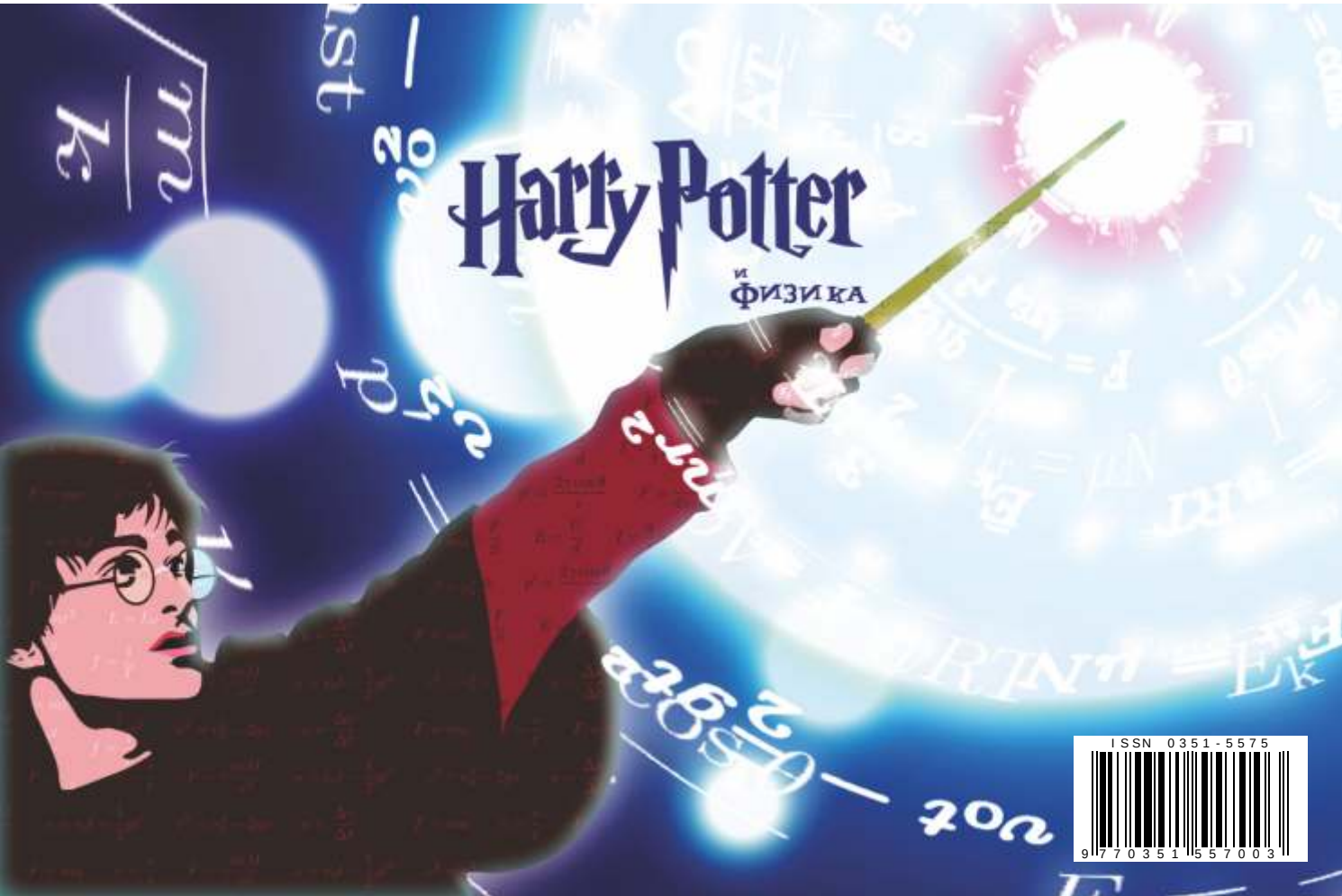
младифизичар

Часопис за све пријатеље физике и Хари Потера
Издавач Друштво физичара Србије
Школска година 2005/06
http://mf.dfs.org.yu
Цена: 175 дин

102



ISSN 0351-5575

младифизичар

Садржај 102

2 ВЕСТИ

4 РЕКОРДИ

5 ТЕМА БРОЈА

ФИЗИКА И ХАРИ ПОТЕР

Како проћи кроз зид **6**

Тркачка метла међу Нормалцима **9**

Шешир професора Дамблдора **12**

Магични штапић **14**

Хогвортска астрономија **18**

Холограми **22**

Телепортација **28**

Временски окретач **31**

34 КОЛУМНА

Шта се пре заледи: хладна или топла вода

38 ВЕЛИКИ МЛАДИ ФИЗИЧАР

Волфганг Паули

42 БУДУЋНОСТ ФИЗИКЕ

Физика и креативност

48 ВЕЛИКА ФИЗИКА

Нобелова награда за физику 2005

53 ПРОБЛЕМИ И ПАРАДОКСИ

54 ПЕРПЕТУУМ МОБИЛЕ

ПП друге врсте и Максвелов демон

60 МЛАДИ АСТРОФИЗИЧАР

Супернове

63 РЕПОРТАЖА

Симпозијум младих амбасадора физике

69 ЛИНКОВИ

70 ОДГОВАРАЊЕ

Значајни догађаји у физици

младифизичар
Часопис за све пријатеље физике

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 уредник и арт директор
Душко Латас

Заменици уредника
Бранислав Цветковић и Зорица Пајовић

Уредник web издања
Антун Балаж

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

Спољни сарадници
проф. др Јарослав Лабат, проф. др Дарко Капор, др Александар Богојевић, Наташа Каделбург, Наташа Чалуковић, Славиша Станковић, Дејан Крунић, Слободанка Раковић, Игор Ђорић, Милан Жежељ, Огњен Илић, Добросав Обрадовић, Коста Ристић, Димитрије Малетић, Феђа 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

Тему овог броја Младог физичара изабрали сте ви драги читаоци. На нашем сајту готово два месеца сте имали прилику да гласате за тему МФ102 и убедљиво највише гласова добио је Хари Потер. Зато смо се потрудили да вам припремимо број у којем ћете се упознати са познатим и непознатим везама физике и романа о дечаку чије има зна свако дете.

Већ на први поглед се може видети да постоји пуно сличности између физике и Хари Потера. Ево на пример какве су везе физике елементарних честица, која описује основне градивне елементе природе и света маште Харија Потера. У физици постоје фермиони - елементарне честице са полуцелим спином, а Хари Потер је друг Хермиони - са којом дели авантуре у Хогвартсу. У физици елементарних честица постоје честице које се називају духови. Врло чудно се понашају, нити су бозони, нити су фермиони, а истовремено су и једно и друго. Духови су чести гости и у школи чаробњака у коју иде Хари Потер. И у другим областима физике могу се наћи везе са Хари Потером, а и у Хари Потеру има пуно физике. О свему томе смо писали у овом броју Младог физичара.

Књиге о Хари Потеру су јако забавне за читање, а ја се надам се да ће такав бити и овај број Младог физичара.

Душко Латас

Астрономија

Први трагови могућег живота ван Сунчевог система?

NASA-Spitzer телескопом је детектовано присуство великих количина ацетилена (C_2H_2) и хидроген-цијанида (HCN) у диску материје која ротира око звезде IRS46 у Опхиуцхус сазвежђу удаљеном 375 с.г. од Земље. Ацетилен и хидроген-цијанид у присуству воде, и под одговарајућим условима, дају органска једињења међу којима је и аденин, једна од четири базе ДНК молекула, као и неке од 20 амино киселина које улазе у састав протеина – органска једињења које се налазе у основи живота на Земљи. То је прво овакво откриће након више од 100 испитаних младих звезда истог типа.

Електрооптика

Дифракциона сочива са електро-подесивим фокусом

Тим физичара са универзитета Аризона је развио нову врсту равних дифракционих сочива од течних кристала са електро-подесивом фокусом. Сочива се састоје од два слоја стакла удаљена 5 μm, транспарентних електрода од индијум-тин оксида дебљине 0.1 μm, као и течног кристала између два слоја. Промена фокусне моћи сочива се постиже применом одговарајућег електричног поља које изазива промену оријентације молекула течног кристала, а тиме и промену дужине оптичког пута у кристалу.

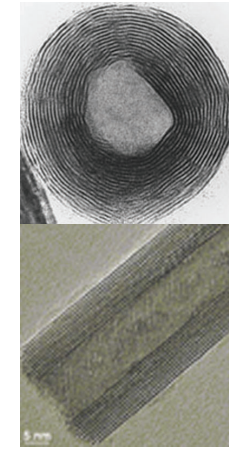
Квантна електроника

Један чип за примене у оптици, спинтроници и електроници

Америчко министрарство одбране одобрило је 5 милиона долара за развој чипа који ће бити у стању да обавља електронско, магнетно и оптичко процесирање информација, као и да врши конверзију једног типа информације у други. Средства су одобрена група професора Д. Авшалома са универзитета Санта Барбара након открића дуговечних спинских стања електрона у наноструктурама и демонстрације полупроводничких уређаја за манипулацију овим и нуклеарним спинским стањима.

Наноматеријали

Нано-оклоп – заштита ратника сутрашњице



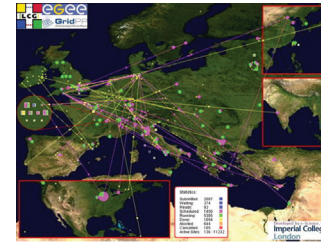
Научници израелске компаније ApNano су, у току истраживања нових неорганских нано-материјала, открили читав низ дисулфидних једињења (WS_2, MoS_2, TiS_2 и NbS_2) од којих могу бити синтетисане неорганске "фулеренолике" (NF) наноструктуре (нанотубе, наноелипсоиди, наносфере итд.). Испитивања су показала да овакве NF структуре, поред особина нетоксичности и хемијске стабилности, поседују и могућност екстремно високог степена абсорпције механичких удара.

Тренутно испитивани материјали састављени од волфрам-дисулфид (WS_2) и титаниум-дисулфид (TiS_2) NF наноструктура показују неколико пута већу чврстоћу од данас најнапреднијих заштитних материјала (базираних на борон-карбид B_4C или силицијум-карбид SiC нанотубама). Излагања ових материјала челичним пројектилима брзине до 1.5 km/s (5400 km/h), као и изостатичким притисцима, показала су да они могу издржати ударне механичке шокове до 250 t/cm^2 (еквивалентно испуштању 4 локомотиве на површину нокта), односно изостатичке притиске до 350 t/cm^2.

Примена ових отпорних материјала се очекује у изради оклопа отпорних на метке, оклопа возила, штитова, шлемова... А да ли је чувени епски оклоп од mithril-а, који је спасио живот Фродоу у борбама против злог Саурона заправо оклоп од NF наноструктура – остаје да се нагађа.

Рачунарске технологије

LHC Grid пробио баријеру од 1 GB/s



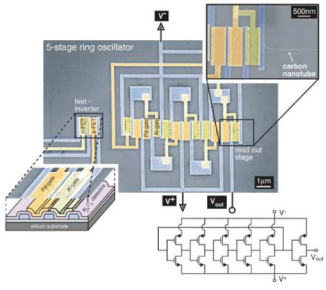
Светска LHC (Large Hadron Collider) Computing Grid колаборација је објавила да су у трећем тесту (од четири предвиђена до средине 2006. године) успешно остварени сви постављени циљеви и пробијена баријера средњег протока података на LHC Grid-у од 1 GB/s. Тестирање

је извршено на глобалном нивоу и у њему је учествовало 12 главних и преко 20 мањих компјутерских центара широм планете са више од 20000 расположивих процесора. Ово је прво тестирање LHC Grid сервиса које је укључило производњу, трансфер, чување и процесирање података на начин како ће подаци пристизати са 4 главна експеримента у физици високих енергија (ALICE, ATLAS, CMS i LHCb; очекује се око 15 милиона гигабајта података годишње) који ће се одвијати од 2007. године на акцелератору LHC у CERN-у у Женеви.

Основни циљ развоја и имплементације грид технологија јесте да се, агрегацијом географски дистрибуираних рачунарских ресурса, омогући креирање моћних виртуелних рачунарских система (Grid системи) који сертификованим корисницима омогућавају коришћење свих расположивих ресурса за ефикасну дистрибуцију и процесирање података. Grid технолгије би требало да буду коришћене у решавању комплексних проблема у различитим доменима науке као што су физика високих енергија, нанотехнологије и моделовање материјала, биомедицина и генетика, предвиђање земљотреса и климатских промена итд.

Електроника

Прво логичко коло интегрисано на једној нанотуби



Тим научника из IBM-а је, у току испитивања (a.c.) перформанси транзистора и интегрисаних кола базираних на различитим наноструктурама, успешно реализовао прво логичко коло интегрисано на само једној карбонској нанотуби. Интегрисано логичко коло је дужине 18 µм и представља петостепени кружни осцилатор који се састоји од 5 инвертора реализованих FET транзисторима п-типа и н-типа. Да би на истој нанотуби уопште било могуће креирати FET транзисторе и једног и другог типа "улазни" контакти су морали бити направљени од паладијума (FET п-типа), односно алуминијума (FET н-типа).

Нано-дизајн логичког кола је обезбедио значајно смањење паразитских капацитивности, чиме је фреквентни одзив кола знатно побољшан и омогућен његов рад до фреквенци од 52 MHz – око 105 пута брже негу у досадашњим случајевима. Један од наредних циљева истраживања јесте усавршавање нове технологије ради што бољег искоришћења потенцијала нанотуби за рад на THz скалама.

Вести припремио: Предраг Миленовић

Електроника

Растегљиви силикон и "таласаста" електроника

Научници са универзитета Илиноис су развили технологију производње растегљиве форме монокристала слицијума са "таласастим" микрометарским структурама која отвара могућност израде интегрисаних кола на еластичним подлогама. Тестирања првих прототипова диода и транзистора израђених у овој технологији показују да њихове перформансе не одступају значајно од перформанси одговарајућих ригидних компоненти.

Свемирска технологија

Самопоправљиви материјали

Научници са универзитета у Бристолу, инспирисани процесом "самозалечења" отворених рана код организама у природи, покушавају да реше проблем настанка микропукотина на свемирским возилима услед микрометеорита и екстремних температура развијајући нове "самопоправљиве" материјале. Основа идеје јесте у замени одређеног процента стандардних влакана из до сада коришћених композитних материјала шупљим, лако ломљивим влакнима испуњеним адхезивним материјама које се, након механичког оштећења композитног материјала, мешају и учвршћују пре него што испаре.

Нуклеарна физика

Нуклеарна фузија на столу

Тим научника из Rensselaer Polytechnic института је развио "стони" акцелератор честица који је у стању да индукује нуклеарну фузију на собним температурама. Основу уређаја чине два наспрамна "пироелектрична" кристала који индукују снажно електрично поље при загревању/хлађењу. Ово поље је у стању да јонизује атоме деутеријума у уређају, убрза их до високих енергија и при судару са другом деутеријум индукује нуклеарну фузију и емисију неутрона. Због својих димензија уређај би, као "портабл" извор неутрона, могао бити коришћен за детекцију експлозива или скенирање пртљага на аеродромима.

Најдуговечнија сијалица је упаљена 1901. године и ради непрекидно све до сада! Ова невероватно упорна сијалица се налази у ватрогасној станици у Ливермору у Калифорнији. Пре него што помислите: ах, стара добра времена када су се производиле стварно квалитетне ствари, треба се сетити једне ствари: што су сијалице јаче и блиставије, то им је краћи живот. Овде је вероватно у питању фабрички дефектан примерак, који ради знатно испод своје прописане снаге и сјајности, другим речима, забушава! Но ипак јој треба одати признање, ако ни на чему другом, а оно на томе што је успела да остане неразбијена више од једног века, што у земљотресима подложној Калифорнији није ни мало лако.

Најмању густину од свих гасова има водоник, 0.08988 g/cm^3. Чврсти водоник (на температурама испод 14 K) има најмању густину од свих хемијских елемената или хемијских једињења, 70.6 g/cm^3. То је и најобилнији елемент у васиони, чинећи 75% масе нормалне материје и 90% у броју свих атома.

Најгромовитије место на свету је Тороро у Уганди, где у средњем забележено 251 дан са грмљавином годишње, током десетогодишњег периода 1967-76. Уганда се налази у источној Африци, између Судана, Кеније, Танзаније, Руанде и Републике Конго.

Најјачи земљотрес који је икада забележен је Велики Чилеански земљотрес који се десио 22. маја 1960. године са магнитудом од 9.5 степени по Рихтеровој скали. Од последица земљотреса је погинуло око 3000 људи, релативно мало обзиром на снагу земљотреса, што је последица његове локације у релативно ненасељеним подручјима. Највећи број људи је заправо погинуо од изазваног цунамија који је погодио 10000 km удаљена Хавајска острва. Енергија која је у земљотресу ослобођена је еквивалентна 180 гигатона TNT (или око 50000 термонуклеарних бомби). Сваки степен Рихтерове скале значи 10 пута већу амлитуду померања и $10^{3/2}$ (око 31.6) пута више ослобођене енергије.

Највећа снежна пахуља је виђена 28. јануара 1887. године у америчкој савезној држави Монтана. Власник ранча Форт Киа измерио је пахуљицу пречника 38 cm и дебљине 20 cm. Снежне пахуљице се формирају зато што се кристалићи леда сакупљају на сићушним честицама прашине или хемијских супстанци у ваздуху. Ледени кристалићи се потом групиши и формирају пахуљице. Ако је ваздух влажан, пахуљице брзо расту и биће веће, док у сувљем и хладнијем ваздуху пахуљице бивају мање.

Најхладније место у свемиру је Маглина Бумеранг у сазвежђу Кентаур, 500 светлосних година од Земље, са температуром од око -272°C или само око 1.15 K изнад апсолутне нуле. Ово је посебно интересантно зато што у нормалним условима, нигде у васиони температура не може бити нижа од око 2.7 K колико је еквивалентна температура позадинског микроталасног космичког зрачења које потиче од Великог Праска, и које испуњава читав свемир. Ова маглина се формирала око умируће звезде, тзв. "белог патуљка", и представља велику масу гаса који разилази и удаљава се од звезде брзином од око 600000 km/h.

Рекорде припремио: Новица Пауновић

Тема броја ■■■

Физика и Хари Потер

КОЛИКО ИМА ФИЗИКЕ У ЧАРОЛИЈАМА ХАРИЈА ПОТЕРА?

Тунел-ефекат

Како проћи кроз зид?

Пише: Марко Војиновић

Да ли је Хари Потер заиста могао да прође кроз зид на перону 9 и 3/4? Да ли је било шта слично могуће у природи? Ако вас интересује шта квантна механика има да каже на ту тему, она каже – да, тунел ефекат, али...

Тунел ефекат је једна појава која се драстично експлоатише и мистификује у јавности, нарочито због недовољне информисаности о тој појави. Са напретком квантне механике тунел ефекат је драстично добио на значају у научним круговима, а у истој мери постао мистификован у свим ненаучним круговима. Ово последње је наравно чиста мода, јер сваки физичар који држи до своје професије зна да је тунел ефекат постојао и у класичној физици, само није ничим завређивао неку нарочиту популарност. Ту популарност му је донела квантна механика, али само због тога што му је мало раширила спектар примене. Размотримо зато шта је то, заправо, тунел ефекат.

Замислимо честицу која се слободно креће с лева на десно, и у једном тренутку наилази на некакву препреку. У принципу су могуће две ситуације – да честица прође кроз препреку (као метак кроз картон), или да се одбије од ње (као метак од панцир-прслука). Прва ситуација се стручно зове «трансмисија» и рутински се догађа када честица има довољно велику кинетичку енергију да «пробуши» препреку, док се друга зове «рефлексија» и догађа се када честица нема довољну кинетичку енергију. У природи, међутим, опажамо и неке чудне ситуације – честица се може рефлектовати иако има довољну кинетичку енергију да прође кроз препреку (као кад би се метак одбио од картона), а може се и трансмитовати чак и ако нема довољну кинетичку енергију за бушење препреке (као кад би метак прошао кроз панцир). Овакве ствари су, благо речено, неуобичајене, и зову се рикошет ефекат и тунел ефекат. Споменимо овде само да је рикошет ефекат сасвим неоправдано запостављен у односу на тунел ефекат у ненаучној јавности, што само говори о веома лошем степену информисаности исте. Овај чланак је ту да то поправи, колико је могуће.

Да бисмо лепо описали овакве ефекте као прави физичари, бројевима, дајемо одговарајућу формализацију проблема. Најпре, препрека (или баријера, како се стручније назива) има две основне особине – дебљину, a, и потенцијалну енергију U која преставља меру њене «тврдоће». Да не бисмо компликовали проблем без потребе, претпоставићемо да је баријера хомогена, тј. да потенцијална енергија има исту вредност на

сваком месту унутар баријере.

Затим, честица такође има две основне особине – масу m и енергију E. Наравно, честица у принципу има још особина (димензије, облик, тврдоћу, делове), али их овде опет занемарујемо због једноставности.

Коначно, уводимо величине које носе информацију коју хоћемо да сазнамо – коефицијент рефлексије R који представља вероватноћу да се честица након судара са баријером одбије од ње, и коефицијент трансмисије T, који представља вероватноћу да честица након судара са баријером прође кроз њу.

Израчунавање коефицијената трансмисије и рефлексије на основу горе задатих особина честице и баријере је један од прототипних задатака квантне механике, чије је решавање ипак мало преобимно да бисмо га овде изложили, па наводимо само резултат:

$$R = \frac{1}{1+D}, \qquad T = \frac{D}{1+D}. \tag{1}$$

Примећујемо одмах да је $R + T = 1$, што значи да је укупна вероватноћа за два догађаја (рефлексију и трансмисију) једнака 1, тј. нема треће могућности (у релативистичкој квантној физици ово престаје да буде тачно и зове се Клајнов парадокс, али о томе неком другом приликом).

Величина D зависи од односа кинетичке енергије честице и потенцијалне енергије баријере, и у три могућа случаја ($E > U$, $E = U$, $E < U$) редом износи:

$$D = \frac{4E(E-U)}{U^2 \sin^2(ka)},$$

$$D = \frac{2\hbar^2}{mUa^2}, \tag{2}$$

$$D = \frac{4E(U-E)}{U^2 \sinh^2(ka)},$$

где је:

$$k = \sqrt{\frac{2m}{\hbar^2}\,|E-U|}.$$

Сада можемо да проанализирамо резултате. Најпре, ако је укупна енергија честице много већа од потенцијалне енергије баријере, из (2) видимо да ће D тежити бесконачности, а онда из (1) добијамо да је коефицијент рефлексије нула док је коефицијент трансмисије један, што значи да ће честица сигурно проћи кроз баријеру, што и очекујемо. Међутим, ако је енергија честице већа од потенцијалне енергије баријере, али не много већа, онда је D неки позитиван, али коначан број, па је ненулта вероватноћа да се честица одбије од баријере, иако има довољну енергију да је пробије. Ово је рикошет ефекат.

Размотримо сада и други случај, када је енергија честице много мања од енергије баријере. Тада се види да је D практично једнако нули, па из (1) читамо да је коефицијент рефлексије једнак јединици, док је коефицијент трансмисије нула, што значи да ће се честица сигурно одбити од баријере. Међутим, ако је енергија честице мања од енергије баријере, али не много мања, онда опет имамо ситуацију да су оба коефицијента различита од нуле, што значи да постоји ненулта вероватноћа да честица прође кроз баријеру иако нема довољну енергију за то. Ово је тунел ефекат.

Приметимо још и то да D опада како ширина

баријере расте, што значи да опада и вероватноћа тунеловања. И то опада драстично брзо, због веома мале вредности Планкове константе.

Све у свему, вероватноћа да честица, која нема довољну енергију да пробуши зид дебљине један метар, протунелује кроз њега, је никаква. Ако још узмемо у обзир да се човек не састоји од једне честице већ од веома много њих, вероватноћа да све оне успеју да протунелују кроз зид је производ свих појединачних вероватноћа, што практично значи да се тако нешто никад не може догодити. Дакле, тунел ефекат постоји, али човек ипак не може да прође кроз зид.

Природа тунел и рикошет ефеката није никаква мистерија. Ови ефекти се, наиме, појављују и у класичној физици, само не за честице већ за таласе. Појава преламања и одбијања светлости на граници две средине са различитим индексима преламања у геометријској оптици је управо то. Притом, коефицијент рефлексије представља однос интензитета одбијене светлости према интензитету упадне светлости, док коефицијент трансмисије представља однос интензитета преломљене и упадне светлости. А то је управо вероватноћа да се фотон, «честица светлости», одбије или протунелује кроз «баријеру» која представља границу две средине. Величина D је заправо функција индекса преламања двеју средина, док индекси преламања зависе од енергије фотона и осталих параметара које смо видели горе.

Другим речима, сваки пут кад погледате кроз стакло на прозору, оно је провидно, али можете видети и бледе обрисе свог лица, као да се гледате у огледало. Тај огледалски ефекат изазивају управо они фотони који су се рикошетирали од прозора натраг до ваших очију. Слично, када се налазите у светлој соби и погледате кроз прозор у мрак, прозор ће се практично понашати као огледало, али ћете ипак моћи да видите и једва видљиве обрисе онога што се налази напољу. Иако је напољу мрак па фотони немају довољан интензитет да прођу кроз стакло, неки ипак успевају да стигну до ваших очију, услед тунел ефекта.

Ови ефекти постоје код свих типова таласа – електромагнетних, акустичких, механичких, итд. И то је све класична физика. Она новост коју доноси квантна механика састоји се просто у томе да се честицама материје додељују таласна својства. У питању је чувени честично таласни дуализам, који каже да се дати објекат некад понаша као честица а некад као талас, у зависности које његове особине меримо. Тиме квантна механика даје честицама и особине које имају таласи, у шта спада и тунел ефекат. Ово има драстичне последице у физици елементарних честица, нуклеарној физици, физици атома и молекула, физици чврстог стања, итд., и веома је добро експериментално проверено. На пример, један од тријумфа квантне механике је сјајно предвиђање особина алфа распада радиоактивних језгара атома, и то управо тунел ефектом.

На крају, поставите себи само једно питање – шта је чаробније? Оне измишљене чаролије о којима можете да сазнате у књигама и филмовима, или оне стварне, које се сваког тренутка догађају пред вашим очима, само ако погледате око себе? Од вас самих зависи чему ћете посветити више пажње, али размислите о томе, као прави млади физичари...

Тркачка метла међу Нормалцима

Пише: Катарина Матић

Први писани подаци о летећим метлама су немачки рукописи који датирају из далеке 962. године. Дакле, већ више од 1000 година вештице и чаробњаци у Европи користе метлу као једино дозвољено превозно средство за личну употребу. А зашто баш метла?

Метла је изабрана јер је јефтина и не изазива сумњу код Нормалаца, што је било од великог значаја, нарочито у средњем веку када је прогон вештица у Европи и Америци био у пуном јеку. То је резултирало доношењем Међународног декрета о чаробњачкој тајности из 1692. године. Колико добро чаробњачка заједница чува ову тајну, види се по томе што свако нормалско дете у Европи замишља вештицу као старицу која јаше метлу. Прве метле нису много личиле на данашње «Нимбус 2000» и «Ватрену стрелу». Нису могле да развију велике брзине, да

превале велика растојања, биле су непоуздане при скретању и поврх тога, до проналаска «јастучне чини», биле су веома неудобне. Најстарије летеће метле могле су да се крећу напред, једном брзином, да се помере горе-доле и да стану. Развој тркачке метле омогућио је и настанак квидича какав се данас игра, наравно у највећој тајности.

Коришћење превозног средства попут метле делује веома привлачно. За кратко време се могу превалити велика растојања, избећи саобраћајне гужве (на земљи), а и осећај је, бар тако кажу, ненадмашив (мада треба избегавати велике висине и облаке, јер је тамо прилично хладно). Сарадња са чаробњачком заједницом је ограничена и има само један циљ: да не сметамо једни другима, тако да се за летећа превозна средства Нормалци морају побринути сами. Може ли физика помоћи?

Метлу би у ваздух могао подићи балон испуњен гасом, то је најједноставније решење. Али, таква метла, закачена за балон, не би била ни брза ни прецизна, нити употребљива за тајне подухвате.

Друго могуће решење је метла опремљена крилима, као авион. У том случају метлу би у ваздуху одржавала разлика у притиску ваздуха са доње и горње стране крила. Та разлика настаје

јер брзина струјања ваздуха испод и изнад крила није иста. Проблем је у томе што данашња физика добро описује стационарна струјања флуида, али не и ситуације у којима се јављају турбуленције. А лака и брза метла, чак и ако има само просечне маневарске могућности, изазива турбулентна струјања околног ваздуха. Трећа могућност је да у метлу буде уграђена ракета. Таква метла била би свакако брза, али незгодна за управљање и запаљива. Савремена наука можда ипак може да се приближи високим стандардима чаробњачког света. Када би се гравитација у неким областима простора могла поништити и ако бисмо успели да направимо «антигравитациону машину», такав погон би се могао уградити цак и у метлу! У претходном броју Младог физичара писали смо да је Патентни завод САД већ одобрио патент за свемирско возило које користи суперпроводни штит да би утицало на закривљеност простор-времена у својој околини и тако контролисало дејство гравитације. Међутим, још смо далеко од његове реализације. А и патент је доведен у питање.

Слична прича се десила и почетком 90-тих година, када је руски научник Подклетнов објавио је да је успео да «заштити» један део простора од гравитације. Оглед је изведен на следећи начин: диск од суперпроводне керамике, охлађен до температуре ниже од 40K, пречника 145мм, ротира у магнетном пољу јачине до 1T. Сваки мали предмет који се изнад њега постави изгуби до 2% од своје тежине. То значи да је на сваки од тих предмета деловала сила пропорционална маси предмета, што је особина гравитационе силе. Смањење тежине је тим веће сто је већа брзина ротације диска.

Основно својство гравитационог поља је да кретање тела у њему не зависи од масе тела. На пример, закони слободног пада у пољу Земљине теже су исти за сва тела, без обзира на њихову масу. Ова особина пружа могућност да се успостави веза између гравитационог поља и неинерцијалних референтних система. У инерцијалном систему слободно кретање тела је равномерно праволинијско. Исто то кретање, посматрано из неинерцијалног референтног система, неће бити равномерно праволинијско, али це се сва тела на која не делују силе кретати на исти начин, независно од њихове масе. Рецимо, слободно кретање тела у равномерно-убрзаном референтном систему ће бити равномерно-убрзано, са убрзањем које има исти правац и интензитет, а супротан смер од убрзања система. Дакле, неинерцијални референтни систем је еквивалентан неком гравитационом пољу. Ово тврђење се зове принцип еквиваленције и на њему је заснована Ајнштајнова Општа теорија релативности.

Треба бити пажљив, јер «права» гравитациона поља (која настају око сваког тела) и поља која постоје услед неинерцијалности посматрача нису потпуно истоветна. Ова последња могу бити укинута преласком у инерцијални референтни систем, а «право» гравитационо поље не може бити укинуто у потпуности. Највише што се може постићи избором референтног система је поништавање «правог» гравитационог поља у задатом делу простора, довољно малом да се поље може сматрати хомогеним (Тако посматрач у лифту који слободно пада не осећа гравитационо

поље Земље.) Постоји још једна разлика, а то је да «право» гравитационо поље тежи нули на великим растојањима од тела које је извор поља, док поље настало као последица неинерцијалности референтног система може да буде константно (ако се референтни систем креће равномерно-убрзано) или чак бесконачно велико (ако референтни систем ротира).

Ствари се компликују тиме што се испостави да особине простора и времена зависе од присутних тела. Ако хоћемо да опишемо гравитационо поље морамо користити геометрију која није Еуклидова (у таквим просторима, на пример, однос обима и пречника круга не мора да износи π и може да се мења са временом). Подклетновљев рад је својевремено привукао велику пажњу и изазвао још веће сумње. Сви досадашњи покушаји да се ови огледи понове и провере су пропали, па је Подклетнов проглашен преварантом.

Дакле, антигравитациона машина не постоји и свет у коме живимо се знатно разликује од света магије Хари Потера. «Ватрена стрела» развија брзину од 150 миља за 10 секунди, има аеродинамичан облик, изузетну уравнотеженост и прецизност и цену која се саопштава на захтев купца. То је изазов који вреди прихватити! До сада смо успели да направимо авион, хеликоптер, прототипове летећих аутомобила, али не и нешто тако лако и брзо као тркачка метла. Ако ви имате идеју како се може направити овакво превозно средство, пишите нам. Ваша сова ће нас пронаћи...

И док они талентованији само подигну руку изнад метле и кажу: *Горе!* , ми неталентовани ћемо морати да прионемо на мукотрпно проучавање гравитације, надајући се да ћемо тако сазнати нешто о могућности да је понекад искључимо. Ако истраживања уроде плодом, можда ћемо једнога дана заиграти и квидич.

Уколико вам је на глави, контемплирајте!

Шешир професора Дамблдора

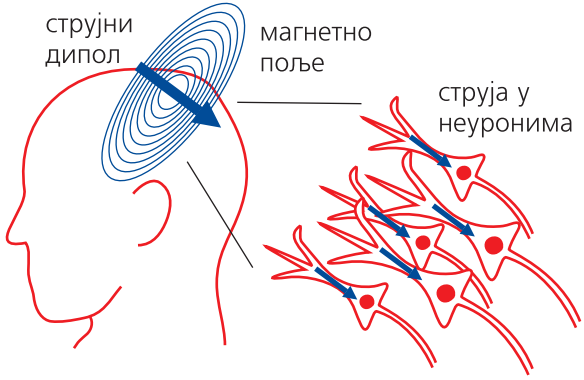
Пише: Владимир Јовановић

Модел са другачијим перформансама носили су Ђура Јакшић и Радоје Домановић, омалени Тулуз Лотрек и, ако се сећате, Бенџамин Френклин (МФ98) као и његов миш Амос. Дамблдоров шешир не разликује се много од осталих; купастог је облика, мало је офуцан (због старости) и има рупу у коју се ставља глава. То је шешир кога су пробали многи чаробњаци. А што је најбоље, он **зна шта говори,** па ако са њим на глави кренете у шетњу, неће вам бити досадно!

Уколико сте чврсто одлучили да постанете чаробњак, знате о коме, или је можда боље рећи, о чему је реч. Ако има некога ко није размишљао о похађању наставе из магије, гледао филм или читао књигу о Харију Потеру, онда та особа не зна шта је (и није пробала!) Сортирајући шешир (Sorting hat). Ако га ставите на главу, онда од њега не можете сакрити оно што вам је на памети! Његова сврха је да сврстава младе чаробњаке, на основу онога што им прочита у мислима, у различите школе ове древне вештине. Хари Потер иде у Грифиндор, постоје још Слитерин, Хафлпаф и Рејвенкло. Иако обични људи немају овако високо развијену технологију прављења шешира који читају мисли, на добром су путу да јој се приближе, захваљујући открићима физике.

Овоземаљска технологија прављења шешира је веома напредна (питајте шеширџију из комшилука), али овде није реч о њој. Ради се о мерењима магнетног поља које се јавља услед електричне активности мозга – магнетној енцефалографији (МЕГ), која се изводе углавном помоћу веома осетљивих уређаја који могу мерити веома слаба магнетна поља – SQUID-ова (Superconducting QUantum Interference Device). Ови уређаји се заснивају на принциру квантне интерференције која се јавља код суперпроводних Џозефсонових (Brian David Josephson) спојева.

Људски мозак садржи око 100 милијарди нервних ћелија, а свака је повезана у просеку са око 10000 других. Захваљујући огромном броју веза међу неуронима, људи могу да мисле. Уколико је мозак активан, кроз активне неуроне, и између њих, тече веома слаба јонска струја, која производи магнетно поље. Мерљиви сигнали добијају се сабирањем магнетних поља великог броја (око 50000) активних неурона из одређене области мозга, тј. од укупне струје ових неурона. Укупне струје добијене на овај начин могу се схватити као струјни диполи који имају своје положаје, оријентацију (правац и смер) и јачину, али не и просторне димензије. Магнетно поље струјног



дипола добија се применом правила десне руке, а оно које потиче од једног неурона се не може детектовати. Струјни диполи појединих или мањих група неурона из неке активне области мозга морају бити „слично“ оријентисани да би њихово укупно магнетно поље било мерљиво. Уколико би појединачни струјни диполи били насумично оријентисани, укупна струја и магнетно поље били би једнаки нули. „Слично“ оријентисани струјни диполи најчешће потичу од површинског слоја коре великог мозга који се састоји од пирамидалних нервних ћелија. Пирамидалне ћелије су добиле назив због свог облика, а струја у њима тече од базе ка суженом делу неурона. Оне које су великим делом нормалне на површину коре великог мозга, па стога и на површину главе. Мерљива магнетна поља потичу, између осталог, од снопова ових ћелија смештених у браздама коре великог мозга, који су оријентисани паралелно површини главе.

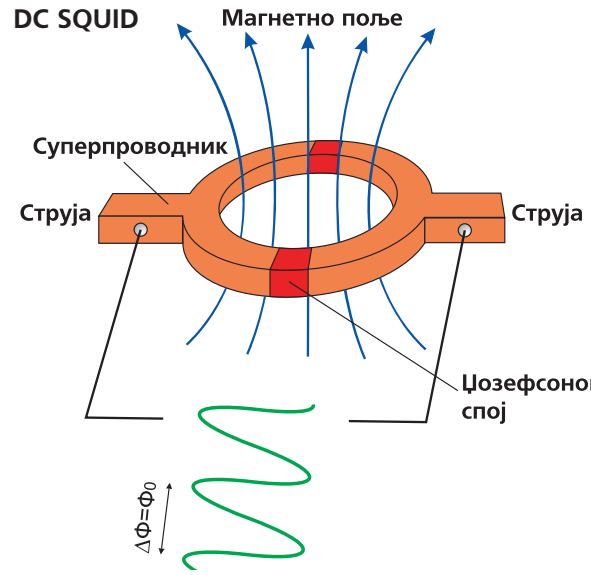
Укупно магнетно поље мозга је веома слабо, али мерљиво, и износи око 100 – 1000 fT (fT=10^{-15} T!). Да би уопште било могуће детектовати тако слабо магнетно поље, потребно је мерења вршити у магнетно изолованим собама (направљеним од специјалних материјала као што је, рецимо, μ – метал), да би се утицај спољашње средине (на пример Земљиног магнетног поља) свео на минимум. Модерни системи за мерење магнетног поља мозга састоје се од око 300 канала (SQUID-ова) распоређених око главе и имају праг шума од 5 – 7 fT изнад 1 Hz. У тим каналима региструје се магнетно поље одређене регије главе, а сакупљени подаци се даље обрађују. Основни технички проблем МЕГ јесте како одредити конфигурацију струја унутар мозга на основу података добијених мерењима магнетног поља изван главе и он нема јединствено решење. Ово је само један пример тзв. инверзног проблема, који се јавља у многим гранама науке (у физици, геофизици, математици, астрономији,

μ – метал

Легура која се састоји од 77% никла и 15% гвожђа (остатак чине бакар и молибден) је μ – метал, који има веома високу магнетну пермеабилност, што га чини веома ефикасним у екранирању статичких или нискофреквентних магнетних поља. Користи се још и у вакуумским коморама за експерименте са нискоенергетским електронима, магнетној резонанци, фотомултипликаторима, трансформаторима електричне енергије, суперпроводним колима, цевима са катодним зрацима (које се користе код аналогних осцилоскопа),...

медицини,...). Грубо говорећи, то је проблем добијања вредности неких моделних параметара (који могу бити и унапред одређени) на основу обраде добијених података, и мада далује као лак задатак (што у неким случајевима јесте), он може бити врло компликован. Одговарајућа решења могу се добити користећи моделе који укључују претходно познавање мождане активности, карактеристика главе, као и локализационих алгоритама. Када је нађено, решење се може комбиновати са техником магнетне резонанце да би се добиле слике магнетних извора ради визуализације мождане активности.

Као што већ можете наслутити, најслабија магнетна поља која су икада измерена мерена су помоћу SQUID-ова. Ови магнетометри имају екстремно низак ниво шума (чак и до 3 $fT \cdot Hz^{-1/2}$). Пошто је брзина мерења магнетног поља много већа него највећа фреквенција сигнала од интереса које емитује мозак (kHz), МЕГ постиже добру временску резолуцију. Осим у МЕГ, SQUID-ови се користе у многим областима науке. Помоћу



њих се праве скенирајући SQUID микроскопи, са развојем суперпроводника, све чешће се користе у геофизици и то у истраживањима нафте и геотермалне енергије и предвиђањима земљотреса. Користе се као прецизни сензори покрета у многим научним применама, као што је

Суперпроводници и Џозефсонов ефекат

Суперпроводници су материјали у којима електрична струја (чији су носиоци заправо парови електрона, које називамо Куперови парови) тече без отпора и који у потпуности избацују магнетно поље из своје унутрашњости (само је у танком површинском слоју магнетно поље унутар супрерпроводника различито од нуле), тј. испољавају идеални дијамагнетизам! Ако два суперпроводника одвојимо неком танком баријером од несуперпроводног матертијала (изолатор, обичан метал, феромагнет,...) између њих ће тећи струја. Та струја зависи од фаза у којима се налазе суперпроводници. Конфигурација у којој су два суперпроводника одвојена танком несуперпроводном баријером назива се Џозефсонов спој, а појава струје између њих (Џозефсонове струје) Џозефсонов ефекат. Могуће је да ће се у будућности користити Џозефсонови спојеви у раду квантних рачунара, као меморијске јединице – кубити (квантни битови)!

детекција гравитационих таласа: четири SQUID-а се тренутно користе у експерименту Gravity Probe B чији је циљ тестирање граница Ајнштајнове опште теорије релативности!

Постоје два основна типа SQUID-ова, DC (direct current) и RF (radio frequency). Прво је 1964. године откривен DC SQUID, а годину дана касније и RF SQUID. Последњи у себи садржи један Џозефсонов спој, а DC SQUID-ови два, па су скупље и теже их је направити, али су зато много прецизнији. Срце SQUID-а чини суперпроводни прстен који садржи један или два Џозефсонова споја. Кључ рада SQUID-ова огледа се у необичној чињеници да укупан флукс кроз суперпроводни прстен узима дискретне вредности које су једнаке целобројном умношку једног кванта флукса магнетног поља $\Phi_0 = h/2e = 2.07x10^{-15}$ Wb, где је h Планкова константа а e наелектрисање електрона, а најмањи могући флукс једнак је Φ_0 (заправо, најмањи флукс једнак је нули, али тада не тече струја у прстену и нема спољашњег поља). Укупан флукс кроз прстен једнак је збиру два флукса: један потиче од спољашњег магнетног поља, тј. оног које се мери, а други потиче од флукса који ствара индукована суперструја (струја која тече у суперпроводнику), која зависи од карактеристика суперпроводника од кога је прстен направљен. Због тога измерено магнетно поље може узети континуалне вредности. Са открићем суперпроводника који могу опстајати на „високим“ температурама (и до 150 K), SQUID-ови су постали јефтинији (јер их је могуће хладити јефтинијим течним азотом) од конвенционалних нискотемпературских SQUID-ова, али су изгубили на осетљивости.

Један могући закључак био би да је у шешир, који је Харија Потера сврстао у школу магије Грифиндор, био уграђен неки SQUID. Можда ће се једног дана такви шешири серијски производити и моћи купити у оближњој књижари. Писац научне фантастике, Вилијам Гибсон, у својој причи „Џони Мнемоник“, замислио је генетски измењеног бившег војног делфина који користи SQUID имплант да би прочитао податке са меморијског уређаја, који је уграђен у мозак главног јунака из наслова приче. Звучи познато и логично? У филму Strange Days SQUID-ови се користе да снимају људска сећања, која се после трампе на црном тржишту. За сада овако бизарне примене SQUID-ова нису могуће. Сигурно је да ће се, са развојем физике суперпроводника, SQUID-ови ускоро наћи у широј употреби.

Пошли смо из мрачне рупе једног брбљивог шешира из магијског света и дошли до бајковите приче о SQUID-овима, можданим таласима, делфинима и неким инверзним проблемима, које тамо неки „луди“ научници имају. Успут смо видели да се различите и наизглед неспојиве гране науке преплићу, као кончићи из игре Коларићу панићу. Ово кратко путовање зауставићемо овде, а уколико сте заинтересовани да продужите даље истим путем, научите још неколико трикова које вам нуди једна мала, али за људе битна школа магије – физика.

Магични штапић

Пише: Владимир Шамара

Немогуће је замислити било каквог чаробњака без његовог чаробног штапића, па зато у Хари Потеру имамо мноштво различитих магичних штапића. Главни разлог што нам је једна од првих асоцијација у вези чаробњака баш магични штапић је то што је он неопходан за већину чаролија...

Штапићи су сачињени од дрвета, са језгром од неког магичног материјала које даје штапићу његова магична својства. Харијев штапић има језгро од Фениксовог пера а Ронов од длаке једнорога.

Сад се наравно питате, како то и да ли уопште може да ради? Можда би најкраћи одговор једног физичара био: НИКАКО! али хајде да видимо и другу страну.

Неки би рекли: изабереш свој штапић (или он изабере тебе), кажеш чаролију, махнеш штапићем и пуф! – претвориш колегу у жабу. Знам, рећи ћете то и није неки одговор, као да сте на питање како авион лети добили одговор повучеш ручку за гас!

Дакле, да ли је могуће направити чаробни штапић?

Занемаримо на тренутак магију која се крије иза махања штапићем и гомилу природних закона који се крше кад претворите некога у бубу (за почетак крши се закон о одржању енергије, односно масе, а ту су и закони о одржању импулса и момента импулса, и да не говоримо о термодинамичким законима...) и посматрајмо штапић као свакодневни алат једног чаробњака.

У том случају се магични штапић не разликује много од неких алатки и справица које редовно користимо не питајући се како оне у ствари раде.

Можда је најприближнији пандан у стварном свету даљински управљач. Најчешће их користимо за контролу телевизора и музичких уређаја, али могу они много више од тога. Даљински за климу обара лети температуру просторија и за десетак степени, а ту су и модели који отварају гаражна врата, капије, откључавају аутомобиле и раде гомилу других ствари кад нас мрзи да пређемо пар корака и то лично одрадимо.

Зар не личи на магију кад се гаражна врата сама отворе притиском на дугменце на даљинцу? А у ствари није никаква магија, већ мало физике и нешто мало више електронике. Сви даљински управљачи раде на истом принципу, на основу дугмета које смо притисли шаљу информацију о жељеној акцији у виду кода који пријемни део уређаја којим управљамо интерпретира и на основу тога покреће жељену радњу.

Главна подела међу управљачима је у начину слања информације, радио таласима или оптички

(углавном невидљиво инфрацрвено зрачење), мада су опште узев све то само различити опсези електромагнетног зрачења.

Код првог начина имамо малу предајну антену у даљинском управљачу и пријемну антену у уређају којим управљамо, а у другом случају имамо инфрацрвене LED диоде у управљачу које емитују импулсе инфрацрвене светлости и на пријемнику (нпр. телевизору) фото-диоде или фото-транзисторе којима се на основу осветљености овом светлошћу мења проводност диоде или транзистора и на тај начин утиче на рад пријемника.

Предност слања сигнала радио таласима је што сигнал пролази кроз зидове и не морамо да уперимо сноп у пријемник, док код ИЦ даљинаца морамо да их уперимо у пријемник (код телевизора мали тамноцрвени комад пластике, обично у дну телевизора, екран нема никакве везе са пријемом сигнала). Наравно ова предност је некада мана, па се за тв даљинске управљаче намерно користи ИЦ слање сигнала, а не радио веза јер би у супротном комшија могао да вам мења канале на телевизору и подешава климу.

Други пандан би могао да буде мобилни телефон. Исто се држи у руци као штапић, а за лаике стварно изгледа као да нека магија стоји иза њега. Поготово су слични модели са гласовним бирањем: узмете телефон, кажете магичну реч - нпр. име пријатеља, и од једном чујете пријатеља који је можда у том тренутку на другом крају света.

Наравно, ни овде нема места правој магији, већ све одрађују физика и електроника. Опет се прича своди на слање информација (говор) путем радио таласа.

Споменимо и бежичне мишеве с којима управљамо рачунарима који опет могу да ураде гомилу ствари – од скидања mp3 песама са Интернета до управљања сателитима. Ако сте имали прилику да користите GoogleEarth програм који приказује сателитски снимак Земље као да стварно гледате на њу, схваћате на какву врсту магије мислим. Има ту још мноштво справица које могу да раде сличне ствари као и магични штапић, али без магије.

Е сад да се мало вратимо на магичне штапиће из света Харија Потера. Као што сам већ споменуо, постоје чаролије за које не да не знамо како да их изведемо у реалном свету, већ имамо чврсте доказе да су оне немогуће за извођење било где осим у машти. То су свакако све чаролије које претварају један објекат у други различите масе од оног првог, без залажења у детаље ако су у питању жива бића што знатно компликује ствари.

Само претварање једног објекта у други и не мора бити толико проблематично – то се различитим процесима и машинама ради свакодневно, али не тренутно и свакако уз поштовање свих природних закона. У акцелераторима су постигнуте трансмутације елемената нпр. олова у злато, али у питању је врло мали број атома по енормно високој цени. Чак смо на тај начин добили елементе који и не постоје у природи.

Све у свему, закључак је да чак и кад би било могуће направити чаробни штапић, он више не би био "чаробни". Био би обична алатка коју свакодневно користимо и не знајући детаљније принципе њеног рада.

Да ли је Хари Потер стварно положио О.Ч.Н. из астрономије?

Хогвортска астрономија

Пишу: Драгана Илић и Слађана Мандић

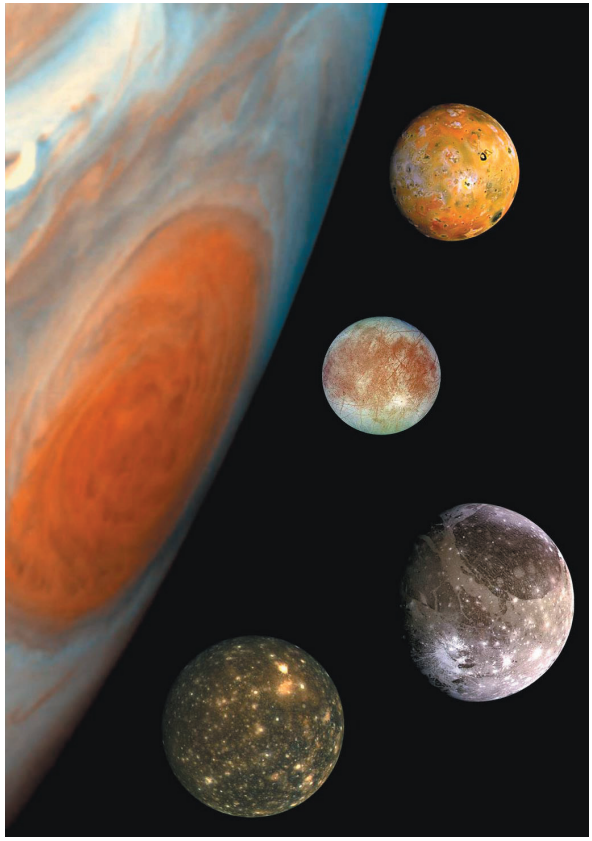
Астрономија се на Хогвортсу изучава као обавезан предмет од прве до пете школске године. После пете године полаже се О. Ч. Н. (Обичан Чаробњачки Ниво), а уколико се добије прелазна оцена, може да се изучава у шестој и седмој години као изборни предмет и на крају полаже О. И. Ч. Т. (Опасно Исцрпљујући Чаробњачки Тест). Часове астрономије држи професорка Синистра, сваке среде на највишој Хогвортској кули, који се састоје из теоријског и посматрачког дела, а сваки студент је обавезан да набави сопствени телескоп.

Астрономија се на Хогвортсу бави претежно изучавањем имена звезда, сазвежђа, планета, као и одређивањем положаја и кретања планета.

Иако би се према фонду часова (једном недељно током 5 година) могло рећи да се астрономија на Хогвортсу прилично озбиљно учи, изгледа да и нису баш пуно тога научили или да курс астрономије није претерано захтеван. Наиме, Хари Потер на првој години има задатак да научи напамет имена Јупитерових сателита, док се на петој години мало детаљније занима њима будући да за вежбу треба да напише састав о особинама Јупитерових сателита. Ипак, након толиког бављења Јупитериовим сателитима, на О.Ч.Н. теоријском испиту на питање од чега су састављени Јупитерови сателити, међу понуђеним одговорима налази се и одговор "од меда", што је сувише банално чак и за елиминациони одговор и наводи на закључак да овај тест није нимало тежак.

Љубитељима астрономије који прате авантуре Хари Потера неће промаћи да њему астрономија није међу омиљеним предметима, а додатно их може растужити да је Хари једва положио астрономију и добио пролазну оцену "прихватљиво" на О.Ч.Н.-у на крају пете године. Ипак, пажљиви читаоци и познаваоци основа астрономије могу се запитати, како је Хари уопште добио пролазну оцену на испиту?

Дакле, 19. јуна 1996, Хари Потер и остали петаци су полагали О.Ч.Н. из астрономије и то у преподневним часовима, када је рађен теоријски писмени испит, а исте вечери, у 23 сата почео је у астрономској кули практични део испита који је трајао највише до 1 после поноћи. Та ноћ је описана као савршена за посматрање звезда, мирна и без облака, са сребрнастом месечином која је купала пределе око замка. То лепо и романтично звучи кад се чита и замишља, стварајући савршен



Слика 1. Комбинована слика четири Јупитерова месеца на којој су упоређене њихове димензије са димензијама Јупитера. Одозго на доле су приказани Ио, Европа, Ганимед и Калисто.

Јупитерови сателити

Јупитер има најмање шеснаест сателита. Овде су наведени они који су откривени и именовани закључно са мисијом Војаџера (1979/80), а њихов поредак је према величини и то од највећег до најмањег: Ганимед, Калисто, Ио, Европа, Амалтеа, Хималија, Тебе, Елара, Пасифе, Карме, Метис, Лизитеја, Синопе, Ананке, Адрастеа и Леда.

увод за неке авантуристичке заплете, али у астрономској пракси то није опис повољне ноћ за посматрање. Наиме, сребрнаста месечина указује на висок интензитет сјаја Месеца, и обично се повезује са пуним Месецом кад нису добри услови за астрономска посматрања и тешко да се ишта може видети осим најсјанијих звезда и великих планета.

Харију изгледа ништа друго није ни требало. Његов задатак је био да попуни празну карту неба са најсјајнијим сазвежђима и да уцрта положаје Венере и Месеца. Међутим, радознали читаоц ће приметити да то и није баш тако лак задатак. Пре свега, немогуће је у сред лета, негде изнад Енглеске посматрати сазвежђе Ориона, кад се зна да је Орион зимско сазвежђе и да се на северној полулопти може видети искључиво током зимских ноћи.

Што се Венере тиче, само ако сте баш заљубљени у астрономију и нисте у стању да се лако препустите заплету који Хари кришом посматра са куле, могла би да вас обузму размишљања о положају Венере на небу тог датума. Наиме, Венеру није тек тако лако посматрати, јер постоје извесни услови који би требало да буду испуњени да би посматрање Венере било могуће око поноћи кад ју је Хари посматрао. Дакле пре свега је потребно да

Кретање Венере

Венера је, као што знате, планета која се по небеском своду привидно креће у близини Сунца, па је њена видљивост условљена положајем Сунца. Дакле уколико је видљива, што иначе често није случај, онда то може бити понекад непосредно пре изласка Сунца на истоку или у неким другим приликама непосредно после заласка Сунца на западу. Ако је видљива увече после заласка Сунца, тај њен положај у односу на Сунце се зове источна елонгација (угаона удаљеност од Сунца), а ако је видљива на концу ноћи тј. пред свитање, тај њен положај се зове западна елонгација. Колико дуго је Венера видљива током једне ноћи зависи од тога колико је удаљена од Сунца, некад се види само неколико десетина минута пре изласка или заласка Сунца, а некад и пар сати. Максимална елонгација Венере од Сунца је 45^0 - 47^0, тада је Венера привидно најудаљенија од Сунца. У сатима изражено значи да је током максималне елонгације Венера видљива највише 3 сата после заласка или пре изласка Сунца.

Колико често се Венера налази у максималној источној елонгацији и колико дуго се задржи у близини тог положаја? Може се рећи да то није честа појава, а зависи од кретања и међусобног положаја Сунца, Венере и Земље. На пример од почетка 1990. до краја 1999. (дакле током 10 година) Венера је у положају максималне источне елонгације била само шест пута. У близини положаја максималне елонгације, кад је најповољнија за посматрање, Венера се задржавала од пар недеља до месец и по.

је Венера у тачки максималне источне елонгације или бар у њеној близини. Затим је неопходно да је Сунце зашло око 21h или касније, односно да је датум у близини летњег солстицијума 22. јуна, јер тада у Енглеској Сунце залази око 21h 30мин. У ефемеридама за период 1990 – 2000, Венера је била у положају максималне источне елонгације шест пута, од којих су две биле током месеца јуна али нажалост 1991. и 1999. Дакле током те испитне ноћи Венера је заједно са Сунцем већ увелико била зашла за хоризонтом.

Што се техничке стране посматрања тиче важно је напоменути да су посматрања помоћу телескопа врло озбиљна и сложена активност, приликом којих треба водити рачуна о многим стварима. Сигурно да је највећи проблем при посматрањима праћење изабраног објекта. Услед обртања Земље око своје осе, небеска тела се привидно померају заједно са небеском сфером, тако да телескоп треба стално и равномерно померати помало како би и даље био усмерен ка жељеном објекту. То је врло захтеван и прецизан посао, али на савременим телескопима (чак и аматерским) постоје механизми за праћење који тај посао обављају аутоматски. У књизи се такви механизми не помињу, али се чини да су Хогвортски астрономи овај изазов превазишли уз помоћ магије, па би уз једноставне команде “прати Венеру” или “нађи Ригел” телескоп савршено сарађивао са младим астрономима током посматрања. Овакав изум би и астрономима нормалцима био од изузетно велике користи.

Како је заиста изгледало небо над Хогвортсом током Харијевог практичног испита?

Да би смо покушали да реконструишемо изглед неба током испита потребан нам је тачан датум и време посматрања, као и тачне координате места посматрања. Открили смо да се уз мало истраживања ови подаци могу лако пронаћи.

Што се датума и времена тиче, О. Ч. Н. се одржавао негде средином јуна, једне среде после 23 сата. У календару догађаја о Хари Потеру који можете наћи на Интернет страници http://www.hp-lexicon.org/timelines/calendars/calendar_op.html нашли смо податак да је О. Ч. Н. из астрономије одржан у среду, 19. јун 1996. године после 23h.

Што се тиче места одржавања испита, потребно нам је нешто прецизнија одредница од "највише Хогвортске куле". Уз неколико претпоставки, одлучили смо да то буде околина града Лидса, не зато што верујемо да је Хогвортс у близини Лидса, већ да би грешка била потенцијално најмања, јер је Лидс у самом срцу Енглеске.

Сад, кад знамо датум, место и време, и ако претпоставимо да је небо над главама чаробњака и нормалаца исто, можемо уз помоћ ефемерида или неког компјутерског програма (нпр. RedShift 4), реконструисати изглед неба које је Хари Потер имао пред собом за време испита.

Тако сазнајемо да је Орион био изнад хоризонта до 17h 20мин, али да није био видљив јер је трајала обданица (зимска група сазвежђа). Венера је зашла око 20h 12мин по летњем Енглеском времену, а Сунце око 21h 37мин. Што се Месеца тиче, био је изнад хоризонта до 23h 13мин, дакле зашао је кад је почело посматрање. Шта више, пар дана пре (16. јуна) био је у фази младог месеца, што значи да чак и да није зашао не би могао да обасја Хогвортски предео сребрном светлошћу нити да икако утиче на посматрања. Недостатак Месеца на небу те вечери би стога помогао ученицима који полажу испит, али би нажалост мањак месечине у околини замка значајно одмогао Харију у покушају да прати шта се догађа у дворишту и на ивици забрањене шуме...

Тешко да је Хари Потер то све могао сам да одради за пар сати колико је трајао практични део испита из астрономије, и да уз то повремено усмери свој телескоп ка дворишту како би испратио необична дешавања на ивици забрањене шуме где су у том тренутку бацали ошамућујуће чини на професорку Мек Гонагал и покушавали да ухапсе Хагрида, који је на срећу успешно побегао.

Domaći zadatak iz predmeta: Proučavanje Normalaca

Tema:
Objasniti šta je HOLOGRAM i kako ga Normalci koriste

Dužina: 4 svitka pergamenta

Učenik: Artur Vesli junior

Hologram je ravna površina na kojoj se usled posebne osvetljenosti pojavljuje trodimenzionalni lik. Hologram može projektovati trodimenzionalni lik i u vazduhu. Takav lik je toliko uverljiv da se može fotografisati ali se ne može dodirnuti. Nauka koja proučava pravljenje holograma se naziva holografija. Naziv potiče od grčkih reči *holos* što znači ceo i *grafe* što znači pisati.

Опште особине холограма

У зависности од тога како се предмет осветљава, холограми се деле на рефлексионе (осветљени са предње стране) и трансмисионе (светлост је усмерена кроз холограм од позади). То значи да су код рефлексионог холограма извор светлости којом се он осветљава и лик који се формира са исте стране хологрма, док су код трансмисионог холограма извор и лик са различитих страна холограма. Рељефни холограми су трансмисиони холограми чија је задња страна прекривена супстанцом која рефлектује светлост и тако омогућава да лик буде виђен и када се холограм осветли са предње стране. Могуће је направити и холограме који приказују покретне објекте. Овакви холограми се називају стереограмима и обично трају од 3 до 20 секунди.

Иако холограм представља визуелни лик реалног објекта, он је прилично различит од фотографије (Фотографије Нормалаца су скоро једнаке чаробњачким фотографијама. Разлика је у томе што на фотографијама Нормалаца као да су сви ликови зачарани Импедимента клетвом, што ове фотографије чини много мање динамичним). На пример, сваки делић фотографије садржи лик одговарајућег дела фотографисаног објекта. Сваки део холограма, међутим, садржи потпун лик оригиналног објекта виђен из положаја који

Разлике између холограма и фотографије

Да би појаснили разлику између холографије и фотографије потсетимо се прво шта је црно-бела форографија. Она представља тачку-по-тачку запис о интензитету (квадрат амплитуде електричног поља) светлосних зрака који формирају лик. На тај начин, свака тачка фоторгафије садржи само једну информацију (интензитет) о светлосним зрацима. У случају фотографије у боји, бележи се мало више информација јер се лик снима три пута, посматран кроз три различита филтера за боје. Ово омогућава делимичну реконструкцију таласне дужине светлости, што "боји" фотографију.

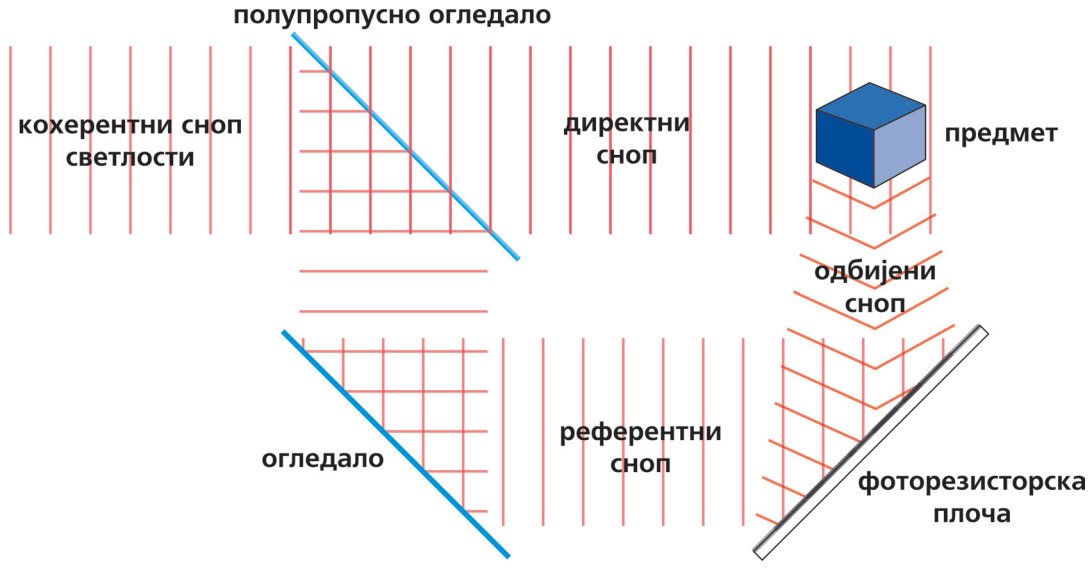
Међутим, светлост која омогућава да видимо стварну сцену није карактерисана само интензитетом и таласном дужином, већ и фазом. Информација о фази је код фотографије потпуно изгубљена. Код холограма се бележе и интензитет и фаза светлости. Пошто се обично ради о монохроматској светлости (једне таласне дужине), информација о таласној дужини светлости није од значаја. Да би се забележила фаза светлости, у процесу креирања холограма се користе два светлосна зрака. Један зрак из извора (ласер) пада на објекат чији се холограм прави и рефлектује се о њега. Други зрак је такозвани референтни зрак, који долази директно из извора. Интерференциона слика ова два зрака се бележи на фотографској плочи и тај запис представља холограм.

Познато је да приликом фотографисања незнатно померање објекта или филма доводи до нејасне слике. У холографији, фотографска плоча ће бити празна (без икакве слике уопште) ако у току времена експозиције дође до кретања које је реда величине четвртине таласне дужине светлости из извора. Примера ради, таласне дужине видљиве светлости крећу се од 400 до 700 nm, па ће свако померање од 200 nm уништити холограмску слику.

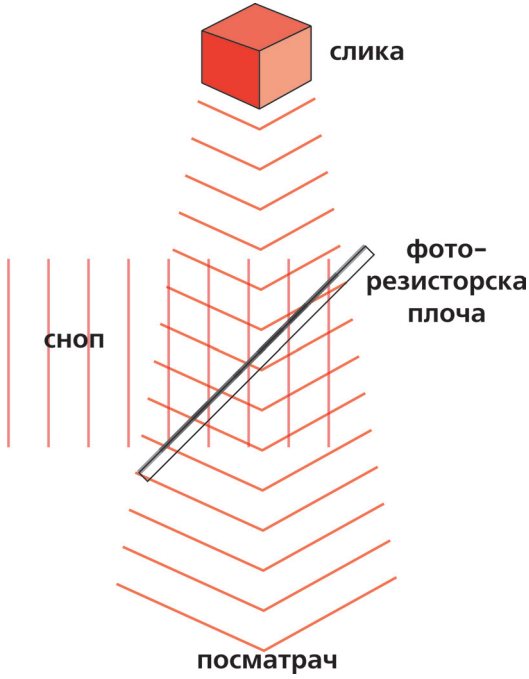
одговара положају тог дела у холограму. Ако би плоча која садржи трансмисиони холограм била разбијена, тада би сваки делић и даље био у могућности да пројектује цео лик. Ти ликови би изгледали као оригинал посматран из различитих тачака. Делић са врха плоче би пројектовао лик објекта посматраног одозго, док би делић са дна плоче пројектовао лик објекта посматраног одоздо.

Холограмски лик је обично исте величине као оригинални објекат. Уколико лик треба да буде умањен у односу на стварни објекат, мора се прво направити умањени модел оригинала па тек онда прећи на израду холограма са тим умањеним објектом. Још једна интересантна особина холограма јесте да они чувају оптичке особине објекта као што су сочива. Узмимо за пример холограм лупе постављене испред лептира. Посматрач који гледа холограмски лик лептира кроз холоргамски лик лупе, закључиће да је лик лептира увећан тачно онолико колико и оригинал лептира посматран кроз оригинал лупе.

Холограме могу да праве појединци из хобија (уколико поседују ласер и још пар ситница). Такви холаграми су обично приказани на фотограском филму високе резолуције који је прекривен емулзијом сребро халида. Холограми који се праве у комерцијалне сврхе се приказују на стакленој плочи која је третирана гвожђе оксидом а затим прекривена посебним материјалом који хемијски реагује на одређену таласну дужину светлости која се користи за прављење холограма.



Слика 1. Настанак холограма



Слика 2. Настанак холограмске слике

Оваква плоча назива се фоторезисторска плоча или фоторезистор. Слично као и фотографије, после експозиције филм или плоча се хемијски ‘’развијају’’. Никл и сребро се користе за прављење ‘’главног холограма’’ који се онда користи да на филму од полиестера или полипропилена отисне вишеструке копије холограма. Такође, алуминијум се користи при прављењу рефлексионе превлаке код рељефних холограма.

Начин израде

Прављење холограмског лика стварног тродимензионог објекта (холограма) се може врши у неколико карактеристичних корака.

1. Објекат чији се холограм прави, осветљава се светлошћу из ласера, а рефлектована светлост се усмери да пада на фоторезисторску плочу. Истовремено, зрак светлости директно из ласера (референтни зрак) такође пада директно на фоторезисторску плочу. Интерференциона шара ова два светлосна зрака реагује са фотоосетљивим горњим слојем плоче, бележећи на тај начин холограмски лик објекта. Време за које је објекат изложен светлости из ласера се креће између 1 и 60 секунди.

2. Плоча на којој је забележен оригинални холограм назива се главни холограм. После експозиције главни холограм се обрађује у хемијском купатилу користећи стандардна редукциона средства у фотографији. Услед хемијске реакције приликом овакве обраде, површина плоче подсећа на грамофонску плочу. Пре него што се настави са процесом производње главни холограм се мора тестирати да би се проверило да ли је лик прецизно забележен. У зависности да ли се холограм прави у комерцијалне сврхе или не, даљи начин умножавања главног холограма се разликује. У случају некомерцијалних холограма, умножавање се ради оптички, процесима сличним као и при изради самог главног холограма. У случају комерцијалних холограма, користи се техника

Кратка историја холограма

Први холограм је направио мађарски научник Денис Габор још 1947. године. Покушавајући да профини дизајн електронског микроскопа Габор је осмислио је нову технику, коју је одлучио да тестира филтрираним светлосним зраком уместо уобичајеним електронским зраком. Пажљиво филтрирајући светлосни извор, Габор је направио трансмисиони холограм. Нажалост, ово откриће није било могуће практично применити све док технологија није омогућила начин да се произведе кохерентна светлост. На тај начин је прављење холограма одложено до проналаска ласера 1960. године. Светлост коју генеришу ласери је једне фреквенције (једне боје) и таласи су у фази један са другим. Користећи ласер да би поновили Габоров експеримент са холограмом, Емет Лаит и Јурис Упатникс са Универзитета у Мичигену су произвели трансмисиони холограм возила и птице. Лик је био јасан и тродимензион, али се могао видети само осветљавањем уз помоћ ласера. Исте године руски научник Јури Денисјук је направио рефлексиони холограм који се могао видети под светлом обичне сијалице. Неколико година касније, 1968. године, Стефан Бентон је направио први трансмисиони холограм који се могао видети коришћењем обичне светлости. То је довело до развоја холографије и омогућило масовну производњу и употребу холограма. Четврт века пошто је направио први холограм, Габор је добио Нобелову награду за физику 1971. године.

гравирања која омогућава јефтину масовну производњу рељефних холограма . У наставку ћемо објаснити основне кораке у изради рељефних холограма.

3. После тестирања главни холограм се намешта у рам и прска сребрном бојом ради постизања добре електричне проводности. Рам се спушта у резервоар у коме се налази и посуда са никлом. После пуштања електричне струје главни холограм се метализира никлом. Након тога се рам извлачи из резервоара и испира дејонизованом водом, па се коначно са плоче скида танак "прекривач" од никла. Овај прекривач садржи негатив главног холограма (негатив је заправо огледалски лик главног холограма). Користећи сличну процедуру креира се још неколико генерација прекривача. Они који су направљени од првог (скинутог са плоче) металног прекривача називају се "баке" (grandmothers) и садрже позитив оригиналног холограма. Наредне генерације подметача се зову "мајке", "ћерке" и "печати" (mothers, dauthers и stamper shims). Пошто се у овим генерацијама смењују позитиви и негативи оргинала, печати одговарају негативу који се користи да би се добио коначни холограм.

4. Печат се смешта у уређај за израду рељефа. Намотај полиестер филма са акрилским премазом се пушта кроз уређај. Услед дејства топлоте и притиска, печат пресује холограмски лик на филм до дубине од 25 μm. Изгравирани филм се поново мота у ролну.

5. Да би се омогућило да се рељефни холограми

виде рефлексијом светлости, филм се мора прекрити танким слојем алуминијума. То се ради у вакуумској комори, у којој се поред ролне филма налази и жица од алуминијума, који услед загревања до 1093^{0}C прелази у гасовито агрегатно стање. У току премотавања ролне долази до напаравања алуминијума на филм. После вађења из вакуумске коморе филм се посебно обрађује да би се поново успоставила влажност изгубљена у врелим условима. На крају се филм са спољне стране прекрива лаком. Ролна филма, ширине и до 2.3 m се затим сече у уже ролне.

6. У зависности од тога која се врста филма користи и који тип производа је направљен, може се урадити један или више завршних корака. На пример, филм се може ламелирати у папирне табле да би се учврстио. Филм се такође може исећи на облике потребне за финални производ и може се штампати са поруком.

7. На крају се холограм лепи на друге производе.

Примена

Пошто се не могу копирати на уобичајан начин, холограми се користе да спрече фалсификовање докумената као што су на пример кредитне картице, возачке дозволе, пасоши. Такође, због доброг визуелног ефекта, холограми се могу користити и као рекламе за разне производе. У науци се холограми користе да би заменили јако осетљиве предмете. На пример, уместо да проучавају 2300 година стару, јако крхку лобању праисторијског човека, научници су посматрали њен изузетно веран холографски лик и на основу тога реконструисали неке детаље о праисторијским људима.

Поред видљиве светлости, за прављење холограма се могу користити и ултраљубичасти и x-зраци, као и звучни таласи. Микроталасна холографија се користи у астрономији да би се снимили радио таласи из далеког свемира. Примењујући акустичну холографију, могу се вршити посматрања унутар чврстих тела (кристала рецимо) и направити запис о унутрашњој структури, док се холограми направљени уз помоћ x-зрака користе за прављење модела атома и молекула.

На крају

Враћајући се из библиотеке умало се не сударих са тродимензионим холограмом буцмастог човечуљка са чудним шеширом са звончићима и наранџастом краватом. Боље речено, умало не прођох кроз њега. У истом тренутку ме холограм звизну овећим парчетом креде по глави и закикота се Пивсовим кикотом. ‘’Добро дошао у стварност занесењаку један’’ рекох себи и продужих ка Грифиндорском торњу.

---

* Текст написале Зорица Пајовић и Марија Димитријевић

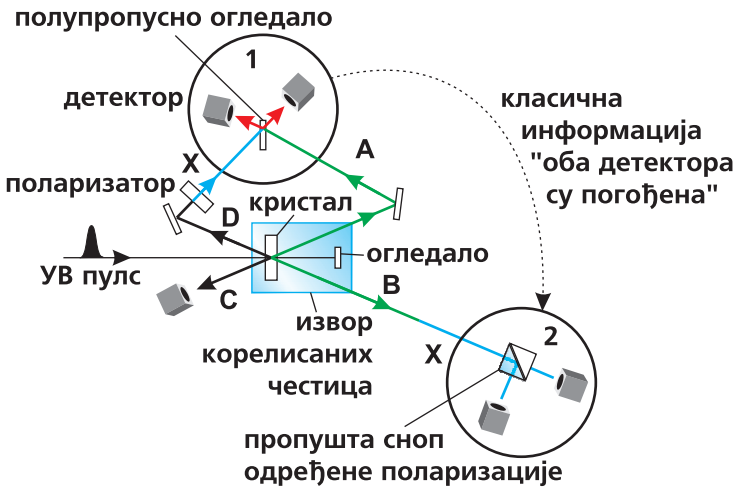
Телепортација – чаробњачка вештина која инспирише научнике

Пишу: Катарина Матић и Душко Латас

Пребацивање или телепортовање је један од начина како чаробњаци путују кроз простор. Састоји се у томе да ишчезнете са једног места и убрзо се материјализујете негде другде.

Пребацивање није лако извести јер много тога може да крене наопако. Што је објекат који се пребацује већи и сложенији то је поступак тежи, тако да се испити из пребацивања у Хогвортсу полажу тек по стицању пунолетства. О тежини овог захвата говори и чињеница да је чак и ”штребер“ какав је Чарли Весли први пут пао баш на том тесту, јер није успео да се материјализује на задатом месту, већ на лећима непознате старице. Рон је свој тест пао само зато сто је једна половина једне његове обрве остала непребачена. Уштеда времена (а тиме и новца) који телепортовација омогућава је огромна, па су Фред и Џорџ Весли (пошто су положили тестове) чак престали да користе степенице у својој кући, већ су се искључиво телепортовали са другог спрата у кухињу у приземљу. За утеху малолетнима, којима је ова вештина још увек забрањена, постоје телепортациони кључеви – предмети који су зачарани тако да онога ко их додирне пребаце на унапред задато место. Међутим, познати су примери злоупотребе телепортационих кључева. Један такав случај се десио на званичној утакмици квидича: судијина метла је трансформисана у телепортациони кључ па је судија нестао насред меча, а неколико месеци касније пронађен је у Сахари. Исто тако, никад не можете бити сигурни да ли ће вас телепортациони кључ пребацити пред Волдемора лично, као сто се десило Харију.

Можда се питате да ли неко озбиљно ради на телепортацији или је то само ствар маште писаца научне фантастике и књига о чаробњацима. Веровали или не, одговор је позитиван. Експерименти изведени 1998. године, потврдили су интуицију писаца научне фантастике тј. показали су да је у необичном свету квантне механике телепортација могућа. Да не буде забуне, нико још није послао свог колегу у Сахару, па чак ни у кухињу у приземљу, али је група научника из Инсбрука (Аустрија) на челу са професором Цаилингером (Zeilenger) показала 1997. године да је могуће пренети својства једне квантне честице другој чак и ако се налазе на супротним крајевима галаксије. У процесу квантне телепортације информација прелази с места А на место В без кре-



Експеримент из Инсбрука: УВ ласерско зрачење пролази кроз кристал и тад настаје пар корелисаних фотона A и B, који иду према посматрачима 1 и 2. Рефлектујући се у кристалу, пулс прави два нова фотона C и D. Поларизатор препарира фотон D у стање X. Фотон C је детектован, што потврђује да је D послан ка 1. Ако 1 детектује фотоне у оба детектора, тад ће фотон у 2 имати поларизацију X. То представља телепортацију класичне информације из 1 у 2.

тања кроз простор између А и Б. То омогућује квантна појава која се на енглеском назива 'entanglement' (што бисмо могли да преведемо као повезаност на даљину или дистантна корелација). Ова појава дуго је мучила Ајнштајна , који га је назвао "тајанственим деловањем на даљину". Овај феномен је био један од разлога због којег Ајнштајн никад није прихватио квантну механику. Чак се трудио да смисли експеримент који би показао да се такве ствари не могу десити. Ипак, управо ти експерименти су потврдили да он није био у праву и да ова појава заиста постоји.

Телепортација је у романима о Хари Потеру вештина која може да се научи. У другим научно фантастичним причама телепортација се изводи на следећи начин: један уређај скенира објекат који се телепортује. Тако се добија целовита информације потребна за његов тачан опис. Трансмитер шаље ту информацију пријемној станици, где се она користи за добијање тачне реплике оригинала. У неким причама, материјал од којег је сачињен оригинал такође се преноси до пријемне станице у виду неке "енергије"; у другим случајевима реплика настаје од атома и молекула које су већ присутни у пријемној станици. С обзиром на садашње спознаје квантна механика чини такав сценарио телепортације у практично немогућим. Наиме, према Хајзенберговом принципу неодређености, немогуће је истовремено одредити тачан положај и импулс неке честице, па је немогуће добити савршену слику (скен) објекта који се телепортирује. У "Звезданим стазама" постоји Хајзенбергов компензатор, који на неки чудесан начин превладава ову потешкоћу. Свет сићушнога којег физичари називају квантним светом изузетно је загонетан. Атоми и честице које их чине као и светлост понашају се на врло изненађујуће начине а један од таквих феномена је повезаност на

даљину. Године 1993. године међународни тим физичара открио је да се то чудно али базично својство квантне механике може искористити како би се заобишло ограничење које намеће Хајзенбергов принцип. Доктор Цаилингер објашњава понашање честица у повезаности преко коцкица. Замислите да бацате увек по две коцкице одједном и да вам се код сваког бацања појављују парови иако се сваки број за себе појављује насумично: две тројке; две шестице; две двојке итд. Као да постоји неко тајанствено деловање између коцкица. Када су два фотона у стању дистантне корелације, обе честице постају део једног квантног стања тако да шта год да учините једној од њих, то утиче на другу на сасвим предвидљив начин. Оно што се догоди једном фотону одређује готово симултано промену другог, без обзира на њихову удаљеност. Ако се једном фотону измјери један тип поларизације, онда други остаје у другом стању поларизације и тако се тренутно преноси информација. Будући да су њихове поларизације супротне једна другој у експерименту су кориштена три фотона. Како фотон А преноси своје обрнуто стање на фотон В, а В на С, С поприма исто стање као што је имао А. А у случају фотона пренос квантног стања еквивалентан је преносу честице.

А шта је то повезаност на даљину? Сам доктор Цаилингер признаје да феномен не разуме сасвим, али додаје да га једноставно узима као чињеницу. Иако је већина научника јако скептична по питању телепортације било чега сложенијег од честице светлости (фотона), професор Цаилингер верује да ће за неколико година бити могуће постићи телепортацију атома а за телепортацију молекула ћемо причекати десетак година. Међутим, чак ни он не предвиђа да ћемо се ускоро телепортовати, јер телепортација људи и њихових кофера по свему судећи остаје у сферама научне фантастике, бар у догледној будућности. Немогућност телепортације сложенијих објеката, нпр. бактерија објашњава се огромном количином информације која је потребна да би се описали. А да би се дошло до потребне информације, објект који желимо телепоровати мора бити у потпуности изолован од околине како не би дошло до цурења информације у околину. Исто тако, свака информација из околине била би катастрофална за извођење телепортације. А такви екстремни услови не подржавају живот. Но, оно што је неоспорна научна реалност и велико достигнуће, је телепортација информација. Велике и важне примене ових открића већ се виде на хоризонту а то су: супербрзи квантни компјутери и квантна криптографија. Користећи дистантно корелисане фотоне уместо електричних импулса квантни рачунари ће моћи решавати сложене проблеме неупоредиво боље од данашњих машина. Према неким предвиђањима прве такве компјутере можемо да очекујемо за 30 до 40 година. С друге стране, истраживања квантне криптографије су врло интересантна, јер ће будући такви комуникацијски системи гарантовати стопроцентну сигурност информација.

Путовање кроз време

Временски окретач

Пишу: Катарина Матић и Душко Латас

Временски окретач изгледа као мали пешчани сат на дугом ланцу. Све што се нађе обухваћено ланцем биће враћено уназад за један сат, ако се временски окретач обрне једном. При коришћењу временског окретача обавезно се морају поштовати нека правила. На пример, нико не сме да вас види. То је веома важно, јер се тада у прошлости истовремено налазите ви, који сте дошли из будућности и знате да сте путовали кроз време, и ви који први пут проживљавате тај тренутак и о путовању кроз време не знате ништа. Слично је и са црним рупама.

Ученици престижне чаробњачке школе Хогвортс у трећем разреду осим обавезних имају и неколико изборних предмета. Ђаци сами одлучују колико ће изборних предмета слушати и који ће то предмети бити. Могућности су: Брига о магијским створењима, Предсказивање, Аритмантија, Древне руне, Проучавање Нормалаца... Понекад понеко од најталентованијих и најмарљивијих ученика пожели да проучава баш све ове предмете. Невоља је што чак и у чаробњачком свету дан траје само 24 сата, тако да ни у чији распоред часова не могу да стану сви изборни и сви обавезни предмети. Управо то се десило Хермиони Гренџер. Током читавог трећег разреда Харију и Рону није јасно како успева да истовремено присуствује различитим часовима. Како школска година одмиче Хермионини подочњаци постају све већи, а она постаје све раздражљивија, али сви њени домаћи задаци су урађени без грешке и на време. Међутим, чак ни Хермиона не може да издржи такав претерани рад и одустаје од Предсказивања. На самом крају школске године Хари и Рон сазнају Хермионину тајну. На почетку школске године, уз одобрење Министарства магије и пошто се заклела да га неће злоупотребити, Хермиона је добила временски окретач. Временски окретач изгледа као мали пешчани сат на дугом ланцу. Све што се нађе обухваћено ланцем биће враћено уназад за један сат, ако се временски окретач обрне једном. При коришћењу временског окретача обавезно се морају поштовати нека правила. На пример, нико не сме да вас види. То је веома важно, јер се тада у прошлости истовремено налазите ви, који сте дошли из будућности и знате да сте путовали кроз време, и ви који први пут проживљавате тај тренутак и о путовању кроз време не знате ништа. Дешавало се да су чаробњаци, који ово путовање кроз време нису изводили пажљиво полудели угледавши још једног себе, или чак убили своје прошло или будуће ја. Али ако се предузму све мере предострожности, временски окретач омогућава да се случају сви предмети, али и да се прошлост измени по потреби.

Тако су Хари, Рон и Хермиона по Дамблдоровом налогу променили само три сата. Та три сата су поново преживели, малчице их изменили, неколико пута за длаку избегли сусрет са својим прошлим ја и успели да спасу два недужна живота (Сиријус Блек и хипогриф Бакбик).

Путовање кроз време са становишта физике је готово немогуће. Ипак, физика је показала да време није баш онакво како га интуитивно доживљавамо. Најпре се сматрало да је време апсолутно, али Ајнштајнова теорија релативности је показала да то није тако. Два посматрача од којих један мирује а други се креће неће се сложити око тога да ли се два догађаја дешавају истовремено или не. То значи да они за исти догађај мере различите тренутке дешавања, па нам се чини као да њихови часовници раде другачије. И заиста, показује се да време није апсолутна категорија, већ да зависи од тога како се часовници крећу.

Када је настала теорија релативности, ове револуционарне идеје нису одмах прихваћене. Многи научници су сматрали да такав начин поимања времена може довести до парадоксалних ситуација, па је тако формулисан и парадокс близанаца. Претпоставимо да имамо два близанца, рођена на Земљи, и нека се у младости један отисне на дуго свемирско путовање, ракетом која се креће брзином мало мањом од брзине светлости. Теорија релативности тврди да најдуже сопствено време мери часовник који мирује, тако да ће брат путник бити млађи од брата који је остао на Земљи. Проблем настаје због тога што близанац у ракети може да

Невидљиви плашт

Чаробни плашт који Хари Потер користи да би постао невидљив могао би ускоро да се из поља научне фантастике пресели у стварност. Групе британских и америчких научника објавили су студију у којој износе да су одгонетнули тајну невидљивости. Према њима тајна плашта лежи у саставу тканина које ни по чему не личе на материјале који се могу наћи у природи. Ти материјали би требало да омогуће светлости и електромагнетским таласима да пролазе кроз одређени предмет без рефлексије и преламања чинећи га невидљивим, по угледу на црне рупе у свемиру. “Да ли се ради о научној фантастици? Не, то је теорија. То је теоријски изводљиво, једино је питање да ли смо у стању да произведемо ту специјалну тканину”, објаснио је Џон Пендри, физичар на Империјал колеџу, а пренела је агенција АП. Научници који нису учествовали на овом истраживању рекли су да је теорија њихових колега изводљива и да се заснива на солидној аргументацији. “Веома интересантно истраживање, засновано на јаким математичким и физичким доказима”, оценио је Надер Егента професор електротехнике који је радио на невидљивости, развијајући тзв “мета-материјале”. Пендри и његова екипа намеравају да примене ту технологију за израду плашта који ће бити прилагођен електромагнетским таласима. Плашт, исткан у микроскопској размери не би одбијао светлост ни стварао сенке. Ефекат једног таквог изума могао би се поредити са током реке која заобилази препреку. Таласи ударају у предмет, заобилазе га приљубљујући се уз његове обрисе и настављају своју путању. Укратко, светлост би заобишла пласт и сакрила предмет од погледа посматрача.

Припремио: Милија Јовичић

тврди да је он све време мирно стајао у својој ракети, а да је брат на Земљи путовао, тако да брат на Земљи треба да буде старији. Мало детаљнија анализа показује да ова путовања ова два брата нису сасвим истоветна. Наиме, брат на Земљи све време живи у систему који је готово инерцијалан, а ракета која се креће готово брзином светлости морала је барем на делу свог путовања бити убрзана, тако да је кретање два система различито, тако да ће један од њих бити млађи.

Парадокс близанаца решен је тако што су у обзир узети ефекти неинерцијалности. А убрзани или неинерцијални системи су описани у општој теорији релативности. Показује се да се такви системи могу повезати са гравитационим пољем, односно са закривљеношћу простор-времена. Тако се показује да сат који се налази у слабијем гравитационом пољу жури у односу на онај који се налази ван гравитационог поља. Дакле, ако се налазимо далеко од неке масивне звезде и упоређујемо показивање нашег часовника са оним који се налази непосредно уз површину звезде, видећемо да часовник на звезди заостаје. У екстремним условима изузетно јаких извора гравитационог поља као што је црна рупа, може се чак десити да сат стане. Удаљеном посматрачу то може да изгледа као да је време на површини црне рупе стало, али то није тако.

Погледајмо како изгледа проток времена, односно рад часовника свемирског путника који је у свом свемирском броду кренуо према црној рупи. Он осећа да га гравитационо поље црне рупе све више привлачи, али на свом часовнику не примећује никакву промену. Удаљени посматрач, с друге стране, примећује како се ракета све више приближава црној рупи, а честице светлости, фотони, који доносе информације са ракете имају све мању енергију. Часовник све више касни. У једном тренутку путник долази до хоризонта догађаја, својеврсне границе која дели простор-време на два дела: спољашњост и унутрашњост црне рупе. На тој граници гравитација је толико јака да чак ни светлост не може да побегне. Дакле, сва информација за спољашњег посматрача се губи и он види само залеђену слику са хоризонта догађаја. Њему се чини као да се време на хоризонту догађаја црне рупе зауставило. С друге стране, наш несрећни путник пролази кроз хоризонт. Његов часовник и даље ради, али он није ни свестан да је управо прешао границу на којој су простор и време мењају своје улоге. Пре границе, време је протицало само од прошлости према будућности, а посматрач је могао да се креће ка црној рупи или од ње. Након хоризонта, он може да се креће у будућност или у прошлост, али не може више да путује од црне рупе, него само према њеном центру, а ту се налази сингуларност у којој се завршава постојање свих честица. И заиста, мало је сурово, али цена путовања кроз време је огромна. Сироти путник успе да се подмлади, али то нико не може да види. И шта му онда то вреди када ће због тога ускоро и да умре. А сад видимо и да је временски окретач заправо црна рупа, с том разликом да што временски окретач дозвољава да се из њега побегне, а црна рупа то не омогућава.

Црна рупа која је до сада размотрена је најједноставнији примерак ових чудних космичких објеката. Уколико би се црна рупа ротирала или ако има наелектрисање, ствари се мало компликују, али суштина је иста: ако путујете кроз време то нико не може да види. А слична ствар се дешава и у Хогвортсу.

Шта се пре заледи: хладна или топла вода?

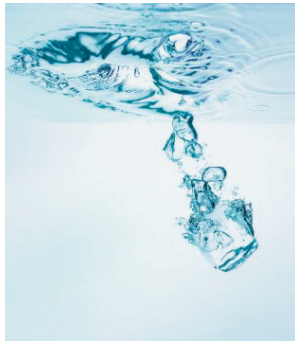
Колумниста: Ненад Вукмировић

Ако мислите да је питање из наслова само трик питање, нисте у праву. Исто питање је мучило генерације философа и физичара, почев од Аристотела, до данас. Једноставан одговор на ово питање изгледа да уопште није лако дати.

Замислите да имате две идентичне посуде са водом, прву на већој (рецимо 60^0C), а другу на мањој (рецимо 40^0C) температури, и да их истовремено ставите у замрзивач. У којој ће се вода пре заледити? Свако ко познаје савремене законе физике и појам температуре би сматрао ово питање веома лаким и дао би без много размишљања одговор: "Наравно да ће се хладнија вода пре заледити." Ако би одговор морао и да се образложи, образложење би било отприлике следеће. Потребно је неко време да се вода која је у почетку била на 60^0C најпре расхлади до 40^0C. Тада она долази у исто стање у ком је на почетку била вода из друге посуде. Даље је потребно још неко додатно време да се вода из прве посуде заледи, које је једнако укупном времену да се вода из друге посуде заледи. Зато је укупно време потребно да се вода из прве посуде заледи веће, тј. пре ће се заледити хладна вода.

С друге стране, ако не познајете савремене законе физике, сасвим је могуће да ћете дати и другачији одговор. Први међу таквима је био Аристотел, који је у једном од својих дела написао: "Ако је вода претходно била грејана, то доприноси брзини којом ће се она хладити, и зато се она хлади много брже." И у средњем веку је било расправа међу философима на исту тему. Међутим, развојем закона савремене физике, пре свега термодинамике, у 19. и 20. веку, то питање је постало наизглед апсурдно, све до 1963. године када је Ерасто Мпемба, ученик једне средње школе у Танзанији, експерименталнм путем дошао до потпуно супротног закључка, од оног до кога смо ми дошли на почетку текста. Наиме, он и његови другари су за школски задатак из домаћинства имали да праве сладолед и речено им је да сачекају да се млеко охлади пре него што га ставе у замрзивач. Ерасто је био непослушан, па је ставио млеко у замрзивач док је још било топло. Притом је приметио да се његова смеша заледила пре него смеша једног од његових другара, који је истовремено кад и он ставио охлађено млеко у замрзивач.

Да ли је он овиме оборио законе савремене термодинамике? Да ли је за очекивати да ученик једне средње школе у Танзанији сруши темеље модерне физике или нпр. да ученик неке основне



школе у Србији покаже да Ајнштајнова теорија релативности није исправна? Такве могућности свакако не треба искључивати, али потребно је имате низ пажљиво осмишљених експеримената изведених под добро контролисаним условима да би тако нешто могло да се са сигурношћу тврди. Физичари широм света су заиста након Мпембиних резултата изводили експерименте са посудама са водом и у зависности од низа параметара (маса воде, облик посуде, присуство различитих гасова у води, итд.), у појединим је примећен Мпембин ефекат, а у појединим није.

Вратимо се на тренутак на начин на који смо дошли до закључка на почетку текста да ће се хладнија вода пре заледити. Које су све (неоправдане) претпоставке садржане у таквом начину закључивања? Пре свега, претпостављено је да се стање воде у посуди у потпуности може описати једним јединим параметром – температуром. У стварности, долази да испаравања воде на површини које је веће на већој температури, чиме се маса воде смањује, што би могло да објасни зашто се топлија вода брже хлади. Такође температура воде није иста у свим деловима посуде, већ је просторно зависна. Затим, садржај гасова у мехурићима у топлој и хладној води је свакако различит. Коначно, поставља се питање шта се тачно подразумева под залеђивањем, да ли тренутак кад вода достигне 0^0C и формирају се први кристали леда или кад се цела течност заледи.

Мпемба ефекат на такмичењу из физике у Киргистану

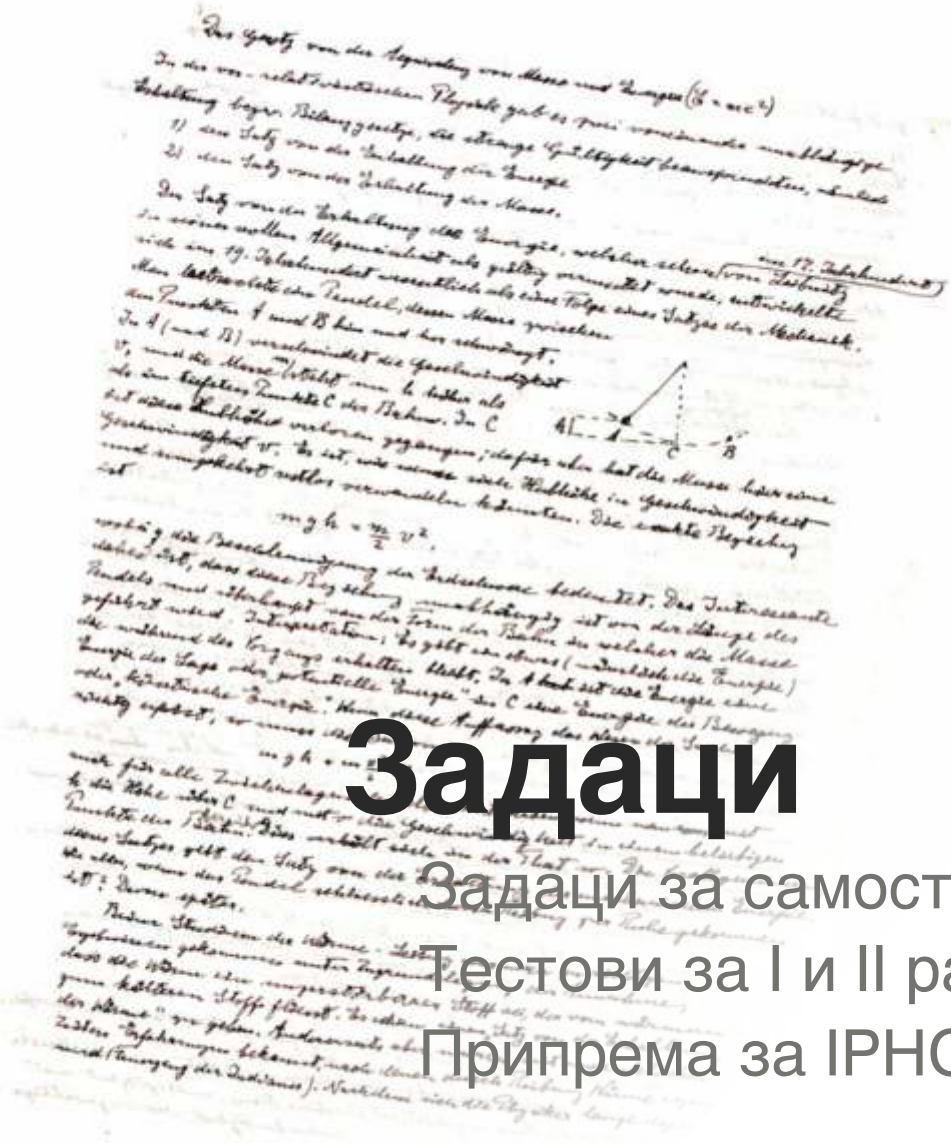
Са Мпембиним ефектом није била упозната комисија за такмичење за избор олимпијске екипе Киргистана 2005, па су такмичари добили експериментални задатак у коме је управо требало између осталог да мере време за које се вода заледи. Такмичари су различито приступали решавању задатка, неки су прво грејали воду у једној посуди, па је пресипали у другу и онда стављали у замрзивач, неки су посуду у којој је вода грејана директно стављали у замрзивач, а притом је било обезбеђено свега неколико замрзивача, па су резултати зависили вероватно и од положаја посуде у замрзивачу. Ни све посуде, као ни термометри, нису били у потпуности идентични. Као резултат свега, такмичари су добијали различите резултате, па је комисија имала доста проблема при оцењивању задатака, што је потом довело до великог броја жалби. С обзиром да Министарство просвете даје новчане награде за освојен пласман на такмичењу, после такмичења је дошло до оштрих протеста такмичара који су сматрали да су новчано оштећени, и колико нам је познато, тренутно се води спор пред судом поводом поменутог случаја.

Из свега овога закључујемо да је посуда са водом изузетно сложен физички систем који није могуће описати само једним параметром – температуром, већ низом међусобно зависних параметара. Потпуна теоријска анализа оваквог система би такође била веома компликована, јер би вероватно захтевала решавање диференцијалних једначина провођења топлоте, како у води, тако и између воде, зидова посуде и ваздуха, са слабо познатим константама провођења. Зато се из постојећих Мпембиних и резултата који су уследили потом, не може закључити да су закони термодинамике нарушени. Постојећа физика дозвољава могућност да се у почетку топлија посуда са водом при одређеним почетним параметрима система брже замрзне. Можда и најпрецизнија формулација Мпембиног ефекта је дата у чланку доступном на http://www.arXiv.org/abs/physics/0512262 који вам топло препоручујемо:

"Постоји скуп почетних параметара и пар температура, таквих ће се од две посуде са водом чији су сви почетни параметри идентични, осим температуре (која се сматра равномерном у почетку), брже заледити почетно топлија посуда."

Сигурно је да ако имамо посуде са водом на 1^0C и на 99^0C, да ће се она на 1^0C брже замрзнути, али ако имамо нпр. посуде на 60^0C и 80^0C, никад се не зна.

С обзиром да читаоци Младог физичара поседују сву неопходну експерименталну апаратуру у својој кући, овим текстом их више него охрабрујемо да се упусте у испитивање Мпембиног ефекта.



Задаци

Задаци за самосталан рад

Тестови за I и II разред

Припрема за ІРНО

Задаци за самосталан рад

Задаци за 6. разред

1. Племенити метал осмијум је најгушћа супстанца која је до сада пронађена на Земљи. Густина осмијума је два пута већа од густине олова и износи $22600\,\mathrm{kg/m^3}$. Колика би била маса уџбеника из физике за 6. разред када би он био начињен од осмијума? Димензије уџбеника измерите лењиром.

2. Никола Алтомановић, господар Ужица, је купио од једног златара у Новом Брду нови пехар. Златар тврди да је његово прављење употребио литар сребра и четврт литра злата. Колика ће бити маса овог пехара, када се у њега наспе $1\,\ell$ црног вина? Густина црног вина је $1100\,\mathrm{kg/m^3}$. Претпоставите да златар говори истину, јер ће у супротном прича имати тужан крај.

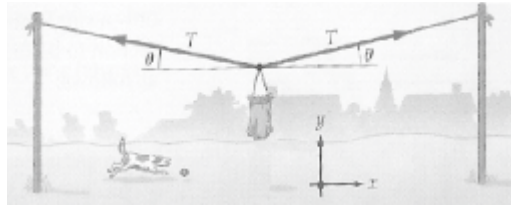
3. Запремина комада швајцарског сира масе $1\,\mathrm{kg}$ је $0,8\,\ell$. Колика је укупна запремина шупљина у сиру, ако је густина сира $1500\,\mathrm{kg/m^3}$?

4. Маса лименке запремине $0,33\,\ell$ у којој се налази "*Coca-Cola Light*" је $0,35\,\mathrm{kg}$. Одредити запремину белог челичног лима, који је утрошен за прављене конзерве. Густина челика је $7800\,\mathrm{kg/m^3}$, док је густина "*Coca-Cola Light*" приближно једнака густини воде и износи $1000\,\mathrm{kg/m^3}$.

5. Одређена запремина воде је помешан са 1ℓ алкохола. Густина смеше, која је за $\frac{1}{25}$ мања од укупне запремине састојака (воде и алкохола) је $900\,\mathrm{kg/m^3}$. Колика је запремина воде која је употребљена за прављење смеше, ако је густина алкохола $750\,\mathrm{kg/m^3}$?

Задаци за 7. разред

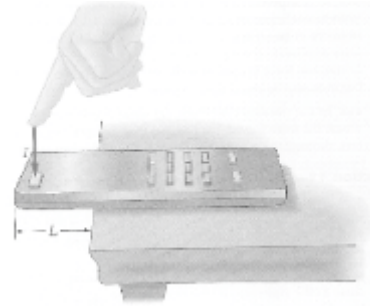
1. Торба пуна штипаљки налази се на средини конопца за сушење веша, као што је приказано на слици. Делови конопца са хоризонталом заклапају углове $\theta = 30°$. Одредите интензитет силе затезања конопца, ако је маса торбе $5\,\mathrm{kg}$.



2. Несташни дечак је гурнуо порцелански сланик који се налази на хоризонталном дрвеном столу. Сланик се зауставио на самој ивици стола прешавши пут од $0,8\,\mathrm{m}$. Ако је почетна брзина сланика $1,15\,\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}}$, одредите коефицијент трења између сланика и стола.

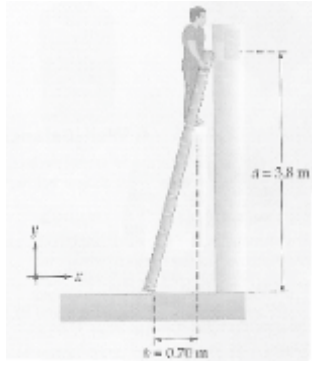
3. Морски лав клизи ка базену низ $3\,\mathrm{m}$ дугачку даску која са хоризонталом заклапа угао $30°$. Ако је коефицијент трења између морког лава и даске 0,23, одредите брзину лава непосредно пре његовог уласка у базен. Сматрати да је почетна брзина морког лава једнака нули.

4. Даљински управљач масе $0,11\,\mathrm{kg}$ и дужине $21\,\mathrm{cm}$ налази се ивици стола, као што је приказано на слици. Део управљача дужине L „виси" са краја стола. Да би се укључио телевизор на дугме које се налази у близини левог краја управљача мора да се делује силом $0,365\,\mathrm{N}$ у вертикалном правцу. Одредите максималну вредност L при којој се управљач неће превртнути и пасти са стола приликом укључивања телевизора.



5. Човек масе $85\,\mathrm{kg}$ стоји на лаким мердевинама, као што је приказано на слици. Мердевине се једним својим

крајем ослањају о глатки зид, док се други крај мердевина ослања о храпави под. Користећи податке дате на слици одредите интензитете силе којима мердевине делују на зид и под.



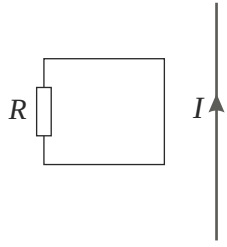
Задаци за 8. разред

1. На слици је приказан проводни рам са отпорником и праволинијски проводник кроз који протиче струја у назначеном смеру. Одредити смер индуковане струје у колу са отпорником, ако се јачина струје кроз проводник

а) смањује

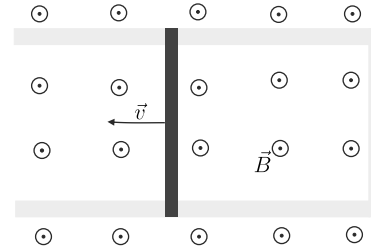
б) повећава

в) остаје непромењена.



2. UHF телевизијска антена има облик круга полупречника 11 cm. Правац магнетног поља TV сигнала је нормалан на раван антене. Ако се интензитет индукције магнетног поља мења брзином $0,16\,\mathrm{T/s}$, одредити апсолутну вредност индуковане електромоторне силе у антени.

3. На слици је приказана метална шипка, која се креће брзином $v = 0,5\,\mathrm{m/s}$ по двема паралелним, глатким проводним шинама, које се налазе на растојању 25 cm. Систем се налази у хомогеном магнетном пољу индукције $0,35\,\mathrm{T}$, чији правац је нормалан на раван кретања шипка креће. Ако је електрични отпор шипке $18\,\Omega$, одредити количину топлоте која се у јединици времена издваја у колу.



4. Генератор наизменичне струје снаге 250 kW користи се за напајање удаљене фабрике. Трансформатор у фабрици, који се користи за снижавање напона, како би електрична енергија могла да се употреби у производном процесу, је повезан са генератором са два кабла, чији отпори су једнаки и износе $0,3\,\Omega$. Израчунајте пад напона, као и губитак енергије у јединици времена, ако је напон на примару фабричког трансформатора:

а) $U_t = 80\,\mathrm{kV}$

б) $U_t = 8\,\mathrm{kV}$

в) $U_t = 0,8\,\mathrm{kV}$.

5. У радиоактивном низу чији је почетни члан језгро ${}_{89}\mathrm{Ac}^{226}$ одиграла су се четири узастопна радиоактивна распада. Који хемијски елемент је настао на крају овог низа?

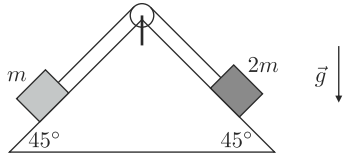
Задаци за 1. разред

1. Горила Љовисна у циркусу у Канкуну у Мексику се налази у тачки D и везана је за плафон помоћу три

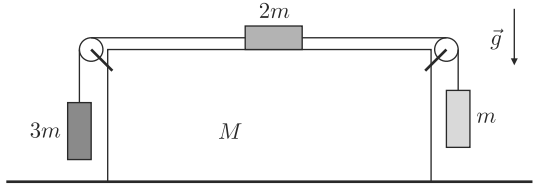
једнаке лаке опруге AD, BD и CD. Притом је AB=BC, тачке A, B и C су на истој правој (B је између A и C) и дужина опруга у недеформисаном стању је једнака AB. У стању равнотеже је $\angle ADB = \angle BDC = 30^0$ и $BD \perp AB$. Док је горила била у равнотежном стању, невољали гледалац Педро је пресекао опругу AD. Наћи интензитет убрзања Љовисне непосредно након тог тренутка.

2. За време америчке агресије на Ирак, храбри ирачки борци су покушавали на сваки начин да се одупру знатно снажнијем непријатељу, па су користили сво расположиво наоружање укључујући и застареле топове из 19. века. Из једног таквог топа граната је излетела брзином $v = 320\,\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}}$, направивши унутар цеви $n = 2$ обрта. Дужина цеви је $l = 2\,\mathrm{m}$. Сматрајући кретање гранате кроз цев равномерно убрзаним, наћи њену угаону брзину у тренутку излетања из цеви.

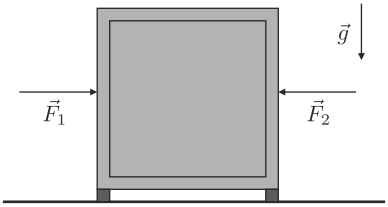
3. Наћи убрзање тела масе $2m$ са слике. Коефицијент трења између њега и непокретног клина је k_2, а коефицијент трења између тела масе m и клина је k_1. Котур је гладак и непокретан.



4. Коефицијент трења међу столом масе M и телом масе $2m$ је $\mu = 0.1$ (слика). При којим вредностима коефицијента трења међу столом и подлогом ће сто мировати, а тела се кретати по њему? Котурови су лаки и нема трења између нити и котурова.



5. Група екстремиста жели да обори мултиетнички контејнер облика коцке приказан на слици. Леви ослонац контејнера је на леду тако да нема трења између њега и подлоге. Да би се контејнер оборио дејством на средину леве стране неопходна је сила $F_1 = 1000\,\mathrm{N}$, а дејством на средину десне стране $F_2 = 1500\,\mathrm{N}$. Колико људи се налази у мултиетничком контејнеру? Сматрати да је средња маса човека $75\,\mathrm{kg}$ и да су људи равномерно распоређени по запремини контејнера.



Тест за 1. разред

Тест се састоји од 15 питања и задатака. На свако питање је понуђено четири или пет одговора од којих је само један тачан. Заокруживање нетачног одговора доноси −10% поена од броја поена за тачан одговор. Незаокруживање ниједног или заокруживање више од једног одговора доноси један негативни поен. Задаци 1-5 вреде по 4 поена, задаци 6-10 вреде по 7 поена, док задаци 11-15 вреде по 9 поена.

1. Мера за инертност тела је:

а) убрзање, б) импулс, в) сила, г) маса.

2. Сила трења клизања делује у правцу:

а) тангенте на додирну површину тела,

б) нормале на додирну површину тела,

в) нормалном на релативну брзину тела.

3. Галилејев принцип релативности односи се:

а) само на механичке појаве,

б) на механичке и електромагнетне појаве,

в) на све физичке појаве.

4. На материјалну тачку делује константна сила. Ако је правац почетне брзине материјалне тачке нормалан на правац силе путања материјалне тачке је:

а) права линија, б) круг,

в) парабола, г) хипербола.

5. У неинерцијалним референтним системима (у изворном облику):

а) важе сва три Њутнова закона,

б) важи само I Њутнов закон,

в) важи само II Њутнов закон,

г) не важи ниједан Њутнов закон.

6. Приликом глачања додирних површина двају тела коефицијент трења се:

а) смањује док не достигне неку минималну вредност која је увек већа од нуле,

б) смањује се док не достигне минималну вредност, а затим почиње да се повећава,

в) смањује се док не достигне вредност 0.

7. Аутомобил масе m се креће равномерно брзином v преко моста који има облик кружног лука полупречника R и дужине s_0. Тада је зависност интензитета силе нормалног притиска аутомобила на мост од пређеног пута аутомобила по мосту s дата изразом:

а) $N = \frac{mv^2}{R}$,

б) $N = mg\cos\left(\frac{s_0}{2R} - \frac{s}{R}\right)$,

в) $N = mg\cos\left(\frac{s_0}{2R} - \frac{s}{R}\right) - \frac{mv^2}{R}$,

г) ниједан одговор није тачан.

8. Главица купуса масе 1 kg налази се на поду лифта који се креће вертикално навише константним убрзање. У систему везаном за лифт интензитет силе притиска купуса на под лифта је $11,81$ N. Интензитет силе притиска купуса на под лифта у систему везаном за Земљу је:

а) $9,81$ N, б) $7,81$ N, в) $11,81$ N,

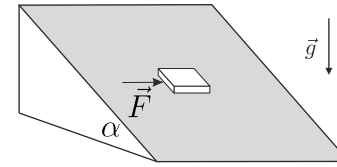
г) ниједан одговор није тачан.

9. Тело се спусти низ глатку стрму раван висине h за дупло дуже време него у односу на време које је потребно телу које слободно пада са висине h да стигне до хоризонталне подлоге. Нагибни угао стрме равни је:

а) $60°$, б) $30°$, в) $45°$,

г) ниједан одговор није тачан.

10. Кутија масе m налази се на стрмој равни нагибног угла α као што је приказано на слици. Коефицијент трења између кутије и стрме равни је $\mu = 2\mathrm{tg}\alpha$. Одредити минимални интензитет хоризонталне силе F којом би требало деловати на кутију да би се она померила.



а) $F = 2mg\sin\alpha$, б) $F = mg\sin\alpha$,

в) $F = mg\sqrt{3}\sin\alpha$, г) ниједан одговор није тачан.

11. Куглица масе 15 g лети према зиду брзином 4 m/s у правцу који заклапа угао $45°$ са зидом и одбија се од њега под истим углом брзином 3 m/s Контакт зида и куглице траје 15 ms. Колики је интензитет средње силе којом куглица делује на зид?

а) 5 N, б) $4\sqrt{2}$ N, в) $7\sqrt{2}$ N,

г) ниједан одговор није тачан.

12. На тело масе m које се налази на глаткој хоризонталној подлози у тренутку $t = 0$ почиње да делује сила чији правац заклапа угао 45^0 са хоризонталом. Ако се интензитет силе мења са временом по закону $F = kt$ одредити брзину тела у тренутку одвајања од подлоге:

а) $v = \frac{mg^2}{k\sqrt{2}}$, б) $v = \frac{2mg^2}{k}$, в) $v = \frac{mg^2}{k}$,

г) ниједан одговор није тачан.

13. Мало тело је гурнуто уз стрму раван нагибног угла 30° почетном брзином v_0. Коефицијент трења између тела и стрме равни је $\sqrt{3}/2$. Укупни пут који тело пређе током кретања по стрмој равни је:

а) $s = \frac{4v_0^2}{5g}$, б) $s = \frac{2v_0^2}{5g}$, в) $s = \frac{4v_0^2}{g}$,

г) ниједан одговор није тачан.

14. Хомогена шипка дужине ℓ ротира угаоном брзином ω око осе која пролази кроз један њен крај. Однос сила затезања на попречним пресецима на растојањима $\ell/4$ и $\ell/2$ од осе је:

а) 3 : 4, б) 3 : 2, в) 5 : 4,

г) ниједан одговор није тачан.

15. Куглица полупречника r виси на нити дужине ℓ и додирује вертикално постављен ваљак са осовином за на којој је окачена кулгица. Полупречник ваљка је R. При којој угаоној брзини ротације система куглица престаје да притиска ваљак?

а) $\omega = \sqrt{\frac{g}{\sqrt{(l+r)^2-(R+r)^2}}}$,

б) $\omega = \sqrt{\frac{g}{(l+r)^2-(R+r)^2}}$,

в) $\omega = \sqrt{\frac{g}{r+R}}$,

г) ниједан од понуђених одговора није тачан.

Задаци за 2. разред

1. Комад леда масе M и температуре $t_1 = 0°\mathrm{C}$ потпуно испуњава топлотно изоловани цилиндрични суд занемарљивог топлотног капацитета до неке висине. Преко леда се налије вода масе M и температуре $t_2 = 30°\mathrm{C}$ до висине $H = 0.20\,\mathrm{m}$ (у односу на горњу површину леда). Одредити на којој температури се успоставља равнотежа и за колико се спусти ниво воде у односу на почетни. Густине леда и воде су $\rho_1 = 920\,\mathrm{kg/m^3}$ и $\rho_2 = 1000\,\mathrm{kg/m^3}$, специфични топлотни капацитет воде $C_v = 4200\,\mathrm{J/kgK}$ и латентна топлота топљења леда је $\lambda = 330\,\mathrm{kJ/kg}$.

2. Суд попречног пресека $S_1 = 10\,\mathrm{dm^2}$ испуњен је водом до висине $H = 1\,\mathrm{m}$ и затворен слободним клипом масе $M = 5\,\mathrm{kg}$. Суд се налази на покретној хоризонталној подлози. На бочном зиду суда, на висини $h = 20\,\mathrm{cm}$ од дна суда, налази се хоризонтална цевчица попречног пресека $S_2 = 1\,\mathrm{cm^2}$ кроз коју може да истиче вода. Одредити брзине истицања воде кроз ову цевчицу када подлога мирује и када се креће вертикално навише са убрзањем $a = 2\,\mathrm{m/s^2}$. Какав је однос домета у ова два случаја? Воду сматрати невискозном и нестишљивом течношћу. Густина воде је $\rho_{\mathrm{H_2O}} = 1000\,\mathrm{kg/m^3}$.

3. Две куглице идентичних маса m и идентичних наелектрисања Q висе на непроводним нитима дужине L. Колико је растојање d између куглица у стању равнотеже? Претпоставити да је угао отклона нити од вертикале α мали тако да важи апроксимација $\alpha \approx \sin\alpha \approx \mathrm{tg}\alpha$.

4. Две мале куглице једнаких маса $m = 0.1\,\mathrm{kg}$ и једнаких наелектрисања $q = 10^{-5}\,\mathrm{C}$, али супротног знака, налазе се једна изнад друге. Позитивно наелектрисана куглица је обешена на изоловану опругу чији је коефицијент еластичности $k = 9.8\,\mathrm{N/m}$ изнад негативно наелектрисане куглице. Негативно наелектрисана куглица је "обешена" о изоловану и неистегљиву нит. У почетку је Кулонова сила износила $4mg$. За колико центиметара треба лагано подићи крај опруге да би сила затезања у нити била једнака нули?

5. У суду се налазе две течности које се не мешају. Њихове густине су ρ_1 и ρ_2, а дебљине слојева су h_1 и h_2 (индекс 1 означава горњу течност, а индекс 2 доњу течност). Са површине горње течности пусти се мало тело које доспе до дна у тренутку када његова брзина постане једнака нули. Колика је густина тела?

Тестови за 2. разред

Тест се састоји од 15 питања и задатака. На свако питање је понуђено четири или пет одговора од којих

је само један тачан. Заокруживање нетачног одговора доноси −10% поена од броја поена за тачан одговор. Незаокруживање ниједног или заокруживање више од једног одговора доноси један негативни поен. Задаци 1-5 вреде по 4 поена, задаци 6-10 вреде по 7 поена, док задаци 11-15 вреде по 9 поена.

1. Јединица за Јунгов модуо еластичности је:

а) $1\,\mathrm{Pa}\cdot\mathrm{s}^{-1}$, б) $1\,\mathrm{Pa}\cdot\mathrm{s}$, в) $1\,\mathrm{Pa}$.

2. Сењерова вртешка користи се за:

а) мерење брзине струјања гаса,

б) мерење брзине струјања течности,

в) наводњавање травњака,

г) одређивање брзине молекула гаса.

3. Струјна линија представља путању по којој се креће делић флуида када је струјање:

а) ламинарно, б) стационарно, в) турбулентно.

4. Однос коефицијената запреминског и површинског топлотног ширења је:

а) 1 : 3, б) 3 : 1, в) 2 : 3, г) 3 : 2.

5. У чворовима металне кристалне решетке су:

а) атоми, б) позитивни јони,

в) негативни јони, г) електрони.

6. Ћелија кристалне решетке је коцка странице a. У теменима коцке и центрима њених страна налази се по један јон атом μ. Колика је густина кристала?

а) $\rho = \frac{5\mu}{a^3}$, б) $\rho = \frac{4\mu}{a^3}$, в) $\rho = \frac{2\mu}{a^3}$, г) $\rho = \frac{14\mu}{a^3}$.

7. Између две хоризонталне паралелне стаклене плоче које се налазе на међусобном растојању d налази се вискозна течност. Горња и доња плоча почну да се крећу (хоризонталним) брзинама $\vec{v}$ и $3\vec{v}$, респективно. Колика ће бити брзина слоја течности који се налази на растојању $d/4$ од доње плоче?

а) $5\vec{v}/2$, б) $-2\vec{v}$, в) $\vec{v}/2$,

г) ниједан од понуђених одговора није тачан.

8. Горњи крај лаке вертикалне жице је учвршћен. На доњи крај жице се окачи тег масе m, услед чега се жица истегне за $\Delta\ell$. Одредити однос промене гравитационе потенцијалне енергије тега E_g и потенцијалне енергије жице E_{el}.

а) $E_g = 4E_{\mathrm{el}}$, б) $2E_g = E_{\mathrm{el}}$, в) $E_g = E_{\mathrm{el}}$,

г) ниједан од понуђених одговора није тачан.

9. Суд са водом налази се на глатким колицима. Колица су почела да се крећу убрзано убрзањем $g\sqrt{3}$ усмереним хоризонтално. Угао који слободна површина течности заклапа са вертикалом је:

а) 0°, б) 30°, в) 60°, г) 90°.

10. Дно цилиндричног суда је решето чије рупице имају полупречнике $0,4\,\mathrm{mm}$. До које висине се може налити вода у решето, а да не почне да истиче? Вода не кваси решето. Коефицијент површинског напона воде $0,07\,\mathrm{N/m}$.

а) $7,13\,\mathrm{cm}$, б) $3,57\,\mathrm{cm}$, в) $2,85\,\mathrm{cm}$,

г) ниједан од понуђених одговора није тачан.

11. Суд са живом налази се у лифту који слободно пада. Разлика притисака у двема тачкама које се налазе на висинској разлици $760\,\mathrm{mm}$ је:

а) $1\,\mathrm{bar}$, б) 0, в) $1\,\mathrm{mbar}$.

12. Челична коцка плива у суду са живом. За колико процената ће се променити запремина потопљеног дела коцке (у односу на почетну вредност) уколико се температура система повећа за $100\,^\circ\mathrm{C}$. Коефицијент запреминског топлотног ширења живе је $1,8\cdot10^{-4}\,^\circ\mathrm{C}^{-1}$, док је коефицијент линеарног топлотног ширења челика $1,1\cdot10^{-5}\,^\circ\mathrm{C}^{-1}$.

а) $\delta = 1,47\%$, б) $\delta = -1,5\%$, в) $\delta = 1,69\%$,

г) ниједан од понуђених одговора није тачан.

13. Две вертикалне плочице које се налазе на међусобном растојању $0,8\,\mathrm{mm}$ потопљене су у воду. Коефицијент површинског напона воде је $0,07\,\mathrm{N/m}$. Ако је квашење потпуно одредити до које висине се подиже вода између плочица.

а) $1,78\,\mathrm{cm}$, б) $3,57\,\mathrm{cm}$, в) $7,12\,\mathrm{cm}$,

г) ниједан од понуђених одговора није тачан.

14. Метална куглица густине ρ пада кроз течност густине $\rho/2$ и коефицијента вискозности η брзином v. Коликом брзином ће падати иста куглица кроз течност коефицијента вискозности $\eta/2$ и густине $\rho/3$?

а) $v' = \frac{2}{3}v$, б) $v' = \frac{3}{2}v$, в) $v' = v$,

г) ниједан од понуђених одговора није тачан.

15. Хоризонтални квадар начињен од олова налази се на цилиндрима A и B. За површине попречних пресека цилиндрара и Јунгове модуле еластичности материјала од којих су цилиндри начињени важи: $S_A = S_B$ и $E_A = 2E_B$. Дужине цилиндара су биле једнаке пре него што је на њих стављен квадар. Ако су растојања (у хоризонталном правцу) од центра масе оловног квадра до додирних тачака са цилиндрима d_A и d_B тада је:

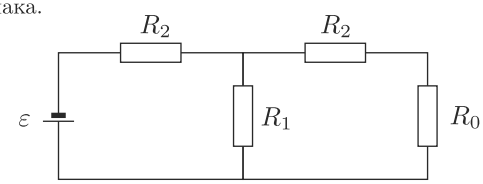
а) $d_A/d_B = 4$, б) $d_A/d_B = 0,5$, в) $d_A/d_B = 0,25$,

г) ниједан од понуђених одговора није тачан.

Задаци за 3. разред

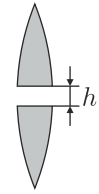
1. Педантни лифтбој обесио је на зид лифта тачан сат са клатном, да би знао када завршава његово радно време. Време кретања лифта са убрзањем према горе, односно према доле, је једнако (према мирујућим часовницима). Убрзање и успорење лифта такође је једнако по износу. Шта ви мислите, да ли је лифтбој завршио посао раније, касније или на време?

2. Како се морају одабрати отпори R_1 и R_2 у схеми на слици да би пад напона на отпору R_0 био α пута мањи од пада напона кад се R_0 непосредно прикључи на батерију? Снага коју даје батерија у оба случаја је једнака.



3. Монохроматски сноп светлости таласне дужине $\lambda = 600\,\mathrm{nm}$ пада на стаклени клин индекса преламања 1.8. Добијена интерференциона слика се посматра на застору који је постављен $1.5\,\mathrm{m}$ далеко од клина, помоћу сочива жижне даљине $7\,\mathrm{cm}$. Колики је угао клина ако је размак интерференционих пруга на застору $0.2\,\mathrm{mm}$?

4. Из конвергентног сочива жижне даљине $10\,\mathrm{cm}$ изрезан је средишњи део, широк $0.5\,\mathrm{mm}$, како је приказано на слици. Обе половине поново су састављене. На сочиво пада монохроматска светлост, таласне дужине $500\,\mathrm{nm}$, из тачкастог извора, који се налази $5\,\mathrm{cm}$ испред сочива. Са друге стране сочива налази се застор.



а) На којој удаљености од сочива треба поставити застор да би се на њему виделе три интерференционе пруге?

б) Одредити највећи број пруга интерференције који се може посматрати заданим прибором.

5. Негде на двоструком електричном воду дужине $l = 5.6\,\mathrm{km}$ дошло је до пробоја. Да би одредили на којем је месту дошло до пробоја, на један крај вода прикључен је акумулатор од $24\,\mathrm{V}$, унутрашњег отпора 0.25Ω. Ако други крај вода оставимо отворен, акумулатором тече струја јачине $1.5\,\mathrm{A}$. Ако други крај вода кратко спојимо, акумулатором тече струја од $2\,\mathrm{A}$. Познато је да је укупан отпор сваког проводника у воду 7Ω.

а) Где је настао пробој у воду?

б) Колики је отпор на месту насталог пробоја?

Задаци за 4. разред

1. Наћи силу која делује на непобуђени атом водоника који се налази на растојању 1 m од дугачког правог проводника кроз који тече струја 1 A.

2. Полазећи од функције расподеле електрона на апсолутној нули извести формулу за функцију расподеле електрона по импулсима.

3. У физици високих енергија изучавају се наелектрисане честице π-мезони са масом између масе електрона и протона. Ове честице су нестабилне и време њиховог полураспада у стању мировања износи $1.77 \cdot 10^{-8}$ s. Оне настају када се акцелераторска мета бомбардује високоенергетским протонима. Утврђено је да колимисани сноп π-мезона напушта мету брзином $v = 0.99\,c$. На ком растојању од мете ће интензитет снопа пасти на половину свог почетног интензитета.

4. Сматра се да су време настанка Земље били присутни изотопи ^{235}U и ^{238}U, али не и њихови продукти распада. Због тога се анализом продуката распада може проценити и колика је старост Земље. Период полураспада изотопа ^{238}U износи $4,5 \cdot 10^9$ година. Његови продукти распада у радиоактивном низу имају времена полураспада знатно мања од ове вредности и њихово присуство се у првој априксимацији може занемарити. Радиоактивни низ се завршава стабилним изотопом олова ^{206}Pb. Одредити број језгара ^{206}Pb (тај број означити са ^{206}n) насталих услед радиоактивног распада после времена t, у функцији броја језгара ^{238}U у овом тренутку (ознака ^{238}N) и периода полураспада ^{238}U. Слично овоме, ^{235}U се распада са периодом полураспада $0,710 \cdot 10^9$ година и његов радиоактивни низ се завршава стабилним изотопом ^{207}Pb. Одредити ^{207}n у функцији ^{207}N, броја ^{235}N у овом тренутку и периода полураспада ^{235}U.

5. Руда уранијума помешана са рудом олова анализирана је масеним спектрометром. Релативне концентрације три изотопа олова ^{204}Pb, ^{206}Pb и ^{207}Pb су измерене и нађено је да број атома ова три изотопа дат у односу $1,00 : 29,6 : 22,6$. Изотоп ^{204}Pb није радиоактивног порекла и коришћен је само као референца. Анализа чисте руде олова дала је однос $1,00 : 19,9 : 15,5$. Знајући да је у овом тренутку $^{238}\mathrm{N} : {}^{235}\mathrm{N} = 137 : 1$, написати једначину из које може да се одреди старост Земље T.

Припреме за олимпијаду

При изради задатака можете да користите следеће интеграле и апроксимације:

$\int x^\alpha dx = \frac{x^{\alpha+1}}{\alpha+1}, \qquad \alpha \neq -1, \alpha \in R;$

$\int e^x dx = e^x; \qquad \int e^{\alpha x^2} x dx = \frac{e^{\alpha x^2}}{2\alpha};$

$\int \sin(\alpha x) dx = -\frac{\cos(\alpha x)}{\alpha}; \qquad \int \cos(\alpha x) dx = \frac{\sin(\alpha x)}{\alpha};$

$e^x \approx 1 + x + \frac{x^2}{2}, \quad x \ll 1.$

1. Сила отпора у разређеном гасу

Жеља нам је да у овом задатку одредимо силу отпора која делује на тело које се креће кроз разређен идеалан гас.

Из кинетичке теорије гасова је познато да је расподела по брзинама молекула гаса у стању термодинамичке равнотеже Максвелова расподела. Према овој расподели, вероватноћа да изабрани молекул у гасу има брзину у интервалу $(v_x, v_x + dv_x)$ једнака је $\varphi(v_x)dv_x$, где је

$$\varphi(v_x) = \sqrt{\frac{m}{2\pi k_B T}} \exp\left(-\frac{m v_x^2}{2 k_B T}\right).$$

У претходној једначини m је маса једног молекула гаса, T је апсолутна температура, а k_B је Болцманова константа.

Величина која ће нам у даљој анализи такође бити од интереса је средњи слободни пут који представља средње растојање које између два судара пређе дати молекул гаса. Средњи слободни пут је дат изразом

$$\lambda = \frac{1}{\sigma n \sqrt{2}}.$$

Притом је n запреминска концентрација молекула гаса, а $\sigma = r^2\pi$ попречни пресек једног молекула, где је r полупречник молекула.

Површина тела је глатка, тако да су судари молекула гаса са телом апсолутно еластични. Молекуле гаса ћемо третирати као класичне нерелативистичке куглице. Маса тела је знатно већа од масе молекула гаса. Ако би тело које се налази у оваквом гасу мировало, импулси које му сударима предају молекули гаса би се компензовали и силе отпора не би било. Услед тога што се тело креће одређеном брзином у односу на гас, споменути импулси се не компензују и јавља се сила отпора.

Линеарне димензије тела које се креће кроз гас су знатно веће од полупречника молекула гаса. Услед тога што се тело креће, у непосредној близини тела се нарушава стање термодинамичке равнотеже идеалног гаса и расподела молекула гаса по брзинама у околини тела више није Максвелова. Ипак, у задатку ћемо сматрати да је гас разређен, тј. да је концентрација молекула мала, тако да је средњи слободни пут молекула гаса знатно већи од линеарних димензија тела. При овом услову можемо занемарити споменуто нарушење Максвелове расподеле и сматрати да молекули који се сударају са телом подлежу Максвеловој расподели.

а) Наћи интензитет силе отпора коришћењем димензионе анализе. Силу отпора претпоставити у облику

$$F = c_1 m^{c_2} n^{c_3} E_T^{c_4} S V,$$

где је $E_T = k_B T$, S површина пројекције тела на раван нормалну на правац кретања, V интензитет брзине тела, а c_1, c_2, c_3 и c_4 су бездимензионе константе које, све сем c_1, треба одредити.

б) Успостављена брзина којом дато тело пада кроз гас при дејству хомогене силе теже је V. Затим је од истог материјала направљено тело 7 пута већих линеарних димензија, али је у међувремену притисак гаса опао 3 пута, док је температура порасла 2 пута. Коликом успостављеном брзином ће падати направљено тело кроз исти гас?

в) Диск полупречника R се креће брзином V усмереном дуж $x-$осе кроз гас. $x-$оса је нормална на раван основе диска. У овом и наредном делу задатка користити знатно упрошћену апроксимацију Максвелове расподеле по којој сви молекули гаса имају брзину интензитета $v = \sqrt{\alpha E_T/m}$ у правцу $x-$осе, при чему половина њих има брзину у позитивном смеру $x-$осе, а половина њих у негативном. Наћи константу c_1 из дела задатка а) у функцији бездимензионе константе α. Сматрати да је $v > V$.

г) Решити део задатка в) за лопту полупречника R.

д) Наћи силу отпора која делује на диск полупречника R који се креће брзином V кроз гас чије све параметре дефинисане у уводу задатка треба сматрати познатим. У овом делу задатка сматрати да је расподела молекула гаса по брзинама Максвелова. Нека је дефинисана величина u као

$$u = \frac{V}{\sqrt{\frac{E_T}{m}}}.$$

Сматрати да је $u \ll 1$ и у рачуну се задржати закључно са кубним члановима по u. Решење представити у облику

$$F = d_1(u + d_2 u^2 + d_3 u^3),$$

где вредности параметара d_1, d_2 и d_3 треба одредити.

ђ) Ако сте очекивали да ћете у овом делу задатка радити део д), али за лопту, преварили сте се. Нико вам не брани да и то урадите, али јавиће се интеграли са којима се вероватно нећете снаћи. Уместо тога претпоставимо да сте тај део задатка урадили и добили решење

$$F = n E_T \pi R^2 \frac{16}{3} \frac{1}{\sqrt{2\pi}} (u + \frac{1}{10} u^3 + \ldots).$$

Да ли се добијена формула могла применити на кретање фудбалске лопте кроз ваздух брзином $V = 1\frac{m}{s}$ у току четвртфиналне утакмице Европског првенства у фудбалу Чешка-Данска 3:0? Утакмица је одиграна 27.6.2004. на стадиону Драгао у Порту пред око 40000 гледалаца (то значи да

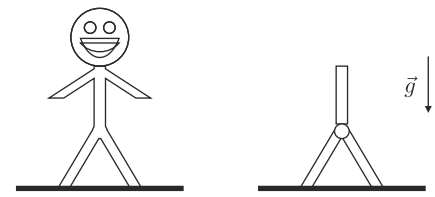
је било око 80000 дланова). Судио је Валентин Иванов из Русије, а стрелци за Чешку су били Колер у 49. минуту и Барош у 63. и 65. минуту. Тог дана температура ваздуха у Порту је била 27 °C, а притисак 997 mbar. Сматрати да је пречник молекула ваздуха око $r = 10^{-9}$ m, а материјал лопте је такав да је претпоставка о еластичним сударима молекула ваздуха са лоптом испуњена.

Објашњење за неупућене:
Фудбал је популарна игра између две екипе са по 11 играча. Први подаци о сличним играма потичу из старе Грчке и Кине. У садашњем облику јавља се у Енглеској у другој половини 19. века. Такмиче се два тима која имају по 11 играча. Поједине репрезентације боље играју са 10 играча, па се зато труде да им један играч буде искључен. Игра траје два пута по 45 min, а води је главни судија са два помоћника. Улога судије у фудбалу је слична улози комисије на такмичењима из физике, само што судија никад не усваја жалбе . Победник је тим који постигн више голова. Гол је постигнут кад лопта целим обимом пређе гол-линију и уђе у гол. Обим лопте је 675 − 700 mm, тежина 368 − 425 g. Фудбалско игралиште је ограничено уздужним (аут-линије) и попречним (гол-аут-линије) цртама, на средини гол-линије подигнуте су капије (голови) од 2 уздигнута стуба, размакнута 7.32 m. Стубови су при врху спојени водоравном пречком на висини 2.40 m. За израду овог задатка довољна су ова објашњења, а читалац дубље заинтересован за правила фудбалске игре упућује се на специјализовану литературу.

2. Гимнастичар који прави шпагу

Локомоторни систем човека се састоји од мишића, костију и зглобова. Зглобови повезују кости у систем и омогућавају им да врше ротационо кретање.

У овом задатку ћемо применити упрошћени модел локомоторног система човека, познат у биологији као Модел Чика Глише (слика), са циљем да опишемо кретање гимнастичара који прави шпагу. Према овом моделу, ноге се моделују хомогеним идеално крутим штаповима масе m_1 и дужине l_1, а труп (заједно са главом и рукама) хомогеним идеално крутим штапом масе m_2 и дужине l_2. Ноге и труп су међусобно повезани лаким зглобом, а конструкција зглоба је таква да труп стално остаје у вертикалном положају.



Чика Глиша и Модел Чика Глише

а) Нека је угао између ноге и пода θ. Наћи минималну вредност коефицијента трења између ногу и подлоге при којој је гимнастичар у равнотежи.

б) Сада ћемо размотрити кретање гимнастичара док прави шпагу сматрајући да нема трења између ногу и подлоге. Почетни угао између ноге и подлоге је θ_0.

б1) Наћи зависност $\omega^2(\theta)$, где је ω угаона брзина ротације ноге у тренутку кад је угао између ноге и подлоге θ. Решење представити у облику

$$\omega^2(\theta) = \frac{g(m_1 + m_2)}{l_1} \frac{\sin\theta_0 - \sin\theta}{f(\theta)},$$

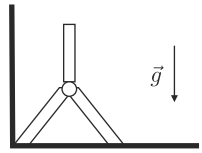
где је $f(\theta)$ функција која зависи од θ, m_1 и m_2 и чију вредност треба одредити.

б2) Наћи зависност $N(\theta)$ силе реакције којом подлога делује на једну ногу од угла θ. По потреби зависност $\omega^2(\theta)$ из претходног дела задатка сматрати познатом.

б3) Наћи силу реакције подлоге у почетном тренутку $N(\theta_0)$. Функцију $f(\theta)$ можете сматрати познатом.

в) У овом делу задатка гимнастичар прави шпагу, али је левом ногом наслоњен на вертикални зид (слика). Нема трења између ногу и подлоге, као ни између ногу и зида.

Гимнастичар наслоњен на зид



в1) Наћи зависност $\omega^2(\theta)$. Решење представити у облику

$$\omega^2(\theta) = \frac{g(m_1+m_2)}{l_1}\frac{\sin\theta_0 - \sin\theta}{h(\theta)},$$

где је $h(\theta)$ функција која зависи од θ, m_1 и m_2 и чију вредност треба одредити.

в2) Наћи зависност силе реакције $N_x(\theta)$ којом зид делује на леву ногу од угла θ. По потреби зависност $\omega^2(\theta)$ из претходног дела задатка сматрати познатом.

в3) Наћи силу реакције $N_x(\theta_0)$ којом зид делује на леву ногу у почетном тренутку. Функцију $h(\theta)$ можете сматрати познатом.

г) Кад ће му требати мање времена да направи шпагу, у делу задатка б) или в)?

3. Расподела звезда на ведром небу

Након промашеног пенала у четвртфиналу Европског првенства у фудбалу 2132. Дејвид Бекам се посвађао са Викторијом и са својом новом изабраницом отиснуо на интергалактичко путовање.

а) Бекамов свемирски брод се креће константном брзином $\vec{v} = v\vec{e}_x$ у односу на Земљу. Дејвид Бекам је шутнуо лопту брзином u' под углом θ' у односу на $x-$осу (у систему везаном за брод). До те године његове моћи су толико нарасле да лопта има релативистичку брзину. Одредити угао који правац кретања лопте заклапа са $x-$осом у систему везаном за Земљу. Колико износи $\cos\theta$ ако брзина лопте тежи c?

б) Капитен ФК „Црвена Звезда" Вејн Руни налази се на космодрому „Сурчин" у близини Београда (град у коме се налази седиште Европске уније која 2132. обухвата све европске земље изузев Енглеске, Француске и Немачке). Вејн Руни види изотропну расподелу звезда на ведром небу. Ако је N укупан број звезда које Руни може да види на целој небеској сфери, одредити број звезда $\mathrm{d}N$ које Руни види у оквиру просторног угла $\mathrm{d}\Omega$.

в) Бекамов свемирски брод се креће брзином $\vec{v} = v\vec{e}_x$ у односу на космодром „Сурчин". Одредити расподелу звезда на небу које види Дејвид Бекам. Расподела звезда је функција $P(\theta')$, дефинисана тако да је број звезда $\mathrm{d}N'$ које Бекам види у оквиру просторног угла $\mathrm{d}\Omega'$ једнак $\mathrm{d}N' = P(\theta')\mathrm{d}\Omega'$, где је θ' угао под којим Бекам види звезду.

г) Показати да је $2\pi\int_0^\pi P(\theta')\sin\theta'\mathrm{d}\theta' = N$ и да је $\lim_{v\to 0} P(\theta') = \frac{N}{4\pi}$.

д) Који део звезда је садржан у интервалу углова $0 \le \theta' \le \arccos\frac{v}{c}$?

Дејвид Бекам је рођен у Лејтонстону 2. маја 1975. Прве фудбалске кораке је направио у Лејтон Оријенту, а за Манчестер Јунајтед је потписао 1991. У сезони 1995./1996. се усталио у првом тиму и дебитовао у репрезентацији 1. септембра 1996. на утакмици против фудбалске велесиле Молдавије у Кишињеву. Био је трагичар Светског првенства у Француској 1998. након што је искључен у утакмици осмине финала против Аргентине. Његови на цедилу остављени другови су се жестоко борили али су изгубили након извођења једанаестераца. Чланови југословенске олимпијске екипе из физике који су на данашњи дан пре тачно шест година путовали Бритиш Ервејзом за Рејкјавик преко Лондона имали су прилике да слушају јадиковке ожалошћеног стјуарда који није могао да верује да те године енглеска репрезентација неће освојити прво место на светском првенству. Пријатељи фудбала су остали ускраћени за чаролије једне генерације енглеских фудбалера. У јулу 1999. се оженио Викторијом Адамс, чланицом поп групе „Спајс Грлс". На измаку младости, средином прве деценије 21. века, Бекам је готово све своје богатство уложио у производњу еликсира младости који му је омогућио да настави да игра фудбал и у наредним вековима.

редовни бројеви - **175 дин**
стари бројеви - **150 дин**
Супермен О - **250 дин**
Супермен С - **350 дин**

ПОПУСТ на групне претплате

Уплате се врше на жиро рачун Друштва физичара Србије број 205-25694-24, са назначеном сврхом уплате (Млади физичар 2004/05; посебна свеска или неко од претходних издања из архиве). Копију уплатнице нам пошаљите поштом, факсом или e-mailom:

Редакција часописа
младифизичар
Прегревица 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.

Волфганг Паули

Највећи физичар међу ноћним птицама

Пише: Бојан Николић

Најзначајније откриће Волфганга Паулија је принцип искључења: два фермиона не могу да имају све квантне бројеве једнаке. Овај велики аустријски физичар остао је упамћен и по томе што је својим понашањем ујединио две на први поглед искључивости: вредан научни рад и дуге ноћне проводе.

Волфганг Паули (Wolfgang Pauli) је био син Волфганга Јозефа (Wolfgang Joseph) и Берте Камиле Шиц (Berta Camilla Schuetz). Волфганг Јозеф је студирао медицину у Прагу. После стицања квалификација, радио је у Бечу и брзо постао популаран. Године 1898. променио је име у Волфганг Јозеф Паули и следеће године из јудаизма прешао у католичанство. Маја 1899. године је оженио Берту Шиц, а већ тада је медицину заменио истраживачким радом у областима хемије и физике и постао универзитетски професор.

Волфганга Јозефа је за науку заинтересовао Ернст Мах (Ernst Mach) и био му је до те мере захвалан да је свог сина назвао Волфганг Ернст Паули. Мах је иначе био кум Волфганга Јозефа. Волфганг Ернст Паули је рођен у Бечу 25. априла 1900. године.

Млади Паули је похађао школу у Бечу где је започео проучавање математике и физике (Doe-

Прва фотографија: Паули са четири године

blingen Gymnasium). Он свакако није био обичан ученик, јер је већ тада читао Ајнштајнове радове о теорији релативности. Школске активности и рад у школи су њему били досадни, тако да је на часовима проучавао Ајнштајнове радове кријӯћи их испод клупе. Наравно, такав начин (не)праћења наставе није негативно утицао на Паулија и он је матурирао јула 1918. године.

После гимназије, Волфганг Паули се уписао на Лудвиг Максимилијан Универзитет у Минхену (Ludwig Maximilian Universitaet). Два месеца након тога, Паули је написао свој први рад посвећен теорији релативности. Као додипломац у Минхену, Паули је објавио још два рада на тему Ајнштајнове теорије релативности. У Минхену Паули је радио са професором Зомерфелдом (Arnold Sommerfeld), који је врло брзо уочио о каквом генију се ради. Зомерфелд је замолио Паулија да напише један чланак о релативности за часопис Encyclopaedie der mathematischen Wissenschaften, када је овај био тек око две године на универзитету. Наравно, Паули то није одбио, првенствено из разлога што је изузетно поштовао Зомерфелда и као човека и као научника.

Први рад на тему квантне теорије Волфганг Паули је објавио јуна 1920. године. Хајзенберг (Werner Heisenberg) је те исте године стигао у Минхен да студира физику код професора Зомерфелда. Нешто о животу Волфганга Паулија можемо сазнати и од Хајзенберга. *Волфганг је био типична ноћна птица. Он је волео град, да проведе вече у неком кафеу, а онда би после тога веома вредно и успешно радио на својој физици. Због тога је ретко похађао јутарња предавања и појављивао би се тек око поднева на запрепашћење професора Зомерфелда.*

Паули је докторирао 1921. године на тему јонизованог молекуларног водоника. После доктората Паули је прешао у Гетинген и постао асистент Макса Борна (Max Born). У Гетингену је Волфганг Паули срео и упознао Нилса Бора (Niels Bohr), који га је, просто речено, "опчинио": *... нова фаза моје научне каријере је почела када сам упознао Нилса Бора. То је било 1922. године, када је он одржао серију предавања у Гетингену извештавајући о својим истраживањима о периодичном систему елемената. За време ових састанака, Бор ме је питао да ли бих могао да дођем у Копенхаген на годину дана.*

Паули је прихватио позив и провео годину дана на Боровом институту (1922-1923). Говорећи о том боравку, каже: *Након Боровог позива, ја сам дошао у Копенхаген у јесен 1922. године, где сам остварио значајан напредак ка објашњењу 'аномалног Земановог ефекта', ... цепања спектралних линија атома у магнетном пољу које се разликовало од нормалног триплета.*

Године 1924. Паули уводи нови квантни број за електрон, спин. Годину дана касније формулише чувени *принцип искључења*, по коме два електрона у атому не могу имати све исте квантне бројеве. Недуго затим, Хајзенберг објављује рад о квантној механици који мења дотадашњи приступ проблему. Примењујући

Хајзенбергове идеје, Паули је успео да израчуна спектар атома водоника.

Паулијева мајка Берта Шиц је извршила самоубиство 1927. године. То је Волфганга погодило, јер је он био веома везан за мајку. Његов отац се затим поново оженио, што је за младог Паулија био још један тежак ударац (нову супругу Волфганга Јозефа, свога оца, Паули је звао злом маћехом). Паули је 6. маја 1929. године напустио римокатоличку цркву, мада разлози за тако нешто нису ни до данас потпуно јасни. Убрзо затим се оженио (23. децембра 1929. године), али и развео (29. новембра 1930. године).

Упркос проблемима и несрећама које су га пратиле у приватном животу, на професионалном плану Паули напредује. Године 1928. постао је професор теоријске физике на Федералном технолошком институту у Цириху, где је убрзо остварио велики успех. Он је 1931. године теоријски предвидео, постојање нове честице коју је назвао *неутрон*. Њујоршки дневник The New York Times 17. јуна 1931. године пише: *Нови становник језгра атома је уведен у свет савремене физике, када је Др Волфганг Паули са Технолошког института у Цириху постулирао постојање честица или ентитета које је назвао неутронима.*

Први рад на тему тих мистериозних честица, Паули је објавио тек 1933. године. Тада је по први пут уствrдио да те честице имају нулту масу. Честица које је данас позната као неутрон откривена је 1932. године од стране Џејмса Чедвика

Паули на врхунцу каријере (1930)

(James Chadwick). Паулијев неутрон је Енрико Ферми (Enrico Fermi) 1934. прекрстио у *неутрино* и тврдио да неутрино није саставни део атома. Честица је откривена касније експериментално.

Период успеха на научном плану коинцидира са потешкоћама на животном плану. Паули је почео да пије и као резултат тога почео да консултује психолога Карла Густава Јунга (Carl Gustave Jung). Он је Јунгу детаљно описао више од хиљаду својих снова, што је Јунг искористио за неке своје касније радове. Ствари су се поправиле када се Паули оженио Францискoм Бертрам

Бор, Паули и чигра

(Franciska Bertram) 4. априла 1934. године.

У току 1931. године Паули је био гостујући професор на Универзитету у Мичигену, а од 1935. до 1936. године и на Институту за напредне студије у Принстону. После САД-а Паули се враћа у Цирих. Међутим, убрзо почиње Други светски рат. Немачка 1938. године анектира Аустрију и Паули постаје немачки држављанин. Године 1940. Паули добија позив са Принстона и оберучке га прихвата.

Паули се уплашио да ће фашизам довести до замирања науке у Европи тако да је охрабривао развој науке како у САД-у тако и у Совјетском Савезу. Он је учествовао на конференцијама у Москви 1937. као и у Одеси 1939. године. Такође је подржавао научнике који су могли остати у Немачкој и Италији, да то и учине, јер је то осигуравало опстанак науке у Европи после великог рата.

После Другог светског рата Паули се враћа у Цирих. То није била једноставна одлука, али се ипак одлучио за повратак. Он сам се увек више осећао Европљанином и није успео да се уклопи у тзв. амерички начин живота. Нобелову награду Волфганг Паули је добио 1945. године за откриће принципа искључења. За награду га је предложио ни мање ни више него сам Ајнштајн. Паули није отпутовао у Стокхолм на церемонију доделе награде, али је зато приређена свечаност на Принстону 10. децембра 1945. године. Поред Нобелове награде, Волфганг Паули је добио бројне друге почасти и награде. Он је изабран за члана лондонског краљевског друштва 1953. године, члана швајцарског физичког друштва, америчког физичког друштва и америчке асоцијације за развој науке. Добитник је Лоренцове медаље у Амстердаму октобра 1931. године.

Последњих десетак година живота провео је у проучавању историје и филозофије науке. Његова полазна тачка је била филозофија квантне теорије, али га је то повукло у психологију, историју идеја и пручавање везе религије и природних наука.

Волфганг Ернст Паули је умро 15. децембра 1958. године у Цириху.

Физика и креативност

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

Those that can do; Those that can't, teach.

Горњи цитат непознатог аутора се појавио пре пар деценија у Америци и за кратко време се одомаћио по тамошњим физичарским институцијама. Превод на српски би гласио: Ко уме, тај и чини; Ко не уме он подучава друге. Систем образовања физичара у нашој земљи је, међутим, овај цитат схватио сасвим озбиљно. Циљ функционисања овог система је стварање компетентних истраживача (у чему је прилично успешан за малу земљу као што је наша). Овај циљ и није тако чудан ако образовање схватимо као обуку из постојећих знања и вештина.

Великој већини оних који нису у стању, или нису заинтересовани, да се квалификују у овај елитни клуб, као утешну награду, дајемо да обучавају и мотивишу будуће генерације. Није можда чудно да управо они који сами нису успели да се сместе у прве физичарске редове најчешће постају највећи правоверници оваквог уског схватања образовања. Отуд наставници који своје ученике гурају на многобројна домаћа и међународна такмичења која захтевају предани, али шаблонски, рад. Ако им се физика у међувремену не смучи, најуспешнији међу њима би могли да израсту у нову генерацију истраживача и да на тај начин испуне амбиције својих наставника и родитеља.

За напредак физике је заслужна армија стотина хиљада компетентних занатлија који су нас својим марљивим радом током више векова довели до завидног места на коме се сада налазимо. Ипак, више него у већини других дисциплина, напредак у физици са правом најчешће везујемо за рад много мањег броја изузетно креативних индивидуа. Требају нам добре занатлије, али нам свакако требају и креативне индивидуе које отварају нове области, упошљавају ту армију занатлија и који младима и људима ван области приказују нашу науку не као скуп опскурних и тешких знања и вештина, већ као живи и узбудљиви интелектуални изазов[1].

[1] Дубоко сам убеђен да садашњи начин презентовања физике младима, начин оцењивања, као и већина такмичења које спроводимо, нису најоптималнији чак ни са становишта стварања добрих занатлија (што им је декларисани циљ). Педагози и психолози нам из својих кувара нуде општа решења како да побољшамо наставни процес. Треба, међутим, бити веома опрезан. Физика је далеко озбиљнија дисциплина од наведених (не)природних наука, како по питању нивоа

Менторске везе

Младе људе подучавамо подацима, вештинама, радним навикама, но како да их учимо да буду креативни? Захуктавање цивилизације захтева повећани број креативних појединаца. Питање извора креативности је све мање академско, а све више практично питање. Будимо дакле сасвим практични – уместо да се бавимо прецизним дефиницијама разних врста креативности (или мерењем креативности) фокусирајмо се радије на најкреативније индивидуе из прошлости, на највеће од највећих. Чим то урадимо видимо да креативност није равномерно распоређена, ни у простору ни у времену. Неравномерна просторна расподела би се могла објаснити тиме да су неки народи креативнији од других, но како онда објаснити неравномерну расподелу по времену?

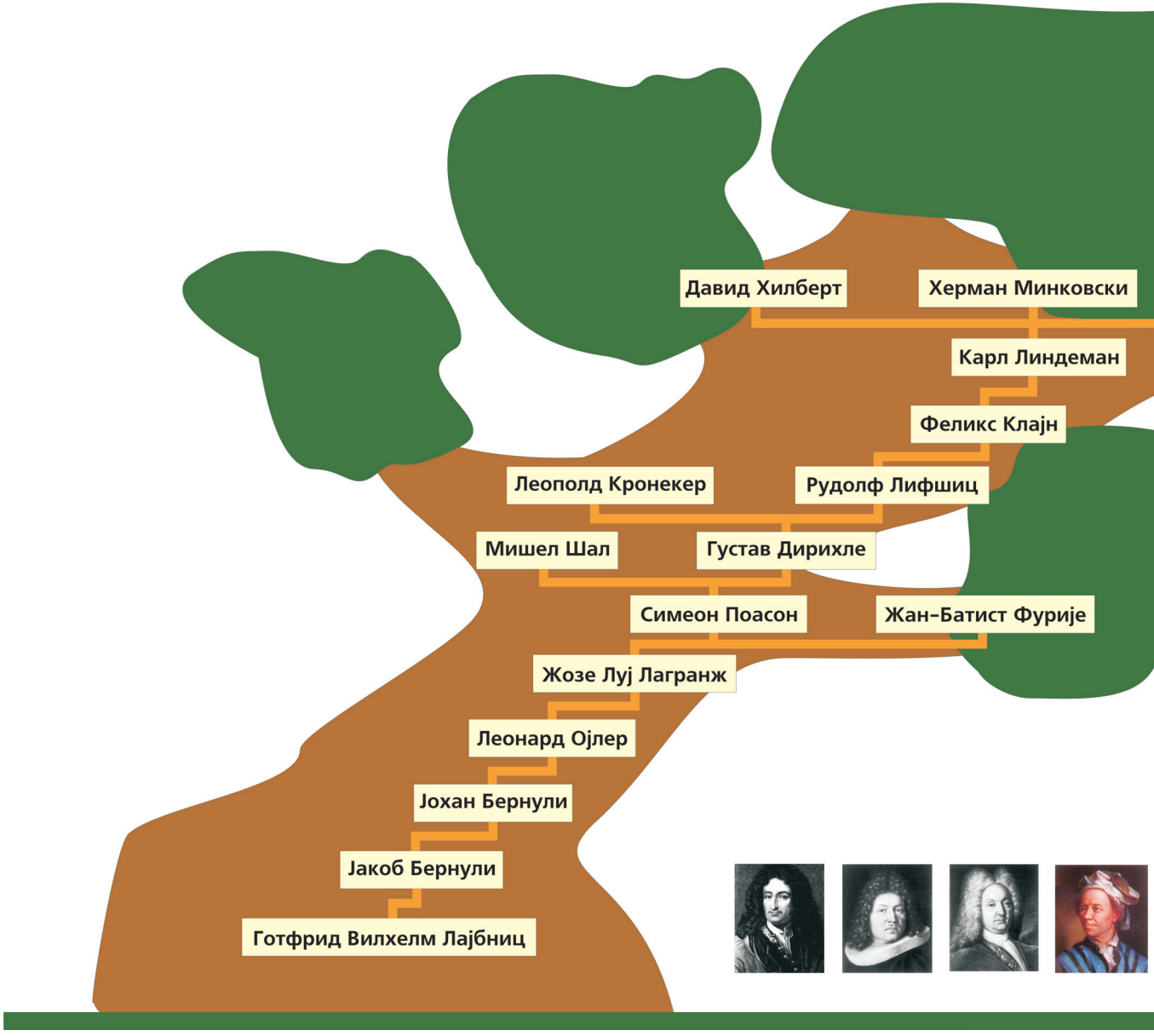
Крајем 15. века центар сликарства је био у Фиренци, релативно мањем градићу у коме су живели Леонардо, Микеланђело и Рафаел. Који су корени оваквог процвата креативности и зашто се она пар генерација касније преселила из Фиренце? Свакако да постоји више одговора на ово важно питање – постоје историјски аргументи, економски аргументи, објашњења повезана са религијским слободама или одсуством тих слобода, итд. Постоји, међутим, сасвим једноставна заједничка нит која повезује ова три генијална сликара – заједнички им је Андреа Верокио. Верокио је и сам био изванредан сликар у чијој мајсторској радионици је израстао и формирао се Леонардо, али и великани као што су Ботичели, Перуђино, и Ђиралдајо. Перуђино је даље био учитељ Рафаелу, Ђиралдајо Микеланђелу. Сви велики сликари фирентинског процвата су били део једне испреплетене мреже мајстора и њихових ученика, а централни део ове мреже је свакако био Верокио.

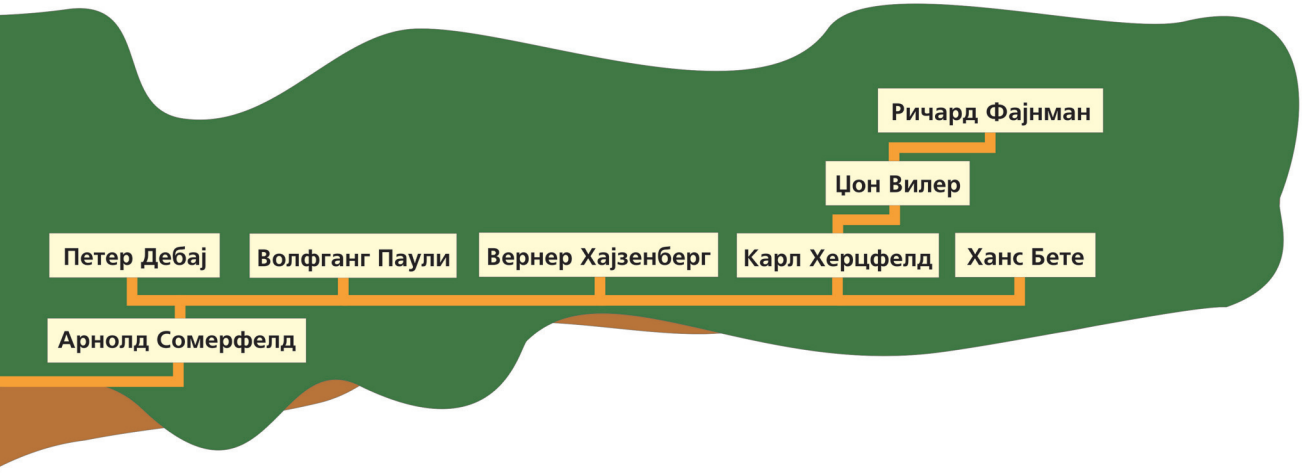
Много је примера оваквих мрежа креативности у науци и уметности. Мада и даље не знамо шта је то креативност, ови примери нам говоре да су током векова неки људи знали да негују и буду окидачи креативности код других. На креативног истраживача утиче мноштво људи (родитељи, учитељи, колеге), но у свим случајевима се испоставља да је један од кључних утицаја ко му је био ментор. Једна од најлепших академских генеологија је она која преко три века и тринаест генерација повезује Лајбница и Фајнмана (видети Слику 1. на следеће две стране).

Шта је заједничко читавом овом академском стаблу? Свако од људи у овој запањујућој генеологији је истовремено био и истраживач највише категорије и фантастичан ментор и учитељ. Тако свака појединa гранчица овог стабла оповргава цитат са којим смо започели овај текст. Дихотомија између оних који умеју и оних који обучавају не важи за најкреативније. Генији се ретко спонтано

наставак фусноте са претходне стране

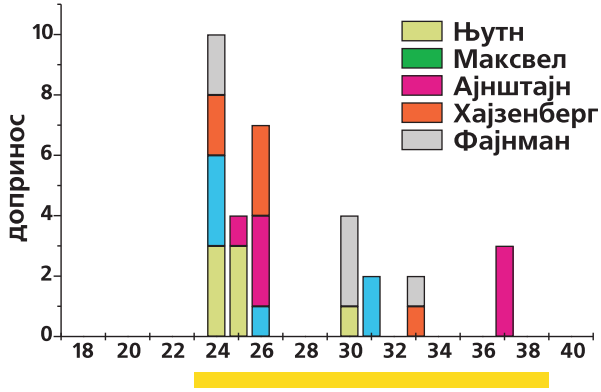
развијености области тако и по квалитету расположивих људских потенцијала. У неком будућем наставку серије текстова о будућности физике бисмо се могли позабавити рационалним оптимализовањем процеса обуке у физици – не само зато што смо заинтересовани за судбину наше науке, већ првенствено зато што је рационална анализа управо оно чиме се физика и бави.


Давид Хилберт
Херман Минковски
Карл Линдеман
Феликс Клајн
Леополд Кронекер
Рудолф Лифшиц
Мишел Шал
Густав Дирихле
Симеон Поасон
Жан-Батист Фуриje
Жозе Луј Лагранж
Леонард Ојлер
Јохан Бернули
Јакоб Бернули
Готфрид Вилхелм Лајбниц



Није свеједно ко вам је ментор...

Непрекинути след генија од Лајбница до Фајнмана је само један конкретан пример тога да се креативност ипак учи. Посматрани ланац се протеже преко 3 века и 13 генерација; од Немачке и Швајцарске, преко Француске и опет Немачке, па све до Америке; од математике до физике. Велики стваоци не морају нужно бити и велики учутељи - најбољи примери овога су Њутн и Ајнштајн који нису имали студената. Велики учитељи, међутим, су нужно и сами велики стваоци. Интелектуални потомци Лајбница су најбољи пример овога.



Слика 2. Највећа открића пет великана физике квалитативно градирана од 1 до 3 према процени утицаја на физику и науку уопште (са 1 су оцењена открића чији се допринос мери деценијама, са 2 она чији се допринос мери вековима, док 3 означавају открића која дају трајни допринос). Сва открића су начињена у периоду који би могли назвати прозор креативности (од 23. до 39. године).

рађају – у већини случаја они настају као нови изданци стабла креативности. Није свеједно ко вам је ментор (или ко је његов ментор био). Најбољи ментори су и сами изванредни истраживачи (обрнуто не важи баш увек). Под условом да испуњавате све остале потребне услове, они имају наизглед магичну моћ да у вама пробуде искру креативности. Чињеница да се посматрано стабло у континуитету зелени већ тринаест генерација говори о томе да се од добрих ментора, поред креативности, често «наслеђујете» и дар да и сами постанете добар ментор.

Прозор креативности

До сада смо се позабавили питањем извора креативности. Погледајмо сад у ком животном периоду се та креативност манифестује. Једноставан начин да стекнемо прву импресију о овоме је да посматрамо животе неколико кључних физичара и забележимо тренутке када су дошли до својих највећих открића. Скоро да је свеједно које научнике бирате. Лако ћете се уверити да већ вековима постоји нешто што би могли назвати прозором креативности: истраживачи до већине откиђа долазе у уском прозору између 23. и 39. године старости.

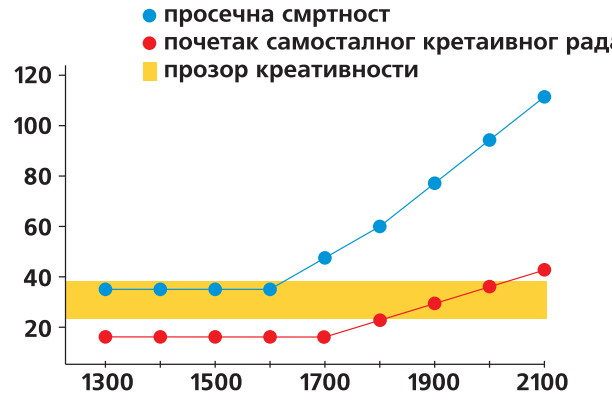
Узмимо дакле постојање овог прозора креативности као чињеницу, ма који био разлог за његово постојање. У сваком случају границе прозора су нешто што се веома споро мења, односно нешто што се може узети као константа бар у следећих неколико векова. Додајмо сад овоме и два кључна податка која се јесу мењала кроз векове: просечни људски век, односно старост која је означавала почетак самосталног истраживачког рада. Слика 3. нам показује да је тек од почетка осамнаестог века просечни људски век изашао ван прозора креативности. И пре тога је наравно пуно људи живело дуже од просека, но постоји велики број примера генијалних људи који су умрли на самом почетку фазе у којој се од њих очекивао највећи допринос.

Развој науке, који је на крају за последицу имао и продужење људског века, имао је и другу последицу: да би постали самостални истраживачи, млади научници, морали су апсорбовати све више знања, овладати са све више вештина. Средином

деветнаестог века ова крива самосталности је по први пут ушла унутар прозора креативности. Данашњи млади истраживачи у најбољем случају тек у раним тридесетим годинама завршавају своје докторате и последокторске студије. Данас већ не користимо две трећине прозора креативности. Ако се ништа не промени онда би крајем овог века дошли у ситуацију да смо у потпуности ван тог прозора. Дакле, ако ништа не променимо у начину образовања и усавршавања нове генерације истраживача, физика ће свакако доживети свој крај – неће више бити нових идеја.

Наравно, глад људског друштва за новим идејама је управо оно што ће горњу песимистичку екстраполацију учинити неважећом. Начин превазилажења проблема је јасан – ми смо заправо тек у последњих пар векова оштро временски одвојили образовање од креативног истраживачког рада. У мајсторским радионицама Ренесансе млади уметници, занатлије и научници су учили од својих мајстора радећи паралелно са њима. Физика 21. века, да би била успешна, мора се вратити оваквом флексибилном комбиновању научног шегртовања и континуалног образовања. Ово повлачи и стварање сасвим нових врста високошколских установа. Универзитети ће се тим променама здушно опирати, али они који се не прилагоде неће ни опстати – на крају се увек вратимо на Дарвина.

Подразумева се такође да ће све ово довести до суштинске реорганизације и свих осталих образовних институција. Живимо у узбудљивим временима – не само да су нам економија, друштвени



систем и систем вредности у транзицији, већ је у транзицији и систем образовања.

Физика, и наука уопште, свакако ће играти кључну улогу у том процесу. Доминантни утицај наше науке на свет у коме живимо је претходних неколико векова био кроз технологију. Тај се утицај вероватно неће смањивати, но у 21. веку треба очекивати да ће још већи утицај наше науке управо бити у успостављању темеља једног суштински другачијег система образовања.

* * * * *

Предлажем да се следећи пут мало одморимо од предвиђања будућих токова физике и детаљније се позабавимо интелектуалним потомцима Лајбница и њиховим делима. Овог пута смо их само набројали, а они заслужују много више од тога. Већина тих имена би требала да буду позната читаоцима Младог физичара, но није згорег набројати шта су све урадили, а интересантно је и видети какви су људи они заправо били. Следећу станицу нашег путовања би стога са правом могли назвати повратак у будућност.

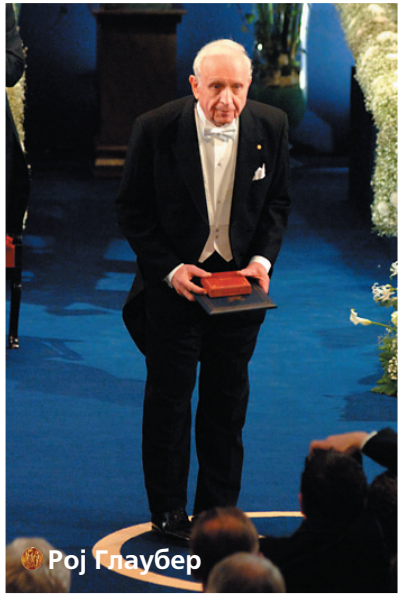
Нобелова награда за физику 2005.

Квантна оптика и ласерска спектроскопија

Пише: Зорица Пајовић

Нобелова награда за физику 2005. године додељена је тројици научника за истраживања на пољу оптике. Једна половина награде припала је Роју Глауберу за теоријски опис понашања честица светлости, док другу половину награде равноправно деле Џон Хал и Теодор Хенш за развој прецизне спектроскопије базиране на ласерима.

Већину наших сазнања о спољашњем свету добијамо помоћу светлости. Светлост нам помаже да се оријентишемо у свакодневном животу, али и да опажамо најудаљеније галаксије у свемиру. Скуп сазнања о светлосним феноменима чини једну значајну област физике која се назива оптика. Ова област физике покушава да објасни шта је то светлост.


Рој Глаубер

Џон Хал

Теодор Ханш

Светлост – талас или честица

Природно се наметнуло питање шта је заправо светлост и како се различите врсте светлости разликују једна од друге? Како се светлост коју емитује свећа разликује од ласерског зрака у CD плејеру? Према Ајнштајну, брзина светлости у празном простору је константна. Да ли је могуће користити светлост за мерење времена прецизније него уз помоћ атомских часовника који се данас користе? Добитници овогодишње Нобелове награде за физику дали су одговоре на ова и слична питања.

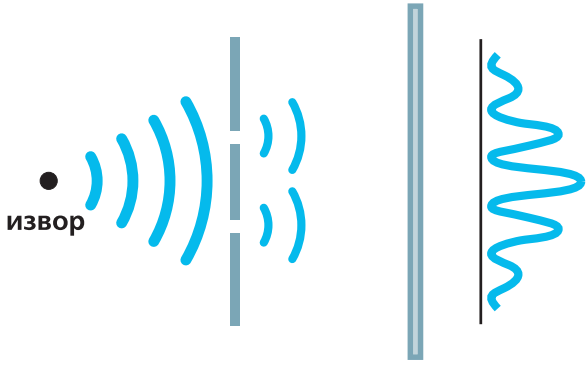
Последњих година XIX века постојало је веровање да се електромагнетни феномени могу објаснити на основу теорије коју је дао шкотски физичар Максвел. Он је светлост замишљао као талас. Проблем је настао када се на основу његове теорије покушало разумети зрачење које настаје од усијане материје као што је Сунце. Расподела боја, односно спектрална расподела, није се слагала са Максвеловом теоријом. Према његовој теорији требало је да буде много више љубичастог и ултраљубичастог зрачења него што је било опажено.

Ову дилему разрешио је 1900. године Макс Планк (за шта је добио Нобелову награду 1918. године). Планк је нашао формулу која савршено описује спектралну расподелу ужареног тела. Он је расподелу описао као резултат унутрашњих вибрационих стања загрејане материје, при чему је енергија сваког осцилатора узимала неку дискретну вредност, тј. била је квантована.

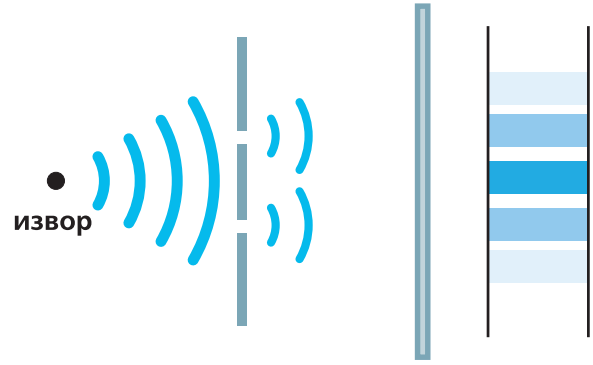
У једном од својих најпознатијих радова из 1905. године Ајнштајн је предложио да се енергија зрачења тј. светлост, исто тако јавља у појединачним пакетима енергије, такозваним квантима. Када квант енергије дође на површину метала, његова енергија се преноси на електрон, који се ослобађа и напушта материјал. Ово заправо представља суштину фотоелектричког ефекта, за коју је Ајнштајн добио Нобелову награду 1921. године. (Тада је Нобелов комитет показао своју конзервативност, јер није желео да додели Ајнштајну Нобелову награду за Теорију релативности, која представља његово најзначајније и најреволуционарније дело.) Ајнштајнова хипотеза је предвиђала да појединачни енергетски пакет, касније назван фотон, предаје целокупну своју енергију само једном електрону. На тај начин можемо пребројати кванте зрачења бројећи електроне тј. мерећи електричну струју која долази са површине метала. Скоро сви касније развијени детектори светлости базирани су на овом ефекту.

Квантна теорија се на почетку свог развоја двадесетих година прошлог века, сусрела са тешкоћама у виду бесконачних израза. Овај проблем решен је коришћењем квантне електродинамике. Ова теорија је постала најпрецизнија у физици. Она је основа за развој физике честица. Ипак, у то време се сматрало непотребним примењивати квантну електродинамику на видљиву светлост. Уместо тога, светлост се посматрала као обично таласно кретање са случајним варијацијама у интензитету.

До развоја ласера и сличних уређаја највећи



Слика 1



Слика 2

број светлосних феномена је било могуће разумети помоћу Максвелове класичне теорије. Као пример можемо посматрати светлост која после проласка кроз два прореза на заклону показује периодичну слику растурања на екрану (слика 1). Ако светлост има једну таласну дужину, она је кохерентна и њен интензитет је генерално говорећи нула у областима минимума. Много реалистичнији опис је потребан када разматрамо светлост која долази из сијалице. Ти светлосни таласи имају различите фреквенције, таласне дужине и налазе се истовремено у различитим фазама. Ова некохерентна светлост прави интерференциону шару са слике 1 мање раздвојеном.

Раније је највећи број светлосних извора био базиран на термалном зрачењу и била је неопходна специјална уређеност да би се уочила интерференциона шара. Промене су настале када су развијени ласери са кохерентном светлошћу. Зрачење са добро дефинисаном фазом и фреквенцијом, у то време је већ било познато из радио-технологије. Изгледало је чудним видети светлост из термалног светлосног извора као таласно кретање већ се чинило једноставнијим описати неуређеност која потиче из извора као случајно распоређене фотоне.

Рађање квантне оптике

Половина овогодишње Нобелове награде за физику отишла је у руке Роју Глауберу за његов пионирски рад на примени квантне механике на оптичке феномене. Он је још 1963. године објавио своје прве резултате у којима је развио методе примене електромагнетне квантизације за проблем оптичких опажања. Уз помоћ квантне теорије поља описао је фотоелектричну детекцију. На тај начин је био у могућности да покаже да је "груписње" које су открили Браун и Твис заправо последица случајне природе термалног зрачења. Због тога идеалан кохерентан ласерски зрак не показује исто понашање.

Поставило се питање како ће изгледати слика на екрану када кроз два отвора прође струја фо-

тона, која представља скуп независних честица. Показало се да је овде дошло до манифестације двојне природе светлости. Према класичној оптици електромагнетни таласи ће да направе шаре. С друге стране, фотони су независне честице и следе путању прописану оптиком. Шта се заправо дешава, може се објаснити у оквиру квантне оптике. Пошто се стање светлости ниског интензитета описује са само неколико фотона, индивидуалне честице ће правити оптичку шару после опаженог довољног броја фотоелектрона и уместо слике 1 квантна физика предвиђа да ће се формирати слика 2.

Основна особина теоријског квантног описа оптичког опажања јесте да када је фотоелектрон опажен фотон се апсорбује и стање поља фотона се мења. Када је неколико детектора корелисано, систем постаје осетљив на квантне ефекте који ће лакше опажати ако је само неколико фотона присутно у пољу. Експерименти који укључују неколико фото детектора изведени су у последње време и сви су јако добро описани Глауберовом теоријом.

Глауберов рад из 1963. године је био основа за даља истраживања новог поља квантне оптике. Брзо је постало јасно да технички развој захтева коришћење новог квантног описа ових феномена. Једино је квантна природа светлости та која одређује границе прецизности апаратуре. Знања о квантним стањима је могуће директно искористити и на тај начин добити потпуно нову техничку примену квантних феномена, нпр. омогућити сигурно шифровање порука у технологији комуникација и обради информација.

Прецизна спектроскопија

Показало се кроз историју да нови феномени и структуре бивају откривени као резултат побољшања прецизности мерења. Сјајан пример ја атомска спектроскопија, која разматра структуру енергетских нивоа у атомима. Побољшана резолуција нам даје дубље разумевање фине структуре атома и особина атомских језгара. Друга половина овогодишње Нобелове награде за физику додељена је Џону Халу и Теодору Хеншу и то за истраживање и развој прецизне спектроскопије базиране на ласерима, где је техника тзв. чешља оптичких фреквенција од нарочитог интереса. Напредак који је направљен на овом пољу даје нам могућност да истражујемо константе природе, нађемо разлику између материје и антиматерије и меримо време са ненадмашном прецизношћу.

Прецизна спектроскопија је развијена када се покушао решити прилично јасан и једноставан проблем одређивања тачне дужине метра. Општа конференција о тежинама и мерама, која одлучује о тачним дефиницијама дужине метра од 1889. године, одрекла се чисто материјалног мерења шипке 1960. године. Шипка која је служила као еталон налазила се у Паризу и њена дужина се тешко могла дистрибуирати по свету.

Коришћењем мерења на спектру, уведена је дефиниција метра која је била базирана на особинама атома и према којој је метар био дефинисан као одређени број таласних дужина одређене спек-

тралне линије племенитог гаса криптона. Неколико година касније уведена је дефиниција секунде, према којој је секунда представљала време за одређени број осцилација на резонантној фреквенцији одређеног прелаза у цезијуму, што може бити очитано са цезијумских атомских часовника. Ове дефиниције су омогућиле да се одреди брзина светлости као производ таласне дужине и фреквенције.

Џон Хал је био водећа особа у напорима да се измери брзина светлости, користећи ласере са екстремно високом стабилношћу фреквенције. Тачност мерења је била ограничена избором дефиниције метра. Уз помоћ најбољих мерења 1983. године брзина светлости је дефинисана тачно на 299792458 m/s. Као последица тога метар је представљао удаљеност коју светлост пређе за 1/299792458 s.

Ипак, мерење оптичких фреквенци у опсегу око 1015 Hz је и даље било тешко захваљујући чињеници да цезијумов сат има око 105 пута спорије осцилације. Да би се превазишао овај проблем коришћен је велики број високо стабилисаних ласера и извора микроталаса. Практично коришћење нове дефиниције метра у виду прецизне таласне дужине остало је проблематично тако да је постојала потреба за једноставнијим методом мерења фреквенције.

Паралелно са овим догађајима дошао је и нагли развој ласера као општег спектроскопског инструмента. Такође је развијен и метод за елиминацију Доплеровог ефекта, који ако није укључен води ка ширим и лоше идентификованим пиковима. Године 1981. Блоемберген и Шавлов су добили Нобелову награду за свој допринос развоју спектроскопије ласера. Ова област је постала нарочито интересантна када је било могуће постићи екстремни ниво прецизности.

Хал и Хенш су допринели развоју екстремно фреквентно стабилних ласера и унапређењу техника мерења која могу продубити наша знања о особинама материје, простора и времена.

Коришћењем технике чешља фреквенција коју су развили Хал и Хенш могуће је извести мерења фреквенција са прецизношћу приближно до 10^{-18}. Оволика тачност ће омогућити прављење много прецизнијег ГПС-а (система глобалног позиционаирања), а предвиђа се да ће ова техника наћи своју примену и у навигацији приликом путовања у свемир као и у телекомуникацијама.

Већа прецизност у фундаменталним мерењима може бити коришћена и за тестирање могуће промене у константама природе током времена. Ако се те промене дешавају, то би имало велике последице на наше разумевање космоса. Таква мерења већ су почела да се изводе, али до сад нису примећена никаква одступања. У сваком случају, побољшана прецизност учиниће могућим доношење закључака и у вези са фундаменталним константама природе. Физичарска јавност је врло нестрпљива да сазна да ли су фундаменталне константе заиста непроменљиве, а са великим исчекивањем очекује и ко ће бити следећи добитник Нобелове награде за физику.

Питања

Проблеми и парадокси

Пише: Новица Пауновић

Настављамо да постављамо занимљива питања. Одговори се налазе на страни 59.

1. Вероватно сте некада имали прилику да при разговору телефоном чујете необично пиштање и звиждање које омета и изобличује ваш говор, што је познато као микрофонија. Да ли знате зашто она настаје?

2. Вероватно вам се десило да вам сијалица прегори баш у тренутку њеног укључења. Зашто је овај тренутак самог укључења толико критичан?

3. Ако се јако дува на угаљ који тиња, он се разгорева, док се свећа под тим условима гаси. Зашто?

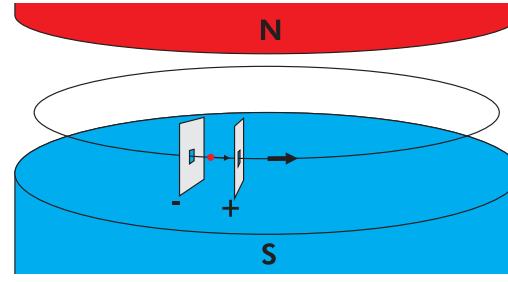
4. Ако се суви лед (чврсти угљен диоксид, на температури -78^{0}C) притисне уз метални предмет, добиће се јак, завијајући звук. Зашто?

5. Сабијена спирална опруга има већу (потенцијалну) енергију него не сабијена. Ако се сабијена опруга раствори у киселини, њена потенцијална енергија ће нестати. Но енергија не може нестати, те се поставља питање где она одлази?

6. Зашто се пљоснати пластични лењир у једном правцу може релативно лако савијати, а у другом уопште не?

7. Познато је да је стакло веома ломљиво. С друге стране стаклена влакна која се користе за оптички пренос информација су веома савитљива. Зашто?

8. Познато је да је у напуњеном електричном кондензатору електрично поље сконцентрисано између облога кондензатора. Ако се електрон унесе у то поље, он ће бити убрзан. Замислимо да смо у облогама кондензатора избушили отворе, тако да електрон након иницијалног убрзања може да изађе кроз отвор из кондензатора. Рецимо да смо цео кондензатор ставили у магнетно поље тако да електрон мора да се креће по кружној путањи и поново уђе у кондензатор с друге стране, да би поново био даље убрзан и тако изнова. Изгледа да смо добили перпетуум мобиле!? Овакав проблем је пао на памет управо аутору, док је био у средњој школи, и требало му је доста времена пре него што је смислио решење. Можете ли ви бити бржи?



Трећи део

Перпетуум мобиле друге врсте и Максвелов демон

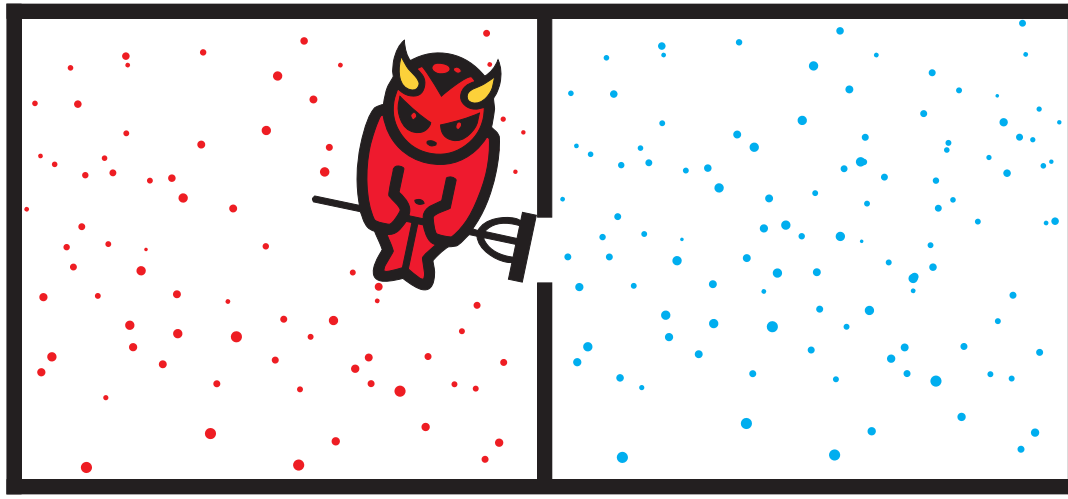
Пише: Новица Пауновић

У претходним деловима овог серијала смо имали примере тзв. перпетуум мобила (ПМ) прве врсте, који нарушавају први закон термодинамике, тј. закон о одржању енергије. Ови уређаји покушавају да добију више енергије него што је уложено. Постоје и ПМ друге врсте, који нарушавају други закон термодинамике. Ови ПМ се покоравају закону одржања енергије, али покушавају да добију енергију из само једног топлотног резервоара, што је супротно другом закон термодинамике, који у једном виду формулације каже да вам је увек неопходно два резервоара на различитим температурама, и да се рад може добити на основу преласка топлоте из топлијег у хладнији резервоар.

Идеја водиља за ПМ друге врсте је визуелна слика милијарди атома у сваком кубном милиметру ваздуха (или било које друге материје), који лете брзинама од више стотина метара у секунди и који заиста садрже пуно енергије која би се могла корисно употребити. Уколико би ПМ био могућ, тада би се могла искористити огромана топлотна енергија океана за призводњу корисне енергије или би се чак и собни ваздух могао искористити као извор енергије. Проблем је у томе што иако ти атоми поседују енергију, ми је не можемо искористити. ПМ друге врсте су знатно ређи од ПМ прве врсте, из простог разлога што се већина необразованих или полуобразованих проналазача ПМ у старту бави са ПМ прве врсте. За ПМ друге врсте је потребно познавање термодинамике и ентропије, а ко је упознат са тим концептима, није му стран ни други закон термодинамике, те му је позната принципијелна немогућност таквог уређаја.

Основни пример ПМ друге врсте је такозвани "Максвелов демон", мисаони експеримент који је 1867 године смислио Џејмс Максвел (познат по заснивању електродинамике) и који је приказан на слици 1.

Нека имамо кутију испуњену гасом, а која је преградом подељена на два дела. У оба дела се налази гас на истом притиску и температури (рецимо нека су то собни услови). У средини прегради се налази мали отвор који омогућава да кроз њега пролазе појединачни молекули, а који је покривен покретним поклопцем (залиском). Нека имамо сићушног "даволчића" (Максвеловог демона), који је екстремно брз и има фантастично оштар вид, толико да може да види појединачне молекуле гаса који се крећу према отвору, и уколико су они брзи



(топли), може да отвори поклопац и да их пусти у десну комору. На сличан начин би спори молекули из десне коморе били пропуштени у леву комору. На тај начин би се после извесног времена у десној комори нашли брзи молекули а у левој спори. Другим речима, лева комора би се охладила а десна загрејала. На основу ове топлотне разлике, могли бисмо покретати стандардну топлотну машину. Након што би гас из топле коморе прошао нпр. кроз турбину (и извршио користан рад) и прешао у леву комору (до изједначавања притисака и температура), "ђаволчић" би могао да настави свој посао испочетка. Овакав систем не би нарушавао први закон термодинамике тј. закон о одржању енергије.

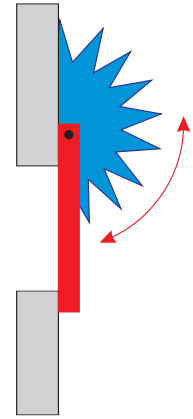
Наравно, увек се може рећи да вам је за описивање поменутог уређаја потребан демон, а они не постоје. Но овде треба напоменути да вам није неопходан баш прави демон, довољан је и кућни вилењак, попут Харијевог пријатеља Добија. Шалу на страну, уместо интелигентног бића могли смо употребити и поклопац са еластичном опругом, као на слици 2. Оваква конструкција би омогућавала само молекулима који долазе из леве коморе да пређу у десну, док молекули из десне не могу прећи у леву комору, те би дошло до повећања притиска у десној комори, што би се директно могло искористити за вршење рада. Ова варијанта је позната као замка Смолачовског, који ју је смислио 1912. године (и одмах рекао зашто она није функциониална).

Аналогна идеја је тзв. Фајманов зупчасти точак, који је смислио нобеловац Ричард Фајнман, приказан на слици 3. Нака имамо зупчасти точак и запорац, тако да се точак може окретати само у једном смеру, и нека су оба молекуларних димензија,

окружени гасом. Тада ће услед термодинамичких флуктуација, точак имати тенденцију да се хаотично окреће на једну или другу страну, али ће га запорац спречавати да се окреће у смеру кретања казаљке на сату, те ће се точак окретати саму у супротном смеру. На тај начин бисмо могли добити користан рад директно из топлотне енергије, без потребе за хладнијим топлотним резервоаром.

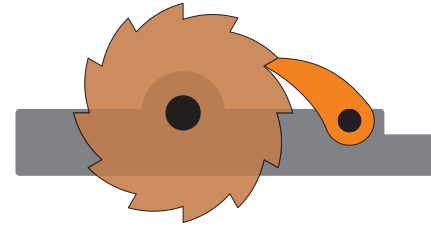
Фајнман је дао објашњење зашто овакав уређај ипак не може да функционише. Поента је у томе што је запорац који блокира и усмерава кретање точка, и сам микроскопских димензија, те је и сам подложан хаотичним флуктуацијама, те у тренуцима када не блокира точак, точак би се могао окретати у супротном смеру. Тако би укупна ротација у просеку била нула. Слично важи и за уређај са слике 2, где услед термичких флуктуација поклопац такође не би био ефикасан у усмеравању молекула, јер би поклопац део времена неизбежно био отворен и тада би молекули несметано прелазили из десне коморе у леву. Све ово није остало на мисаоном експерименту. Са напретком нанотехнологије, научници су успели да направе зупчасти точак нанометарских димензија уз одговарајући запорац и точак је имао ротационе флуктуације, али до окретања у једну страну није дошло, што је и очекивано.

Већ почетком двадесетог века је постало јасно да овакви тзв. "механички демони" као на сликама 2 и 3 не могу да раде, јер би термичке флуктуације које би биле основ њиховог рада, биле истовремено и узрок немогућности њиховог



Слика 2. Замка Смолачовског

претпостављеног рада. Ситуација са "чистим" Максвеловим демоном као на слици 1 (макар и у виду мисаоног експеримента), није била сасвим јасна. Међутим, 1929. године Лео Силард је указао да би било какав реални Максвелов демон морао да има неко средство за мерење брзине молекула и да би чин прикупљања информација захтевао утрошак енергије. Други закон каже да укупна ентропија затвореног система може само да расте. Пошто гас и демон интерагују, морамо посматрати укупну ентропију гаса и демона заједно. Демонов трошак енергије на чин мерења ће узроковати повећање



Слика 3. Фајманов зупчасти точак

ентропије демона, и то повећање ће бити мање од смањења ентропије гаса.

Даље развијајући овај Силардов приступ Ролф Ландауер је 1962. године закључио да извесна мерења ипак не морају нужно да доведу до повећања ентропије, све док су она термодинамички реверзибилна. Услед везе између ентропије и информације, ово значи да забележено мерење на сме бити обрисано. Другим речима, да би одредио са које стране капије наилази молекул и на коју страну треба отворити капију, демон мора негде да ускладишти информацију о стању молекула. Међутим, у неком тренутку демону ће морати да понестане простора за бележење информација и он ће морати да почне да брише информације које је претходно сакупио, а брисање информација је термодинамички иреверзибилан процес који повећава ентропију система. Овај рад, као и низ сличних (нпр. Чарлса Бенета из 1982. године), су коначно довела до тога да се данас сматра да је и математички доказано да Максвелов демон како је оргинално предложен, не може да функционише.

Треба ипак напоменути да ситуација ипак није потпуно затворена и закључена. Други закон термодинамике заиста јесте статистички закон који превасходно важи за велике скупове честица. Његова примена на системе од неколико честица или само једну честицу је прилично бесмислена. У посуди која има рецима само 3 молекула, редовно се може десити да се сва три молекула нађу у само једној половини посуде, што представља спонтано смањење ентропије и дефакто нарушавање другог закона термодинамике. С друге стране, ми и даље не видимо начина како можемо тако нешто реално и функционално искористити, но то ипак може бити само тренутно стање ствари. Колико год да је други закон термодинамике за макроскопске системе чврсто утемељен и незаобилазан, толико је његова примена на системе од појединачних честица врло приближна и више се ослања на нашу веру да он и даље важи са несмањеном тачношћу, него на апсолутне доказе. Могло би се рећи да напросто немамо примера који указују на његову неисправност, уз пуно примера да он заиста важи, али да немамо и апсолутни доказ да ни у једном тренутку ни на који начин не може доћи до његовог нарушавања или бар заобилажења.

Ово посебно долази до изражаја ако се узме у обзир и квантна механика. Не може се тврдити да у неком егзотичном систему појединачних честица услед неких квантних ефеката не може доћи до таквог изненађења. Квантна механика је досад безброј пута показала да је способна за изненађења и парадоксалне обрте, и да не даје “ни пет пара” за многа ограничења макроскопског света. У сукобу термодинамике и квантне механике, термодинамика свакако делује као аутсајдер. Атом урана има чак 92 електрона, што је прилично велики број, али нико нормалан није покушао да атом урана посматра као термодинамички систем. Докази да Максвелов демон не може да функционише су углавном засновани на ставу да сам Демон за свој рад троши енергију. Но квантна механика је препуна процеса који се дешавају без реалног утрошка

енергије, и можда је превише смело тврдити да и не постоји неки квантномеханички аналогон Максвеловог демона који не троши енерију. Моје лично мишљење је да остајем отворен за опцију да би у будућности могло доћи до неког изненађења у погледу другог закона термодинамике примењеног на системе појединачних честица који јако квантно интерагују. Не превише додуше, можда бих рекао да постоји рецимо 40% шанси да се наиђе на пример таквог нарушавања до 2200. године, и рецимо 15% шанси да такав пример може да се иоле практично искористи.

Да ово лично мишљење није и усамљено мишљење говори податак да је у најпрестижнијем физичарском часопису Physical Review Letters (август 2000.) изашао чланак у коме аутори сугеришу могућност постојања квантномеханичких система код којих би се рад могао добити само из топлотног извора, без топлотног хладњака. Наравно, такав рад је дочекан са здравом дозом скепсе од већине физичара и тек треба показати да ли се једно такво чисто формално и теоријско разматрање може применити на неки реални систем са реалним ефектима или можда у себи садржи неку суптилну али велику грешку.

Треба подвући да претходна три пасуса не значе никакав алиби за било које тврђење о конструкцији ПМ на које можете наћи у медијима. Можете бити 100% сигурни да се ради о превари, шарлатанству или у најмању руку грешци. Тек уколико дотични "проналазач" јавно демонстрира рад свог чуда од уређаја пред независном и стручном комисијом која потврди наводе, онда можете ублажити свој став и бити скоро 100% сигурни да се ради о превари, шарлатанству или у најмању руку грешци. Треба ли уопште напомињати да до сада није било ниједног случаја који би заслужио ово ублажење на скоро 100 процената?

ПМ друге врсте се веома ретко срећу, можда на сваких 100 ПМ прве врсте дође једно тврђење о ПМ друге врсте. Један последњих и најекспонираних је случај Санџеја Амина, који је 1999. године презентовао експериментални прототип који наводно ради као нека врста Карноовог циклуса али у систему сачињеном "од цилиндара испуњених гасом, који су фиксирани на точку који ротира око своје осе", и који наводно даје користан ради на основу топлоте околног ваздуха. Урађај то наводно чини на тај начин "што има ефикасност већу од Карноовог циклуса, а то постиже помоћу гравитације коју Карноов циклус не урачунава". Амин је својевремено постигао велики публицитет у јавности, и давао самоуверене изјаве најављујући "револуцију у физици", основао компанију "Entropy Systems" за коју је од инвеститора и спонзора прикупљено 3.4 милиона долара средстава за развој уређаја коме је, као и обично у случају ПМ, требао само још мали корак у развоју да би се претворио у комерцијални производ. Како од тада није било даљих бомбастичних најава, ми и даље возимо аутомобиле са неефикасним бензинским и дизел моторима, а потражња и цена нафте расте из дана у дан, може се закључити шта се у међувремену са овим ПМ дешавало.

Одговори

Проблеми и парадокси

Припремио: Новица Пауновић

1. Микрофонија настаје када, услед лоших веза, на неком делу пута између саговорника јавља повратна спрега у појачању сигнала. Ово може настати и у самом телефону, ако микрофон хвата неки део сигнала из звучника. Микрофон ухвати неки мали сигнал који ми можда ни не чујемо а појачало га појача и пошаље тако појачано на звучник, микрофон ухвати тако појачани сигнал који поново пошаље на појачање...

2. Влакно у сијалици при крају свог века има оштећења у виду тањих делова, која се због смањеног попречног пресека и повећања густине струје грејају знатно више од остатка влакна и представљају најслабије делове влакна на којима долази до прегоревања. Дужина и пречник влакна су такви да влакно на радној температури (око 2500^{0}C) има отпор који према $P=U^2/R$ даје жељену снагу. У тренутку укључења, влакно је на собној температури и има знатно мањи отпор него на радној температури, те кроз влакно појури знатно јача струја од номиналне, што ова ослабљена места на влакну не могу да издрже.

3. Угаљ који тиња струјом ваздуха само добија додатну количину кисеоника, која притом и продире дубље у масу угља те он гори јаче. Свећа је окружена довољном количином кисеоника, при чему се циркулација гаса врши конвекцијом; додатна јака струја ваздуха само ремети ову конвекцију у пламену те он бива поремећен и уништен.

4. На атмосферском притиску чврсти угљен диоксид се не топи, већ директно прелази у гас (сублимира). Због тога при притиску уз метални метмет, угљен диоксид испарава а настали гас великом брзином струји између комада сувог леда и металног предмета, што производи звук.

5. Температура киселине неће бити иста након растварања не сабијене и сабијене опруге; у другом случају она ће бити нешто виша. Потенцијална енергија сабијене опруге прелази у унутрашњу енергију раствора.

6. Отпор неког профила према савијању зависи од такозваног статичког момента, који подсећа на момент инерције по томе што се мења као r2, мада у њему не фигурише маса већ површина попречног пресека. Ако је код лењира однос дебљине и ширине рецимо 1:10, онда статички момент за савијање у равни лењира 100 пута већи него ортогонално на њу, те га је практично немогуће савити у том правцу.

7. Разлог је управо поменути статички момент и његова квадратна зависност од димензија.

8. Решење парадокса је у томе да је практично сво поље сконцентрисано између облога кондензатора. Међутим, то поље се простире и између облога изван кондензатора, мада је знатно слабије. То је познато и као ефекат крајева, и у задацима се често наведе да се игнорише (као небитно). Е па, овде то није небитно, јер иако слабо, то поље се простире дуж великог простора око кондензатора, и на повратном путу електрона из нашег мисаоног експеримента, оно је тако орјентисано да ће неминовно успоравати електрон, и тај губитак брзине ће бити тачно једнак добитку унутар кондензатора. Електричне силе су централне силе (као и гравитација), и за такве силе важи теорема која каже да је рад таквих сила по било којој затвореној путањи једнак нули.

Супернове

Пише: Бојан Арбутина
Астрономска опсерваторија, Београд

Супернове – експлозије самих звезда, су можда најспектакуларнији догађаји у читавом свемиру. Онако како видимо са Земље, супернове представљају појаву нове звезде на небу. Сјај нове звезде брзо расте, за свега неколико дана достигне свој максимум, и затим постепено, и до годину дана, опада до испод границе видљивости. Са људског становишта, супернове су изузетно ретке појаве. Најстарије овакве појаве забележене су још у старим кинеским хроникама. Последње супернове које су поуздано посматране у нашој галаксији биле су Брахеова и Кеплерова супернова 1572, односно 1604. године. Постоје индиције да је супернову од које потиче остатак Касиопеја А око 1680. године забележио Џон Флемстид, први краљевски астроном.

Кованицу *super-novae* први пут су употребили астрономи Валтер Баде и Фриц Звики 1934. године како би ову изузетну појаву, чији апсолутни сјај у максимуму може да превазиђе и сјај матичне галаксије, разликовали од далеко мање спектакуларних "класичних" нових. Баде и Звики први су предложили и да у оваквим експлозијама од језгара звезда настају компактни објекти – неутронске звезде.

Данас се сматра да постоје две основне класе супернових: супернове прве класе суштински представљају термонуклеарну експлозију у којој се

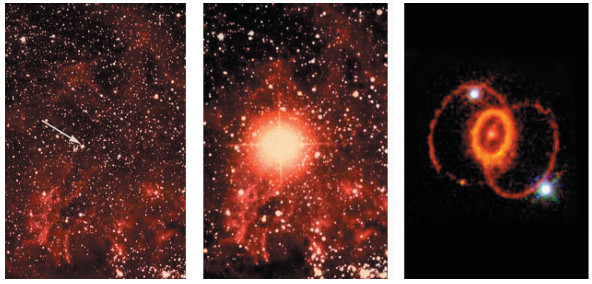
Датум	Запис	Сазвежђе	Остатак
АД 185?	кинеске хронике	Кентаур	G315.4-2.3?
АД 1006	калуђери у Швајцарској и Италији	Вук	G327.6+14.6
АД 1054	кинеске хронике и арапски астрономи	Бик	Crab
АД 1181	кинеске хронике	Касиопеја	3C58
АД 1572	Тихо Брахе	Касиопеја	G120.1+2.1
АД 1604	Кеплер	Змијоноша	G4.5+6.8
АД 1680?	Фламстид?	Касиопеја	Cas A
АД 1885	Хартвиг	Андромеда	(S And)

Табела 1. Историјске супернове и њихови остаци. Последња у табели је S Андромеде, прва посматрана вангалактичка супернова.

разара читава звезда – бели патуљак, док супернове друге класе настају као резултат гравитационог колапса и формирања неутронских звезда и црних рупа.

Историјски гледано, класификација супернових извршена је према оптичком спектру препознавањем супернових типа I које немају линије водоника као посебне класе, и супернових типа II које пак показују присуство водоника у спектрима. Осим тога, супернове типа II показују и врло различите криве промене сјаја, за разлику од кривих сјаја супернових I које су све изгледале слично. Показало се касније, међутим, да постоје заправо две различите потклассе типа I: супернове Ia и Ib/c.

Супернове Ia представљају термонуклеарну експлозију белог патуљка у тесном двојном систему. У оваквом систему, две звезде везане гравитацијом су толико близу да у једном тренутку током еволуције



Слика 1. SN 1987A у Великом Магелановом облаку, тј. звезда-родитељ пре експлозије (лево), сама експлозија (у средини) и необичан прстенасти остатак, претпоставља се усијани гас и прашина, неколико година после (десно).

звезда-пратилац почиње да претаче материју на белог патуљка. Бели патуљак тако добија на маси и ако укупна маса пређе Чандрасекарову границу од 1.4 масе Сунца, он постаје нестабилан и дешава се експлозија. Овако настају најсјајније супернове. Будући да су све супернове Ia сличне и имају исти сјај у максимуму, астрономи их врло често користе за одређивање даљина до далеких галаксија, или као „стандардне свеће", како их они још називају.

Супернове типа Ib/c откривене су доста касније. Супернове Ib немају водоник, али имају линије хелијума у спектрима, док је код супернових Ic одсутан и хелијум. Будући да се код звезда термонуклеарном фузијом у језгру производе тешки хемијски елементи, а хелијум и водоник остају у спољашњим слојевима – звезданом омотачу, закључило се да ове огољене супернове настају код масивних звезда са снажним звезданим ветром, код којих су водоников и хелијумов омотач практично одувани. Иако према посматраним особинама (одсуство водоника) супернове Ib/c припадају класи I, физички су ближе типу II јер представљају колапсирајуће супернове - настају у гравитационом колапсу масивних звезда.

Посебну потклассу огољених супернових чине хипернове (SN Ic рес, или Id) – експлозије најмасивнијих звезда и до стотину пута снажније од обичних супернових, при којима, сматра се, настају црне рупе и које се везују за неке гама бљескове.

Супернове типа II, као што је већ напоменуто, чине врло разнолику класу појава. Класичне SN

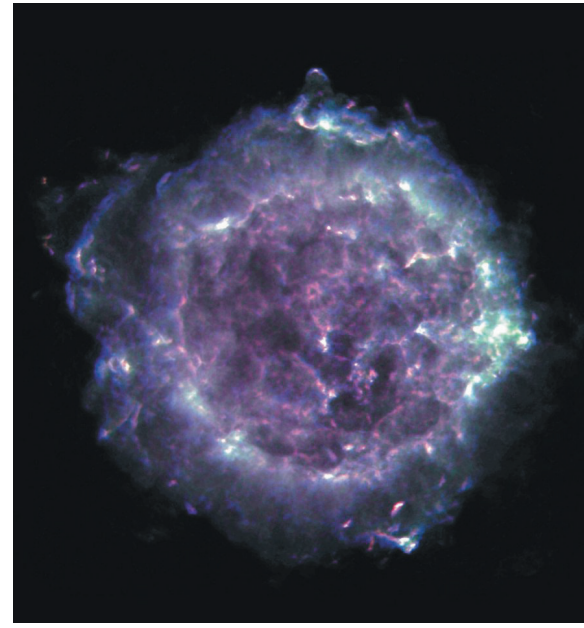
II могу се према изгледу кривих сјаја поделити на два типа: тип II-L чије криве сјаја након максимума практично линеарно опадају, и тип II-P код којих видимо заравњење или тзв. плато на кривима сјаја, који се јавља код супернових које обилују водоником.

Осим ових, предложени су још типови: IIb који показује слабо присуство H, те тако вероватно чине прелазни тип ка SN Ib, IIn са уским емисионим линијама у спектрима, за које се претпоставља да потичу из интеракције са окозвезданим материјалом, и др.

Остали типови супернових II, који не спадају ни у једну од наведених потклаcа, тј. имају неке посебне особине, обично се класификују као IIрес. Овде би могли убројати најближу и вероватно најпроучаванију модерну супернову SN 1987A у Великом Магелановом облаку, сателиту наше галаксије, као и Звикијеве необичне типове III, IV, V.

Иако већ неколико стотина година није забележена ниједна супернова у нашој галаксији, до данас је откривено више од 3000 вангалактичких супернових. Прва је откривена још 1885. године у Андромединој или галаксији M31; најближе откривене су већ поменута SN 1987A и SN 1993J у галаксији M81, а откривен је већ и приличан број веома далеких супернових, на космолошким удаљеностима, које су експлодирале пре више милијарди година и чија светлост је тек сад стигла до нас.

Док се живот једне звезде завршава експлозијом



Слика 2. Остатак супернове Касиопеја А, најјачи радио-извор на небу.

супернове, животи других тек почињу. Материјал избачен у експлозији – остатак супернове, наставља да живи кроз интеракцију са околном средином хиљадама, па чак у неким случајевима и до милион година. Остаци супернових обогаћују међузвездану материју тежим хемијским елементима насталим фузијом, између осталих и угљеником, основним градивним елементом живих бића.

Тако настају звезде друге генерације, попут нашег Сунца, а на једној малој планети око њега иинтелигентна бића, способна да проникну у тајну звездане еволуције.

Завршна свечаност Светске године физике

Симпозијум младих амбасадора физике

Пише: Ана Анастасијевић

Када људи говоре о лепим успоменама, своје "приповедање" обично почињу са прилогом за време, а физичари, у овој постајнштајновској ери, временском координатом у простор-времену. Имајући на уму чињеницу да су неке од најлепших прича почињале на тај начин, своју репортажу почећу управо тако: у покушају да вам у овом релативном времену и уопште релативном свету, представим једну драгу успомену свима који су почашћени да је чувају у срцу колико и у глави.

На београдском аеродрому 29. децембра 2005. у 12:30, нашла се "дипломатска" екипа наше земље, шест младих амбасадора физике са породицама и двоје вођа пута, одабраних да представљају Србију и Црну Гору на предстојећем Међународном симпозијуму младих амбасадора физике, на Тамканг Универзитету, у Тајпеју на Тајвану. Већина учесника се пре овог састанка слабо познавала, а требало је провести седам следећих дана заједно. Али, већ после два сата, колико је било времена до полетања авиона, групица се зближила толико да је летење авионом (које је било прво за добар део путника) био већи проблем него што су непознати људи. Међутим, и тај проблем убрзо је решен и авион са свим путницима је полетео за Цирих, где нас је чекало шест сати чекања на следећи лет.

Као и некад Алберту Ајнштајну и нама је Цирих био само успутна станица у путу ка нашем унапређивању физике. Али не и занемарљива! Шест сати проведених у разгледању циришког аеродрома, којим смо били очарани и предавању једног од наших вођа Антуна Балажа о компјутерским кластерима и светској мрежи суперкомпјутера GRID-у, навело нас је на размишљање о будућој вези физике, општег напретка и нас самих. После дугачког лета из Цириха до Хонг Конга и знатно краћег од Хонг Конга до Тајпеја током којих смо размењивали искуства из разних области, до 30. децембра 2005. око девет сати изјутра постали смо права дипломатска делегација.

Свечана церемонија отварања, која је могла да се прати путем интернета, одржана је сутрадан у једној од дивних грађевина новијег века у склопу Тамканг Универзитета. Организатори су нам упутили искрене честитке за досадашње успехе, трудећи се

Потрага за талентима из физике

Поводом Светске године физике 2005. широм света организована је акција под називом „Потрага за талентима из физике“ о којој сте могли да читате у претходним бројевима Младог физичара. Поред учествовања на стандардним такмичењима из физике, извођења експеримента, израде научних радова и активног учешћа у акцијама поводом године физике, учесници ове акције имали су прилику да своју креативност и заинтересованост за физику искажу повезивањем физике са различитим гранама уметности: писањем есеја о нашим великим научницима, прављењем постера из физике или чак позоришних представа и музичких композиција.
У акцији је учествовало 12 000 ученика из 21 земље са 5 континената, а шест најбољих из сваке земље је учествовало на „Међународном симпозијуму младих амбасадора физике“ одржаном од 31. децембра 2005. до 4. јануара 2006. године у Тајпеју, Тајван.

да нас мотивишу за будуће тријумфе. Као најбољи пример некога ко је тријумфовао, прво предавање држао нам је Даглас Ошероф, добитник Нобелове награде за физику 1996. године за своја открића суперфлуидности код изотопа хелијума ^{3}He. Његово предавање “Како се у науци остварује напредак” било је свеобухватан осврт на начела и правила која су од помоћи када се бавите истраживањем, као и на његово лично искуство. Ово предавање, као и предавања његових следбеника имало је за циљ, не да нас одмах претвори у стручњаке неке области, већ да нас подстакне на самостално истраживање, поучено искуством успешних.

Током паузе, упознали смо нама додељену студентску водичицу, врло љубазну и насмејану у сваком тренутку све до растанка, Вивијен из Тајпеја. Познанство и добра сарадња са њом учинили су овај наш боравак богатијим и створили нам још једног пријатеља у далеком свету.

Следећа ставка у програму био је типичан кинески ручак, који већини баш и није пријао. Једина одлика кинеске кухиње коју смо сви заволели, а са пуно труда и усвојили јесте навика исхране штапићима. А главни инструктор нам је била Вивијен, која се слатко смејала нашим покушајима и омашкама, али нам и врло стрпљиво и радосно објашњавала ту за нас потпуно нову и необичну технику обедовања.

У два сата по локалном времену у плану је била израда експеримената са трајањем од два и по сата, током којих смо се бавили слабом струјом и једноставним моторима, срцоликим роторима, Ван де Графовим генераторима, малим и једноставним хеликоптерима,... сувишно је рећи да нам је време било више него испуњено, а због интерсантности задатака, прошло је веома брзо. Касније тог дана, слушали смо предавање Наи-Чанг Је, еминентне физичарке тајванског порекла, о СТМ-у (Scanning Tunneling Microscope) помоћу кога можемо да “видимо” појединачне атоме.

По повратку у хотел, имали смо концерт западњачке музике изведене на тајванским националним инструментима од стране локалног оркестра. Иако је био 31. децембар једногласно

смо одлучили да дочек Нове године пропустимо, да бисмо се наспавали и имали довољно енергије да издржимо овај, иако забаван, врло напоран свакодневни програм.

Постер презентацијом почели смо наредни дан. Свака земља добила је одређен простор на коме је требало да окачи своје постере и да заинтересованима помало приближи своје радове. Ово нам је била прилика да разменимо искуства са децом - колегама широм света. Са великим задовољством ћу вам рећи да су наши постери, као и материјал о нашој земљи који смо делили овом приликом, привукли доста пажње амбасадора, њихових водича и самих организатора. После ове напорне, али и веома занимљиве активности имали смо предавање Силветера Гејтса на тему "Како постати Ајнштајн суперструна/М-теорије" које смо оценили као најбоље предавање Симпозијума, а које је било колаж о суперструнама као и физици уопште.

Тог дана у плану смо имали још три активности. Прва је била наставак презентације, али не више у виду постера, већ у виду усмених презентације ученика разних земаља. На овој делатности чули смо велики број различитих радова наших колега из свих делова света. Наша презентација је била на тему "Најпопуларнији научници у нашој земљи", а била је колаж наших есеја о Николи Тесли, Михајлу Пупину, Милутину Миланковићу и Алберту и Милеви Ајнштајн, а за извођење била је задужена Александра.

Следећи и последњи колоквијум тог дана држала нам је Лаура Грин, на тему суперпроводљивости, тачније " Високотемпературни суперпроводници: Од нарушења симетрије до мобилних телефона". Овај напоран дан завршили смо концертом класичне музике који је извео муж Лауре Грин, који је извођењем Шопена показао да је врсан пијаниста.

Путници на Тајван

Представници наше земље на овом Симпозијуму били су: Ана Анастасијевић ученица друге године Математичке гимназије у Београду, Огњен Ивковић ученик осмог разреда Основне школе при Математичкој гимназији, Марко Јованић ученик седмог разреда ОШ "Уједињене нације", Александра Милошевић ученица седмог разреда ОШ "Свети Сава", Тамара Поповић ученица седмог разреда ОШ "Стефан Немања" сви из Београда и Иван Разуменић ученик друге године Гимназије "Борислав Петров-Браца" из Вршца. Вође пута су били Јелена Грујић и мр Антун Балаж из Института за физику у Земуну.

Поред свих обавеза које смо имали овог дана, успели смо и да упознамо велики број фантастичних људи, амбасадора Аргентине, Бугарске, Албаније, Пољске, Аустрије, Тајвана,... Међутим, вероватно због сличног менталитета, са Аргентинцима смо се толико спријатељили да смо од тада сваки слободан тренутак проводили заједно.

Сутрашњи дан био је и право освежење у односу на претходне. Прва у плану је била тура по природи, посетили смо национални парк Јелиоу где смо видели природу у свом свом мистичној сјају. На овој обали таласи и ветар (који нам је после влажног и топлог ваздуха на остатку острва веома пријао) су обликовали стене у најразличитије облике. Сликање и скупљање каменчића је уследило.

Већ у 13:30 тог дана били смо у престоници Тајвана - Тајпеју и то на Националном Тајванском Универзитету - одсеку за физику, где смо имали малу туру по кампусу, слушали неколико кратких предавања студената и на крају посетили универзитетски музеј. Овај, најстарији Универзитет на Тајвану одисао је неком културном нотом, какву имају само зграде којима су многи велики умови у прошлости корачали.

Тура по граду била је подједнако импресивна. Највиша зграда на свету, висока 508 метара (Да ли знате колика је висина Авале?) са 101. спратом, стоји и блиста на сунцу и бљести ноћу под именом Тајпеј 101. Необична архитектура зграде је комбинација модерног и класичног кинеског стила, како су нам аудио водичи објаснили на 89. спрату зграде, који је

у потпуности у стаклу, а са кога се види цео Тајпеј, заједно са својим предграђем. Али то није једини рекорд за Гинисову књигу ове зграде. У њој се налази и најбржи лифт на свету, који се за свега 37 секунди пење са 5. на 89. спрат. Овај узбудљив дан је завршен свечаним банкетом код градоначелника Тајпеја, који нас је срдачно примио.

Трећег јануара дан смо започели посетом Националном музеју, један од најбољих музеја на свету, где смо видели фантастичне скулптуре, грнчарију и друга историјска наслеђа ове историјом богате земље. Око поднева наша група се поделила на два дела; онај који је ишао на пријем код министра спољних послова Тајвана, на коме су, како кажу, водили занимљиве разговоре са високим званичницима и уживали у одличним јелима и други који је посетио тајванску најбољу средњу школу (а још и државну!) где смо гледали презентације њихових ученика из физике. Потом смо, опет сви на окупу, имали час из електорнске калиграфије. Овај дан имао је посебан завршетак, опроштајну забаву на Кинеском Културном Универзитету, на којој је свака земља представила своју културу и традицију на сцени, сликом, звуком, причом. Видели смо тајвански лавовски плес, слушали словачке и пољске националне песме, уживали у швајцарским чоколадама и камерунским грицкалицама које су њихови представници служили.

Нас наступ се састојао из сатирично - духовитог говора о проблемима кроз које наша земља тренутно пролази, извођењу песме "Тамо далеко" од стране свих нас и презентације Србије и Београда која је ишла у позадини. Те ноћи смо пропустили спавање. Била је то последња ноћ са новостеченим пријатељима, па смо је искористили за дружење.

Свечана церемонија затварања одржана је 4. јануара на којој су нам биле подељене дипломе и

медаље са логом светске године физике. Мучан крај се приближавао, а најтеже од свега пало нам је растајање са Аргентинцима које смо научили поздрављању на српски начин, са чак три пољупца у образ, којим су били одушевљени, пошто је одлагало неизбежни растанак.

Убрзо потом, на станици метроа следио је још тежи растанак са нашом водичицом Вивијан, која је све време била са нама, пазила на нас, учила нас кинески и он нас учила српски језик. Сузе су потекле са свих страна, али сат је откуцаво и ми смо се невољно упутили на Тајванску академију наука, где смо на њиховом Институт за физику чули наставак Антунове приче о GRID-у, од стране тамошњих стручњака, а и имали смо прилике да видимо њихов суперкомпјутер који је био импресиван.

На аеродром смо стигли заиста исцрпљени. Туга због тек стечених пријатељстава која су била нагло прекинута нас није савладала. Последњим атомима одлучности смо се сложили да нећемо изгубити контакт са свим тим дивним људима.

Лет до Београда није био незанимљив. Пошто смо умало пропустили авион за Хонг-Конг, преживели јаке турбуленције на најдужем лету, похарали тржне центре како у Хонг-Конгу тако и у Цириху, коначно смо стигли на Сурчин, где су нас чекали родитељи, видно срећни што нас виде. Срећа је била обострана.

Неколико дана по нашем повратку, Интернет је постао препун младих амбасадора физике који се дописују, размењујући успомене и новости. Иако хиљадама километара далеко, ми нисмо раздвојени. Гледати у будућност, наш је циљ, одржавајући контакт са онима који су нам драги, све да би нам та иста будућност, којој стремимо, постала блиставија.

Своју репортажу почела сам са временом, а завршићу, опет угледајући се на најлепше приче - бесконачношћу.

“И заувек су живели срећно”, “вечно их је љубав пратила” и томе слични завршеци прича нису никаква случајност. Од када постоји, човек размишља о свом постојању и сања о вечности. Тај сан остварљив је кроз физику, најфундаменталнију науку о природи, јер се само откривајући вечне тајне природе можемо приближити и сопственој вечности. Зато је просто невероватна незаинтересованост за физику која је све већа и алармантнија, а надам се да ћете, ако не раније, после читања о овој бајци (јер је овај пут то заиста и био), заволети ову науку и оно сто она може учинити, не само за људе као заједницу, већ и за људе као појединце.

Линкови

Пише: Антун Балаж

У складу са темом броја, овај пут се бавимо везама физике и серијала о Харију Потеру. Опет нам је помогао наш вредни читалац Милија Јовичић, ученик I разреда Гимназије у Прибоју. Уколико и ви имате неке интересантне линкове, пошаљите нам их на адресу: linkovi@dfs.org.yu

http://en.wikipedia.org/wiki/Harry_Potter
Једно од наинтересантнијих места на Интернету које треба да посетите уколико сте заинтересовани за проучавање детаља о Харију Потеру и његовим пријатељима. Као и све википедије, садржи мноштво објашњења и драгоцених линкова са којих можете много научити и о физичким појавама које леже у позадини неких спектакуларно описаних догађаја у романима о Хогвортској дружини.

http://www.simonsingh.com/The_Science_of_Harry_Potter.html
Књига коју бисмо свакако препоручили и који сигурно завређује вашу пажњу је "Наука Хари Потера" аутора Ричарда Хајфилда. Она нажалост, колико је нама познато, није преведена на српски језик. Иначе, аутор књиге је добитник награде за најкраћу књигу, чији је назив "Да ли ирваси могу да лете?", а остатак садржи само једну реч – НЕ! У овом одломку можете пронаћи одговор на нека од питање о Харију Потеру, као и повезаност између неких научних открића и серијала о дечаку-чаробњаку.

http://explorepdx.com/magiphys.html
Магија физике – тако гласи назив овог сајта, а његов циљ је да схватите да иза сваког трика постоји физичко објашњење, и што је најбитније: да је "магија" уско повезана са физиком и математиком. Сајт садржи велики број цитата физичара о магији (а највише од Ричарда Фајнмана), трикове и објашњења. Дизајн сајта није нарочит, али ћете се забавити проучавајући га и сигурно научити пар корисних ствари.

http://www.dur.ac.uk/r.g.bower/PoM/pom/pom.html
Физика мото-спорта је веома потребна будућим инжињерима, па је Универзитет у Дурхаму у Великој Британији посветио посебан предмет, чији сајт можете наћи на овој адреси. Детаљно изложена теорија са гомилом примера ће можда привући неке од вас да завирите на овај сајт.

http://eureka.phy.bg.ac.yu/

Еурека – портал за студенте физике. Уређују га студенти Физичког факултета Универзитета у Београду, а портал је лоциран на Институту за физику у Земуну, и први је у нашој земљи који се бави том проблематиком.

http://cbc.ca/newsdelivery/wml/lineup/science
Страница канадског ЦБЦ-ја намењена науци и најновијим дешавањима у њој. Вести се свакодневно ажурирају. Поред вести из науке, наћи ћете вести из истраживања везаних за здравље. Ако поред науке желите да прочитате нешто што би могло да вам побољша квалитет живота, онда је ова страница право место.

Одговарање

Одговара: Антун Балаж

У овом броју одговарамо на једно ваше питање. Подсећамо вас да питања можете поставити на нашем сајту, или ако пошаљете мејл на адресу odgovaranje@mf.dfs.org.yu

Који значајни догађаји у физици су обележили овај месец?

Ивана Грбић,
ОШ "Др Јован Цвијић",
Зрењанин

Пошто Млади физичар не излази баш тако често, одлучили смо да се не ограничимо на текући месец, већ да покријемо целу годину. Међутим, при размишљању о томе које од значајних догађаја да поменемо, одлучили смо се за помало нестандардни приступ: уместо да наведемо открића значајна за развој физике, овај пут ћемо набројати догађаје и открића у физици у последњих 100 година која су темељно променила наш начин живота. При томе, фокусираћемо се на информационе технологије, аспект нашег живота који је би заиста био незамислив људима од пре једног века.

Многи људи данас мисле да открића физике у XX и XXI веку имају мањи директан утицај на свакодневни живот неко открића у биологији, хемији, техници и другим областима. Вероватно већина размишља о физици као о апстрактној, загонетној, чисто академској занимацији, иако су упућенији свесни њених доприноса на пољима одбране (нпр. нуклеарно оружје) или у медицини (скенер, нуклеарна магнетна резонанца). Међутим, има још много, много ствари које вреди поменути.

Скоро свако се може сложити да рачунари, транзистори и Интернет спадају међу највеће изуме у XX веку. Економисти, банкари и финансијски стручњаци (а и сви остали) знају да је данас целокупна светска економија суштински повезана и зависна од ових технологија. Такође је јасно да развијене земље данас одржавају свој ниво развијености и висок стандард управо зато што су развиле и брзо примениле ова нова открића. Чак и многе земље које су до средине XX века биле изразито сиромашне данас се убрзано развијају захваљујући развоју и примени информационих технологија. А сва ова открића која представљају основу модерне технологије су свету подарили управо физичари.

Први дигитални рачунар изградио је физичар Џон Атанасов 1939. године на Државном универзитету Ајове у САД, у подруму одељења за физику, а помагао му је студент-постдипломац Клифорд Бери. Међутим, много је познатији други рачунар ENIAC, који је 1945. године направио такође физичар Џон Мочли на Универзитету Пенсилваније, уз помоћ Џона Атанасова. Први рачунари су били тешки по неколико десетина тона и простирали се у неколико великих просторија, данас је ситуација значајно другачија – да ли можете да замислите живот без рачунара. Па чак и ствари о којима више не размишљате превише, као што су нарезивање ЦД-а или ДВД-ја са вашом омиљеном музиком или филмом, су заправо немогући без употребе ласерске технологије.

Млади физичар Волтер Бретен је 1947. године

у Беловим лабораторијама у Њу Џерзију у узорак германијума убацио две танке златне жице, и уз мало додатне електронике открио да може да појача улазни сигнал 18 пута! Након додатног истраживања, заједно са колегама физичарима Џоном Бардином и Вилијамом Шоклијем, открио је транзистор, који је свој тројици донео Нобелову награду 1956. године. Истовремено је отворена нова ера у телекомуникацијама и информационим технологијама – многи мисле да је транзистор најважније откриће у XX веку. Транзистори чине градивне блокове у модерној електроници, и сви електронски уређаји које видите око себе, од сата на батерије, преко мобилног телефона до рачунара, не могу се замислити без њихове употребе. Пентијум 4 процесори у себи садрже преко 55 милиона транзистора!

Осамдесетих година XX века је хиљадама физичара у великом институту CERN који се бави истраживањем физике елементарних честица био неопходан ефикасан начин за размену информација, не само међусобно, него и са многобројним колегама из других института и универзитета широм света. Тим Бернерс Ли, оксфордски физичар постдипломац, измислио је 1990. године нови концепт који се данас назива WWW (World wide Web), или популарније Интернет. Идеја је веома једноставна: на различитим веб серверима се могу налазити различите информације које су онда доступне помоћу програма за њихово приказивање. Ово омогућава једну важну предност у односу на стандардни начин презентовања информација: уместо да се на једном месту (нпр. у неком тексту на папиру) представе све информације, оне могу бити дистрибуиране на различитим местима, а документ који ви креирате може да садржи само линкове на друге документе (HTML). На овај начин различити документи могу узајамно да се повезују на нелинеаран начин, што омогућава да се пажљивом читаоцу да много више од информација: HTML омогућава сагледавање контекста, а пружа и једноставну могућност за упућивање на додатне изворе информација. Између 1990. и 1993. године Интернет су практично користили само научници за међусобну сарадњу, а након тога је почео да се рапидно шири. Од 130 веб сајтова 1993. године, данас смо стигли до преко 10 милиона (о броју веб страница да и не говоримо). Пробајте да замислите свој живот без Интернета!

Наравно, има много других примера како истраживања у физици директно користе друштву. Поменимо само област суперпроводности, која обећава да ће веома широко утицати на свакодневни живот, пошто омогућава пренос електричне струје без губитака узрокованих електричним отпором. Поменимо само примену код возова великих брзина (маглева), чији рад се заснива на лебдењу (левитирању) вагона на јаком магнетном пољу које креира струја кроз суперпроводне шине. Први суперпроводник је открио холандски физичар Камерлинг Онес 1911. године (Нобелова награда 1913. године), а конзистентан теоријски опси први су дали Бардин, Купер и Шрифер 1957. године (Нобелова награда 1972. године). Затим, 1986. године су Беднорц и Милер открили први високотемпературни суперпроводник (Нобелова награда 1987. године). Као да ово није било довољно, Нобелова награда 2003. године је додељена Абрикосову, Гинзбургу и Легету за допринос теорији суперпроводности, а преко сто хиљада истраживачких радова је написано на тему високотемпературне суперпроводности. Ова појава није у потпуности објашњена, а такав продор би омогућио креирање материјала који би имали изванредне особине и неслућене примене у многим областима технике и технологије, чији би производи врло брзо дошли и до наших домова.

оглас

Часопис Млади физичар тражи

- Главног и одговорног уредника (1)
- Заменика уредника (1 до 2)
- Уредника интернет издања (1)
- Чланове редакције (до 15)
- Сараднике (до 15)

Пожељно је да се на конкурс јаве лица са креативним способностима, које очекује изузетан посао.

Конкурс је отворен до 1. септембра 2006.

Сви заинтересовани могу да пошаљу мејл на redakcija@dfs.org.yu

НА ЖУРЦИ СА ФИЗИЧАРИМА

После разбијања прозора сви су се размилели по кући. Неки су били замагнетисани Теслином појавом, а други...
Дошао је тренутак да употребим своје *тајно оружје!*
Тесла
Хе-хе! Коначно сам нашао простор *који ће бити само мој!!!*
Хилберт
Ох! Опростите!
Пјер и Марија Кири
Ервине, зар ти није једноставни је да бациш новчић?
Хм... У каквом је стању мачка?
МАЧКА
Шредингер
Журка се отела контроли, Де Број се увио у тепих и *таласао!*
Па добро човече! Докле ћеш *пружати отпор* мом кретању!
Ампер
Ом
Хе-хе! Још увек сам на *собној температури!*
Де Број
Знам нешто боље од тога, али не бих да те *зрачим...*
Рентген
Ах! Хоћу ли се икада *интегрисати* у ову средину!
Коши
Ууу! Царе! И? Шта је онда било?!
Ма... Боље да ти не причам...
Изненада се појавила гомила *професора физичког,* мислећи, из неког чудног разлога, да је то њихова журка!
АДААРГХ!!!!!
КРАЈ!