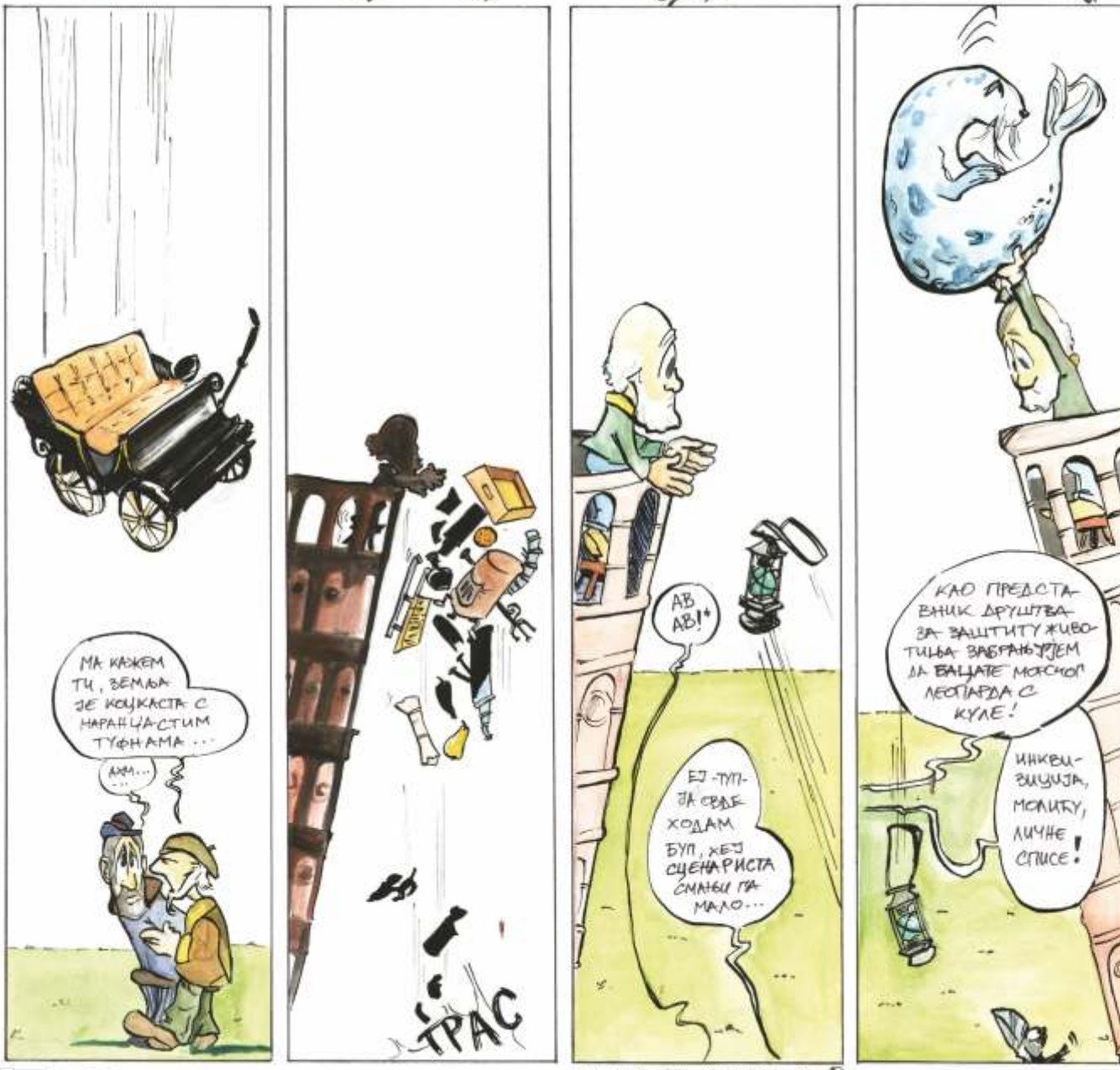
За сва питања можете се обратити редакцији на тел. број, 011/3160-260, локал 143. Млади физичар можете набавити и у књижари "Студентски трг" у Београду, телефон 011/185-295.

Сценарио и омало кадра БЛЕНТА

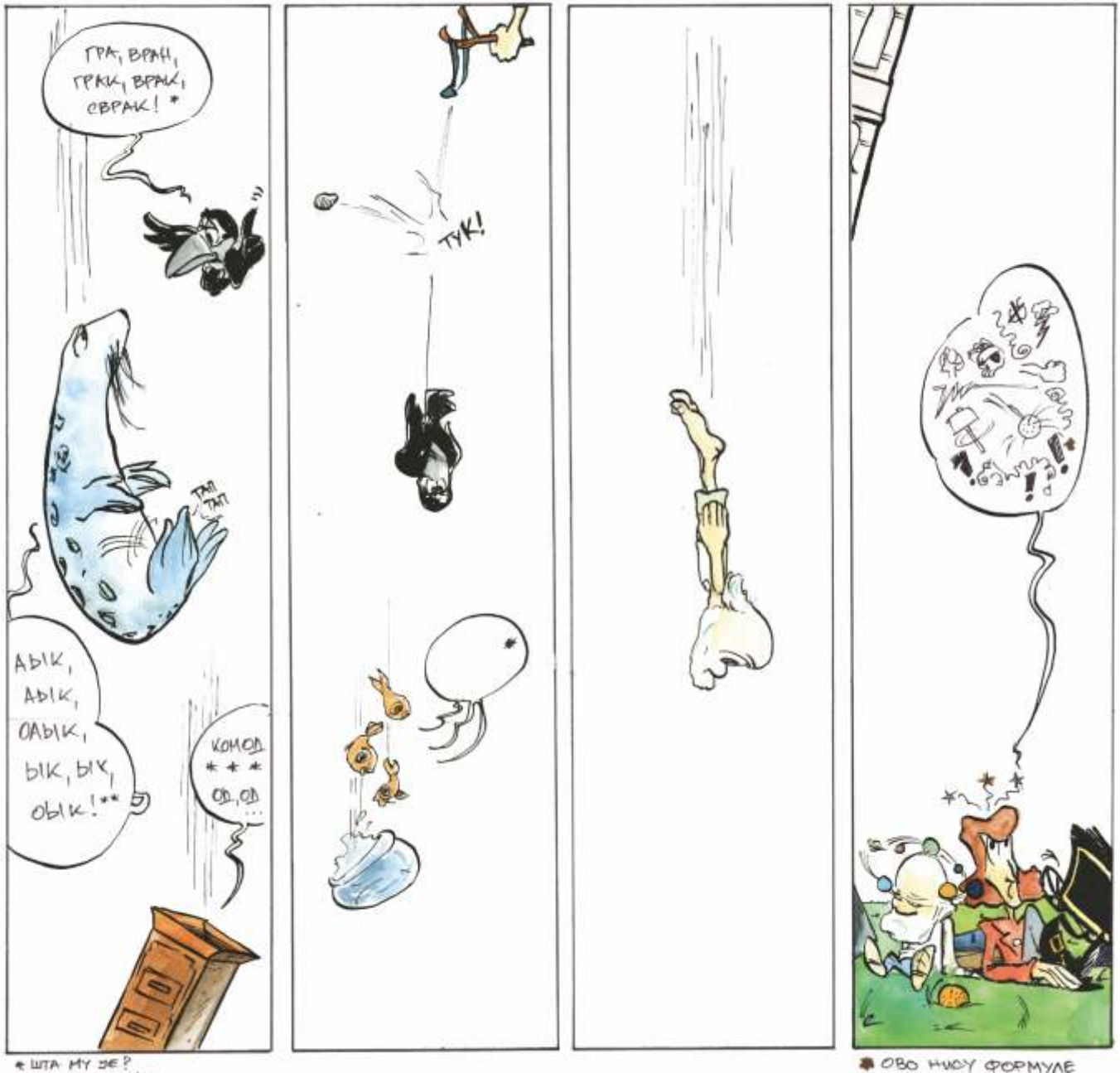
СРОКА, СРЕЊЕР ФИ СРУЈАКЕР

Цртеж и косценарио КУТУР

Зузуки наслова Ана Хаџић Смиљић и Зокса (Т.Ф.)



#ПОВУК



* ШТА МУ ЈЕ?
** ДАНАС МУ ЈЕ... КАКО ОНО БЕШЕ... Ы!... ФОЈЕНДАН!
*** ДИЈАЛЕКТ КОМОДИЦА ЈЕ ТЕШКО ПРЕВЕСТИ

* ОВО НИСУ ФОРМУЛЕ