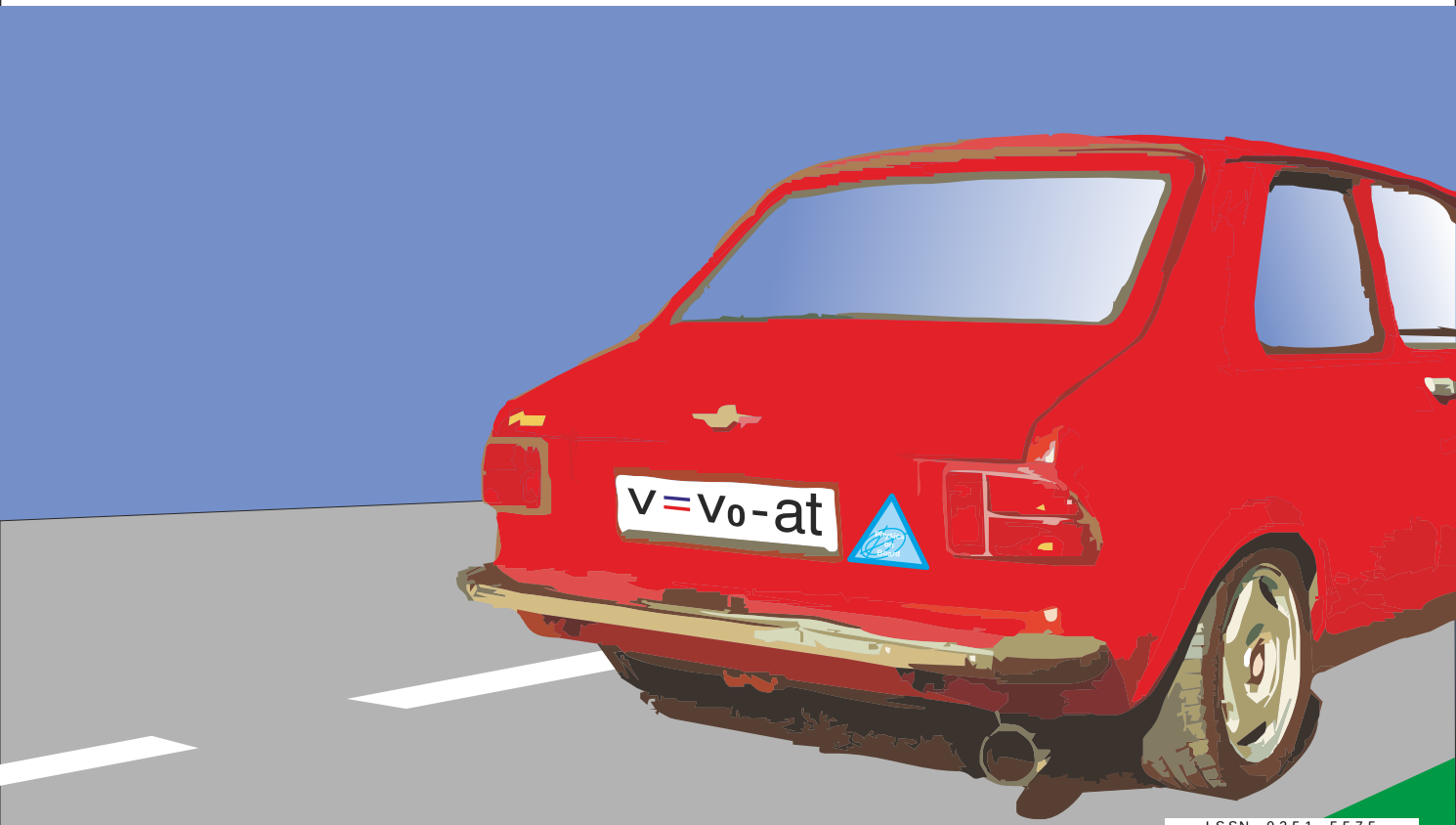
младифизичар

Часопис за све пријатеље физике и аутомобила
Издавач Друштво физичара Србије
Школска година 2004/05
http://mf.dfs.org.yu
Цена: 175 дин

101

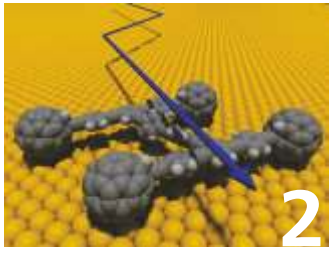


Тема броја **ФИЗИКА И АУТОМОБИЛИ**

ISSN 0351-5575
9 770351 557003

младифизичар

Садржај 101



Група научника са универзитета Рајс у Хјустону, предвођена професором Џејмсом Туром, је направила први нано-аутомобил.

На Десетој Међународној Астрономској Олимпијади одржаној у Пекингу, од 25. октобра до 2. новембра, Србија и Црна Гора је по трећи пут имала своје представнике.

2 ВЕСТИ

4 РЕКОРДИ

5 ТЕМА БРОЈА

ФИЗИКА И АУТОМОБИЛИ

Од точка до АБС-а

Диференцијал - аналогни сабирач брзина

Одређивање положаја помоћу ГПС-а

Физика против брзе вожње

Како ради полицијски радар

Саобраћајне гужве

Алтернативна горива

Космичка возила

Физика у формули 1

34 КОЛУМНА

Куда иде наша кошарка

38 БУДУЋНОСТ ФИЗИКЕ

Криза идеја и излаз из кризе

44 ЕКОНОФИЗИКА

Анализа портфолиа

49 ПРОБЛЕМИ И ПАРАДОКСИ

50 ПЕРПЕТУУМ МОБИЛЕ

Немогућа и нека скоро могућа решења

54 ПРИКАЗ КЊИГЕ

Физика Сунца

56 МЛАДИ АСТРОФИЗИЧАР

Гама бљескови - увод у мистерију

60 РЕПОРТАЖА

Десета међународна астрономска олимпијада

66 ВРЕМЕПЛОВ

Физика у Старом Риму

70 ОДГОВАРАЊЕ

Шта је ентропија

71 ЛИНКОВИ

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, Ненад Вукмировић, 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, др Борко Вујичић, др Горан Ђорђевић, др Љубиша Нешић, Наташа Каделбург, Наташа Чалуковић, Славиша Станковић, Дејан Крунић, Слободанка Раковић, Милан Жежељ, Огњен Илић, Добросав Обрадовић, Коста Ристић, Игор Ђорић, 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

Уколико пажљиво погледате ваше књиге или збирке из физике, приметићете да се велики број примера и задатака одиграва у аутомобилу. То није никакво изненађење, јер највише искустава о кретњу добијате управо док се возите. Када аутомобил нагло закочи, ви настављате да се крећете по инерцији. И док вас заштитни појас спашава да не пролетите кроз прозор, откривате законе Њутнове механике на конкретном примеру. Сваки возач зна да у кривини треба да смањи брзину. У супротном, центрифугална сила ће га избацити са пута. Ако ипак успе да срећно савлада све кривине, али му се на путу мотор поквари, покушај да га поправи натераће га да се присети школских дана и часова физике. Заиста, у аутомобилима има јако пуно физике, а ми смо се у овом броју потрудили да вам је представимо на занимљив и духовит начин. Надам се да ћете уживати док будете читали о томе зашто је важно котрљање, како ради диференцијал, а како полицијски радар, зашто је опасна брза вожња, шта су горива будућности, како ће ускоро изгледати навигација у вожњи, како настају гужве, шта су астронаути возили по Месецу... Верујем да вас све занима како се физика користи у формули 1. Зато предлажем да кренемо у вожњу кроз свет занимљиве физике.

Душко Латас

Електроника

Произведена прва пластична диода

Физичари државног универзитета у Охају су, дизајнирајући нове пластичне соларне ћелије, произвели прве тунел-диоде од органских полимера које функционишу на собним температурама и напону од 1.5 волт. Диоде су добијене депозицијом и оксидацијом слоја титанијума на силицијумској основи, а затим превлачењем овог слоја слојем органских полимера. Даље усавршавање ове технологије би могло довести до појаве флексибилних пластичних компјутерских меморија и интегрисаних кола врло ниске потрошње.

Патенти

Одобрен патент за анти-гравитациони уређај?!?

Патентни завод САД је 1. новембра 2005. године одобрио патент бр 6960975 Борису Влофсону, Хунтигтон, Индијана за свемирско возило које користи суперпроводни штит да би утицало на закривљеност простор-времена у својој околини и тако контролисало дејство гравитације. Да ли је на овај начин патентни завод прекршио своје правило о неодобравању патената за хипотетичке проналаске који доводе у питање тренутно важеће законе физике остаје нејасно?

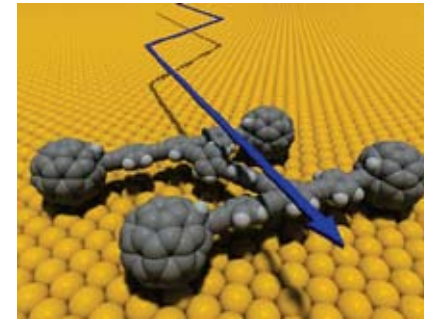
Нанотехнологија

Развијена анти-канцер нанобомба

Научници са универзитета у Филаделфији и Делаверу су, у току истраживања са карбонским нано-капсулама за транспорт лекова унутар људског организма, открили како да произведу карбонске нанобомбе и ласером активирају њихове ланчане експлозије. С обзиром на њихово селективно, неинвазивно и за разлику од претходних нано-метода нецитотоксично дејство, нанобомбе би могле представљати право оружје у борби против различитих врста канцера. Детаљна истраживања о могућности њихове употребе у клиничкој медицини тек предстоје.

Наноматеријали

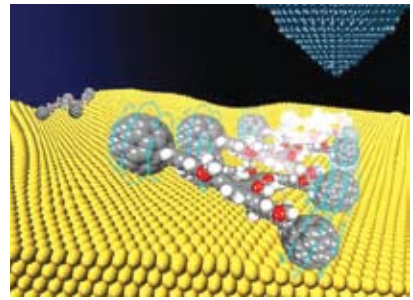
Први једномолекуларни аутомобил



Група научника са универзитета Рајс у Хјустону, предвођена професором Џејмсом Туром, је током испитивања могућност манипулације нано-објектима у небиолошким системима, отворила врата инжењерству на молекуларном нивоу и – направила први нано-аутомобил.

Његову основу чине две осовине и суспензија, које су креиране од тачно дефинисаних органских група што омогућава њихову слободну ротацију. На врхове осовина постављени су точкови од флуерена (C_{60}) – сфера састављених од 60 атома угљеника. Величина овог молекуларног аутомобила износи 3-4 нанометара, што га чини само мало ширим од молекула ДНК.

Установљено је да, услед јаких адхезионих сила између точкова од флуерена и златне подлоге, аутомобил остаје стабилан и "паркиран" на златној површини до температуре од 170^{0}C. Међутим, у опсегу температура од 170^{0}C до 225^{0}C, уочено је транслационо кретање аутомобила у сваком тренутку ортогонално на његову осовину, имплицирајући да се аутомобил креће котрљањем, а не клизањем. Кретање аутомобила је контролисано СТМ микроскопом.

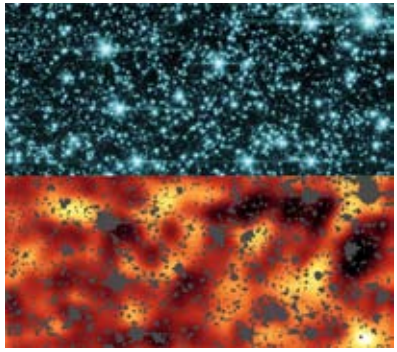


Основни циљ тима је да изгради и развије технику манипулације "нано-камионима" који би служили за транспорт жељеног "молекуларног товара" на нано-скалама.

Астрофизика

Детектована светлост са можда најстаријих објеката у универзуму

Научници који истраживања обављају на NASA Spitzer телескопу детектовали су обрисе вероватно најстаријих објеката у универзуму. Обриси ових објеката су уочени на снимцима у инфрацрвеном делу спектра. Њихова детекција је захтевала да се са снимака претходно уклоне све познате, како блиске тако и



далеке звезде, галаксије и други објекти. Делови снимака преостали након овог уклањања открили су нејасне обрисе "удаљеног" инфрацрвеног зрачења (слика). Процењено је да зрачење потиче из доба од пре нешто више од 13 милијарди година. С обзиром да је према стандардном моделу настанка универзума његова старост процењена на 13.7 милијарди година, а да је око 200 милиона година морало проћи до почетка формирања првих космичких објеката, претпоставља се да ово зрачење долази са првих звезда (тзв. звезде III популације) или, пак, од врелог космичког гаса који бива увучен од стране првих црних рупа формираних у универзуму.

Квантна електроника

Квантни рачунар на полупроводничком чипу?

Квантни рачунари, енкодирајући информацију у квантна стања својих основних подсистема - квантних "битова" (најчешће реализованих помоћу јона), и користећи особину квантних система да могу бити у суперпозицији два или више стања истовремено, имају потенцијал да при решавању одговарајућих класа проблема, по перформансама, вишеструко надмаше класичне рачунаре. Међутим, да би ово у пракси било остварено, неопходно је развити технологију која би на скалабилан начин омогућила манипулацију и довођење у корелисано стање великог броја јона (досадашњи максимум 8 Ca+ јона).

Корак ка овом циљу су недавно направили професор Крис Монро и његов тим научника са универзитета у Мичигену и Мериленду. Они су, користећи рутинске методе епитаксије у производњи полупроводничких чипова, као и рутинске технике производње микроелектромеханичких објеката, креирали јон-замку од четири наизменична слоја галијум-арсенида и алуминијум-галијум-арсенида, формирали шупљину у средини чипа и поставили златне електроде на одговарајућим крајевима супстрата. Потом су чип монтирали у слот у вакууму и посредством пулсног ласера спровели Cd-111 атоме у шупљину јон-замке. Пажљиво подешавајући параметре система (напоне на електродама, таласну дужину ласера итд.), тим је био у могућности да произведе и да манипулише квантним стањима појединачних Cd -111 јона.

Квантни рачунари
Супер-брзо квантно претраживање остварено помоћу појединачних атома
Физичари са универзитета у Мичигену су успели да експериментално реализују квантно претраживање Груверовим алгоритмом. Претраживање је примењено на примитивном моделу квантног регистра од два индивидуална атома (четири могућа стања). Груверов алгоритам за квантно претаживање је један од најпознатијих алгоритама за квантне рачунаре који користе особину квантних система да могу бити у суперпозицији једног или више стања истовремено да би остварили неупоредиво боље перформансе у односу на одговарајуће класичне алгоритме.

Свемирска технологија
Јонски реактори за далекодометне свемирске мисије
Тим научника аустралијског националног универзитета је, у сарадњи са ESA, развио нове HDLT (Helicon Double Layer Thruster) ракетне реакторе на јонски погон. У основи технологије се налази ефекат двоструких плазма слојева (у природи узрочник аурора, е.м. зрачења пулсара итд.) који је тим успео да репродукује и оптимизује контролом одговарајућих параметара. Поред изузетне једноставности и готово нелимитираног века трајања, ову технологију од осталих издваја и ефикасније искоришћење горива и далеко већи ефективни потисак.

Не поновило се…
Нобеловац у затвору
Суд у Калифорнији је осудио физичара-нобеловца Џон Роберт Шрифера (добитник Нобелове награде за физику,1972. године заједно са J. Барденом и Л. Купером за теорију електричне суперпроводности) на двогодишњи затвор због убиства једне и повређивања седам особа у несрећи коју је изазвао возећи са суспендованом дозволом (због девет претходних прекршаја!) свој спортски аутомобил брзином од 160 км/час.

Најбржи аутомобил је Thrust SSC (Super Sonic Car) који је 15. октобра 1997. године у пустињи Black Rock (САД) постигао брзину од 1228 km/h, поставши тиме и прво возило по земљи које је пробило звучни зид. Ово возило за погон користи два млазна мотора са авиона Ф-4 Фантом. Возило је дугачко 16.5 а широко 3.7 метара и тешко 10.5 тона.

Најбрже возило на електрични погон је White Lightning Electric Streamliner са брзином 395.821 km/h, коју је постигао Патрик Рамерфилд у САД, 22. октобра 1999. Покретано са два 150 kW мотора на наизменичну струју, ово 1111 kg тешко возило достиже 160 km/h за 8 секунди и има теоријску максималну брзину од 482.8 km/h.

Најбрже возило на соларни погон је General Motors Sunraycer са брзином 78.39 km/h, коју је постигао Моли Бренан, 24. јуна 1988 у САД.

Највећа брзина остварена на бициклу је невероватних 268.831 km/h, што је пошло за руком Фреду Рампелбергу (Холандија) 3. октобра 1995. у САД. Његов рекорд је у великој мери помогнут вожњом у ваздушном џепу иза аутомобила.

Највише олова претворено у злато Овај рекорд, сан свих алхемичара постигао је 1980. године, амерички научник Глен Сиборг (1912-1999). Радећи у Лоренс Беркли Лабораторијама је успео да трансмутује неколико хиљада атома олова у злато. Његова експериментална техника заснована на нуклеарној физици је омогућавала да се уклоне протони и неутрони из атома олова. Сиборгова техника је безнадежно прескупа да омогући комерцијално претварање олова у злато, али је овај рад можда нешто најближе митском Камену Мудрости..

Најмањи електрични мотор на свету има димензије од само 200 nm. Ради на принципу преноса атома између две металне капљице, једне веће и једне мање, које су постављене на угљеничној наноцеви. Електрична струја која тече кроз наноцев помера атоме са веће на мању капљицу, при чему се на мањој капљици складишти потенцијална енергија у форми површинског напона. У неком тренутку мала капљица порасте толико да се обе капљице споје, при чему већа капљица апсорбује мању, и процес може да почне из почетка. На овај начин се добија својеврсни осцилатор са подесивом фреквенцијом. Ако се осцилатор механички повеже са неким нано-уређајем, могао би са се користи за његово покретање. Максимална снага овог мотора је око 20 микровата, што изгледа јако мало. Међутим ако се узме у обизир сићушност овог мотора, добија се да је његова специфична снага 100 милиона пута већа од специфичне снаге мотора у формули један!

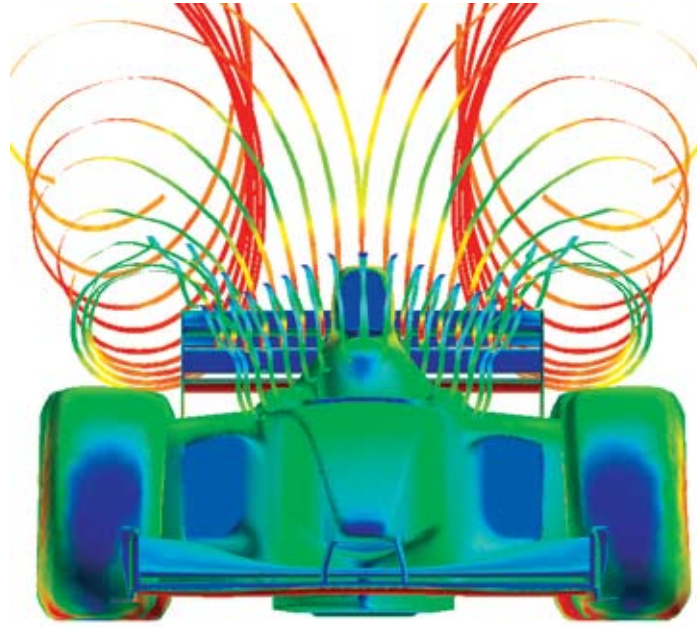
Најбржи сервис у тенису од 246.2 km/h је извео Енди Родик (САД) 11. јуна 2004 на "Стела Артроа" шампионату у Лондону.

Највише Нобелових награда из једне лабораторије: чак 11 истраживача је добило ову награду за своја открића која су остварили док су радили у Бел лабораторијама у Марај Хилу у САД.

Рекорде припремио: Новица Пауновић

Тема броја

Физика и аутомобили



Ипак се окреће

Од точка до АБС-а

Пише: Ненад Вукмировић

Чему точак? Занимљиво питање. Котрљање човеку и не изгледа као најприроднији начин кретања. Читаоци Младог физичара се на путу од куће до школе сигурно не котрљају. Међутим, то је зато што нису кружног облика.

И за тела кружног облика (под овим ћемо подразумевати лопту и ваљак) не би се могло рећи да је очигледно да треба да се котрљају, иако наше свакодневно искуство говори да је тако. Неко би могао рећи да су таква тела мало глупа, шта ког врага ротирају, зар им се не заврти у глави? Зар на тај начин не троше додатну енергију потребну за ротацију, зар им не би било једноставније да врше обично транслаторно кретање? Испоставља да није тако и да су кружна тела више него генијална, ротирањем она постижу да брзина тачке додира са подлогом буде једнака нули (у случају да подлога мирује) и на тај начин готово да елиминишу губитак енергије.

Сад је можда прави тренутак да се подсетимо појмова везаних за силу трења. Сила трења клизања (динамичка сила трења) се јавља кад постоји релативно кретања тела у односу на подлогу, тј. прецизније кад се брзина додирне тачке тела са подлогом разликује од брзине подлоге. Ова сила је усмерена супротно од релативне брзине тела и подлоге и по интензитету је једнака $F_{tr}=\mu_{din}N$, где је N сила реакције подлоге, а μ_{din} динамички коефицијент трења. Сила трења мировања се јавља кад нема релативног кретања тела у односу на подлогу. Ова сила може имати било коју вредност између $-\mu_{st}N$ и $\mu_{st}N$, где је μ_{st} статички коефицијент трења који је типично већи од динамичког. Њена тачна вредност је одређена резултантом свих осталих сила које делују. Коначно, у случаја котрљања тела по подлози, јавља се сила трења котрљања по интензитету једнака $\mu_k N$ усмерена тако да успорава ротацију тела. Коефицијент μ_k је знатно мањи од μ_{st} и μ_{din}, и кружна тела користе баш ову чињеницу при котрљању. Наиме, при котрљању (без клизања) нема релативног кретања

	μ_k	μ_{din}
Воз на шинама	0.001	0.1
Аутомобил на сувом путу	0.015	0.8
Камион на сувом путу	0.008	0.8

Табела 1.
Типичне вредности коефицијената трења

тачке додира тела са подлогом и подлоге, тако да је сила трења клизања једнака нули, док сила трења мировања као што се може показати не врши притом никакав рад, тако да су једини губици у енергији тела услед силе трења котрљања. Како m_k има малу вредност, кружна тела котрљањем могу прећи велике раздаљине пре него што се зауставе, знатно веће него пљосната која врше просто транслаторно кретање и успорава их знатно већа сила трења клизања.

Кад је у старој Месопотамији 5 миленијума пре нове ере откривен точак, појмови сила и коефицијената трења засигурно нису били познати, али је до открића ипак дошло. У вековима након тога разна превозна средства су смишљана, и једино заједничко свима њима је био точак (изузимамо рикшу). Разлог за то је једноставан – снага коју је потребно уложити за одржавања кретања константом брзином једнака је јако малим губицима услед силе трења котрљања и трења између точка и осовине.

При развоју нових превозних средстава увек је било потребно познавање све више и више физике. Тако се коначно у развоју дошло и до аутомобила. Покушаћемо у наставку текста да појаснимо неке физичке процесе који се дешавају у аутомобилу. Иако према истраживањима јавног мњења преко 70% људи замишља аутомобил као црну кутију која се креће некад левом, а некад десном страном улице, то свакако није случај са читаоцима овог листа које интересује много више. Досад смо објаснили зашто је котрљање погодно за време док се кола крећу константном брзином. Шта се међутим дешава кад кола треба из мировања да пређу у кретање и обрнуто?

Да би се точкови покренули, мотор мора да примени силу већу него што је трење између точкова и осовине и остала непожељна унутрашња трења. С друге стране, та сила не сме да буде сувише велика јер у том случају сила којом точкови делују на пут може да премаши максималну могућу вредност силе трења мировања између точкова и пута и да дође до проклизавања, што никако није пожељно. Зато кола не могу да имају произвољно велико убрзање при поласку. То вероватно и није велики проблем, осим ако вам се баш пуно не жури. Много чешће се јавља потреба за наглим заустављањем, тј. кочењем.

Да би се кола зауставила неопходно је да изгубе кинетичку енергију коју поседују, што значи да та енергија мора да се претвори у неки други облик. Систем за кочење је у ствари претварач кинетичке у топлотну енергију, а да би се то постигло неопходно је изазвати трење између точкова и кочница. Кад возач ногом притисне педалу за кочење сила се одговарајућом полугом преноси тако што други крај полуге делује на главни цилиндар. Ова сила је вишеструко већа него сила којом возач делује на педалу (Присетите се принципа полуге). На тај начин се ствара притисак у течности за кочење, која је нестишљива (нека врста уља). Притисак се кроз такву течност преноси равномерно у свим правцима (Паскалов закон) и делује на цилиндре који се налазе близу кочница. Површина ових

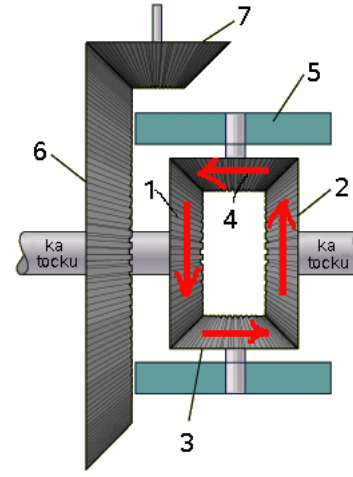
цилиндара је неколико пута већа него површина главног цилиндра, а тиме и сила која делује на кочионе цилиндре, тако да систем за пренос силе педала – полуга – главни цилиндар – уље – кочиони цилиндри – точак знатно повећава силу којом је возач деловао на педалу. Ова сила делује на точак и ефективно повећава трење котрљања точка. Што је ова сила већа кола ће се брже заустављати. Ипак, ова сила не сме да буде произвољно велика јер опет се јавља иста опасност као код покретања кола – проклизавање. Ако дође до проклизавања, точак престаје да ротира (блокирање точка) и кочнице више не делују на њега и губе намењену улогу.

Видимо дакле да возач мора да буде веома прибран да у паници при кочењу не стисне педалу сувише јако. Ипак, пошто и велики број возача (и возачица) замишља аутомобил као црну кутију, пожељније је да контролу силе којом кочнице

Диференцијал - аналогни одузимач (сабирач) брзина

Када аутомобил скреће, рецимо у десно, точкови се крећу по кружницама различитих полупречника. Кружница по којој се креће десни точак је мањег полупречника и самим тим он прелази мањи пут, односно да не би било клизања потребно је да се окреће мањом угаоном брзином. Ово није могуће извести уколико се точкови налазе на истој осовини. Идеја је, дакле, направити механичку направу која ће повезати осовину мотора са осовинама погонских точкова тако да је могуће да се они крећу различитим брзинама. Ова направа се зове диференцијал. Први диференцијал направљен је у Грчкој у првом веку п.н.е. као део сатног механизма. По неким легендама, међутим, ова направа је постојала и пар миленијума раније - у Кини. Но, први модерни диференцијал, онакав какав се и данас користи у аутомобилима, патентиран је 1827. године у Француској.

На слици је приказан један диференцијал: зупчаници 1 и 2 су осовином повезани са точковима, зупчаници 3 и 4 су помоћни, кућиште 5 је повезано са зупчаником 6 који погони мотор преко осовине и зупчаника 7. Размотримо прво шта се дешава када мотор не ради, односно када зупчаници 6 и 7, а тиме и кућиште стоје. Ако заротирамо леви точак а тиме и зупчаник 1 за неки угао, десни точак ће се преко помоћних зупчаника и зупчаника 2 заротирати за исти тај угао али у суп-



делују на точак врши аутоматски систем. Један такав систем је АБС (Анти-блокирајући систем, од немачке речи Antiblockiersystem). Овај систем има сензоре брзине на сва четири точка. Непосредно пре блокирања точка, дошло би до наглог смањења брзине ротације точка. Да би се то спречило, сензори брзине контролисани централном управљачком јединицом прате брзину точка и реагују на нагло успорење. Управљачка јединица тада отвара одговарајући вентил и смањује притисак на кочницу. Вентил се затвара кад дође до убрзања точка, а поново отвара кад поново дође до успорења. Овим системом се време заустављања аутомобила минимизује, а да притом возач не губи контролу над возилом.

И тако смо се докотрљали до краја наше приче о точку и котрљању. Надам се да вам се не врти у глави.

ротном смеру (слика). На речима "брзина": Збир угаоних брзина точкова када мотор стоји једнака је нули (оне су једнаког интензитета, али супротног смера). Посматрајмо шта се дешава када мотор преко зупчаника 7 и 6 ротира кућиште константном угаоном брзином. За посматрача који "седи" унутар кућишта ништа се није променило (збир угаоних брзина точкова једнак је нули), тако да када пређемо у спољашњи (лабораторијски) референтни систем (свим угаоним брзинама додајемо брзину кућишта) долазимо до закључка да је збир угаоних брзина точкова једнак двострукој угаоној брзини кућишта. Дакле диференцијал одузима од двоструке угаоне брзине кућишта угаону брзину једног он точкова и резултат додељује другом од точкова као угаону брзину.

Ово је само кинетичка веза између ове три брзине. Када се аутомобил креће онда силе трења између точкова и тла, као и сила погона коју производи мотор и преноси као момент до диференцијала (кроз зупчаник 7) диктирају динамику која до неке границе избегава клизање точкова. Можете са овим експериментисати, тако што ћете аутомобил дизалицом подићи тако да су оба погонска точка у ваздуху. Када један заротирате, видећете како се други врти у супротном смеру. Када упалите мотор и убаците у брзину оба точка ће се окретати приближно истом брзином. Сада можете, чак и руком, да зауставите један од точкова и тиме доделите дупло већу брзину другом. Ово некад може изазвати проблеме. Нпр. када се ауто заглави у снегу или блату онда је један од точкова обично заглављен док је други у ваздуху (или бар под слабим теретом). Због диференцијала онај заглављени точак се неће окретати и сва брзина (погон) ће одлазити на овај други "бескорисни" точак. Управо због ове ситуације неки аутомобили и сви трактори имају тзв. блокаду, која притиском на неко дугме или полугу блокира помоћне зупчанике у диференцијалу и тиме изједначи брзине точкова.

Милован Шуваков

Где да возим

Одређивање положаја помоћу GPSa

Пише: Душко Латас

Један од најчуднијих резултата Ајнштајнове теорије релативности је начин поимања времена. Два часовника показују различита времена уколико се међусобно крећу или се налазе у различитим гравитационим пољима. И док још увек свако ко се не бави физиком сумњичаво врти главом када чује ова тврђења, мало људи зна да су ови Ајнштајнови резултати уграђени у технологију која вам омогућује да са изузетном прецизношћу одредите положај на Земљи.

GPS је скраћеница од Global Positioning System. Данас се овај систем интензивно користи у војне сврхе, али и у транспорту, трговини, технологији, науци... јер се помоћу њега може одредити положај на Земљи са грешком од свега десет метара.

Дуго времена GPS је развијан искључиво у војне сврхе да би се побољшала прецизност оружја. Од 2000. године овај систем је постао бесплатан и од тад се интензивно користи и у цивилне сврхе. Ручни GPS је данас готово обавезна опрема боље опремљених бициклиста, излетника и планинара, јер помоћу њега могу прецизно да одреде своје руте, тренутне брзине, циљеве... Комбинујући GPS пријемник чија је цена око 200 долара са компјутером, овај систем може да се врло успешно примењује за навигацију бродова. Железничке компаније га користе да би предвиделе време доласка возова, а на аеродромима омогућава врло прецизно слетање авиона и при нултој видљивости. GPS је од велике користи и таксистима, јер им омогућава да прецизно одреде свој положај. Комбинујући GPS са програмом који садржи податке о улицама у граду, таксиста на екрану добија информације о најкраћем путу до жељене дестинације. Овај уређај је стандардна опрема у скупљим верзијама кадилака, а у будућности ће вероватно бити саставни део сваког аутомобила. С друге стране, GPS може бити од велике помоћи учесницима у саобраћају који не поседују сопствено превозно средство: на пример ђацима

који чекају аутобус. У неким градовима, развијен је систем који омогућава да се прецизно одреди положај возила градског превоза.

У научне сврхе GPS се користи да би се пратила тектонска активност, што омогућава предвиђање земљотреса. Он бележи и мала померања на вулкански активним планинама која указују на могућност вулканске ерупције. Помоћу GPS-а је тачно измерена висина Монт Евереста – показало се да она износи нешто мање од 8848 метара и да сваке године опада за око 1 cm.

Основни принцип на коме почива GPS је врло једноставан и назива се трилатерација – ако знате ваше растојање од три тачке чији су положаји познати, ви можете да одредите и ваш положај.

Тачке познатог положаја у GPS-у су сателити и они чине тзв. свемирски сегмент система. Сателити су распоређени у 6 орбиталних равни и у свакој се налазе 4 сателита (што значи да их укупно има 24). Крећу се по кружним орбитама на

растојању од око 20200 км од Земљине површине. Распоређени су тако да се у сваком тренутку, са сваке тачке на Земљи види бар 5 сателита изнад хоризонта (за одређивање положаја довољна су три сателита, али систем је направљен тако да постоје контролни сателити чији је задатак да смањују грешку). Положај сваког сателита је познат са

Кратка историја GPS-а и извори грешке

Први GPS сателит је лансиран 1989 године. Амерички NAPSTAR GPS који је коштао 12 милијарди долара постао је потпуно оперативан 1995. године када је у орбиту послат и последњи сателит. Поред овог система постоји и руски систем ГЛОНАСС, као и GNSS-Galileo, европски GPSGNSS-Galileo, европски GPS. Први сателити овог система постављени су у орбиту почетком ове године а очекује се да ће систем имати потпуну оперативност најкасније до 2010. године. И Кина развија свој GPS-Beidou. За разлику од осталих система, сателити у кинеском систему се налазе у геостационарној орбити, па због тога покривају мању област. Они могу да се користе само у Кини.

Укупна грешка у GPS је мања од 10 метара и на њу утиче неколико фактора. Највећа грешка настаје због проласка микроталаса кроз јоносферу – брзина светлости зависи од атмосферских услова. Ови услови се врло тешко контролишу, али су развијене методе којима се и ова грешка смањује. Грешка може да настане и када се положај одређује у близини велике препреке (зграде, планине) јер тад долази до преламања зрака, тако да се не мери најкраће растојање до сателита.

великом прецизношћу и непрестано се контролише помоћу тзв. контролног сегмента, односно система станица на Земљи које прате кретање сателита и прецизно одређују њихове орбите за наредних неколико сати. Системом референтних станица у нашој земљи су покривени Војводина, Београд и неки делови централне Србије (нпр. Ниш са околином), а ускоро би системом референтних станица требало да буде покривена читава Србија. Све то је у служби корисничког сегмента – пријемника – на којем може прецизно да се очита положај на Земљи, односно географска ширина, дужина и надморска висина.

Да би се прецизно одредио положај потребно је што тачније одредити растојања између сателита и пријемника. Сателити емитују кодиране микроталасне сигнале и растојање од сателита до пријемника се мери тако што се на пријемнику одређује време доласка сигнала са сваког сателита. Пошто се микроталаси крећу брзином светлости c=300000 km/s, уколико је познато време њиховог путовања t, лако се одређује и пут којег прелазе s=ct. Тренутак слања таласа се одређује врло прецизним цезијумским часовником на сателиту (из сигурносних разлога, на сваком сателиту се налазе четири часовника, од којих се само један

Позиционирање деце преко Водафон Јапан мреже

Јапанске компаније YOZAN Inc. и Водафон КК планирају да од јула 2006. године омогуће систем позиционирања деце путем мобилних уређаја, рачунара и специјалног уређаја под називом "школско звоно". Овај сервис планиран је да буде доступан широм Јапана посредством Водафон К.К. мреже, путем које ће бити омогућено лоцирање деце у реалном времену. На основу уговора, YOZAN ће направити специјалне уређаје који ће бити компатибилни са Водафон К.К. мрежом, која ће подржавати "лични сигурносни систем", а овај сервис биће омогућен и понуђен локалним властима, институцијама за образовање, али и осталим корпорацијама које захтевају веће сигурносне мере за своје запослене.

Тренутно у Јапану постоји систем позиционирања деце који нуди компанија YOZAN, а омогућава деци да уз помоћ уређаја који се зове "школско звоно", пошаљу сигнал за помоћ чуварима у школама и локалним властима. Од јула 2006. године, када се планира лансирање овог сервиса путем Водафон К.К. мреже, деца, породица и запослени ће бити у прилици да позову своје најближе и затраже помоћ без претходног позивања специјалних бројева телефона, већ само извлачењем "осигурача" из малог уређаја који има облик јајета, а који је заправо GPS уређај. Чим се осигурач извуче из уређаја, нотификација се одмах шаље чуварима, а GPS функција утврђује тачну локацију особе која је иницирала позив за помоћ, посредством Водафон К.К. мреже. Као додатак, тачну позицију особе биће могуће видети и преко рачунара, у реалном времену. Такође је планирана и додатна опција, која ће омогућити аутоматско позивање два унапред дефинисана броја телефона. Компанија YOZAN планира да од априла 2006. почне са тестирањем овог сервиса, док се комерцијалан рад планира крајем јула 2006. године. Као следећи корак, YOZAN је узео у разматрање и понуду преноса слике путем сигурносних камера, где би користио WiMAX мрежу.

користи, а три служе као резерва). Прецизност цезијумског часовника је 5 ns на један дан, што одговара растојању од 5 ns • 300000 km/s=1.5 m. Ова грешка се лако коригује помоћу контролног сегмента.

Много веће грешке би настале у читавом систему када се у обзир не би узели ефекти релативности времена, које предвиђа Ајнштајнова теорија релативности. Наиме, сателити се крећу по кружној орбити око Земље, тако да за њих време протиче спорије. Колики је тај ефекат? Можемо га проценити врло лако. По теорији релативности однос времена кашњења и времена које меримо је $v^2/2c^2$. Пошто се сателити крећу у односу на Земљу брзинама од око 4 km/s, видимо да је тај однос око 10^{-10}, тако да атомски часовници због кретања касне око 7 микросекунди дневно, што одговара растојању од преко 2 километра! Видимо да је релативистички ефекат огроман у односу на прецизност сата.

Међутим, ово није једини релативистички ефекат. Наши сатови ротирају заједно са Земљом, што захтева додатну корекцију. С друге стране, Земља својим гравитационим пољем криви простор и време, што доводи до тога да сат на сателиту (који се налази у слабијем гравитационом пољу) жури у односу на сат на Земљи. Прорачуни показују да сатови на сателитима услед закривљености простора и времена журе за око 47 микросекунди на дан. Када се сви релативистички ефекти узму у обзир добија се да часовници на сателитима журе око 38 микросекунди на дан, а то одговара растојању од преко 11 km!

Када се ови ефекти не би урачунали, у GPS-у би настао хаос за само неколико дана. Без урачунавања релативистичких ефеката GPS технологија не би била могућа. Релативистички ефекти не само да су потврђени у GPS-у, него је и електроника на сателитима тако подешена да их аутоматски коригује.

Видели смо укратко како функционише GPS. У нашој земљи ова технологија је још увек у повоју, али се назире њена широка примена у скорој будућности. Тада ће нам GPS учинити живот лакшим и безбеднијим, а важно је да запамтимо да свега тога не би било без узимања у обзир ефеката Ајнштајнове теорије релативности.

ОД САД И НА МОБИЛНОМ ТЕЛЕФОНУ

http://mf.dfs.org.yu/wap

wap страница часописа младифизичар

Физика против брзе вожње

Пише: Марија Митровић

Да ли вреди варати када је реч о брзини аутомобила, и возити брзином већом од дозвољене? Избор је ваш, физика је ту да вам помогне у том избору.

Многи возачи по мало варају док возе, мислећи да уколико је ограничење брзине рецимо 60km/h полиција их неће зауставити уколико возе брзином од 65km/h. Закон предвиђа казне и за тако „мала" прекорачења брзине али то није основни разлог зашто треба поштовати ограничења. Користећи податке о сударима који су се дешавали током протеклих година, научници су проценили да се релативни ризик да кола учествују у саобраћајној несрећи, која за последицу има теже повреде или смрт, повећава за аутомобиле који путују брзином од 60km/h и већом. Они су утврдили да је за кола која путују брзином 65km/h ризик за судар дупло већи него за она која путују брзином од 60km/h, док је за кола чија је брзина 70km/h овај ризик четири пута већи. Дакле са повећањем брзине од 5km/h ризик расте дупло.

Један од разлога због којих постоји овако јака зависност ризика за судар од брзине кретања аутомобила је време реакције. Време реакције је време које протекне од тренутка када је возач уочио опасност на путу и тренутка када је притиснуо кочницу. За просечног возача ово време износи око 1.5 секунди, док за возача који разговара мобилним телефоном или вози под дејством алкохола ово време може да износи и читаве 3 секунде.

Посматрајмо следећи пример. На путу се налазе два аутомобила, истих карактерситика. Нека аутомобил црвене боје путује брзином од 65km/h, док аутомобил плаве боје путује брзином од 60km/h. Бициклиста се укључује са споредног на главни пут у тренутку када се аутомобили налазе један поред другог. Возачи га уочавају истовремено, и ако претпоставимо да им је време реакције исто, почињу да коче после 1.5 секунде. Током те 1.5 секунде аутомобили се крећу константним брзинама, и за то време црвени аутомобил пређе 27.1 метар док плави пређе 25 метара. Та разлика од 2.1 метра се можда чини јако малом, али у комбинацији са другим факторима може значити разлику између живота и смрти за бициклисту.

Када возач делује на кочницу, аутомобил се не зауставља тренутно, већ постепено успорава прелазећи одређени пут. Дужина овог пређеног пута зависи од много фактора. Тако рецимо уколико се аутомобил креће путем који има одређени нагиб, и то од подножја нагиба ка врху, он ће се пре зауставити него аутомобил који се креће по равном путу јер ће сила гравитације помоћи заустављању аутомобила. Још један од битних фактора је трење које се јавља између гума аутомобила и пута. Аутомобил који се креће сувим путем и чије су гуме нове, ће се пре зауставити него ли аутомобил који се креће влажним коловозом и чије су гуме истрошене. Уколико се предостави да су нагиби пута и трење

једнаки, највећи утицај на дужину пређеног пута има почетна брзина, односно брзина коју је аутомобил имао у тренутку када је возач притиснуо кочницу. Формула која нам служи за израчунавање пређеног пута је

$$s = \frac{v_0^2 - v_f^2}{2a},$$

где v_0 представља почетну брзину а v_f крајњу брзину, док је a интензитет убрзања, а s пређени пут. Брзина аутомобила када се заустави једнака је нули тако да стављајући v_f =0, добијамо везу између почетне брзине и пређеног пута аутомобила

$$s = \frac{v_0^2}{2a}.$$

Пређени пут је пропорционалан квадрату почетне брзине, што значи да ће се драстично повећати са повећањем брзине. У случају црвеног и плавог аутомобила, уколико претпоставимо да се крећу по равном путу, да су им кочиони системи исти и да је интензитет убрзања (успорења) a=10m/s^2, можемо израчунати пут који сваки од њих пређе за време кочења. За црвени аутомобил дужина пређеног пута је 16.3 метара док плави аутомобил пређе пут од 13.9 метара.

Путеви које аутомобили прећу од тренутка када су возачи уочили бициклисту до тренутка заустављања су, за црвени аутомобил 27.1+16.3=43.4 метара, а за плави 25+13.9=38.9 метара. Дакле црвени аутомобил ће прећи 4.5 метара дужи пут пре него што се заустави од плавог аутомобила. Уколико претпоставимо да се бициклиста налазио 40 метара од аутомобила у тренутку када су га возачи спазили и да је возио неком брзином која је релативно мала у односу на брзине оба аутомобила, видимо да је вероватноћа да црвени ауто удари бициклисту већа него да га удари плави аутомобил. Плави аутомобил ће се зауставити пре него што стигне до бициклисте, док ће црвени ударити право у њега. Уколико искористимо прву једначину можемо израчунати брзину црвеног аутомобила у тренутку судара

$$v_f = \sqrt{v_0^2 - 2as} \approx 30 \frac{\mathrm{km}}{\mathrm{h}}.$$

Овде је s дужина пута коју пређе црвени аутомобил од тренутка почетка кочења до тренутка удара у бициклисти. Брзина аутомобила од 30 километара на час у тренутку судара са бициклистом је сасвим довољна да за последицу судара има тежу повреду бициклисте а можда и смрт. Да су се кола кретала брзином од 70km/h брзина у тренутку судара би износила чак 45km/h, одакле се види брзина у тренутку судара јако зависи од почетне брзине.

У тренутку судара долази до нагле промене импулса бициклисте, односно на њега делује сила. Тада долази до брзог повећања брзине бициклисте. Време које је потребно да се брзина бициклисте повећа од нуле до бризне кола у тренутку судара једнако је времену потребном да кола пређу растојање од рецимо 20 центиметра (ширина бициклисте гледано из профила). У нашем случају то време износи око 0.025 секунде. Средње убрзање бициклисте за то време приближно је једнако 320m/s^2, ако је његова маса око 50 килограма, тако да користећи формулу F=ma закључујемо да на бициклисту делује сила интензитета 16 kN. Како је интензитет силе је директно пропорционалан средњем убрзању, а средње убрзање зависи од брзине и времена трајања судара, закључујемо да интензитет силе зависи од квадрата брзине аутомобила. Дакле што је већа почетна брзина, тим је већи интензитет силе, а самим тим и вероватноћа да судар за последицу има озбиљне повреде или чак смрт.

Да ли вреди варати када је реч о брзини аутомобила, и возити брзином већом од дозвољене? Избор је ваш, али физика је ту да вам помогне у том избору.

Како ради полицијски радар

Пише: Катарина Матић

Доплеров ефекат представља промену учестаности таласа коју прима пријемник када постоји релативно кретање извора и пријемника. Јавља се код механичких и код електромагнетних таласа. Запажамо га када аутомобил укљученом са сирена пројури покрај нас великом брзином (промени се висина звука који сирена емитује). Да ли сте знали да тај аутомобил, баш захваљујући Доплеровом ефекту може бити запажен и од стране полицијског радара.

Полицијски радар који мери брзину кретања аутомобила садржи и извор и пријемник електромагнетних таласа. Радари емитују таласе одређене учестаности (из микроталасног дела спектра) у изабраном правцу. Талас се одбија од мете, аутомобила, и стиже до антене радара. На основу разлике учестаности таласа који је емитован и таласа који је примљен одређује се брзина кретања аутомобила.

Многи возачи се заклињу да нису прекорацили ограничење брзине, «да радар греси», «да се полицајац бас на њих окомио». Седамдесетих година прошлог века је, наводно, полицијски радар утврдио да се једна кућа у Мајамију креће брзином 45km/h, а једна палма чак 138 km/h. Може ли полицијски радар баш толико да погреши и шта би могли бити узроци грешака?

Радар емитује електромагнетни талас који је тим шири сто се више удаљава од радара. Нека је ширина снопа 10^0, а мета аутомобил који се налази на растојању 100m од радара. У том случају постоји велика могућност да до радара стигну таласи одбијени од два аутомобила који се крећу један иза другог. Радар не може да утврди од ког аутомобила се одбио талас који указује на прекорачење брзине.

Ако се радар налази поред пута, вектор брзине аутомобила и правац који спаја аутомобил и радар заклапају неки угао. Због тога радар показује нешто мало мању брзину од стварне брзине аутомобила. Такође, око нас постоје додатни извори микроталаса који могу да буду детектовани од стране полицијског радара уместо таласа одбијеног од аутомобила. Због свега тога видимо да су полицијски радари доста непоуздани уређаји. Због тога радари који раде на принципу Доплеровог ефекта полако одлазе у прошлост. Последњих година све више су у употреби уређаји који користе ласерску светлост. Они емитују импулс ласерске светлости и мере време потребно да се импулс одбијен од мете врати назад. На основу тога одређује се удаљеност мете. Емитовањем великог броја импулса у кратком временском интервалу и поређењем различитих удаљености мете веома прецизно се утврђује брзина аутомобила.

Саобраћајне гужве

Пише: Игор Салом

Ако често западате у саобраћајне гужве, испада да вам нема друге него да своје наде положите у физичаре. Питање је само колико је то утешно.

Неки, који воле да ствари гледају са лепше стране, кажу да је то слично Зен искуству. Возачи, безнадежно заглављени у непрегледним колонама возила чије поверемено покретање може приметити само пажљив посматрач, уче да препусте своју вољу неумитностима које су изван било какве њихове контроле. И, док заједно удишу густе продукте сагоревања октана од којих полако трне мозак, истовремено постижу својеврстан вид јединства са универзумом. Они, пак, мање позитивно настројени карактерисаће овакве ситуације као битку да се очува голи разум.

Људи заточени у овим возилима на различите начине доживљаваће своју тренутну судбину. Ако се препознајете међу онима који су у стању да,

и после сат времена проведених у овом "кренистани" режиму и даље мирно певуше у себи своју омиљену мелодију (а након сто су већ поодавно констатовали да добрано касне где год да су кренули) - можете се сматрати збиља сталоженом особом и благо вашем (будућем) животном сапутнику.

Велик број људи ипак ће радије посегнути за једине две ствари које им у таквим ситуацијама преостају. Прва могућност су псовке пропраћене звуцима сирене, а упућене редом од возача суседних возила ("кад би још ова будала пронашла папучицу за гас", "вид' где би овај мајмун да се убаци па да му ја..." и сл.) па све до челника градске и републичке владе. Друга могућност, на располагању само возачима, је безнадежно мењање колона, и најчешће даје још слабије резултате од прве. Није ни чудо што у таквим околностима лако може доћи и до озбиљнијих конфликтних ситуација. Американци су већ сковали израз "road rage" (друмски бес), а у изливима истог забележено је да се користе најразличити реквизити, од напада скејтбордом до ватреног оружја. Код нас је, кад баш и до тога дође, вероватно и даље најпопуларнија ручна дизалица. У овом контексту занимљиво је гледиште професора психологије са Хаваја, Др Леона Џејмса, који се већ 25 година бави истраживањем психологије вожње. Наиме, по њему срж проблема лежи у томе што људи, кад се нађу у саобраћајним гужвама, гледају своје личне интресе уместо да гледају на вожњу као на тимску игру. Дакле, следећи пут док стојите у аутобусу каснећи на први час и бројите већ треће појављивање црвеног светла на семафору од како ваш аутобус не успева да се укључи у раскрсницу, будите срећни јер је неко други, чији аутобус пролази улицом са правом првенства, сигурно већ на време стигао у школу - па ви сте део истог тима!

Све и да решимо проблеме са људском психологијом, питање саобраћајних гужви остаје озбиљно. Бројке за Америку (где је проблем вероватно најдрастичнији) кажу да је време које људи у просеку потроше на превоз од посла до куће постало дупло дуже него пре само 15 година, да се половина тог свакодневног растојања проведе у "кренистани" режиму гужве и да је просечна брзина на аутопутевима у шпицу пала на око 38 км/х. Саобраћајне гужве узимају данак од 5.7 милијарди човек-часова годишње, што значи да просечан возач у Америци проведе годишње 40 часова (тј. пуну радну недељу) заробљен у колима потпуно не крећући се. Е сад, време је новац кажу, па у доларима ствари изгледају још горе. Америчким породицама 19 центи од сваког зарађеног долара одлази на трошкове саобраћаја, сто је више него на храну и здравство а мање једино од трошкова смештаја. Сваког појединачног возача чисто саобраћајне гужве коштају просечно 900$ годишње, што у збиру даје 72 милијарде долара годишње у потрошеном гориву и протраћеном времену.

А кад вас на западу нешто тако брутално лупи по џепу, јасно је да је време за узбуну и за озбиљан приступ проблему. Предлажу се разна решења: бољи јавни превоз, наплаћивање коришћења најпрометнијих саобраћајница не би ли се људи

мотивисали да иду другим путем, посебни аутопутеви за камионе. Праве се све напреднији семафори, међусобно умрежени, са видео картицама, акустичким сензорима, повезани са сензорима притиска испод асфалта који могу да прорачунају своја показивања у складу са тренутним стањем саобраћаја (овде има и доста физике). Чак неки модерни семафори, опремљени камерама, могу аутоматски да се пребаце на зелено када "виде" ротациона светла вартогасаца, полиције или хитне помоћи. У пар Америчких градова започет је и пројекат назван "car sharing": за одређену годишњу чланарину омогућена вам је нека врста вишекратног "rent-a-car"-а по граду при чему кола узимате када су вам потребна и одакле су вам потребна а остављате их (малте не) тамо где вама одговара. Појединци се у борби против саобраћајних гужви такође довијају на различите начине. Све је чешће да запослени устају још у ноћне сате не би ли претекли гужве, па затим, кад стигну на посао, у колима проведу и по сат и више зевајући, чекајући почетак радног времена.

Но, како би то наш народ рекао, све су ово решења "са краја тањега". Да би се проблем што боље решио мора се прво добро разумети како до њега долази. И ту на сцену долазе физичари са својим моделима.

Са аспекта физике, проток саобраћаја се може посматрати као један "композитни систем јако интерагујућих тела". Многе студије су показале да се у таквим системима могу испољити разни таласни феномени као и нагле промене из једног стања система у друго. Прелаз из стања у коме се саобраћај нормално одвија у стање саобраћајне гужве, на пример, одговара фазном прелазу из гасовитог у течно стање. Ово још и не звучи компликовано, али да ствари ипак не могу остати једноставне кад физичари уплету своје прсте, јасно је рецимо из рада Хубермана и Дирка Хелбинга, са Штутгартског универзитета, објављеног у часпису Nature још у децембру 1998. Наиме они су дефинисали чак 6 фазних стања саобраћаја: нормалан ток, потпун колапс и четири фазе гужве које се разликују по карактеристикама таласања раста и смањења густине возила (за разлику од саобраћаја, подсећамо да се материја иначе налази само у 4 фазна стања: чврсто, течно, гасовито и плазма). Ови аутори, у другом раду објављеном у часопису Physical Review Letters, тврде да су на европским аутопутевима нашли и експерименталне доказе за сваку од ових теоријски предвиђених фаза!

Други преовлађујући смер истраживања, који се не своди директно на решавање диференцијалних једначина, јесте прављење компјутерских симулација из класе такозваних целуларних аутомата. Ту се симулирају на хиљаде возила која се крећу кроз виртуалну саобраћајну мрежу, при чему се ова возила руководе неким једноставним сетом (саобраћајних) правила. Иако су алгоритми који руководе појединачним виртуалним возилом једноставна, колективно понашање ових возила може често бити врло сложено.

Научници се надају да ће ова два приступа

- решавање саобраћајних једначина са једне и компјутерске симулације са друге стране - успети да обједине у "унифицирану теорију саобраћаја". (Сем ових приступа има и разних других, мање популарних, од такозваног генетичког програмирања па све до проучавања извесне врсте мрава ратника за које се испоставило да врло ефикасно организују свој саобраћај и то у три траке и од којих би се можда могло понешто научити.)

Користећи ова два приступа научници су успели да идентификују различите факторе који доводе до загушења саобраћаја: лоше синхронизовани семафори, блокиране траке, сужења пута, излазне или улазне рампе, камиони коју споро иду узбрдо... Сад, неко ће рећи да није требало изучити школе да би се овако нешто закључило, али треба схватити да су научници омогућили да се ове појаве разумеју не само квалитативно већ и квантитативно. Модели показују да понашање саобраћаја обично зависи од величине назване "запремина саобраћаја" (traffic volume) а која је једноставна функција густине возила и њихове средње брзине. При ниским "запреминама" аутомобили се крећу мање више независно, постижу жељену брзину и по потреби мењају траке. При великим "запреминама" чак и мали поремећаји тока могу да изазову застој.

Показаноједачакиприумереним"запреминама" саобраћаја, када би ток возила требало да буде релативно стабилан, појединачно возило које се креће са брзином која случајно флуктуира може изазвати таласе згушњавања (тј. застоја), који се, што је занимљиво, крећу путем уназад. Аутомобили који су далеко иза проблематичног возила могу се изненада отуд наћи усред локализованог застоја који нема никакав видљив узрок. Замислимо, на пример, да један аутомобил неочекивано успори, а затим поново убрза. Разлог може бити рецимо, дете које је почело из само њему знаног разлога да урла на задњем седишту, позив на мобилни телефон, кратка узбрдица са којом дотични ауто, ако је старији, не може сасвим лако да се избори или било шта слично. Као последица, аутомобили иза овога успоравају и почиње нагомилавање све док ауто који је изазвао проблем поново не убрза. Међутим, прорачуни и симулације су показали да оваква привремена тачка нагомилавања лако нараста у озбиљнији застој који се креће "узводно" путем у односу на место где се првобитни узрок појавио. И заиста, многи од читалаца вероватно су били сведоци неке такве ситуације: идете аутопутем, три траке, све лепо иде, нема никаквих значајних укључења на аутопут, када одједном све почиње да успорава док, напослетку, ваше возило није принуђено да се сасвим заустави на сред аутопута. И онда ви кренете радознало да гледате около очекујући да видите неки призор судара или неки други узрок који је зауставио саобраћај, тек да би, после неког времена саобраћај био поново успостављен у прећашњој брзини без иједног видљивог објашњења за изненадно опште кочење. Необично је да симулације показују да величина и тип застоја изазваног оваквом "хировитом" вожњом појединца зависи искључиво од промењивости брзине његовог возила,

чак и онда кад се његова средња брзина поклапа са средњом брзином кретања остатка саобраћаја. При умереним флуктуацијама брзине овакав хировити возач изазива само низ таласа повећане густине саобраћаја који се крећу узводно попут ударних таласа. Али ако је средња брзина саобраћаја на путу мала, ови таласи се згушњавају и лако прерастају у непрекидно загушење. Једну компјутерску анимацију добијену симулацијом, која приказује кретање застоја уназад о коме смо причали, можете наћи на интернету, на адреси http://141.30.186.11/~treiber/movie3d/index.html (у овом примеру окидач застоја су аутомобили који се укључују на аутопут).

И сада, рецимо да смо све то до танчина разумели, али какво добро од свега тога? Користи може бити доста. Ако знамо динамику саобраћаја и можемо да предвидимо његову еволуцију у времену, повезивање оваквих модела са системом семафора и са саобраћајном полицијом омогућило би да се спрече непожељне промене фазе саобраћаја или да се исте на прави начин разбију ако су већ једном настале. Осим тога, онда се могу рачуном проверити стратегије које треба применити у непредвиђеним околностима, рецимо како треба преусмерити саобраћај и репрограмирати семафоре ако нека улица мора да се затвори због радова (управо смо сведоци више или мање успешне реорганизације саобраћаја због реконструкције Немањине улице), или ако дође до удеса на некој важној саобраћајници (на пример у Теразијском тунелу) могло би се синхронизовано реаговати

на нивоу целог града. Даље, разумевањем узрока и детаља пропагације саобраћајних таласа где је кључни фактор несавршеност људске реакције (људи коче више него што је потребно и са закашњењем) дошло се до закључка да би и мали број ACC направа (скраћено од Adaptive Cruise Control, тј. прилагодљива контрола вожње) драстично поправио стање на путевима. Наиме, овакви уређаји опремљени су радаром који мери растојање до околних возила у саобраћају, са првенственом намером да спрече судare, али би и чињеница да они омогућавају да се кочи правовремено и примерено ситуацији (а не импулсивно као што чине људи од крви и меса), могла бити значајна у борби против саобраћајних гужви. ACC уређаји се већ неко време уграђују у аутомобиле али се ретко користе, међутим Крег Дејвис са Мичигенског универзитета је показао симулацијама да би се саобраћај значајно поправио већ ако би макар 13% возила користило овакав уређај.

Дакле, ако често западате у саобраћајне гужве, испада да вам нема друге него да своје наде положите у физичаре. Друго је питање колико је то утешно.

Алтернативна горива

Пише: Владимир Шамара

Рекламе за аутомобиле обично приказују лежерну вожњу кроз природу, некад је то шума, некад обала океана, а некад празана пустињска цеста, али у сваком случају опуштено и у складу са природом. Нажалост, реалност је најчешће сушта супротност: нервирање у аутомобилу заглављеном у саобраћајној гужви окружени загушљивим издувним гасовима. Додатно нервирање изазива и новац потрошен на бензин, а о ситуацији која ће настати за педесетак година кад исцрпимо резерве фосилних горива боље је и не мислити.

Једно од решења проблема загађења и несташице фосилних горива је у алтернативним горивима, тј. погону аутомобила и на неки други начин, а не на бензин и дизел гориво.

Замене за бензин и дизел

Најпопуларније алтернативно гориво код нас је плин (пропан-бутан). Главни разлог за то је лако прилагођавање бензинских мотора на паралелну употребу и плина и бензина. Плин је у течном стању под високим притиском у специјалној металној боци запремине око 60 литара, а одатле се преко посебних испаривача меша са ваздухом уместо бензина и убризгава у цилиндре. Сагоревање се обавља као и код бензина, али је потрошња већа за неких 20%. Како је плин дупло јефтинији, тако је вожња на плин и поред повећане потрошње економски исплативија. Треба додати и еколошки фактор пошто се сагоревањем плина знатно мање ослобађају штетни гасови. Код нас се за погон на плин углавном прилагођавају обични аутомобили са бензинским моторима, мада постоје и фабрички прилагођени аутомобили који иду или само на плин (нпр. Honda Civic GX) или кобиновано плин и бензин (нпр. мерцедес E 200 NGT).

У свету, поготово у Европи је популаран и биодизел, уље слично дизелу, али биљног или животињског порекла. Главне предности су му смањена емисија штетних гасова и обновљивост. Обично се не користи чист већ се меша са дизелом и захтева врло мале или чак никакве промене на дизел мотору.

Електрични погон

За разлику од претходне две алтернативе које се користе у практично истим моторима са унутрашњим сагоревањем (СУС мотори), електрични погон је концептуално другачији. Уместо мотора са унутрашњим сагоревањем користи се електрични мотор, на истосмерну или наизменичну струју, покретан струјом из акумулатора. Како акумулатори дају истосмерну струју, то је погон са истосмерним моторима једноставнији, али мотори на наизменичну струју имају више предности од којих је главна што приликом кочења могу да раде као генератори па пуне акумулаторе на рачун кинетичке енергије возила које се зауставља. Зато ћемо рећи нешто више о овој врсти погона.

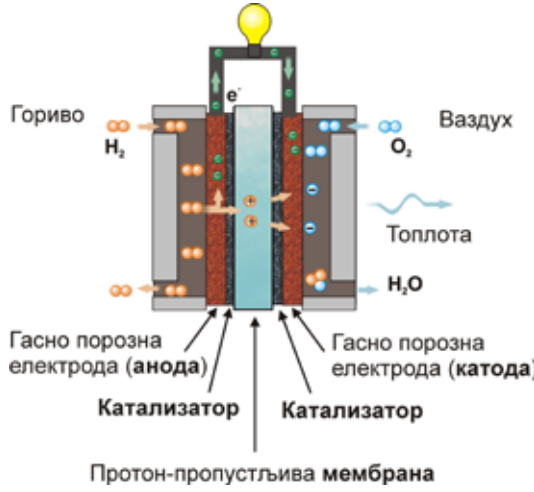
Пошто акумулуатори имају напон од 12 волти, потребно их је везати у серију да би се постигао потребни напон од неких 300 волти. Мотор је најчешће трофазни асинхрони мотор, тако да је потребно истосмерни напон претворити у трофазни наизменични, а ово ради контролер. У основи, контролер управља са 6 снажних транзистора (по 2 за сваки смер од 3 фазе) које пали у врло кратким импулсима (преко 15000 Hz) симулирајући синусоиду. Однос упаљен/угашен транзистор, а тиме и средња снага мотора, возач индиректно одређује преко потенциометра монтираног на папучици гаса. Нпр. ако је папучица стиснута до краја, онда је одговарајући транзистор упаљен читаво време трајања импулса намењеног њему, а ако је папучица притиснута на пола, онда транзистор ради само пола свог времена и на тај начин пропушта само 50% струје, тј. снага мотора је редукована на 50%.

Главна мана електричних аутомобила је раздаљина коју могу прећи са једним пуњењем акумулатора. Чак и са огромним акумулаторима који заузимају пола запремине аутомобила и теже преко 500 kg, радијус кретања не прелази 80 km, што и није тако велик проблем као што изгледа јер је то сасвим довољно за просечну дневну вожњу по граду (нпр. од куће до посла и сл.). Други проблем је време пуњења, али се и то може елиминисати пуњењем акумулатора ноћу кад је струја и онако јефтинија. Трећи проблем, можда и највећи, је цена акумулатора која износи и преко 2000 евра, што знатно поскупљује вожњу на електрични погон ако се узме у обзир да је рок употребе акумулатора од 3 до 4 године.

Што се тиче еколошке прихватљивости, на први поглед ова возила немају уопште штетних издувних гасова, али треба узети у обзир и начин производње електричне енергије којом се пуне акумулатори. Ако се користе хидроелектране, онда је то тачно, међутим ако су у питању термоелектране, онда ипак постоји штетан утицај на околину. Наравно треба додати и утицај производње акумулатора, као и депоновање истрошених што може имати врло негативан утицај на околину.

Хибридни погон

Како је густина складиштења енергије код хемијских горива (као што је бензин) за пар



Горива ћелија:
Молекули водоника (H_2) улази кроз отворе са леве стране. Уз помоћ катализатора се цепају на атоме и јонизују - одваја им се електрон. Позитиван јон водоника (протон) даље наставља кроз протон-пропустљиву мембрану, док електрон мора да иде около кроз електрично коло успут вршећи користан рад (пали сијалицу или покреће аутомобил). Електрон се враћа у гориву ћелију и на другом катализатору јонизује атоме кисеоника (O_2) - лепи се на њих тако да атом кисеоника више није електронеутралан већ постаје негативан због вишка електрона. Јони водоника и кисеоника се једине у електронеутралан молекул воде ослобађајући топлоту.

редова величине боља него код акумулатора, то се за извлачење максимума из електричног погона комбинују хемијска горива и електрични мотори.

Један вид је комбиновање СУС са електричним моторима, тзв. хибридни погон. Ово комбиновање може бити серијско кад СУС мотор служи за генерисање струје и пуњење акумулатора (који у овом случају не морају бити гломазни и скупи) – ово се редовно користи код дизел локомотива и подморница, или паралелно када се оба мотора користе паралелно за покретање возила.

У случају серијске везе се економичност и смањење емисије штетних гасова добија коришћењем економичног мотора који ради у свом оптималном режиму континуално пунећи акумулаторе, а ови се опет пуне и генератором приликом кочења. Код паралелне везе користе се економичнији али слабији СУС мотори а кад је потребно у помоћ ускаче електрични мотор, нпр. приликом стартовања, убрзавања или пењања узбрдо. Ова подела не мора бити тако оштра, тако да нпр. Тојота Приус Хибрид може аутоматски да прелази из паралелног у серијски режим рада и обрнуто.

Гориве ћелије

Други вид комбиновања хемијских горива са електричним погоном су гориве ћелије. У њима водоник сагорева без детонација, производећи електричну енергију за пуњење акумулатора и покретање електричног мотора. Принцип рада је сличан обичним батеријама, али за разлику од њих гориве ћелије се не троше већ им је само потребно долевати гориво (најбоље чист водоник, али постоје и модели који раде са метанолом, плином или обичним бензином).

Гориве ћелије се састоје од четири основна елемента:

- Анода (негативни крај ћелије) прикупља електроне отцепљене са атома водоника и усмерава их кроз спољње коло где врше користан рад. Истовремено преко урезаних канала усмерава јоне водоника (тј. протоне) до катализатора.

- Катода (позитивни крај ћелије) преко урезаних канала дистрибуира кисеоник до катализатора и истовремено прихваћа електроне из спољњег кола шаљући их ка катализатору где се комбинују са јонима водоника и атомима кисеоника градећи воду.

- Електролит је мембрана која пропушта само јоне водоника (протоне), а блокира електроне терајући их да иду кроз спољње коло вршећи рад.

- Катализатор је специјални материјал који омогућава реакцију водоника и кисеоника. Обично је то платина у праху диспергована у угљенични папир или платно да би се добила што већа површина под платином.

Ако се као гориво не користи чист водоник потребно је на улазу додати и уређај за издвајање водоника из горива (нпр. метанола). Овај уређај се зове реформатор и он додатно смањује ефикасност горивих ћелија.

Предност горивих ћелија у односу на СУС моторе је знатно чистије сагоревање са знатно нижим нивоом штетних гасова (у случају коришћења чистог водоника, крајњи продукт је само вода), као и знатно већа искоришћеност хемијске енергије.

Експериментални модели

Постоји још пар идејних концепата који још нису сазрели за економску примену. Најперспективнији је СУС мотор на чист водоник који не само да је еколошки идеалан (сагоревањем даје чисту воду) већ је и лако доступан (нпр. електролизом воде). BMW је направио један експериментални аутомобил са оваквим мотором, али његова комерцијализација је још далеко због проблема са употребом водоника (тешко га је држати у затвореном, изузетно је запаљив и слично).

Затим имамо електричне аутомобиле покретане соларним ћелијама. Иако у Аустралији постоје трке оваквих аутомобила (ако се тако могу назвати чудна возила у која једва стане један возач), соларни погон никад неће комерцијално заживети из простог разлога што соларне ћелије немају довољну снагу да покрећу нормалан аутомобил и практично се не могу користити кад је облачно (за то се трке организују у Аустралији, а не у Великој Британији).

Споменимо још само погон на компресовани ваздух. У боцу се компримује ваздух под великим притиском (преко 300 атмосфера), који се касније ослобађа преко посебног цилинда покрећући аутомобил. И овде је главни проблем радијус кретања као и ефикасност.

Ако мислите да у коришћењу алтернативних горива и еколошких возила предњаче развијене западне земље, онда сте сигурно заборавили на милионе Кинеза који возе еколошки (и здравствено) најбоље возило – бицикл!

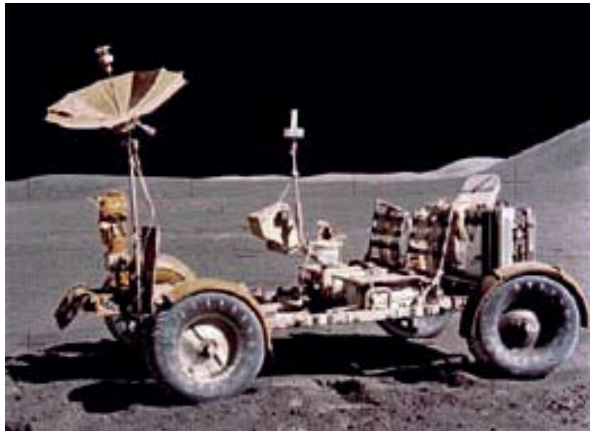
Космичка возила

Пише: Никола Веселиновић

Творци лунарног програма NASA-е су се убрзо после спектакуларног слетања Апола 11 на Месец сусрели са практичним проблемом: астронаути нису смели да се удаљавају далеко од лендера (контрола лета у Хјустону их је на то немилице подсећала) због губитка оријентације и губљења у једноличном сивкастом месечевом пејзажу. Поред тога проблем је био и брзо умарање астронаута услед шетње, што је било изненађујуће с обзиром да је тежина на Месецу само шестина оне на Земљи, услед слабије гравитације.

Да би решила тај проблем NASA је наложила 1969. год. да се изради возило којим ће се астронаути возити по Месецу и тако брже и лакше стизати да селенолошких локалитета и узимати више узорака за даљу анализу. Занимљиво, тачно двеста година пре тога, 1769. год., Никола Јозеф Коњо (Nicolas Joseph Cognot) је направио прво возило на сопствени, парни погон, које се кретало брзином од око 6 km/h и било претеча данашњих аутомобила.

Возило је морало бити такво да ради у условима ниске гравитације, у вакууму (без мазива и уља јер би оно испарило), на песковитом терену и у великом температурном опсегу (од око 350 oC). Поред тога морало је да заузме мало места на лендеру а ипак да се на Месецу рашири што лакше и да размак између точкова буде што већи да би се спречило превртање. Возило су назвали Месечев буги јер је потсећао на бугије за плажу, мада је официјелно име Lunar Roving Vehicle. Буги је масе од 209 kg а могао је да се натовари са још 490 kg. Сваки точак је имао свој елекромотор и успевао је да достигне брзину од 13 km/h на равном терену. Возило је астронаутима Апола 15, 16 и 17 омогућило да пређу преко 100 km што је велики помак у односу на неколико стотина метара колико је прелажено у претходним мисијама.



Та возила су остављена на Месецу и сада чекају да се човечанство врати тамо. За то време на Земљи се сваке године одвијају трке возила која треба да испуне услове као на Месецу, а трка се по симулираној лунарној површини у Маршаловом центру за свемирске летове.

Американци су у трци током хладног рата стигли први на Месец и совјетски програм спуштања човека на Месец је пропао иако су Руси после тога једно време тврдили да они и нису учествовали у тој трци него да им је план био да пошаљу аутоматске сонде без бојазни за посаду. Наравно, сонда кад слети може да скупља податке само из своје непосредне близине што даје

мало података за истаживање. Тако је замишљено да се пошаље на Месец самоходна сонда која би се кретала управљана са Земље. Направили су роботска возила ЛУНОХОД која су била део сонде Луна. Два лунохода су се кретали Месецом. Луноход 1 је слетео 1970. год. са сондом Луна 17 а Луноход 2 1973. год на сонди Луна 21. Луноход је ваљкасто возило са 8 независно покретаних жичаних точкова. Од инструмената је имао две антене, четири камере и уређај за испитивање густине и физичких својстава тла. Поред тога имао је спектрометар и телескоп за X-зраке као и детектор космичких зрака и ласер. Напајао се из соларних батерија које су се налазиле унутар поклопца који се отварао после слетања.

Луноход 1 је прешао 10,5 km за 9 дана и послао 20000 слика и панорама, испитао око 500 узорака тла док је Луноход 2 прешао 37 km за 4 месеца и послао око 80000 слика, пре но што се изненада покварио. Совјети су услед успеха Лунохода планирали да на Марс пошаљу Марсоходе али их је распад СССР-а омео у томе, но свету су показали корисност концепта роботских ровера.

Логика због које је Луноход направљен је ваљана без обзира где се истажује тло. Тај принцип је могао да се примени на Марсу такође. Марс, четврта планета од Сунца, је после Земље најизгледније место где би се могао наћи живот, или бар фосили из топлије фазе у којој се пре неколико десетина милиона година Марс налазио. Тада је вода слободно текла површином те планете од које су нам данас остали кањони, као онај у Маринерису. Откриће живота би било једно од највећих достигнућа а то се не би никако могло остварити насумичним и ретким спуштањем непокретних сонди на беспућа Марса.

Ако већ људи још нису стигли на Марс, роботска возила могу да умногоме побољшају ареолошка истраживања (Арес - Марс и логос - знање на старогрчком) и истраживање тог светог Грала - живота на

другој планети.

Прво возило на Марсу је Sejourner који је део сонде Mars Pathfinder koji је полетела 1996. год. и слетела у регији Chryse Planitia. Само слетање сонде је било експериментално и први пут коришћено. Прво је ваздушним кочењем сонда успорила да би се могла спустити на Марс, а онда, 8 секунди пре слетања су се надувала 24 огромна балона око сонде (као код аутомобила ваздушни јастуци само споља) који су служили да ублаже слетање и заштите осетљиву опрему.

Сонда Pathfinder се састојала од лендера и роботског ровера Sejourner-а тежине 10.6 kg. Ровер је шестоточкаш дужине 65 cm ,ширине 48 cm и висине 30 cm. Од лендера се највише удаљио 500 m, а кретао се брзином од 1 cm/s на елекрични погон, користећи соларне панеле на својој горњој страни. То је полуаутоматско возило јер је правце и операције одређивала контрола са Земље, уз помоћ две црно-беле камере и једне у колору које су се налазиле на роверу. Услед кашњења сигнала због растојања Земља-Марс, ровер је био делимично аутономан у изабирању путање кретања. Научни циљ ровера је био истаживање морфологије тла, петрологије и геохемије површине. Ровер се другог дана спустио са рампе на тло и кренуо у испитивање оближњих стена названих од стране људи у контроли мисије Јоги, Скуби

Ду, и Барнакл Бил, по ликовима из цртаћа. Извршио је хемијску анализу помоћу α-спектрометра (Alpha Proton X-ray Spectrometer) који је једно скенирање узорка радио 10 сати. Тај спектрометар ради на принципу бомбардовања узорака α честицама и спектралном анализом продуката. Резултати показују да су стене сличне земаљском андезиту вулканског порекла или су базалтне (као стена Јоги) који је на локацију нанела давнашња поплава. Sejourner је радио 83 дана и за то време послао 550 фотографија и хемијски анализирао 14 локација. Сонда је показала да се релативно јефтино може слати роботска возила на друге планете и то веома успешно. После тог успеха одлучено је да се на Марс пошаљу два роботска ровера која ће слетети на различите локације и који ће бити већи и са више инструмената него њихов претходник.

Ровер за истраживање Марса (Mars Exploration rover) је мисија која је стартовала 2003. и још траје. Ту мисију чине 2 ровера која су коштала око 820 милиона долара. Ровери Spirit и Opportunity су слетели на супротним странама Марса, у кратер Gusev у Meridiani planum-у и те недеље је NASA-ин вебсајт имао рекордних 1,7 милијарди посета. Недуго после слетања контрола мисије је изгубила контакт са једним ровером због грешке у програмирању његове флеш меморије али су успели мукотрпним програмирањем са Земље да то поправе. До сада су сваки појединачно прешли око 5 km. Профил мисије је сличан претходној и коришћена је иста метода приземљења уз помоћ балона од синтетичког материјала вектрана који је двапут јачи од кевлара. Сваки ровер има по шест точкова који су спојени тако да без обзира на терен увек буду на тлу и имају софтвер за избегавање превртања. Напајају се из соларних панела који се налазе као и код Sejourner -а на горњој страни возила . Поред тога имају и пуњиве батерије за време ноћи и у случају када није сунчано. Брзина ровера је око

10 mm/s и програмирани су да возе 10 s онда стану и осмотре терен 20 mm унапред, па да опет крену. Контрола на Земљи је слала команде за правац и циљеве кретања. То је омогућено коришћењем процесора rad 6000 на 20MHz ојачаног против радијације, 128 MB драм-а и 256 MB флеш меморије. Ровери имају по шест камера које се налазе на 1.5 m од земље на носачу који може да ротира 360° око вертикалне осе и 180° горе-доле. Од инструмената има као и Sejourner α-спектрометар, магнете за сакупљање намагнетисаних честица које се испитују да би се утврдио однос намагнетисаних и ненамагнетисаних честица, као и састав минерала у прашини. Поред тога има и микроскоп за блиске слике стена у великој резолуцији. Главни циљ мисије је испитивање подручја у којима је вероватно некад текла вода и која су била погодна за живот. Доказано је да се, по саставу и изгледу стена, ровери сад крећу тамо где је некад стварно била вода.

Једног дана ће то исто човечанство кренути са Земље на друге планете и тад ће неопходно бити да са њим крену и возила која ће му тамо олакшати живот и убрзати истраживања и то ће бити легат Лунарног ровера, Лунохода, Sejourner -а, Spirit-а и Opportunity-ја.

Улога физике у најпрестижнијем аутомобилском спорту

Физика у формули 1

Пише: Марко Војиновић

Колико има физике у формули 1? Сви ћемо се сложити да је има много, као и у сваком аутомобилу. Али, формула је више од аутомобила, па у њој има и знатно више физике. Борећи се за бољи резултат, конструктори често прибегавају разним триковима који формулу треба додатно да убрзају. У томе су утолико успешнији, ако знају више физике.

Аеродинамика

Колико модерна формула 1 има заједничког са обичним аутомобилом, толико има заједничког и са млазним авионом. Аеродинамика је постала један од пресудних фактора успеха у спорту, и сваки тим улаже велика средства како би формула имала што боље аеродинамичке перформансе.

Аеродинамички дизајнер има два основна задатка - да обезбеди што већу силу која треба да притисне формулу ка тлу и тиме поспеши пријањање гума за стазу и да смањи турбулентне силе које се јављају иза мотора и успоравају формулу. Почев од шездесетих година двадесетог века, на формулама су се појавила крила (предња и задња) која имају исти задатак као крила авиона, само на супротну страну - да у што већој мери притисну формулу на асфалт. Модерна формула може да произведе аеродинамичку силу притиска на стазу која је 3 до 4 пута већа од тежине формуле, што значи да би се формула при великим брзинама могла чак вози ти и наопако, тј. по плафону неког тунела.

Сваки површински елемент формуле 1 има свој аеродинамички ефекат и специјално се дизајнира тако да произведе што мање турбуленције. У те елементе спада чак и кацига возача. Кацига возача се налази тачно испод главног усисника за ваздух који храни мотор ваздухом иза возачевих леђа. Проток ваздуха и турбуленција у области непосредно изнад његове главе су толики да са стандардном кацигом (која је у просеку тешка око 2 килограма) на возачеву главу при већим брзинама услед Бернулијевог ефекта делује сила еквивалентна чак 15 килограма масе усмерена на горе, тј. тежећи да возачу ишчупа главу. Наравно, та сила не делује на самог возача јер је кацига каишевима причвршћена за седиште. Због тога, као и због силе инерције која делује на кацигу током скретања, њена маса данас не прелази 1,25 килограма, док су глава и врат возача заштићени специјалном огрлицом (тзв. HANS - Head And Neck Support System) која омогућава возачу да окреће главу (до извесних углова) а са друге стране држи кацигу тако да не дозволи да дође до повреда врата услед деловања толиких сила.

Турбуленција је главни проблем за сваког аеродинамичара. Она настаје када се ламинарно кретање ваздуха око формуле "искида" њеним обликом, односно на местима сусрета високог и ниског притиска. Ту долази до вртложног кретања ваздуха, настају тзв. "безваздушни балони", који усисавају задњи део формуле и тиме је успоравају. Овај ефекат би се могао у великој мери избећи ако би се читава формула дизајнирала као једно велико крило, али ово није могуће јер се мотор током вожње страшно греје и неопходни су одговарајући усисници за ваздух који ће га хладити. Они много кваре аеродинамичност формуле и главни су узрок турбулентних ефеката.

Кочнице

У формули 1 кочиони механизам ради по готово истом принципу као и код обичног аутомобила. На точковима се налазе дискови на

које належу плочице које су хидрауликом повезане са педалом кочнице. Када возач притисне педалу, плочице прикљеште дискове и сила трења (која и овде има кључну улогу) претвара кинетичку енергију ротације точкова у топлотну енергију која се затим дисипира у околни ваздух. Наравно, та сила је толико јака да се дискови често усијају од високе температуре (данас углавном до око 750 степени Целзијуса), што можете и видети ако редовно пратите трке формуле 1. Разлика кочионог система формуле и обичног аута је двојака. Прво, дискови и плочице се праве од специјалног материјала који повећава силу трења и истовремено поспешује отпорност материјала на неминовне огромне промене температуре. То никако не сме бити материјал који се слабо греје, напротив, већ је поента да се његов облик не промени у великом дијапазону температура (тј. коефицијент термалног ширења мора бити што мањи). Друго, у формули 1 је правилима забрањена употреба ABS кочионог система који се данас углавном уграђује у аутомобиле. ABS представља интелигентан

механизам који обезбеђује оптималан интензитет кочења, за разлику од простог притиска на педалу који обезбеђује само максималан интензитет кочења дискова. Разлика је у томе што прејаким притиском на педалу плочице у потпуности зауставе окретање дискова и точкова и возило почиње да клизи по асфалту, што заправо није оптимално кочење. ABS у таквим случајевима "попусти" и дозволи да се точак окреће, а притисак плочица на дискове подеси тако да буде максималан могућ а да не заустави точак. Тако је заустављање возила поверено сили трења између гуме и асфалта, с тим да нема проклизавања, па је кочење ефикасније. Због чега је онда ово забрањено у формули 1? Па, зато што ABS кочнице аутоматски обављају посао возача, па се не испољава вештина кочења, чиме се губи смисао самог такмичења међу возачима.

Мотор

Мотор формуле 1 је један од најсавршенијих механизама који су људи направили. Фердинанд Порше је једанпут рекао да је најбоље тркачко возило оно које прво стигне на циљ, а затим се распадне. И заиста, дизајнирање мотора је увек проналажење баланса између што веће снаге мотора и што краћег времена које он треба да издржи у исправном стању.

Фасцинантно је како се мењала снага мотора са њиховим развојем. Педесетих година мотор формуле 1 је могао да обезбеди око 100 коњских снага по литру, и тај број је линеарно растао све до времена турбо мотора који су развијали снагу од 750 коњских снага по литру. Тада је запремина мотора била 1,5 литар, тако да је њихова укупна снага износила преко 1100 коњских снага. Међутим, у једном тренутку су турбо мотори забрањени и у игру враћени мотори са нормалним приливом ваздуха, па им је снага драстично опала да би поново наставила полако да расте до данашњих дана. Данас мотори формуле 1 (сада не турбо, већ обични мотори) поново достижу снаге од 1000 коња, с тим да имају запремину од 3 литра, па им је ефективна снага око 300 коња по литру.

Док се такав мотор окреће брзинама од преко 18000 обртаја у минути, на сагоревање горива потроши фантастичних 650 литара ваздуха сваке секунде (20 формула током једне трке дакле потроши око 70 милиона литара ваздуха, што је отприлике запремина ваздуха коју један човек удахне за годину дана) док му је потрошња горива око 75 литара горива на 100 километара. При тако великом броју обртаја убрзање клипова у цилиндрима мотора је јако велико и уколико би се клип "откачио" и полетео увис, имао би почетну брзину од око 1200 метара у секунди, што је око 3 пута брже од звука.

Имајући све ово у виду, јасно је да је и данас квар мотора најчешћи узрок одустајања током трке.

Скретање

Сви знамо да се при кружном кретању јавља центрифугална сила која уравнотежава центрипеталну силу (која је узрок окретања). У

случају формуле 1 улогу центрипеталне силе има бочна сила трења између гума и стазе, и то различитог интензитета на спољашњим и унутрашњим точковима. Због тога је потрошња гума неједнака, а аеродинамика формуле се прецизно подешава за сваку стазу посебно у складу са бројем левих и десних кривина како би уједначила хабање гума. Незгодно је, међутим, то што је центар масе формуле увек ближи задњим точковима него предњим (због положаја мотора), па је центрифугална сила различита на предњим и задњим точковима. Овакав однос центрифугалне и центрипеталне силе доводи до спрега сила и тиме ненултог момента силе који тежи да окрене формулу око центра масе. Уколико се у кривину уђе пребрзо, могуће су две ситуације - да момент силе буде позитиван или негативан.

Уколико центрифугална сила надјача трење на предњим точковима пре него на задњим, момент спрега сила је негативан и успорава ротацију формуле, па она не може ефикасно да скрене и прави круг превеликог полупречника, често излећући са стазе у тзв. зону излетања. Овај ефекат се зове "подуправљање". Насупрот томе, уколико центрифугална сила надјача трење на задњим точковима пре него на предњим, момент спрега сила је позитиван и убрзава ротацију формуле доводећи до заношења задњег дела и у крајњем случају спина на стази. Овај ефекат се зове "преуправљање".

Наравно, вештина возача се састоји у томе да изабере такву путању у кривини и такву брзину кретања које неће довести ни до једног од ова два ефекта, а притом смањити време проведено у кривини до изласка на правац. Пошто су све гуме и формуле приближно сличних перформанси, возачи науче да возе тзв. идеалним путањама, трудећи се притом да возе кроз њих што брже без губљења контроле над формулом.

Уместо закључка

Наравно, овде смо поменули само оне најистакнутије занимљивости формуле 1 и физику у њима. Списак се, међутим, ту не завршава - особине и облик шаре на гумама су пресудни при вожњи на сувој односно мокрој стази, системи предњег и задњег вешања играју велику улогу како у преносу снаге са мотора на точкове, тако и на стабилност формуле у кривинама, мењач брзина игра виталну улогу у ефикасном убрзавању на стази, док аеродинамика и турбулентни ефекти имају много утицаја на могућности претицања како на правцу, тако и у кривинама. И конструктори и возачи формуле 1 морају итекако добро да познају све те појаве како би оптималном конструкцијом и вожњом остварили што бољи пласман, и по могућству победили најпре на трци, а потом и у шампионату. И због тога уопште није чудно да у такмичењу формуле 1 постоје две категорије такмичења - категорија возача и категорија конструктора. Паралелно са њима, незванично постоји и такмичење у произвођачу гума, што је са тачке гледишта физике такође више него оправдано.

Има ли довољно физике у Формули 1?

Куда иде наша кошарка?

Колумниста: Ненад Вукмировић

Питање из наслова овог текста постављају сами себи и другима вероватно сви пријатељи ове необично популарне спортске игре. Они међу њима који су читали МФ 99 то питање су упутили управо Младом физичару. Зато се Млади физичар упутио у детаљну истрагу и дошао до информација о догађајима у нашој кошарци у претходних неколико година засад непознатим широј јавности.

Иако освајања титуле на Светском првенству у Индијанаполису 2002. године у нашој кошаркашкој организацији су увидели да ће у будућности у припреми играча и тренингу бити неопходно користити научне методе. Око тога су сви били сложни, али питање је било коју науку користити. Толико пуно наука постоји – математика, физика, хемија, биологија, историја, географија, а у оквиру сваке од њих се стварио још низ научних дисциплина и нових наука, тако да су у кошаркашком савезу били врло збуњени. Зато су се обратили Српској академији наука и уметности, као и свим факултетима у Србији са питањем коју науку треба користити. Нажалост, колико су питања поставили, толико су различитих одговора добили. Са Географског факултета је стигао одговор да је најважније проучити географски положај и климу места на коме се одиграва утакмица, са Медицинског да су здравље и исхрана играча најбитнији, а са Саобраћајног нпр. да је од пресудног значаја избор превозног средства којим ће играчи отпутовати на утакмицу. Иако су тема овог броја аутомобили, претпостављате да предлог ипак није био да играчи аутомобилом иду на утакмицу.

У кошаркашкој организацији су тако схватили да не могу да одлуче између низа стручних савета који су добили, тако да су решили да жребом изаберу науку која ће се користити. Тако је истог дана кад је вршен жреб парова за Куп Србије, извршено и тајно жребање наука које ће се користити у припреми репрезентације. Срећан добитник је била математика. Тако је новоизабраном селектору наложено да се подсети знања математике из основне и средње школе. Иако је коришћење математике била строго чувана тајна, у једној од изјава тадашњи селектор је ту тајну ипак открио (извор Б92, 30.7.2003):

> Постоји оних пет аксиома у математици који се не доказују. Кошаркашки аксиом је да се не објашњава потреба играња за репрезентацију.

На Европском првенству 2003. репрезентација је освојила 6. место, што је оцењено као неуспех, па је стога одлучено да се за следеће велико такмичење – Олимпијске игре 2004. године,

користи нека друга наука. Одлучено је да то буде статистика.

Чинило се да је овакав избор прилично логичан, с обзиром да тренери и играчи у изјавама после утакмице веома често победу или пораз образлажу добром или лошом статистиком шута, скокова у одбрани и нападу, асистенција, изгубљених и освојених лопти, итд. Такође се приликом телевизијског преноса утакмице у тајм-аутима и на полувремену редовно приказује статистички учинак играча и тима. Сматрало се да би коришћењем напреднијих метода статистике наша репрезентација могла да створи значајну предност у односу на остале тимове који не користе статистику. Ова претпоставка се испоставила као тачна. Наш тим је освојио 11. место испред 12. Анголе, која је била једини тим који није користио статистику.

Пошто је и овај резултат оцењен као незадовољавајући, одлучено је да се за Европско првенство 2005. у Београду примени нека друга наука. Читајући МФ 98, челни људи кошаркашке организације су сазнали да један познати фудбалски судија у свом раду користи доста физике. Претпоставили су да је исти случај и са кошаркашким судијама и закључили да је наука коју треба користити физика. Тако је селектор спремио план припрема у које је уврстио проучавање равномерног и убрзаног кретања, једначине косог хица, закона одржања, као и једначине притиска. План је био да пошто смо били домаћини првенства, лопте буде напумпане до притиска чију ће вредност само наши играчи знати.

Све је текло по плану до маја месеца када је изашао МФ 99, са темом физика и кошарка. Излазак овог часописа унео је тоталну пометњу у нашу кошаркашку организацију. Изнета је тврдња да можда и најбољи играч наше репрезентације Пеђа Стојаковић уопште у својој игри не користи физику. Због ове чињенице он је одстрањен из репрезентације и није играо на Европском првенству. Поводом ове тврдње у нашу редакцију је стигао оштар протест Пеђе који је навео низ примера са тренинга у Сакраменто Кингскима где је коришћена физика. И поред тога што смо овај допис хитно проследили у Кућу кошарке и Пеђи упутили извињење, одлука није промењена. Такође су се у МФ-у 99, нашле неке једначине које селектор није уврстио у план припрема, попут једначине оптималног угла под којим лопта треба да буде избачена, као и неке нови закони, као нпр. тај да приликом извођења слободних бацања лопту треба избацивати одоздо.

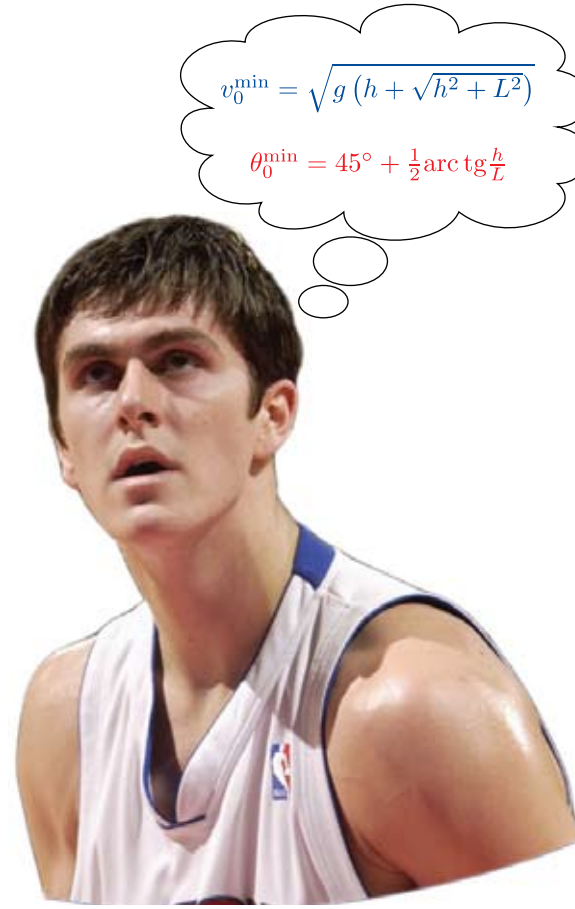
Како се почетак припрема ближио, селектор није имао времена да мења план припрема и ове једначине и закони нису уврштени у план припрема.

Припреме су почеле у јулу и већ на самом почетку припрема настали су проблеми. У једначинама косог хица се појављују тригонометријске функције, а неки од играча нису билу у школи кад су се оне радиле (као што и аутор овог текста није био у школи кад се радило једно слово, па се то слово

зато не појављује у тексту – откријте сами о ком се слову ради). Поједини играчи који су читали МФ 99 су дошли у сукоб са селектором јер су желели да изводе слободна бацања баш као што је у МФ-у предложено, док је селектор сматрао да немају довољно времена да увежбају тај начин извођења слободних бацања, иако је веровао да је заиста ефикаснији. Све у свему, извештачи МФ-а са припрема кошаркашке репрезентације су стекли утисак да иако је сачињен идејно добар план припрема, ипак нема довољно времена да играчи успешно науче да примењују физичке законе на кошаркашкој утакмици.

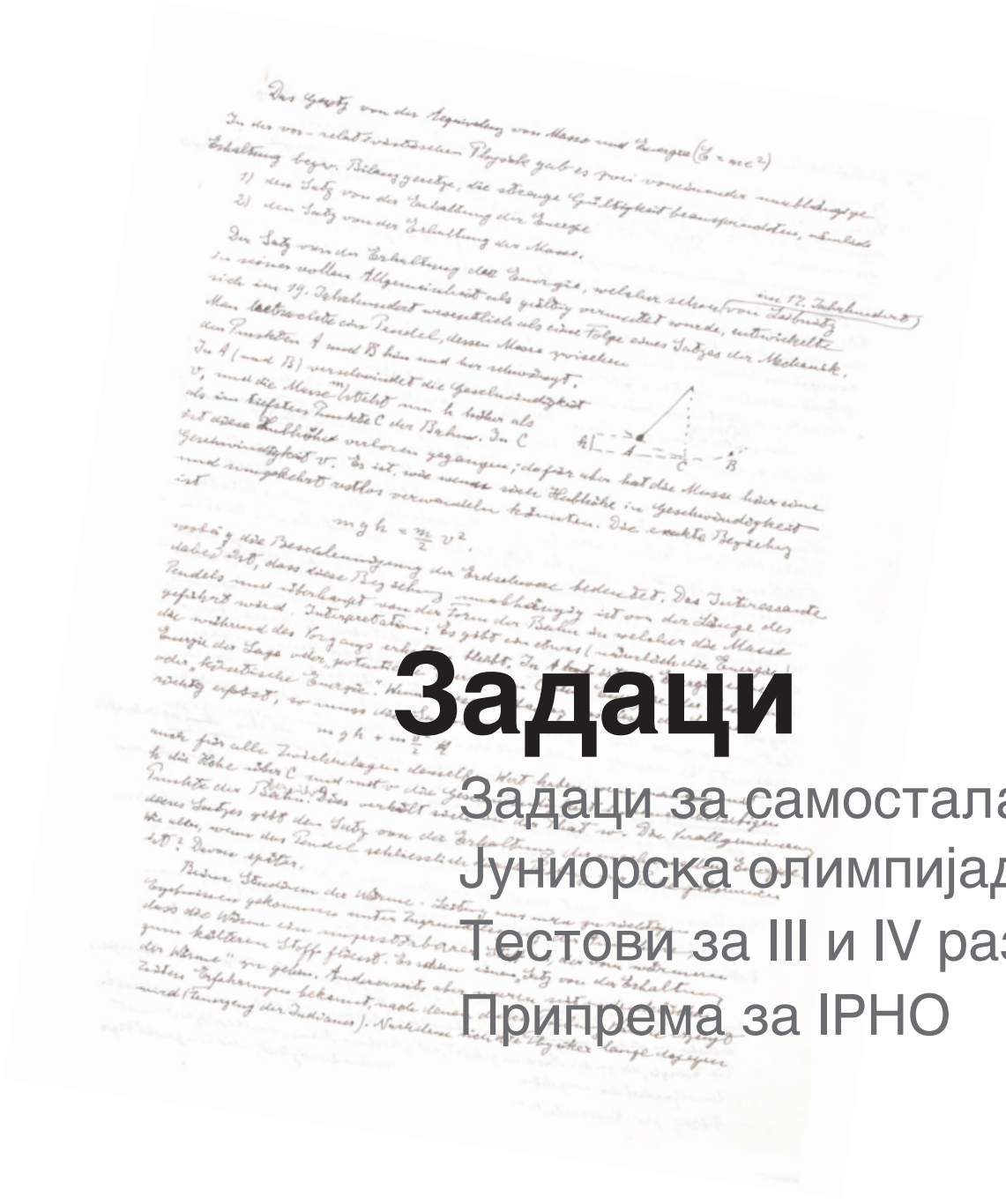
Тако је Европско првенство дошло, а играчи и селектор су остали подељени око тога у којим ситуацијама треба примењивати физику, а у којим не. После пораза у одлучујућој утакмици осмине финала, сукоб између играча је достигао врхунац. Један од играча је оптужио другог да је приликом шутирања заборавио да угао из степени претвори у радијане, на шта му је овај узвратио да приликом вођења лопте није брзину превео из километара на час у метре у секунди.

С обзиром да резултатом на Европском првенству наша репрезентација није изборила пласман на Светско првенство, редакција Младог физичара је упутила молбу Светској кошаркашкој организацији (ФИБА) да се нашој репрезентацији ипак дозволи учешће на Светском првенству. Образложење је било да би наша репрезентација после детаљнијих припрема по први пут ефикасно искористила законе физике у кошаркашкој игри,



што би само по себи значајно унапредило кошарку у целини и допринело њеној популаризацији. ФИБА је на то дала позитиван одговор, наша репрезентација је добила специјалну позивницу за учешће на Светском првенству 2006.

Нашим кошаркашима МФ жели бољу примену физике и више успеха на Светском првенству!



Задаци

Задаци за самосталан рад
Јуниорска олимпијада
Тестови за III и IV разред
Припрема за ИРНО

Задаци за самосталан рад

Задаци за 6. разред

1. У чувеном роману Жила Верна „Пут око света за 80 дана" главни јунак Филеас Фог је за опкладу успео да, пошавши из Лондона, обиђе Земљину куглу за 80 дана. Процените средњу брзину Филеаса Фога на његовом путу око света. Полупречник Земље је 6400 km.

2. Ђаци шестог разреда, који би требало да отпутују возом на екскурзију, налазе се на железничкој станици. Непосредно након доласка на станицу наставница физике је на шалтеру информација сазнала да воз, који је недавно набављен из Шведске, касни у поласку 60 min због квара. Воз се није појавио ни после сат и по, па је наставница поново покушала да сазна када ће воз доћи, али на шалтеру информација је стајао натпис „долазим одма". Док је наставница била одсутна Петар је прислонио ухо уз шине, и учинило му се да је два пута чуо исти писак локомотиве у размаку од 1 s. Чим се наставница појавила, Петар је питао да му објасни ову физичку појаву. Шокирана наставница је, након обећања да ће Петра послати кући уколико се не смири, одговорила да је чињеница да је Петар (док му је ухо било прислоњено уз шине) два пута чуо исти писак локомотиве последица тога што се звук простире знатно брже у чврстим телима него у ваздуху. Брзина простирања звука кроз челик је 5000 m/s, док брзина простирања звука у ваздуху износи 340 m/s. На ком растојању од станице се налазио воз у тренутку када је Петар чуо писак локомотиве?

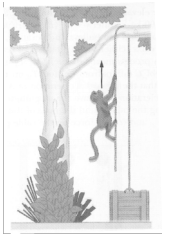
3. На великим међународним аеродромима постоје покретне траке које служе за „транспорт" путника од терминала до уласка у авион. Путник, који касни на лет за Београд, је почео да трчи по покретној траци како би стигао на авион, не приметивши да је на самом почетку траке испустио бординг карту. Брзина путника у односу на покретну траку је 4 m/s. Када је стигао до половине пута путник је приметио да је испустио бординг карту. Брзо се окренуо и почео да се креће у супротном смеру брзином 2 m/s у односу на покретну траку и нашао карту након 40 s. Путник се затим окренуо и почео да трчи брзином 5 m/s у односу на покретну траку и стигао да се укрца у авион на време. Колика је дужина покретне траке, ако је брзина покретне траке у односу на земљу 1 m/s? Колика је средња вредност брзине путника (у односу на земљу) на целом путу?

4. Дужина недеформисане еластичне опруге је 10 cm. Када се опруга „сабија" силом интензитета 50 N, њена дужина се смањи за једну петину у односу на недеформисано стање. Колика ће бити дужина опруге када се она „растеже" силом интензитета 75 N?

5. Током претакања нафте из танкера је у океан исцурило 1000 m^3 нафте. Одредите површину нафтне мрље која је на тај начин настала ако се може сматрати да се је слој нафте мономолекулски (нафта се толико рашири да се у слоју између воде и ваздуха налази само један молекул). Пречник сваког молекула нафте је приближно 0, 0000005 mm.

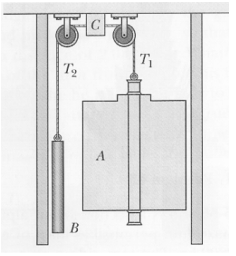
Задаци за 7. разред

1. Мајмун масе 10 kg пење се уз лаки конопац који је пребачен преко глатке гране, као што је приказано на слици. За други крај конопца је причвршћен сандук са бананама масе 15 kg. Одредити минимално убрзање којим мајмун мора да се креће да би сандук почео да се подиже. Претпоставите да након подизања сандука мајмун престане да се креће у односу на конопац. Колико ће у том случају бити убрзање мајмуна? Колики је тада интензитет силе затезања конопца?



2. На слици је приказана конструкција лифта који се састоји од кабине А масе 1150 kg, контратега В масе

1400 kg, покретачког механизма C и два котура. Током кретања механизам C „контролише" кретање кабла (а самим тим и кабине лифта), присиљавајући га да се креће успорено, убрзано или равномерно. Интензитети сила затезања нити су различити са „леве" и „десне" стране механизма и износе T_1 и T_2. За колико се разликују T_1 и T_2, уколико се кабина лифта креће убрзањем $2\,\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}^2}$ усмереним вертикално навише?



3. Неопрезни радник је са скеле на градилишту испустио француски кључ. Брзина француског кључа непосредно пре удара у тло износи $24\,\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}}$. Одредити висину скеле, као и пут који француски кључ пређе у последњој секунди кретања.

4. Из хеликоптера који се креће вертикално навише брзином $14\,\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}}$ испуштен је пакет. Пакет је стигао на тло 8 s након испуштања из хеликоптера. Одредите на којој висини се налазио хеликоптер у тренутку испуштања пакета.

5. За кров лифта окачена је неистегљива нит на којој виси метална куглица масе $0,1$ kg. Интензитет максималне силе затезања коју нит може да издржи је $1,5$ N. Да ли ће се нит прекинути ако:

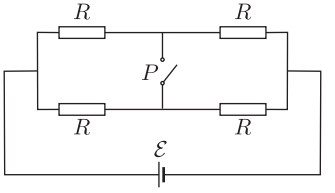
а) лифт слободно пада;

б) се лифт креће равномерно убрзано $a = 7\,\mathrm{m/s^2}$ усмереним вертикално навише?

Задаци за 8. разред

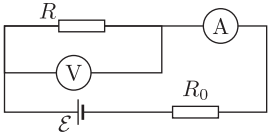
1. Дебљина ћелијске мембране, чија специфична електрична отпорност износи $1,3 \cdot 10^7\,\Omega\mathrm{m}$, је 8 nm. Ако је разлика потенцијала између површина ћелијске мембране 75 mV, одредите број електрона који током 1 s „прође" кроз површину мембране облика квадрата странице $1\,\mu$m.

2. Четири идентична отпорника електричног отпора R, повезана су са извором електромоторне силе $\mathcal{E}$, као што је приказано на слици. Када је прекидач P отворен, јачина струје која протиче кроз извор је I_0. Одредити јачину електричне струје која ће протицати кроз извор након затварања прекидача. Резултат изразити у функцији од I_0. Занемарити унутрашњи отпор извора.



3. Када се крајеви батерије повежу са отпорником електричног отпора $25\,\Omega$ јачина струје која протиче кроз батерију је $0,65$ A. Уколико се овај отпорник замени отпорником електричног отпора $55\,\Omega$, јачина струје која протиче кроз батерију је $0,45$ A. Одредити јачину струје која ће протицати кроз батерију када се њени крајеви повежу са отпорником чији је електрични отпор $75\,\Omega$.

4. Унутрашњи отпори амперметра и волтметра у колу приказаном на слици су $3\,\Omega$ и $300\,\Omega$, респективно, док је електромоторна сила идеалне батерије $\mathcal{E} = 100$ V. Шта ће показивати инструменти ако је $R_0 = 100\,\Omega$ и $R = 85\Omega$? Колика је разлике између привидне вредности електричног отпора R' израчунате на основу показивања инструмената и стварне вредности отпора R?

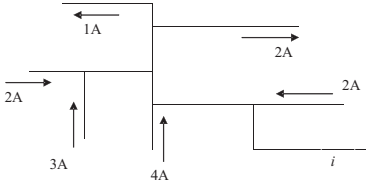


5. Теретни лифт у великој пословној згради са 20 спратова користи се за подизање штампарске машине масе 800 kg. Ако се лифт креће константном брзином $2\,\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}}$ одредите јачину струје која протиче кроз намотаје електромотора лифта, који је прикључен на извор напона од 380 V. Коефицијент корисног дејства је 90%.

2. јуниорска научна олимпијада

Тест

1. Слика приказује струје у гранама електричног кола. Пронађи интензитет и смер струје i у доњем десном (PQ) проводнику.



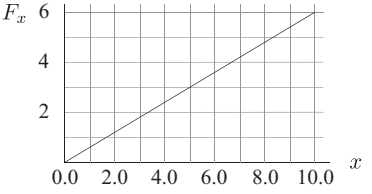
а) 7 A, од Q до P, б) 7 A, од P до Q,

в) 8 A, од Q до P, г) 8 A, од P до Q.

2. Девојчица масе 40 kg и санке масе 8.4 kg, налазе се на залеђеном језеру, на међусобном растојању од 15 m. Повлачењем ужета, девојчица врши хоризонталну силу на санке, повлачећи их према себи. Колики пут ће прећи девојчица док се не сретне са санкама, под претпоставком да нема силе трења?

а) 2, 0 m, б) 4, 4 m, в) 3, 8 m, г) 2, 6 m.

3. Једина сила која делује на тело масе 2.0 kg које се креће дуж позитивног дела x-осе, има компоненту F_x дату на слици.



Ако на путу од $x = 2$ метра, брзина износи 3.0 m/s, колика је брзина тела на путу од $x = 8.0$ метара?

а) 7, 2 m/s, б) 6, 2 m/s, в) 5, 2 m/s, г) 4, 2 m/s.

4. Пет планета замишљеног звезданог система, обрћу се око те звезде, по различитим кружним путањама чији су полупречници редом: R_1, $2R_1$, $4R_1$, $5R_1$ и $6R_1$. Пронађи пар планета које имају однос периода обртања који је приближно једнак 5.2.

а) Планета 2 и планета 1,

б) Планета 4 и планета 1,

в) Планета 5 и планета 2,

г) Планета 5 и планета 4.

5. Ако се изложи сунчевом зрачењу, у току истог временског интервала, песак ће бити топлији од воде исте масе. Зашто?

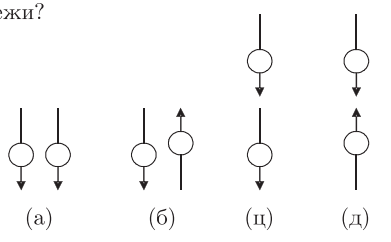
а) Зато што песак има већи топлотни капацитет и мање је пропустљив од воде.

б) Зато што вода има већи топлотни капацитет и више је пропустљива од песка.

в) Зато што песак има већи топлотни капацитет од воде.

г) Зато што вода има већи топлотни капацитет од песка.

6. Слика приказује 4 уређена пара малих фиксних компаса са покретним иглама, који се налазе у области где је спољашње магнетно поље једнако нули. Стрелице показују смер игле. Који су парови компаса у стабилној равнотежи?



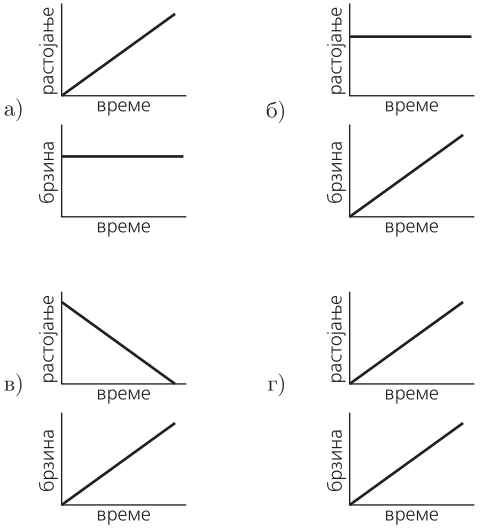
а) (а) (ц)

б) (а), (б), (д)

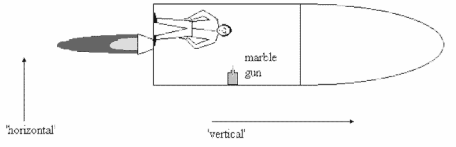
в) (б), (ц)

г) (а), (ц), (д)

7. Који пар графика на слици карактерише исту врсту кретања?



8. Ракета се креће са константним убрзањем $9,8\,\mathrm{m/s^2}$ далеко од било којег астрономског објекта. Куглица се испаљује "хоризонтално" са становишта посматрача унутар ракете брзином $20\,\mathrm{m/s}$ (види слику). Према посматрачу у ракети,



а) куглица неће имати "вертикалну" брзину.

б) куглица ће имати "хоризонталну" брзину $20\,\mathrm{m/s}$ и "вертикалну" брзину $9,8t\,\mathrm{m/s}$, где је t време у секундама након испаљивања.

в) куглица ће имати "хоризонталну" брзину $20\,\mathrm{m/s}$ и "вертикалну" брзину $-9,8t\,\mathrm{m/s}$, где је t време у секундама након испаљивања.

г) куглица ће имати брзину $(20 + 9,8t)\,\mathrm{m/s}$, где је t време у секундама након испаљивања.

9. Замислите да имате аутомобил са мотором са унутрашњим сагоревањем, чији је коефицијент корисног дејства 100 %, и који из једног литра горива ослобађа енергију од 40 MJ. Ако је збир силе отпора ваздуха и силе трења, 500 N, при брзини којом се креће дуж аутопута, колико би износио максимални пређени пут по литру горива, ако се аутомобил креће истом брзином?

а) $100\,\mathrm{km/l}$. б) $90\,\mathrm{km/l}$. в) $80\,\mathrm{km/l}$. г) $70\,\mathrm{km/l}$.

10. Паралелан плочасти кондензатор се напуни, а потом се одвоји од батерије за пуњење. Ако се плоче кондензатора након тога раздвоје изолатором, који је од следећих одговора тачан?

а) Наелектрисање кондензатора расте.

б) Наелектрисање кондензатора опада.

в) Капацитет кондензатора расте.

г) Капацитет кондензатора опада.

11. Вода на земљи постаје киселина када се у њој разлаже CO_2 из атмосфере. Када пролази кроз кречњак она са њим реагује и гради

а) $CaCO_3$. б) $Ca(HCO_3)_2$.

в) CaO. г) $Ca(OH)_2$.

12. Водени раствор који садржи $1.00 \cdot 10^{-8}$ мола по литру HCl ће имати pH вредност

а) незнатно мању од 7,00.

б) између 7,00 и 8,00.

в) једнаку 7,00.

г) једнаку 8,00.

13. Која врста гаса ће настати приликом разлагања натријум азида (нитрида), NaH_3 из хемијске реакције која се јавља у аутоматским "air-bag" системима заштите (у ваздушним јастуцима)?

а) NO. б) O_2. в) H_2. г) N_2.

14. Када амонијум хлорид (NH_4Cl) реагује са водом настаће

а) неутрални раствор.

б) базни раствор.

в) кисели раствор.

г) амфотерични раствор.

15. Гас се налази у цилиндру са клипом. Запремина гаса је 2.00 L на притиску од 398 Torr (1 atm = 760 Torra). Када се клип помера тако да се притисак гаса повећа на 5.15 atm, при константној температури, која од следећих запремина у литрима одговара гасу на новом притиску?

а) 0.20 б) 0.40 в) 1.00 г) 20.00

16. У ком делу периодног система се налазе елемент(и) који имају највећи атомски полупречник?

а) у доњем десном углу

б) у доњем левом углу

в) у горњем десном углу

г) у горњем левом углу

17. За комплетну неутрализацију монопротеинске киселине, масе 0.244 g, потребно је 20.0 мililитра од 0.100 мола по литру NaOH. Израчунај молекуларну масу киселине (у g/молу).

а) 61 б) 122 в) 244 г) 488

18. Појам биолошке врсте указује на способност организама да се укрштају тако да се настале врсте одржавају и размножавају. Различите врсте су одвојене границом чиме се штити одређена врста процесом тзв. репродуктивне изолације. Који од наведених изолационих механизама је одговоран за порекло Дарвинових зеба на острву Галапагос?

а) географска изолација

б) механичка изолација

в) изолација у понашању

г) привремена изолација

19. Информације о физичком свету, како ван нашег организма, тако и о процесима унутар, прикупљају се чулима. Већина од тих пријемника су специјализовани неурони или епителне ћелије, које постоје појединачно или у групи са другим типовима ћелија унутар чула. Изабери и споји одговарајуће органе, ћелије чула и типове рецептора из табеле.

Орган	Ћелије чула	Тип рецептора
I кожа	1. ћелије око длаке косе	a. термо рецептор
II језик	2. чепићи	b. механички рецептор
III нос	3. штапићи	c. хемијски рецептор
IV око	4. чуло укуса	d. фото рецептор

а) I, 1, b б) II, 2, c

в) III, 3, a г) IV, 4, d

20. Жена са хетерозиготном А – крвном групом је удата за мушкарца са хетерозиготном Б – крвном групом. Колике су вероватноће да ће добити дете са О – или са А – крвном групом?

а) О = 0 %, А = 50 %

б) О = 50 %, А = 50 %

в) О = 50 %, А = 0 %

г) О = 25 %, А = 25 %

21. Храна коју уносимо у наш дигестивни систем пролази кроз неколико процеса, који су везани за одређену функцију и место где храна пролази. Изабери тачан исказ са следеће листе.

а) Док је у устима, скроб се распада на дисахариде под деловањем слинске амилазе

б) Трбушна марамица производи пептиде

в) Функција дебелог црева је да производи дигестивне ензиме

г) Функција танког црева је да апсорбује воду

22. Глобално загревање у последње време изазива велике промене животне средине. Овај феномен ствара климатске промене услед којих се јавља неколико ефеката различитог интензитета. Минимални ефекат климатских промена се може запазити на:

I расту биљака

II цветању биљака

III закаснелом опадању лишћа у јесен

Тачан одговор је:

а) само под I

б) само под II

в) под II и III

г) под I и III

23. AIDS (СИДА) је изазвана вирусом HIV-а. Људи са СИДОМ су подложни различитим болестима, инфекцијама и канцеру услед распада имуног система. HIV слаби имуни систем и на тај начин убија:

а) Б - ћелије б) макрофаге

в) Т - ћелије г) ћелије плазме

24. Инсекти могу да дају значајан допринос у криминалистичким истрагама. Величина и старост одређене врсте ларви које се могу наћи у лешу користе се за одређивање времена смрти. Који инсекти обично први долазе на људски леш?

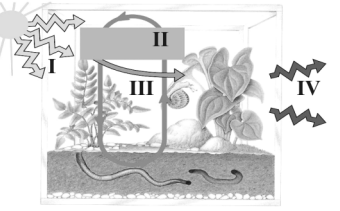
а) муве

б) мрави

в) стенице

г) бубе балегари

25. Слика приказује тераријумски екосистем, са 4 процеса који се јављују у њему, а означени су од I до IV. Процес III, са ове слике, укључује



а) Топлотну енергију

б) Светлосну енергију

в) Хемијску енергију

г) Хемијски процес

Теоријски део

Проблем I и II (максималана број поена 20)

Ако поставимо електрични потенцијал произвољне електроде на нулу, можемо одредити релативне потенцијале осталих електрода. Водонична електрода, приказана на слици, у ту сврху служи као референтна односно електрода у односу на коју се рачуна потенцијал неке друге електроде. Водоник се уводи у хлороводоничну киселину на 25°C. Електрода од платине има двоструку функцију. Прво, да обезбеди процес дисоцијације молекула водоника:

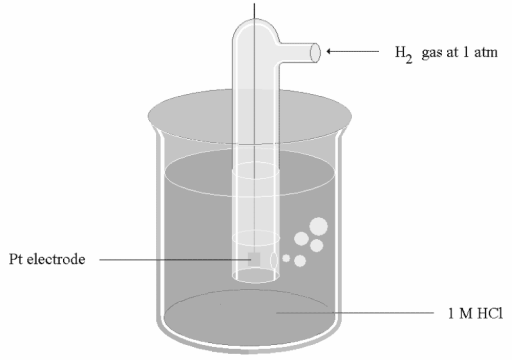
$$H_2 \rightarrow 2H^+ + 2e^-.$$

Друго, служи као електрични проводник у спољашњем електричном колу.

Под стандардним условима (када притисак водоника H_2 износи 1 атм и када је концентрација раствора хлороводоничне киселине HCl 1 мол по литру), потенцијал реакције редукције H^+ на температури од 25°C требало би да буде тачно нула:

$$2H^+(1\,\mathrm{mol/litru}) + 2e^- \rightarrow H_2(1\,\mathrm{atm}), \quad \varepsilon^0 = 0\,\mathrm{V}.$$

Према томе, стандрадни редукциони потенцијал водоничне електроде је дефинисан као нулти, па се зато водонична електрода зове стандардна водонична електрода (SHE).

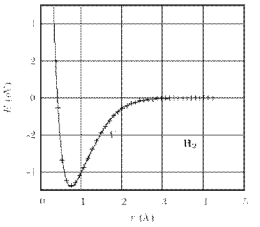


Проблем I из физике (10 поена)

1. Мехурић водоника запремине $8\,\mathrm{mm}^3$ се налази у близини платинске електроде на дубини од $15\,\mathrm{cm}$, где је температура $25°\mathrm{C}$. Мехурић се подиже до површине хлороводоничног раствора, који се налази на температури од $27°\mathrm{C}$. Претпоставимо да је температура мехурића иста као и температура околног раствора, и да је густина раствора једнака густини воде. Ако је гравитационо убрзање $9,8\,\mathrm{m/s}^2$ и ако сматрамо да је водоник H_2 идеалан двоатомски гас, пронађи запремину мехурића непосредно пре него што је доспео до површине раствора. (1 атм $= 1.013 \cdot 10^5$ Pa) (3 поена)

2. Пронађи разлику укупних сила које делују на мехурић водоника кад се налази на доњем крају платинске електроде и непосредно пре него што доспе до површине раствора. (3 поена)

3. Нека је r растојање између два атома у молекулу водоника H_2. Ови атоми су у молекулу водоника везани тако да је ефективна потенцијална енергија $V(r)$, чији је дијаграм приказан на слици.



(а) Одредити равнотежно растојање између два водоникова атома у молекулу H_2. (1 поен)

(б) Да ли је сила између два атома водоника одбојна ($\longleftarrow\!\!\longrightarrow$) или привлачна ($\longrightarrow\!\!\longleftarrow$) ако је растојање незнантно мање од равнотежног растојања? (1 поен)

(в) Да ли је сила између два атома водоника одбојна ($\longleftarrow\!\!\longrightarrow$) или привлачна ($\longrightarrow\!\!\longleftarrow$) ако је растојање незнантно веће од равнотежног? (1 поен)

4. Претпоставимо да се молекул првобитно налази у равнотежном растојању. Ако молекул апсорбује додатну енергију, два атома водоника ће бити у могућности, или да се приближе, или да се размакну на већу удаљеност, што се може видети са дијаграма приказаном на слици горе.

(а) Колику енергију траба да апсорбује молекул водоника да би његова два атома постала слободна? (1 поен)

(б) Ако енергија коју апсорбује молекул износи 2.3 eV, одреди најкраће и најдуже растојање између два атома водоника у молекулу. (1 поен)

Проблем II из хемије (10 поена)

1. Која врста хемијске везе или силе постоји

а) између два атома водоника у молекулу водоника (1 поен)

_____

б) између два молекула водоника у течном водоничном стању (1 поен)

_____

2. Гасовити водоник се мора стално доводити у електролит са водоничном електродом, из једног од следећих разлога (2 поена)

   А. да би гас остао засићен водоником

   Б. да би се очистила платинска електрода

   В. да се постигне највиши потенцијал електроде

   Г. да се смањи губитка струје

   Д. да се убрза процес

   Ђ. да се смање трошкови

3. У редукционо-оксидационој реакцији електрон је одговоран за прелаз редукционог реагенса у оксидациони реагенс. Стандардни електро потенцијал се обично користи за мерење снаге оксидационог реагенса.

Полу-ћелијска реакција	U [V]
$Ag^+ + e^- \rightleftharpoons Ag(s)$	+ 0.799
$2H^+ + 2e^- \rightleftharpoons H_2(g)$	+ 0.000
$Cd^{2+} + 2e^- \rightleftharpoons Cd(s)$	-0.403
$Zn^{2+} + 2e^- \rightleftharpoons Zn(s)$	- 0.763

   U – стандардни потенцијал електроде.

   На основу података у табели

   (а) Напиши по опадајућем редоследу релативну снагу четири горе наведена јона који служе као оксидациони реагенси (1 поена)

   (б) Напиши хемијску реакцију која се одиграва када се кадмијум (Cd) унесе у водени раствор сребро нитрата ($AgNO_3$) (2 поена)

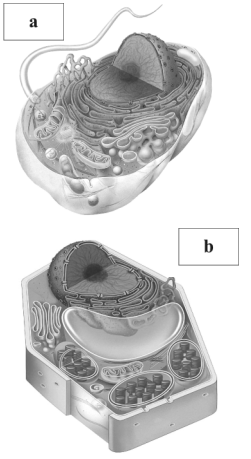
4. Ваздушне батерије користе кисеоник $O_2(g)$ из ваздуха као оксидациони реагенс, док је редукциони реагенс обично метал, нпр. цинк или алуминијум. У алуминијумско - ваздушној батерији, оксидација се јавља на алуминијумској аноди, а редукција на угљеничној катоди, док је електролит у коме се налазе електроде NaOH(aq). Алуминијум оксидише у Al^{3+}, али се због високе концентрације јона OH^-, формира анјонски комплекс $Al(OH)_4^-$. Напиши одговарајуће реакције ових процеса. (3 поена)

Проблем III из биологије (10 поена)

1. Сваки организам се састоји од ћелија.

   1.1 Повежи који организам из табеле одговара слици b, односно слици a (0.5 поена).

Слика a	А. Бактерија Б. Археобактерија В. Животиња
Слика b	Г. Биљка Д. Гљивица



   1.2 Неки од доле наведених делова се користе за разликовање биљних од животињских ћелија. Напишите четири слова (А - З) на листи за одговоре која одговарају тим разликама. (1 поен)

А. ћелијски зид	Ђ. центриоле
Б. вакуоле	Е. ендопласматски ретицулум
В. хлоропласт	Ж. Голги апарат
Г. рибозоми	З. митохондрија
Д. језгро	

2. Паратироидни хормон којег производи паратироидна жлезда има главну регулациону функцију да _____ (0.5 поена)

   А. повећа ниво калцијума у крви

B. смањи ниво шећера у крви

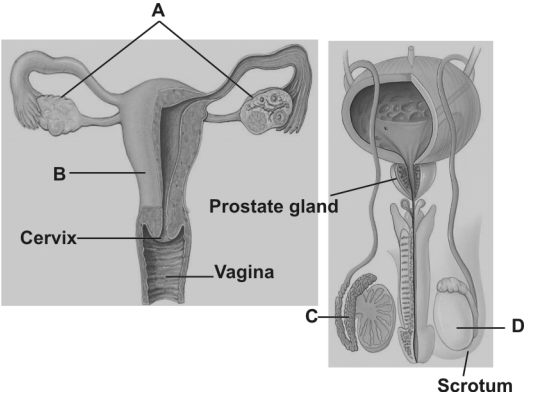
C. контролише карбохидратни механизам

D. контролише синтезу протеина

E. стимулише распад гликогена у глукозу

3. Код већине врста сисара, укључујући и човека, женски и мушки репродуктивни органи се развијају током година. Делови женских репродуктивних органа су важни у развоју јајника, а код мушких репродуктивних органа, неки имају важну улогу у формирању сперматозоида. Погледај мушке и женске репродуктивне органе приказане на слици.

3.1 Повежите одговарајући део репродуктивних органа означених словима А, Б, Ц и Д у левој колони, са одговарајућим органима у десној колони, као што је приказано у Табели (1 поен)



	2. тестиси
А _____	3. јајници
	4. ејакулациони канал
Б _____	5. семеник
	6. јајовод
Ц _____	7. материца
	8. велика усна
Д _____	9. Бартолинијева жлезда

3.2 Код жена се у току менструалног циклуса јавља неколико хормона. Одабери по редоследу врсте хормона, са дате листе (А-Г), у току циклуса:
(1) ....., (2) ....., (3) ....., (4) ..... (1 поен)

А ФСХ (хормон који стимулише стварање фоликуле),

Б LH (Luteinizing Hormone),

Ц Естроген,

Д Тестероген,

Е Прогестерон

Ф Хипоталамус

Г Андроген

3.3 У мушком репродуктивном систему неколико хормона има посебну функцију. Повежи функцију хормона (број) са одговарајућим хормоном (слово). (1 поен)

1. Стимулише ране фазе формирања сперме
2. Стимулише секрецију тестостерона Лејденским ћелијама
3. Стимулише развој и одржавање секундарних мушких полних карактеристика

A ФСХ

B Тестостерон

C LH

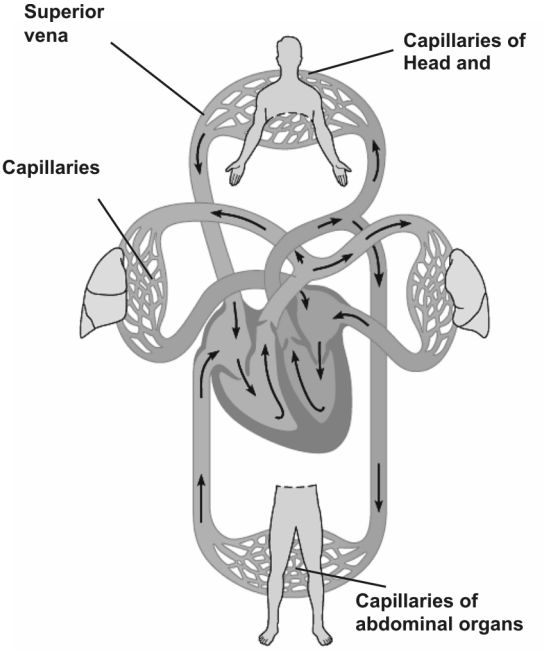
D Прогестерон

E Естроген

4. Крв код сисара циркулише захваљујући анатомији срца и крвних судова. Разлика у структури артерија, вена и капилара је у вези са њиховом функцијом. Слика приказује људско срце са крвним судовима (2.5 поена)

Стрелице на слици 4 приказују проток крви кроз срце. Допуни празна поља бројевима од (4.1) до (4.5) са одговарајућим словима (A - J) датим у табели.

.....(4.1) пумпа крв до плућа преко .....(4.2). Унутар плућа, крвне ћелије избацују угљен диоксид и узимају кисеоник. Крв обогаћена кисеоником из плућа се враћа натраг у срце преко ..... (4.3), а потом се испумпава из ..... (4.4) у цело тело преко .....(4.5).



A. Плућне артерије
B. Плућне вене
C. Лева преткомора
D. Десна преткомора
E. Лева комора
F. Десна комора
G. Аорта
H. Вена
I. Семилунарни залисци
J. Атри-вентикуларни залисци

5. Птичији грип или "птичија грозница" је заразна болест животиња узрокована вирусом који обично инфицира само птице и понекад свиње. Птичији грип је строго везан за врсту, али у ретким приликама може да пређе баријеру и инфицира и људе. Птичији грип има 16 Х (од Х1 до Х16) подврста пута 9 Н (од Н1 до Н9) подврста. Неке од њих изазивају патогени облик болести. Међутим, нису ни све подврсте овог вируса патогене за живину.

5.1 На основу досадашњих сазнања, вирус погађа птице са ниском патогеношћу. Након неколико месеци вирус циркулише кроз популацију, мутира и прелази у високу патогеност. Подврсте овог вируса које за људе представљају највећу опасност су ..... (0.5 поена) и ..... (0.5 поена)

5.2 Да ли се вирус лако преноси са птице на човека? (0.5 поена)

A. Да, вирус птичијег грипа се лако преноси на човека, посебно на фармама пилића
B. Да, вирус птичијег грипа се може пренети са пилића/птица, јер човек и пилићи/птице имају исту врсту рецептора вируса
C. Не, јер човек нем исту врсту рецептора
D. Не, зато што релативно мали број људи је инфициран у поређењу са значајним бројем инфицираних пилића и птица

6 ДНК технологија омогућава молекуларној биологији директно проучавање гена без раздвајања генотипа од фенотипа, као у класичној генетици. ДНК анализа отисака прстију се може користити у форензичким анализама, као што су криминалистичке истраге.

Изабери један тачан одговор између понуђених фактора са дате листе који се првенствено користи за идентификацију отисака прстију методом ДНК у форензици. ..... (0.5 поена)

А. ДНК анализа код различитих особа ретко има потпуно исти узорак ДНК, коришћењем ПЦР технике,

Б. ДНК код различитих особа има исти отисак

Ц. ДНК се може користити за раздвајање предака од пред предака, укључујући и њихову крвну групу

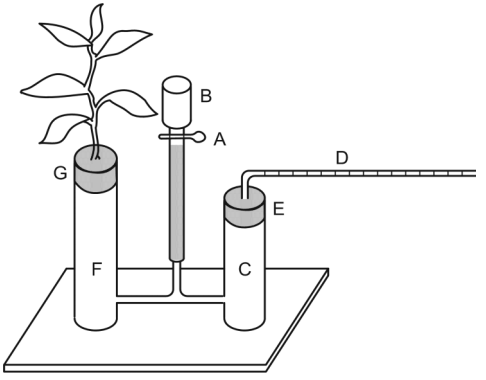
Д. Различите области у ДНК имају различите рестрикцијске ензиме

Е. Комбинација фактора од А до Д се морају упоредо користити

Експериментални део

Увод Овај експеримент се бави појавом испаравања, која се обично јавља код биљака , тј. вода се губи у облику паре из влакана спољних делова биљака. Лабораторијски уређај познат под називом "потометар" се обично користи за квантитативно мерење брзине испаравања код биљака, на основу количине воде коју биљка апсорбује у одређеном временском интервалу.

Због разлике у структури бильних влакана и њихових одговарајућих физиоложких процеса, брзина испаравања једне биљке се значајно разликовати од брзине испаравања у односу на друге. Поред тога, још неколико фактора утиче на брзину испаравања, и то су температура атмосфере, притисак, влажност, као и интензитет светлости и брзина ветра.



У овом експерименту ће се користити једноставни потометар, направљен у лабораторији као што је шематски приказано на слици 1, за одређивање утицаја ових фактора на брзину испаравања код биљке соје (Glucine max). Она ће се користити као испитивана биљка.

Потометар се састоји од "воденог купатила" А у облику слова Н, којег чине две стаклене цеви повезане капиларом. На средини капиларе се налази стаклени левак са вентилом. У десну цев је кроз запушач провучена градуисана капилара В (са подеоцима). Испитивана биљка би требало да се убаци у другу стаклену цев кроз гумени чеп.

Циљеви: Главни циљ је експериментално доказивање процеса испаравања код испитиване биљке соје. Посебни циљеви су квантитативно мерење учинка фактора који утичу на брзину испаравања испитиване биљке, као што су интензитет светлости и брзина ветра; уочавање утицаја хемикалија додатих средини на брзину испаравања из испитиване биљке; утврђивање знања такмичара о физиолошким процесима који су везани за процес исправање из биљака (процес транспирације).

Главно упутство: У овом експерименту треба да измерите брзину испаравања под различитим условима као што су интензитет (јачина) светлости, брзина ветра и средина. Експериментално, подаци се сакупљају мерењем воде коју биљка увлачи услед процеса испаравања. Пажљиво прочитај упутства пре него што приступиш извођењу експеримента. У сваком експерименту биће постављена питања на која траже одговарајуће поступке мерења. Одговоре на сва питања уписати на одговарајућој листи за одговоре.

Припрема: Пре него што приступиш извођењу експеримента, уради следеће:

1. Повежи крак калибрисане капиларе са "воденим купатилом" А, као што је приказано на слици.

2. Кроз левак при отвореном вентилу пажљиво напуни "водено купатило" А потометра са водом.

3. Припреми биљку тако што ћеш је одсећи на 1 cm изнад земље, и затим је убаци кроз отвор гуменог

чепа и учврсти. Провери да ли је доњи део биљке у воид. Не мењај биљку током целог експеримента!

4. Користи вазелинску маст, посебно на споју капиларе и чепа, и одсечене биљке и чепа да би се избегло истицање.

Експеримент-I: Утицај светлости на брзину испаравања (5.5 поена)

I-1 Подеси да вода испуни капилару до краја (почетна позиција). Обележи почетну позицију воде у капилари. Утврди да није присутан ни један мехурић ваздуха у целом систему потометра, јер ће се у противном појавити потешкоће при каснијем посматрању. У случају да се појаве мехурићи ваздуха у систему, пажљиво отвори гумени чеп и додај воду да би ваздух изашао.

I-2 Остави систем (15 минута) да се аклиматизује. Забележи ниво у тренутку $t = 0$, у односу на који ћеш вршити очитавање и прорачун дужине помереног стуба воде. При дневном светлу у просторији, забележи дужину помереног стуба воде L (у милиметрима), у краку капиларе, након 2, 5 и 10 минута трајања процеса испаравања (1 поен). Нацртај график зависности L (у милиметрима) од времена t (у минутама) на основу добијених података у овом делу експеримента (1.5 поена).

I-3 На сличан начин, након што си подесио воду у краку капиларе на почетну позицију (између 1 и 2), под условом "искљученог светла" (испитивану биљку прекри црном кутијом), и забележи дужину помереног стуба воде у краку капиларе после 2, 5 и 10 минута трајања процеса испаравања. (1 поен). Нацртај график зависности L (у милиметрима) од времена t (у минутама) на основу добијених података у овом делу експеримента (1.5 поена).

I-4 На бази графика добијених у корацима I-2 и I-3, изабери један тачан одговор о утицају светлости на брзину испаравања стављајући крст преко слова у листи за одговоре. (0.5 поена).

Експеримент-II: Утицај ветра на брзину испаравања (3 поена)

II-1 Овај експеримент је наставак експеримента I, који си претходно завршио. Прво треба да откријеш прекривену биљку. Постави ниво воде у краку капиларе у почетну позицију (између 1 и 2). Утврди да ни један мехурић ваздуха није присутан у систему потометра. Затим постави вентилатор на растојању од око 50 cm од испитиване биљке, и укључи га на 12 V.

II-2 Под утицајем "дувања ветра" и светла у просторији, забележи дужину помереног стуба воде (у милиметрима) у краку капиларе после 2, 5 и 10 минута трајања процеса испаравања (1 поен). Нацртај график зависности L (у милиметрима) од времена t (у минутама) на бази података добијених у овом делу експеримента. (1.5 поена)

II-3 На бази добијених графика у кораку I-2 и овог последњег, изабери један тачан одговор о утицају ветра на брзину испаравања стављајући крст преко слова у листи за одговоре (0.5 поена)

Експеримент-III: Утицај средине на брзину испаравања (3 поена)

III-1 Пре него што изведеш овај део експеримента, припреми експериментални прибор који ћеш користити за испитивања утицаја друге средине на испаравање. Проспи комплетан садржај воде претходно коришћене у потометру. Кроз левак са вентилом, пажљиво напуни "водено купатило" А са 2.5% воденог раствора шећера. Провери да ли је доњи део биљке у воденом раствору шећера!

III-2 Постави ниво воденог раствора шећера у почетну позицију (између 1 и 2). Провери да није присутан ни један мехурић ваздуха у целом систему потометра, јер ће се у противном појавити потешкоће при каснијем посматрању.

III-3 При дневном светлу у просторији, забележи дужину помереног стуба воденог раствора шећера L (у милиметрима) у краку капиларе после 2,

5, 10 минута процеса испаравања (1 поен). Нацртај график зависности L (у милиметрима) од времена t (у минутама) на бази података добијених у овом делу експеримента. (1.5 поена).

III-4 На основу добијених графика у кораку I-2 и овог последњег, изабери један тачан одговор о утицају средине на брзину испаравања стављајући крст преко слова у листи за одговоре (0.5 поена).

Питања: Понуђена су четири могућа одговора. Прочитај пажљиво свако питање и потом одабери један тачан одговор, тако што ћеш га крстићем прецртати у листи за одговоре. Треба напоменути да постоји само један тачан одговор на свако постављено питање.

1. Унеси податке добијене мерењем.

Време (мин)	стуб (mm)	померање (mm)
$t = 0$	l_0	
t_1	l_1	$L_1 = l_1 - l_0$
t_2	l_2	$L_2 = l_2 - l_0$
t_3	l_3	$L_3 = l_3 - l_0$

Ако је унутрашњи пречник капиларе d у mm, запремина воде коју биљка упија у временском интервалу између t_2 и t_3 је (0.75 поена):

A. $0,25\pi d^2(L_3 - L_2)$ B. $0,50\pi d^2(L_3 - L_2)$

C. $0,75\pi d^2(L_3 - L_2)$ D. $1,00\pi d^2(L_3 - L_2)$

2. Ако се померање дужине воденог стуба у краку капиларе мења линерано са временом, прорачуната брзина испаравања воде из биљке, на основу података из питања 1. је (0.75 поена)

A. $0,25\pi d^2(L_3 - L_2)/(t_3 - t_1)$

B. $0,25\pi d^2(L_3 - L_2)/(t_3 - t_2)$

C. $0,50\pi d^2(L_3 - L_1)/(t_3 - t_1)$

D. $0,50\pi d^2(L_3 - L_2)/(t_3 - t_2)$

3. Када је експеримент о испитивању испаравања из соје изведен у две различите средине, тј. у чистој води и у 2.5 % воденом раствору шећера, на основу посматрања може се закључити следеће (1 поен):

A. Није примећена никакава разлика у брзини испаравања при промени средине

B. Брзина испаравања добијена у експерименту са чистом водом је мања од вредности добијене са воденим раствором шећера

C. Брзина испаравања добијена у експерименту са чистом водом је већа од вредности добијене са воденим раствором шећера.

D. Није уочена веза између брзине испаравања и средине у оба посматрана случаја

4. Односи особина воде и воденог раствора шећера, су описани следећим тачним исказом (0.5 поена):

A. Густина и вискозност раствора шећера су мањи него код чисте воде.

B. Густина и вискозност раствора шећера су већи него код чисте воде.

C. Густина раствора шећера је већа од густине воде, али је вискозност раствора шећера мања од вискозности чисте воде.

D. Густина раствора шећера је мања од густина воде, али је вискозност раствора шећера већа од вискозности чисте воде.

5. За добијање 2.50% воденог раствора шећера, у 5.00 грама шећера, потребно је додати следећу количину воде у грамима (0.5 поена):

A. 48.75 B. 97.50 C. 195.00 D. 390.00

6. Између наведених формула, хемијска формула која представља шећер добијен из шећерне трске или из шећерне репе је (0.5 поена)

A. C_6H_5OH B. $C_6H_{12}O_6$

C. $C_{12}H_{24}O_{12}$ D. $C_{12}H_{22}O_{11}$

7. И тачка топљења и тачка кључања супстанци се често могу предвидети на основу њихове хемијске формуле, молекулске структуре, а понекад и на основу њиховог физичког изгледа. На основу тачке топљења и тачке кључања шећера, тачан исказ је (0.5 поена):

A. И тачка топљења и тачка кључања шећера су ниже у односу на вредности за воду.

B. И тачка топљења и тачка кључања шећера су више у односу на вредности за воду.

C. Само је тачка топљења шећера виша него код воде

D. Само је тачка кључања шећера виша него код воде

8. Приликом поцеса испаравања из биљке (0.5 поена):

A. вода ослобађа топлоту у околину

B. вода узима топлоту из околине.

C. нема размене топлоте.

D. вода нема фазну промену.

9. У току процеса испаравања из биљке, појава водене паре на лишћу соје, може се представити следећом хемијском реакцијом (0.5 поена):

A. $H_2O(s) \rightarrow H_2O(g)$ B. $H_2O(g) \rightarrow H_2O(l)$

C. $H_2O(l) \rightarrow H_2O(s)$ D. $H_2O(l) \rightarrow H_2O(g)$

10. У присуству светлости, и фотосинтезе и испаравање се јављају у хлорофилним деловима зивих биљака, укључујући и лишће соје. Једна од наведених хемијских једначина описује процесс фотосинтезе (0.5 поена):

A. $2H_2(g) + O_2(g) \rightarrow 2H_2O(l)$

B. $6H_2O(l) + 6CO_2(g) \rightarrow C_6H_{12}O_6 + 6O_2(g)$

C. $H_2O(l) + CO_2(g) \rightarrow H_2CO_3(l)$

D. $C_6H_{12}O_6 + O_2(g) \rightarrow +3CO_2(g) + 6H_2O(l)$

11. На испаравање највише утиче (0.5 поена)

A. ниво влажности земље и влажности ваздуха.

B. различит водени потенцијал између земље и ваздуха

C. интеракција између додирних површине зидова ћелија трахеида (провидне цевчице) и воде.

D. разлика у густини водене паре унутар листа и у атмосфери изнад граничног слоја

12. Испаравње се најчешће јавља из листова преко великог броја стома. Стоме су одговорне за (0.5 поена)

A. премештање хранљивих састојака

B. ослобађање хормона раста.

C. контролу губитка воде.

D. транспорт минерала

13. Различити фактори спољашње средине директно изазивају отварање и затварање стома, утичући на брзину испаравања. Отварање и затварање стома је контролисано (0.5 поена)

A. ситастим елементима

B. ћелијама затварачицама

C. месофилним ткивом код листа

D. кореном косе

14. Присуство светлости је веома важно за регулисања испаравања код биљака у циљу спречавања губитка воде из њих. Учешће фотосинтезе у процесу испаравања може узроковати да се стоме (0.5 поена)

A. затворе, услед чега брзина испаравања расте.

B. затворе, услед чега брзина испаравања опада

C. отворе, услед чега брзина испаравања расте

D. отворе, услед чега брзина испаравања опада.

15. Која од наведених изјава, о факторима који утичу на брзину испаравања, није тачна? (0.5 поена):

A. Брзина испаравања је већа на вишим температурама.

B. Исправљање се повећава са повећањем брзине ветра.

C. Испаравање се смањује када је снабдевање водом недовољно.

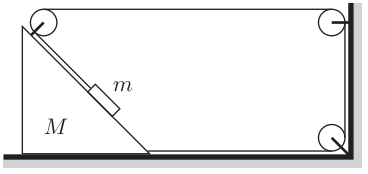
D. Испаравање расте са повећањем влажност.

Задаци за 1. разред

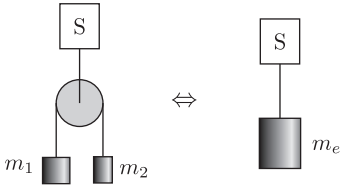
1. Душко Дугоушко трчи по кругу полупречника R. Зависност његовог угаоног положаја од времена дата је са $\varphi(t) = \beta t(1-\alpha t)$, где су α и β позитивне константе и $\beta < 8\pi\alpha$. Колики пут ће прећи до првог повратка у почетну тачку. Колики пут ће прећи до N-тог повратка у почетну тачку?

2. Две опруге коефицијената еластичности k_1 и k_2 и дужина у недеформисаном стању l_1 и l_2 везане су а) редно, б) паралелно. Оне се могу заменити једном опругом еквивалентног коефицијента еластичности k и еквивалентне дужине у недеформисаном стању l. Наћи k и l.

3. Систем приказан на слици састоји се од лаких котурова, лаких неистегљивих нити, тела масе m и клина масе M и нагибног угла 45^0. Наћи релативно убрзање тела масе m у односу на клин. У систему нема трења. Хоризонатална подлога и зид су непокретни.



4. Након што нису знали даураде један задатак на припремама за Олимпијаду из физике 2005. чланови иранске екипе су за казну затворени у физички систем S (слика). Систем S је са два тега маса m_1 и m_2 пребачена преко котура повезан канапом. Показати да се у односу на S ова два тега и котур могу заменити једним тегом масе m_e. Наћи m_e у функцији m_1 и m_2. Сви котурови у систему су лаки, а нити су лаке и неистегљиве.



5. Крајеви хомогене нити масе m су закачени за плафон у различитим тачкама. Сила затезања нити у њеној најнижој тачки је T_0. Наћи силу затезања близу тачака вешања.

Задаци за 2. разред

1. Највећа поморска битка Првог светског рата се одиграла 31.05.-01.06.1916. године у водама хладног Северног мора, у мореузу Скагерак близу данског полуострва Јитланд. Битка је вођена између немачке Велике поморске флоте адмирала Рајнхарда Шера и британске Велике флоте адмирала Џона Џеликоа. На основу броја потопљених бродова и крстарица противника победу је однела немачка флота, али стратешки гледано то је била победа Британаца.
Група ронилаца из Велике Британије истражује зашто су Немци веома лако потапали британске бродове у бици код Јитланда (већ после 2-3 директна поготка британски бродови би тонули, док су немачки могли издржати и по 25-30 директних погодака). Рониоци морају да зароне до олупине оклопњаче *Queen Marry*, поноса тадашње британске поморске флоте. Договор је да први ронилац зарони па да пустањем једног мехура ваздуха да сигнал следећем рониоцу. Док је мехур стигао до површине полупречник му се увећао три пута. На којој дубини се налазио ронилац у тренутку слања мехура, претпостављајући да је температура ваздуха у мехуру константна? На површини мора је атмосферски притисак $p_0 = 10^5$ Pa.

2. Једног лепог летњег дана Перица је решио да оде на купање на Аду Циганлију да се мало расхлади. Ујутро када је полазио јавили су на Јутарњем програму да је температура ваздуха $19\,^0$C. На путу до Аде учинило му се да су му гуме "меке" па је на једној бензинској станици измерио притисак у гумама и он је износио 220 kPa. Наставио је пут и стигао на Аду. Због неких искрслих обавеза морао је кући баш у подне када је температура достигла свој максимум. У повратку је имао утисак да бицикл иде доста лакше тј. да су гуме "тврђе". Поново је измерио притисак и он је износио 235 kPa. Колика је била максимална температура тог

врелог летњег дана? Занемарити топлотно ширење гума.

3. Клип масе m креће се дуж дугачког цилиндра глатких зидова без трења. У левом делу цилиндра је вакуум, док се у десном налази идеални једноатомски гас, чији су почетни притисак и запремина p_0 и V_0, респективно. Ако је у почетном тренутку брзина клипа v, одредити притисак и температуру гаса у тренутку када је он максимално сабијен. Трење се занемарује и претпоставља се да је суд топлотно изолован.

4. Температура идеалног гаса се мења са запремином по закону $T = \alpha V + \beta V^2$, где су α и β константе. Колики рад изврши гас при експанзији од запремине V_1 до запремине V_2?

5. Хоризонтална цев AB дужине l ротира константном угаоном брзином ω око вертикалне осе која пролази кроз крај A. Крај A је потпуно отворен, док се на крају B налази мали отвор. Колика је брзина истицања воде у односу на цев када је дужина воденог стуба у цеви h?

Задаци за 3. разред

1. Електрон који је убрзан разликом потенцијала 6 kV, улети у хомогено магнетно поље под углом од 30^0 у односу на смер поља и креће се по спирали. Јачина магнетног поља је $1.3 \cdot 10^{-2} T$.
а) Колики је полупречник спиралне путање електрона?
б) Колики је помак електрона у правцу магнетног поља за време једног његовог обиласка по кружници (спирали)?

2. у коло наизменичне струје редно су повезани омски, индуктивни и капацитативни отпор. Измерена је импенданца тог споја и нађено је да је за фрекфенцу од $1kHz$ она најмања. Наћи индуктивност завојнице ако је укупни отпор редног споја завојнице, кондензатора и отпорника отпора 10Ω при фрекфенци од $4kHz$ једнак 1000Ω.

3. У фабрици за израду часовника израђују се часовници са клатном чији је период њихања 1 секунд. Приликом израде једне серије таквих часовника дошло је до грешке у току производње тако да су ти часовници у 24 сата заостајали 1 сат. Шта треба урадити са клатном да би ти сатови постали тачни?

4. Покретни блок масе M налази се на хоризонтално постављеним шинама. На блок је, помоћу нерастегљиве нити занемарљиве масе, обешена куглица масе m. Блок се може кретати само дуж шина. Одредити однос периода T_2/T_1 малих осцилација куглице у равнинама, нормалној и паралелној шинама.

5. На танку нит дужине l и занемарљиве масе, привезана је куглица масе m. Сила трења између куглице и ваздуха сразмјерна је њеној брзини у односу на ваздух $F_{tr} = \mu v$. У хоризонталном правцу дува ветар константном брзином v. Одредити период малих осцилација. Претпоставити да се осцилације куглице пригушују у времену које је много дуже од периода осцилација.

Тестови за 3. разред

1. Нераздвојна повезаност и условљеност електричних и магнетних појава потврђена је:

а) Ерстедовим огледом,

б) Максвеловим огледом,

в) Фарадејевим огледом,

г) Херцовим огледом.

2. $1\ \frac{\mathrm{H} \cdot \mathrm{C}}{\mathrm{s}^2}$ је исто што и:

а) 1 Wb, б) 1 T, в) 1 Wb m, г) 1 A.

3. У тренутку када тело које хармонијски осцилује пролази кроз равнотежни положај:

а) брзина тела има најмањи, а убрзање највећи интензитет,

б) убрзање тела има најмањи, а брзина највећи интензитет,

в) и брзина и убрзање имају највећи интензитет,

г) и брзина и убрзање имају најмањи интензитет.

4. До резонанције, у идеалном случају, када нема трења, долази када је:

а) амлитуда принудне силе једнака амлитуди осцилатора,

б) фреквенција принудне силе иста као и сопствена фреквенцији осцилатора,

в) фреквенција принудне силе два пута већа од сопствене фреквенције осцилатора,

г) амлитуда принудне силе два пута већа од амплитуде осцилатора.

5. Када је фактор снаге у колу наизменичне струје једнак нули у колу се налазе:

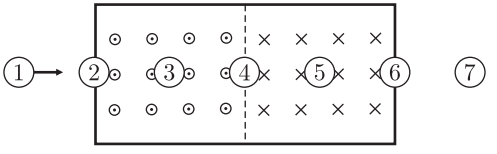
а) само отпорници,

б) отпорници и завојнице,

в) кондензатори и завојнице,

г) кондензатори и отпорници.

6. Проводник у облику круга се креће константном брзином кроз области у којима постоје магнетна поља магнетних индукција једнаких интензитета, чији правци и смерови су приказани на слици. У којима од седам приказаних положаја је вредност индуковане струје у проводнику једнака нули?



а) 1, 3, 5 и 7, б) 2, 4 и 6,

в) 1, 3, 4, 5 и 7, г) 1 и 7.

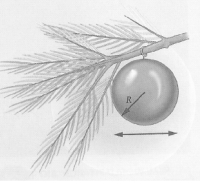
7. Распон крила авиона типа *BOEING 737-300* износи $39,9\,\mathrm{m}$. Авион лети ка северу брзином $850\,\frac{\mathrm{km}}{\mathrm{h}}$ на висини $10000\,\mathrm{m}$. Ако је интензитет вертикалне компоненте магнетне индукције Земљиног магнетног поља $5 \cdot 10^{-6}\,\mathrm{T}$, одредите напон између врхова авионских крила.

а) $0\,\mathrm{V}$, б) $11,81\,\mathrm{V}$, в) $4,71\,\mathrm{mV}$, г) $47,1\,\mathrm{mV}$.

8. Колики проценат укупне енергије линеарног хармонијског осцилатора представља кинетичку енергију када се тело налази у положају $x = \frac{x_0}{2}$, где је x_0 амплитуда?

а) 50%, б) 25%, в) 75%, г) 100%.

9. Црвени украс за новогодишњу јелку масе M има облик сфере полупречника R. Украс је обешен за малу алку, као што је приказано на слици. Ако се украс мало помери из равнотежног положаја одредити период осциловања украса. Момент инерције сфере око осе која пролази кроз њен центар је $I_0 = \frac{2}{3}MR^2$



а) $T = 2\pi\sqrt{\frac{R}{g}}$, б) $T = 2\pi\sqrt{\frac{2R}{3g}}$,

в) $T = 2\pi\sqrt{\frac{5R}{3g}}$, г) $T = 2\pi\sqrt{\frac{7R}{5g}}$.

10. Напон генератора наизменичне струје се са временом мења по закону: $U(t) = U_0 \sin(\omega t - \pi/4)$, где је $U_0 = 30\,\mathrm{V}$ и $\omega = 350\mathrm{rad}/s$. Тренутна вредност јачине електричне струје која протиче кроз генератор је $i(t) = I_0 \sin(\omega t + \pi/4)$, где је $I_0 = 62\,\mathrm{mA}$. Познато је да се ово електрично коло састоји само од генератора и још једног елемента. Да ли је тај елеменат завојница, отпорник или кондензатор и какве су његове карактеристике?

а) отпорник отпора $484\,\Omega$,

б) кондензатор капацитета $5,90\,\mu\mathrm{F}$,

в) завојница индуктивности $1,38\,\mathrm{H}$,

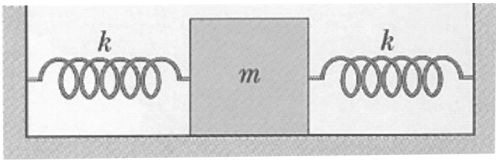
г) ниједан одговор није тачан.

11. Флукс магнетног поља кроз проводну контуру се мења по закону $\Phi = at + b$, где је $a = 7\,\mathrm{mWb/s}$ и $b = 2\,\mathrm{mWb}$. Одредити индуковану електромоторну силу у тренутку $t = 2s$.

а) $|\mathcal{E}_{\mathrm{ind}}| = 16\,\mathrm{mV}$, б) $|\mathcal{E}_{\mathrm{ind}}| = 7\,\mathrm{mV}$,

в) $|\mathcal{E}_{\mathrm{ind}}| = 2\,\mathrm{mV}$, г) $|\mathcal{E}_{\mathrm{ind}}| = 14\,\mathrm{mV}$.

12. Тело масе m које се налази на глаткој хоризонталној подлози, повезано је са вертикалним зидовима лаким оптугама чији су коефицијенти еластичности једнаки и износе k. На слици је приказан равнотежни положај тела. Колика ће бити кружна фреквенција осциловања ако се тело изведе из равнотежног положаја?



а) $\omega = \sqrt{\frac{k}{m}}$, б) $\omega = \sqrt{\frac{2k}{m}}$, в) $\omega = \sqrt{\frac{k}{2m}}$.

13. Математичко клатно дужине ℓ обешено је за кров вагона теретног воза. Воз се креће брзином v дуж кривине полупречника R, при чему важи $v = \sqrt{gR}$. Период малих осцилација клатна око равнотежног положаја је:

а) $T = 2\pi\sqrt{\frac{\ell}{2g}}$, б) $T = 2\pi\sqrt{\frac{\ell}{g}}$,

в) $T = 2\pi\sqrt{\frac{R}{g}}$, г) $T = \pi\sqrt{\frac{\ell}{g}}$.

14. Сопствене фреквенције осцилаторних кола, која се састоје од завојнице коефицијента самоиндукције L_1 и кондензатора капацитета C_1, односно завојнице коефицијента самоиндукције L_2 и кондензатора капацитета $C_2 = C_1$ су ω_1 и ω_2, респективно. Колика ће бити сопствена фреквенција осцилаторног кола које се добија када се елементи осцилаторних кола 1 и 2 повежу редно?

а) $\omega = \sqrt{\omega_1\omega_2}$, б) $\omega = \frac{\omega_1+\omega_2}{2}$,

в) $\omega = \frac{\omega_1\omega_2}{\sqrt{\omega_1^2+\omega_2^2}}$, г) $\omega = \frac{\omega_1\omega_2}{\sqrt{\frac{\omega_1^2+\omega_2^2}{2}}}$.

15. Генератор у RLC колу наизменичне струје има унутрашњи отпор r. При ком односу $R : r$ се на отпорнику издваја највећа снага, ако се коло налази у резонанцији?

а) $1:2$, б) $2:1$, в) $1:1$,

г) ниједан од понуђених одговора није тачан.

Задаци за 4. разред

1. Свемирски бродови Војаџер 1 и Војаџер 2 конструисани су за проучавање дубоког свемира. Први има сферни облик и његов полупречник је $r_1 = 0,8\,\mathrm{m}$, док други има облик купе полупречника основе $r_2 = 0,5\,\mathrm{m}$ и висине $h_2 = 2\,\mathrm{m}$. Оба сателита су премазана истом бојом, која омогућује да апсорбују целокупно електромагнетно зрачење које падне на њих. Сателити крећу са Земље, тако да је врх купе другог сателита усмерен од Сунца. Претпостављајући да се могу занемарити сви утицаји Земље и других планета, наћи температуру ових сателита на почетку њиховог путовања.

2. Радијални светлосни извор снаге W налази се на оси симетрије кружне плочице, на растојању k пута већем од полупречника те плочице. Наћи силу којом извор делује на плочицу ако се сви фотони рефлектују од плочице.

3. У емисионом спектру атома водоника, у близини линије са таласном дужином $\lambda_1 = 486,1320\,\mathrm{nm}$ налази се линија $\lambda_1 = 485,9975\,\mathrm{nm}$. Под претпоставком да та линија припада спектру зрачења изотопа водоника, израчунати који је то изотоп.

4. Електрони, без почетне брзине, убрзавају се под дејством напона $U = 0.4\,\mathrm{kV}$. Ти електрони крећу се по паралелним трајекторијама и налећу на параван са два прореза, на растојању $d = 0.5\,\mathrm{nm}$. Нађите угао између праваца појављивања првог и другог дифракционог максимума. Размотрите лоптице за тенис, масе $m = 60\,\mathrm{g}$ које се крећу брзином $v = 100\,\mathrm{km/h}$ према паравану са два прореза. Колико треба да буде растојање између тих прореза да би угао између дифракционих максимума било исти као у случају електрона.

5. Морска вода садржи $0,55\,\mathrm{g}$ калијума по литру. У природном калијуму има $0,012\%$ $^{40}\mathrm{K}$, који је радиоактиван са периодом полураспада $T_{1/2} = 1,2 \cdot 10^9$ година. Израчунајте колика је активност јединице масе морске воде (специфична активност). Ако је апсолутна грешка одброја r једнака $\sqrt{r}$, а ефикасност (однос регистрованих догађаја у односу на све оне који су се десили) бројачког уређаја износи 5% одредите колико дуго треба вршити мерење на једном литру морске воде да би се добио резултат са релативном грешком 1%.

Тестови за 4. разред

1. Галилејев пронцип релативности односи се:

а) на све физичке појаве,

б) само на механичке појаве,

в) само на електромагнетне појаве,

г) на механичке и електромагнетне појаве.

2. Специјална теорија релативности заснива се на:

а) једном постулату,

б) два постулата,

в) три постулата.

3. За брзине фотоелектрона v важи:

а) $v \ll c$, б) $v \sim 0,1c$, в) $v \sim 0,2c$, г) $v \sim 0,99c$.

4. Постојање дискретних енергијских нивоа у атомима доказано је:

а) Мајкелсоновим огледом,

б) Ајнштајновим мисаоним екпериментом,

в) Франк-Херцовим огледима,

г) Штерновим огледом.

5. Када се температура апсолутно црног тела повећа $\sqrt{2}$ пута, таласна дужина на којој је емисиона моћ максимална се:

а) повећа $\sqrt{2}$ пута, б) повећа 2 пута,

в) смањи 2 пута, г) смањи $\sqrt{2}$ пута.

6. Нека су v_2 и v_3 брзине електрона на другој и трећој Боровој орбити водонику сличног атома. Тада важи:

а) $v_2 : v_3 = 3 : 2$, б) $v_2 : v_3 = 2 : 3$,

в) $v_2 : v_3 = 9 : 4$, г) $v_2 : v_3 = 4 : 9$.

7. Промена таласне дужине фотона при расејању на слободном електрону је једнака Комптоновој таласној дужини када правци импулса упадног и расејаног фотона заклапају угао од:

а) $180°$, б) $45°$, в) $135°$, г) $90°$.

8. Астероид који се у почетном тренутку налазио у стању мировања је екслодирао на два дела. Део масе $150\,\mathrm{kg}$ се непосредно након екплозије кретао брзином $0,75c$, док је брзина другог дела $0,88c$. Колика је маса другог дела?

а) $130\,\mathrm{kg}$, б) $95\,\mathrm{kg}$, в) $245\,\mathrm{kg}$.

9. Астронаут који се налази у космичком броду који се креће брзином v у односу на Земљу утврдио је да његово срце начини 80 откуцаја у минути. У космичком центру који се налази на Земљи утврђено је да је пулс астронаута 60 откуцаја у минути. Тада је:

а) $v = 0,43c$ б) $v = 0,75c$

в) $v = 0,56c$ г) $v = 0,81c$

10. Слободни електрон

а) може да апсорбује, али не може да емитује фотон,

б) може да емитује, али не може да апсорбује фотон,

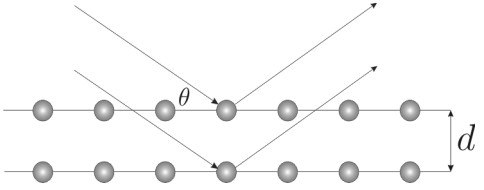
в) може и да емитује и да апсорбује фотон,

г) не може ни да апсорбује ни да емитује фотон.

11. Када се прилагоди на таму људско око може да региструје светлост чији интензитет износи само $4 \cdot 10^{-11}\,\mathrm{W/m^2}$. Ако таласна дужина светлости износи износи 505 nm одредити колико фотона прође кроз зеницу ока полупречника 6 mm за 1 s?

а) 2870, б) 11120, в) 287, г) $1,02 \cdot 10^{14}$.

12. Сноп неутрона који се крећу брзином 1450 m/s дифрактује на кристалу кухињске соли, као што је приказано на слици. Ако је растојање између јона у кристалној решетци кухињске соли $0,282\,\mathrm{nm}$ одредити угао θ под којим се види први дифракциони максимум.



а) $14,6°$, б) $76,3°$, в) $29,1°$.

13. Најкраћа таласна дужина за Лајманове серије је:

а) 121,5 nm, б) 1875 nm,

в) 91,2 nm, г) 1094 nm.

14. Два електрона улетела су у простор у коме постоји хомогено магнетно поље. Правци брзина електрона су нормални на правац магнетне индукције магнетног поља. Ако су брзине електрона $v_1 = 0,6c$ и $v_2 = 0,8c$, одредити однос фреквенција кружног кретања електрона ω_1 и ω_2.

а) $\omega_1 : \omega_2 = 1 : 1$, б) $\omega_1 : \omega_2 = 3 : 4$,

в) $\omega_1 : \omega_2 = 4 : 3$, г) $\omega_1 : \omega_2 = 16 : 9$.

15. Честица се налази у једнодимензионој бесконачно дубокој потенцијалнох јами ширине L. Својствене вредности енергије честице су:

а) $E_n = \frac{\hbar\pi^2}{2mL^2} n$,

б) $E_n = \frac{\hbar\pi^2}{2mL^2} n^2$,

в) $E_n = \frac{\hbar\pi^2}{2mL^2} n^3$,

г) ниједан од понуђених одговора није тачан.

Припреме за IPhO2004

На крају доносимо и задатке који су нашој екипи помогли да се припреми за Олимпијаду у Јужној Кореји. Ове задатке су припремили Ненад Вукмировић и Бранислав Цветковић.

При изради задатака можете да користите следеће интеграле и апроксимације:

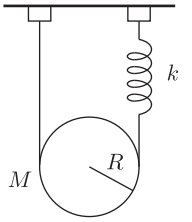
$\int x^\alpha dx = \frac{x^{\alpha+1}}{\alpha+1}, \qquad \alpha \neq -1, \alpha \in R;$

$\int \frac{1}{x} dx = \ln|x|; \qquad \int e^x dx = e^x;$

$(1+x)^\alpha \approx 1 + \alpha x + \frac{\alpha(\alpha-1)}{2} x^2 + \frac{\alpha(\alpha-1)(\alpha-2)}{6} x^3, \quad x \ll 1.$

1. Део А — Период малих осцилација диска

Одредити период малих вертикалних осцилација система који је приказан на слици.



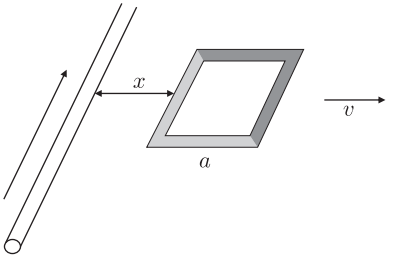
Маса и полупречник хомогеног диска су M и R, а константа еластичности опруге k. Неистегљива нит не

проклизава по диску. Убрзање силе Земљине теже је g.

Део Б — Жижна даљина сочива

Колимисани сноп светлости He-Ne ласера (таласне дужине $\lambda = 632.8\,\mathrm{nm}$) пада нормално на дифракциону решетку константе 10 зареза по милиметру. Танко сабирно сочиво се налази непосредно иза дифракционе решетке. У жижној равни сочива постављен је екран. Одредити жижну даљину сочива ако су растојања између дифракционих максимума на екрану $3.0\,\mathrm{mm}$.

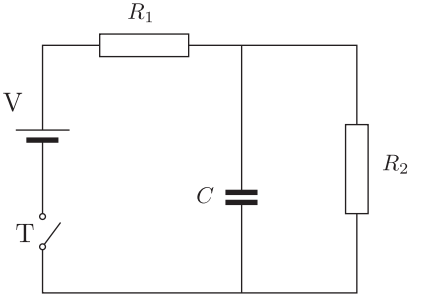
Део В — Индукована електромоторна сила



На слици је приказан праволинијски проводник кроз који протиче стална електрична струја $I = 50\,\mathrm{A}$. На растојању $x = 0,2\,\mathrm{m}$ од проводника налази се проводни квадратни рам странице $a = 0,1\,\mathrm{m}$ који се креће брзином $v = 10m/s$ у назначеном правцу и смеру (слика). Одредити електромоторну силу која се индукује у раму током кретања. $\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7}\,\mathrm{TmA^{-1}}$.

2. Стробоскопска лампа

Размотримо електрично коло које је приказано на слици.



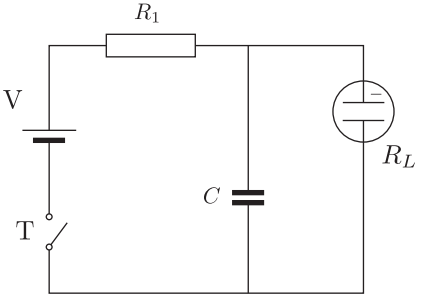
Нека је у тренутку $t = 0$ наелектрисање на кондензатору q_0.

а) Колико ће бити наелектрисање кондензатора у тренутку t? Резултат изразити у функцији наелектрисања кондензатора Q у стационарном режиму, q_0 и $\tau = R_pC$, где је $R_p = R_1R_2/(R_1 + R_2)$.

Упутство: Решење диференцијалне једначине првог реда типа $\frac{\mathrm{d}y}{\mathrm{d}x} + p(x)y = q(x)$ је:

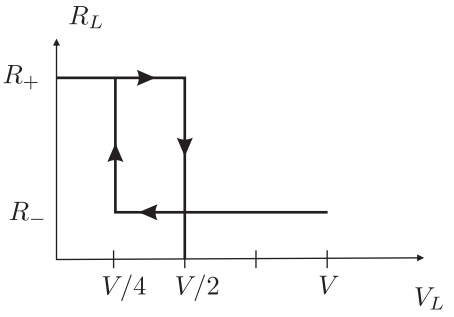
$$y(x) = e^{-\int p(x)\mathrm{d}x}\left(\int q(x)e^{\int p(x)\mathrm{d}x}\mathrm{d}x + A\right),$$

где је A константа.



б) У колу приказаном на слици 2 отпорник R_2 замењем је гасном лампом (стробоскопом) која функционише на следећи начин:

- Када је напон на лампи једнак нули отпор лампе има вредност $R_L = R_+ \gg R_1$. Електрични отпор лампе се не мења до тренутка када напон на лампи достигне вредност $V_2 = V/2$. У том тренутку вредност електричног отпора лампе се смањи на $R_-(R_- \ll R_1)$ и лампа почиње да светли.
- Вредност електричног отпора лампе се неће мењати све док је напон на лампи већи од $V_1 = V/4$. У тренутку када се напон на лампи смањи на V_1 лампа се гаси а вредност електричног отпора се повећа на R_+.



На слици је графички приказана описана зависност електричног отпора лампе од напона. Скицирати график зависности напона на кондензатору $V_C(t)$ од времена у случају када је $q_0 = 0$.

в) Ако је $R_+ = 100R_1$, $R_1 = 100R_-$, $C = 100\,\mu\text{F}$ и $R_1 = 4,7\,\text{k}\Omega$ одредити период функције $V_C(t)$. Колика је учестаност посматраног процеса, односно фреквенција стробоскопа?

г) Посматрајмо нит која осцилује при светлости стробоскопске лампе чија се фреквенција може мењати. Позната је само минимална фреквенција стробоскопа $\nu_0 = 2\,\text{Hz}$. У почетном тренутку учестаност стробоскопа је већа од сопствене фреквенције нити, а затим се полако смањује до минималне вредности. У једном тренутку изгледа као да нит не осцилује, али како је вредност фреквенције стробоскопа непозната није могуће одредити сопствену фреквенцију нити. Мало пре него што учестаност стробоскопа достигне минималну вредност нит ће се привидно зауставити и по други пут. У тренутку када је фреквенција стробоскопа минимална привидни период осциловања нити је $T_{app} = 3\,\text{s}$. Колика је сопствена учестаност нити?

3. Топлотни капацитет метала на ниским температурама

На самом почетку 20. века П. Друде је формулисао електронску теорију метала. Резултати које је предвиђала ова теорија поклапали су се са експерименталним резултатима за многе ефекте од раније познате: провођење струје и топлоте, Холов ефекат, магнетоотпорност, итд.

Једна од основних претпоставки Друдеове теорије је да електрони у металу чине класичан идеалан гас, те да је расподела електрона у металу по брзинама Максвелова. Унутрашња енергија на температури T би у складу са тим била једнака

$$U = \frac{3}{2}Nk_BT,$$

где је N број електрона у металу, а k_B Болцманова константа, док би топлотни капацитет при константној запремини био

$$C_V = \frac{3}{2}Nk_B.$$

Нажалост, у експерименту није опажена оваква вредност топлотног капацитета, што је указивало да нешто није у реду са Друдеовом теоријом.

Кад су у питању ниске температуре, које ће нама бити од интереса, мерења у 20. веку су показала да топлотни капацитет линеарно зависи од апсолутне температуре, насупрот Друдеовом предвиђању. Циљ задатка је да објаснимо овај резултат. У нашој анализи задржаћемо идеју да електрони у металу међусобно не интерагују и да чине идеалан гас, али ћемо одбацити претпоставку да је гас електрона класичан и узети да до изражаја долазе и квантни ефекти.

а) Размотримо најпре један електрон у металу. Сматраћемо да је цео систем (тј. метал) ограничен у области простора облика велике коцке странице L и да електрон не може да изађе из те коцке. Ово значи да се електрон налази у потенцијалу

$$V(x,y,z) = \begin{cases} 0 & 0 \le x,y,z \le L \\ \infty & \text{иначе} \end{cases}$$

Решење временски независне Шредингерове једначине за овај потенцијал је

$$\psi(x,y,z) = A\sin(k_xx)\sin(k_yy)\sin(k_zz),$$

где је $k_x, k_y, k_z > 0$.

Наћи дозвољене вредности таласног вектора електрона $\vec{k} = (k_x, k_y, k_z)$ и дозвољене вредности енергије.

б) Стање једног електрона у металу је карактерисано таласним вектором и пројекцијом спина на изабрану осу у простору. Таласни вектор може узимати било које вредности одређене у делу под а), док пројекција спина може имати две вредности које ћемо звати спин горе и спин доле. Електрони су фермиони, а за фермионе важи Паулијев принцип искључења по коме се у датом стању не може наћи више од једног електрона.

б1) Колико има стања електрона $N(k)$ са таласним вектором интензитета мањег од k, где је $k \gg \pi/L$ и произвољном вредношћу пројекције спина? Обратити пажњу да је $k_x > 0$, $k_y > 0$, $k_z > 0$.

б2) Наћи густину стања

$$n_k(k) = \frac{dN(k)}{dk},$$

где је $dN(k)$ број стања са таласним вектором између k и $k + dk$, где је dk мало, али много веће од π/L.

б3) Наћи енергетску густину стања

$$n_E(E) = \frac{dN(E)}{dE},$$

где су све величине аналогно дефинисане. Решење које ћете добити је облика $n_E(E) = \alpha\sqrt{E}$. Одредити вредност константе α. Надаље у задатку можете (а не морате) сматрати константу α познатом.

в) На температури апсолутне нуле електрони редом попуњавају стања почев од оног најмање енергије, па навише, све до енергије E_F. На ненултим температурама ситуација се мења и тада је вероватноћа да стање енергије E буде попуњено при температури T дата Ферми-Дираковом расподелом:

$$f_{FD}(E) = \frac{1}{1 + \exp\left(\frac{E-E_F}{k_B T}\right)},$$

где је E_F величина које се у физици чврстог стања назива Фермијев ниво.

Наћи Фермијев ниво на $T = 0$. Запреминска концентрација електрона је n.

г) Наћи однос унутрашње енергије и броја електрона (тј. унутрашњу енергију по електрону) гаса слободних електрона у металу на $T = 0$. У добијеном изразу треба да вам фигурише само енергија Фермијевог нивоа E_F.

д) Наћи унутрашњу енергију на температури $T \ll E_F/k_B$. Ферми-Диракову расподелу апроксимирати следећом функцијом:

$$f_{FD}(E) = \begin{cases} 1 & 0 \le E \le E_F^- \\ \frac{\beta k_B T + E_F - E}{2\beta k_B T} & E_F^- \le E \le E_F^+ \\ 0 & E \ge E_F^+ \end{cases}$$

где је $\beta = \pi\sqrt{2/3}$, E_F је Фермијев ниво на нултој температури, а $E_F^- = E_F - \beta k_B T$, док је $E_F^+ = E_F + \beta k_B T$. При рачуну задржати чланове који у коначном изразу дају до квадратних чланова по $k_B T/E_F$ и решење представити у облику

$$U = U_0 \left(1 + \gamma \left(\frac{k_B T}{E_F}\right)^2\right),$$

где је U_0 унутрашња енергија на $T = 0$, а γ је реални број чију вредност треба уписати у табелу за одговоре.

У даљем решавању задатка параметре U_0, γ и E_F можете (а не морате) сматрати познатим.

ђ) Одредити температурну зависност топлотног капацитета при константној запремини на ниским температурама.

е) Према трећем принципу термодинамике ентропија тежи нули кад температура тежи нули. Наћи зависност ентропије од температуре на ниским температурама, при константној запремини.

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.

Криза идеја и излаз из кризе

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

Ево нас на новој станици путовања у будућност физике где се суочавамо са чињеницама. Физика је данас у кризи, али се наслућују зраци светлости који наговештавају боље дане.

Криза идеја

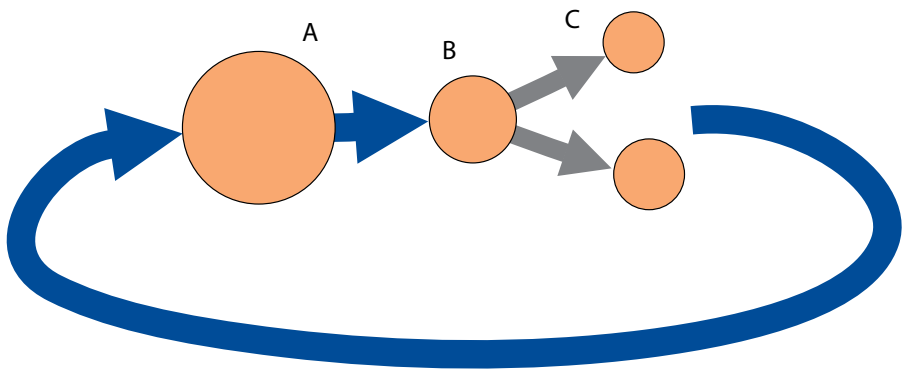
У свакодневном значењу парадокс је исказ који је истинит, али изгледа као да се противи здравом разуму. У логици и математици парадокси су (наизглед) противуречни закључци изведени из (наизглед) валидних премиса. Парадокси обележавају грешке у нашем процесу размишљања и закључивања и као такви представљају изузетно корисну хеуристичку (спознајну) алатку која је веома допринела развоју модерне физике и математике.

Најплодније тло за парадоксе је свакако била физика са почетка двадесетог века: специјална теорија релативности (на пример, парадокс близанаца) и квантна механика (на пример, Шредингерова мачка). Физика се од тих (праисторијских) дана невероватно развила, но парадокса више готово да нема – зашто?

Парадокси настају када сукобите прецизни теоријски апарат са здравим разумом и интуицијом. Класична физика није ништа друго него прецизна кодификација наших непосредних искустава. Пре сто година смо ту интуицију покушали да пренесемо у микросвет и у свет честица које се брзо крећу. Испоставило се да нам је дотадашња интуиција у овим доменима сасвим заказала. Решењем насталих парадокса смо на крају стекли нову интуицију.

Данас је теорија у многим својим правцима отишла далеко од непосредног искуства – нема места за креативне конфликте какви су парадокси. Ова празнина наговештава један дугорочнији проблем – теорија је (за сада) успешна, али није довела до процеса постепеног стварања нове интуиције везане за феномене које данас истражујемо.

Посматрајући слику 1. видимо да се добра времена у физици могу дефинисати као она у којима производни процес тече без застоја. У том смислу се налазимо у лошим временима, тј. постоји дисбаланс у неким деловима производног преоцеса. Илуструјмо ово на примеру физике елементарних честица. Мањак нове интуиције, о којој смо говорили, довео је до хиперинфлације компликованих, непроверивих модела (А). Основни разлог зашто нема нове интуиције је због



Слика 1. Производни процес у физици:
Стварање нових модела (A), решавање једног дела тих модела (B), експериментална провера да ли модели описују природу (мањи део да, већи део не) (C). У том смислу, крајњи продукт овог процеса су они модели који исправно описују одређени део природе, док се остали одбацују. Но, дугорочније гледано, циљ физике је изградња нове интуиције. Та нова интуиција затим започиње нови циклус стварања модела.

суштинског застоја у тачки (B). Само су тривијални модели решиви; нема нових општих апроксимативних шема; мали је и број модел-зависних апроксимативних шема; нумеричке симулације су пуно обећавале али мало реализовале. Ова област, која је дуго била ударна песница развоја теоријске физике, сада је донекле посустала – делом као жртва пређашњих успеха, делом нереалних обећања, делом због драстичног пада финансирања фундаменталних истраживања до ког је дошло као непосредна последица краја хладног рата.

Ситуација није ништа боља ни на експерименталној страни елементарних честица. И у овој тачки је дошло до суштинског застоја (C). Све скупљи експерименти се фокусирају на сигурне резултате; нова опрема филтрира само оне мерне резултате за које унапред мислимо да су интересантни; нови, јефтинији приступи су недовољно финансирани.

У већој или мањој мери може се слична слика дати и за многе друге кључне истраживачке области у физици, мада свакако не и за све. Ипак, ако се са овим описом стања и можемо сложити онда он важи за неки просек, односно у свакој од ових области постоје и стотине истраживачких праваца који имају потенцијал да доведу до "отчепљења" једног или више застоја у производном процесу. Зато свакако не треба отписивати опробане покретаче нових идеја у физици, као што су елементарне честице или кондензовано стање, поготово ако се има у виду да је, због ранијих

успеха, у овим областима највећа концентрација истраживачког потенцијала.

Управо је дифузија истраживача из ових области недавно довела до великог проширења обухвата физике. Као што је у прошлом веку физика изнедрила модерну хемију, па затим молекуларну биологију и генетику, тако се данас рађају нове области као што су наука о мрежама (описи повезаности интернета, ширења болести, кондензовања планета, многих социјалних система, промена у морталитету и фертилитету) или еконофизика (револуција у модерним финансијама). У овим плодним областима се кују нове парадигме, нови математички апарати, нови приступи експериментима и нумеричким симулацијама. Гради се нова интуиција. Улажу се све веће паре. Не би било ни мало чудно кад би се у следећих неколико деценија продори управо у овим областима проширили и на друге делове физике[1].

Хајдемо сад језиком економије да покушамо да мало боље сагледамо један од важних узрочника садашње кризе идеја у физици – непримерени раст тзв. "велике" (тј. скупе) науке.

Цене, перформансе и научни ризик

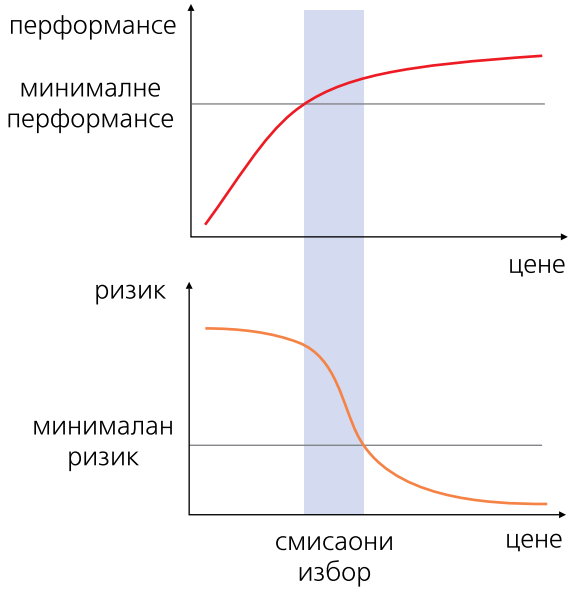
У свакодневном значењу парадокс је исказ који је истинит, али који изгледа као да се противи здравом разуму. У логици и математици парадокси су (наизглед) противуречни закључци изведени из (наизглед) валидних премиса. Парадокси обележавају грешке у нашем процесу размишљања и закључивања и као такви представљају изузетно корисну хеуристичку (спознајну) алатку која је веома допринела развоју модерне физике и математике.

Посматрајмо сада један општи принцип који срећемо често у науци (како у експерименталним тако и у теоријским областима), а који је изузетно важан за рационално планирање будућег истраживачког рада. Илустоваћемо општи принцип на примеру набавке рачунарске опреме потребне да би се извршиле неке захтевне нумеричке симулације.

Свакако су вам важне перформансе опреме коју набављате (нпр. брзина рачунара, расположива меморија), но морате да водите рачуна и о цени. Горњи график на слици 2 илуструје типичну зависност перформансе од цене. Реч је о монотоно растућој функцији која је у почетку добро апроксимирана правом линијом (тј. тангентом), но која са порастом цене све више подбацује у односу на ту линеарну зависност. У датом тренутку развоја области која вас интересује увек постоје и неке минималне перформансе које морате обезбедити да би уопште могли компетитивно да се бавите том врстом истраживања. Са графика видимо да ће перформансе бити веће од минималних ако смо у стању да обезбедимо одговарајућу цену за ту опрему. Ништа чудно.

Погледајмо сада другу (комплементарну)

[1] О овоме деца у школи не уче, мада им је концептуално ближе, релевантније и интересантније од многих ствари које их терамо да уче.



Слика 2. Типичне зависности перформансе и дозвољеног ризика од цене

зависност приказану на доњем графикону слике 2. Овде пратимо нешто што би могли назвати дозвољени ризик научног истраживања. Научна истраживања се баве откртивањем новог, а природа новог је да вам је оно у мањој или већој мери непознато. Ни једно истраживање, дакле, не може гарантовати успех. На против, да би дошли до нових продора морате бити спремни да се отиснете у непознатом правцу, да ризикујете. Оно што можете да процените, међутим, јесте колики сте степен ризика у стању да издржите. Степен дозвољеног ризика зависи од много чега (од појединачне склоности ризику, од тога да ли радите сами или у групи, итд.), но он свакако зависи и од цене (на пример цене опреме коју набављате, или од цене уложеног труда). Ако је опрема јевтина (или сте уложили тек неколико дан рада на неку вашу идеју) онда није велики проблем ако се не дође до жељених резултата. Насупрот томе, ако је опрема коју набављате изузетно скупа (или улажете више година марљивог рада) онда нагло пада ниво за вас дозвољеног ризика. Типични изглед ове зависности је приказан на доњем графикону слике 2. Приметимо да свако научно истраживање подразумева спремност истраживача на неки минимални ризик. Преведено на цену, ово значи постојање максималне цене. Ако та опрема (или та идеја) превазилази максималну цену онда нећете бити у стању да обезбедите минимални ниво ризика који је потребан да би дошли до нових продора[2].

Ова два графикона нам показују да под одређеним условима постоји оптимални прозори цена платити који истовремено обезбеђују и довољно велике перформансе и довољно велики

[2] На пример, CERN и експерименти у њему су екстремни примери велике, односно скупе науке. Тамо се све мери милијардама и десетинама милијарди евра. Кад неко улаже десетине милијарди евра у нешто онда неуспех није дозвољен. Дакле, ја не бих очекивао ништа спектакуларно ново да изађе из CERN-а, већ само потврду очекиваног. Мада у CERN-у има пуно физичара он не постоји ради физике већ ради технолошког развоја Европе. Скупа наука је рационални избор за технолошки развој богатих, но не нужно и за развој науке.

дозвољени ризик. У том прозору цена се креће оно што би могли звати рационалном стратегијом за бављење научним радом у датој области.

Ова анализа нам заправо даје три класе рационалних стратегија. Ако нисте у стању да обезбедите минималне перформансе онда је за вас рационално решење да заправо ништа не улажете. Ово «сиротињско решење» је стабилно – сиротиња остаје сиротиња (и само тривијално учествује у развоју како науке тако и технологије). Са друге стране, постоји и «богаташко решење». Ако лако можете да обезбедите минималне перформансе онда неки ваш такмац и сам прилично лако може себи обезбедити још веће перформансе и избацити вас из такмичења. Последица овога је да је за вас заправо једино рационално решење да улажете највише што можете. И ово је стабилно решење – богати остају богати. Ово решење није оптимално за развој науке јер вам не омогућава да правите ризике, но одлично је за развој технологије. Треће решење, једино рационално са становишта науке, би могли звати "решењем паметних". Постојање овог решења зависи од односа горње две криве (могуће је да нема решења које истовремено задовољава да су и ризик и перформансе веће од минималних, но, ако такво решење постоји, оно је оптимално са становишта науке. Ово је уједно и једино решење које није стабилно – ако га добро користите придружићете се клубу богатих, а ако га лоше користите клубу сиромашних. Сама по себи памет није гарант успеха. Треће решење је за нас могуће, а свакако и пожељно. Уз пуно упорности и рада тај избор нам даје шансу да нетривијално допринесемо даљем развоју физике.

Ми смо на овим просторима темпераментни и из нас чешће говоре емоције, убеђења и лепе жеље, а ређе рационална анализа. У том смислу сматрамо да смо екстремно талентовани, несхваћени. То мислимо парним данима, а непарним сматрамо да ништа не вредимо, да смо лењи и прости... Пређашња анализа је покушај да се рационално размишља о месту које наша наука може да заузме у свету. Закључак који се намеће је да за нас не само да има наде, већ да у неким областима мале земље као што је наша могу имати предност (под условом да се у међувремену економски још више не срозамо). Многима од вас ће овај исказ звучати као својеврсан парадокс, но чини се да заиста постоји потенцијал за овакав срећни сценарио. Но, да би до њега стварно и дошло морамо бити спремни да пуно радимо и морамо изузетно пажљиво бирати области ка којима се треба усредсредити. Морамо се питати не где је био продор пре 100 година, већ у којим деловима физике треба очекивати продор у следећих пар деценија, а у којим од ових можемо ми имати компаративне предности. Зато смо се пре неколико бројева Младог физичара и отиснули на ово наше путовање у будућност физике.

Физика и образовање

На почетку ове серије текстова смо видели да је револуција у физици довела до индустријске револуције, а да је ова касније довела и до промене система образовања. Образовање је веома инертан

систем који се споро мења. Оно што ми зовемо модерно образовање заправо је индустријска револуција примењена на школе. Зашто нам је требало масовно образовање? Зато што су нове фабрике имале потребу за велим бројем запослених са каквим-таквим образовањем. Зашто школе личе на фабрике, са наставницима и ученицима који се као по покретној траци крећу из једне хале у другу? Зато што су се тако млади навикавали на рад у фабричким условима. Отуд и школско звоно које их навикава на сменски рад, паралеле између школских и фабричких администрација, итд.

Свет је, међутим, негде крајем претходног века прешао из индустријског у пост-индустријско друштво. То се није десило само у развијеним земљама већ и код нас – и код нас је продаја услуга далеко важнији део економије од производње. Свуда, па и код нас, информациона револуција све више постаје замајац општег развоја али и брисања граница између држава. Образовни систем, како код нас тако и у свету, још се није прилагодио новим потребама. То је разлог зашто су људи широм света све више незадовољни образовањем. То је и основни разлог зашто није баш једноставно поправити наш систем – ни други нису у много бољем стању. Ново друштво тражи нови систем образовања, но још није јасно шта нам тачно треба. Ипак први обриси се виде: масовно укључивање популације у образовни систем остаје тековина, чак се мора и проширити. Неумитно се иде ка томе да и средње образовање буде обавезно. Но масовност више није довољна.

Можда је мало поједностављено, но образовање индустријског доба (тзв. модерно образовање) је постигло обухват (тј. квантитет) на рачун пада квалитета. То је било управо оно што је индустрија и тражила. Пост-индустријско друштво, међутим, тражи образованије људе, спремене да уче и прилагођавају се новим условима. Уместо да образујемо ученика за успешно обављање неког посла целог свог живота ми сада морамо да га образујемо за неки посао који још и не постоји. Ми дакле не треба да га учимо подацима и шаблонима већ начину размишљања, методологији решавања компликованих проблема, смисаоном учењу. Јасно је да је место науке у овом новом образовном систему централно – не због потреба нових технологија, него зато што наука и није ништа друго него метод постављања и решавања сложених питања.

Разлика између индустријског и пост-индустријског образовања је као разлика између физике и начина како наш образовни систем (уз мали број часних изузетака) физику презентује нашим ученицима и студентима.

* * * * *

Образовни систем данас нас учи знањима и вештинама. Но ко нас учи креативности? Шта је то прозор креативности и има ли физика крај? Овим ћемо се позабавити на следећој станици започетог путовања у будућност.

Анализа портфолиа

Пише: Бранко Урошевић
Економски факултет, Београд
Универзитет Помпеу Фабра, Барселона, Шпанија
South European Center for Contemporary Finance, Belgrade

У броју 99 Младог физичара смо објаснили суштину Марковицевог приступа избора финансијског портфолиа (уколико нисте прочитали овај текст, можете га наћи у нашој архиви на веб-сајту http://mf.dfs.org.yu). Сада ћемо генерализовати оно што смо до сада објаснили на једноставном примеру случаја већег броја актива.

Претпоставимо да у вашем инвестиционом портфолиу имате J актива. Ваш финансијски портфолио у тренутку времена 0 (то јест данас) онда је одређен вектором ваших позиција у разним финансијским активама

$$\mathbf{n} = (n_1, n_2, \ldots, n_J).$$

У нашем претходном примеру, J=2 (то јест имали смо свега две различите активе, акцију А и акцију В), а ваша позиција је била **n**=(2,5). Другим речима, имали сте две акције компаније А и 5 акција компаније Б. Наравно, само знање броја акција није довољно за одређивање тога колика је вредност вашег портфолиа. За то вам је потребно да знате и одговарајући вектор цена

$$\mathbf{p}(0) = (p_1(0), \ldots, p_J(0)).$$

У нашем претходном примеру, **p**(0)=(30,12). Вредност вашег портфолиа у тренутку времена 0 (данас) једнака је скаларном производу

$$W(0) = \mathbf{n}^T \mathbf{p}(0) \equiv \sum_{j=1}^{J} w_j(0) \equiv \sum_{j=1}^{J} n_j p_j(0) \ .$$

У нашем претходном примеру овај израз добија следећу вредност:

$$W(0) = 2 \text{ x } 30 + 5 \text{ x } 12 = 120.$$

Приметимо да се количина новца уложена у акцију j одређује помоћу формуле

$$w_j(0) = n_j p_j(0)$$

док се удео новца уложен у ту акцију одређује помоћу формуле

$$\alpha_j = \frac{w_j(0)}{W(0)} \ .$$

У нашем претходном примеру $\alpha_a = \alpha_b = 50\%$.

Наш следећи корак је да покажемо како се уопштава појам приноса портофлиа. Наиме, присетимо се да је вредност акције случајна променљива. Ако је вредност акције j у тренутку времена 1 једнак $\tilde{p}_j(1)$ (ово је случајна променљива), вредност нашег портфолиа у том тренутку времена постаће:

$$\tilde{W}(1) = \sum_{j=1}^{J} n_j \tilde{p}_j(1) \ .$$

Колико новца нам је наше улагање зарадило (или изгубило)? Односно, колики је остварени профит у тренутку времена 1? Одговор на то питање даје величина

$$\tilde{W}(1) - W(0) = \mathbf{n}^T (\tilde{\mathbf{p}}(1) - \mathbf{p}(0)) = \sum_{j=1}^{J} n_j (\tilde{p}_j(1) - p(0)).$$

Другим речима, профит који неки инвесициони портфлио остварује случајна је променљива једнака суми профита који остварује свака од акција понаособ. Уколико нас занима принос портфолиа, то јест зарада на један уложени динар или евро, израчунаћемо следећи израз:

$$r_p = \frac{\tilde{W}(1) - W(0)}{W(0)} = \frac{\sum_{j=1}^{J} n_j(\tilde{p}_j(1) - p_j(0))}{W(0)}.$$

У бројиоцу, сваки од чланова суме можемо поделити и помножити са $p_j(0)$. У том случају бројиоц се може преписати на следећи начин:

$$\sum_{j=1}^{J} n_j p_j[(\tilde{p}_j(1) - p_j(0))/p_j(0)] =$$
$$= \sum_{j=1}^{J} w_j(0)[(\tilde{p}_j(1) - p_j(0))/p_j(0)] .$$

Овде смо искористили дефиницију вредности новца уложеног у појединачну акцију $w_j(0) = n_j p_j(0)$. Шта је израз у угластој загради? То је принос акције *j*, $\tilde{r}_j \equiv (\tilde{p}_j(1) - p_j(0))/p_j(0)$. На тај начин добијамо, сасвим интуитивно, да је профит који остварује неки инвестициони портфлио једнак суми приноса појединачних актива то јест суми случајних променљивих типа $w_j(0)\tilde{r}_j$. Наиме, уколико је у акцију *j* уложено $w_j(0)$, профит од те инвестиције пропорционалан је уложеном новцу и профиту по једном уложеном динару (то јест приносу $\tilde{r}_j$). То значи да је профит који ће остварити инвестициони портфолио бити једнак:

$$\tilde{W}(1) - W(0) = \sum_{j=1}^{J} w_j(0)\tilde{r}_j .$$

док је принос портфолиа, то јест профит по једном инвестираном динару у дати портфолио, једнак

$$\tilde{r}_p = \frac{\tilde{W}(1) - W(0)}{W(0)} = \frac{\sum_{j-1}^{J} w_j(0)\tilde{r}_j}{W(0)} = \sum_{j-1}^{J} \alpha_j \tilde{r}_j = \boldsymbol{\alpha}^t \tilde{\mathbf{r}} .$$

У овом последњем кораку увели смо векторе приноса $\tilde{r} = (\tilde{r}_1, ...\tilde{r}_J)$ и вектор тежина $\boldsymbol{\alpha} = (\alpha_1, ..., \alpha_J)$. За вектор тежина важи следећа нормализација:

$$\sum_{j=1}^{J} \alpha_j = \boldsymbol{\alpha}^T \mathbf{1} = 1 .$$

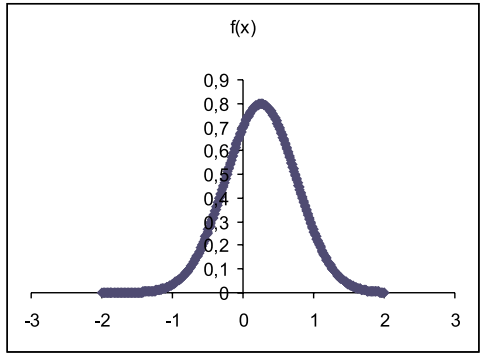
Овде је $\mathbf{1} = (1, 1, ..., 1)$ вектор који се искључиво састоји од јединица. Ова релација има следећу просту интерпретацију: сав новац се инвестира негде (нема неинвестираног новца). Вектор тежина дефинише наш инвестициони избор (то јест то је нешто што ми као инвеститори можемо да контролишемо). Са друге стране, вектор приноса је ван домашаја наше контроле (њега одређује тржиште, то јест целукупна активност инвеститора на тржишту). Ова последња тврдња подразумева да је тржиште компетитивно, то јест да ниједан појединачни инвеститор не може својим активностима да превише утиче на процес формирање цене. У случају малих тржишта као што је наше, таква идеализација само је делимично тачна (шта се догађа када на тржиште наступи неки од великих инвеститора као што су Мишковић или Карић?).

Као што смо рекли, приноси појединачних акција, $\tilde{r}_j$ као и њихова линеарна комбинација $\tilde{r}_p$ су случајне променљиве. Да бисмо могли нешто више да кажемо о својствима ових случајних променљивих претпоставимо да су све $\tilde{r}_j$ нормалне случајне променљиве. Нека случајна променљива $\tilde{x}$ је нормална уколико је њена функција расподеле вероватноће, *N*(*x*) у потпуности одређена само помоћу два параметра, помоћу средње вредности $E(\tilde{x}) \equiv \mu_x$ и помоћу стандардне девијације $\sigma_x = \sqrt{Var(\tilde{x})}$. Наиме, густина вероватноће у случају нормалне (Гаусове) променљиве графички се може представити преко чувене звонасте криве

$$f(x;\mu_x,\sigma_x^2)=\frac{\exp\left(-\frac{(x-\mu_x)^2}{2\sigma_x^2}\right)}{\sqrt{2\pi\sigma_x^2}}\ .$$

Веома важно својство нормалних случајних промељивих је њихова стабилност, то јест својство да уколико је више случајних променљивих нормално, онда је и сума ток скупа случајних променљивих такође нормална. Са практичне тачке гледишта то значи да уколико је принос сваке од акција у неком портфолиу нормална случајна променљива, онда је и принос на сам портофлио нормална случајна променљива. У том случају, очекивани принос портофолиа и његова стандардна девијација (или варијанса, што је еквивалентно), су све што неки инвеститор треба да зна о приносу на портфолио да би га у потпуности описао са тачке гледишта вероватноће. Од сада ћемо прихватити претпоставку (не превише далеку од реалности) да су сви приноси акција које улазе у састав било ког портфолиа нормалне случајне променљиве.

На слици приказујемо густину вероватноће за коју је $\mu_x=0,25, \sigma_x=0,5$.



Укупна површина испод криве густине вероватноће једнака је 1. Стога:

$$\int_{-\infty}^{\infty} f(x;\mu_x,\sigma_x^2)dx=\int_{-\infty}^{\infty}\frac{\exp\left(-\frac{(x-\mu_x)^2}{2\sigma_x^2}\right)}{\sqrt{2\pi\sigma_x^2}}dx=1\ .$$

То је вероватноћа да ће се случајна променљива наћи између $-\infty\le\tilde{x}\le\infty$. Уколико желимо да израчунамо вероватноћу да је реализација случајне променљиве $x_1\le\tilde{x}\le x_2$, морали бисмо израчунати интеграл

$$P(x_1\le\tilde{x}\le x_2)=\int_{x_1}^{x_2}\frac{\exp\left(-\frac{(x-\mu_x)^2}{2\sigma_x^2}\right)}{\sqrt{2\pi\sigma_x^2}}dx.$$

Геометријски, ова вероватноћа једнака је површини испод звонасте криве оивиченој вертикалним правим линијама које пролазе кроз тачке $x=x_1$ и $x=x_2$.

Они који знају интегрални рачун лако ће установити да је очекивана вредност случајне променљиве $\tilde{x}$ једнака:

$$E(\tilde{x})=\int_{-\infty}^{\infty}xf(x;\mu_x,\sigma_x^2)dx=\int_{-\infty}^{\infty}x\frac{\exp\left(-\frac{(x-\mu_x)^2}{2\sigma_x^2}\right)}{\sqrt{2\pi\sigma_x^2}}dx=\mu_x\ .$$

То је, уједно, и тачка максимума функције густине вероватноће (другим речима, то је највероватнија вредност реализације случајне променљиве).

Да бисмо установили ово последње, нађимо први извод функције $f(x;\mu_x,\sigma_x^2)$ по променљивој x:

$$\frac{d}{dx}f=-\frac{(x-\mu_x)}{\sigma_x^2}f\ .$$

Овај израз је једнак нули управо када је $x=\mu_x$. Да је то управо максимум видимо из облика графика (функција је конкавна), или из тога што је други извод у тој тачки негативан (можете ли то показати?). Имамо такође да у тачки максимума вредност функције f постаје:

$$f(x=\mu_x;\mu_x,\sigma_x^2)=\frac{1}{\sqrt{2\pi\sigma_x^2}}\equiv f_m\ .$$

Какав је геометријски смисао стандардне девијације?

Да бисмо то разумели размотримо вредност функције f у случају када је $x_1 = \mu_x - \sigma_x$ (или $x_2 = \mu_x + \sigma_x$; пошто је функција f симетрична око тачке $x = \mu_x$, њена вредност ће бити иста у оба случаја):

$$f(x_1;\mu_x,\sigma_x^2) = \frac{\exp(-\frac{(x_1-\mu_x)^2}{2\sigma_x^2})}{\sqrt{2\pi\sigma_x^2}} =$$

$$= \frac{\exp(-\frac{\sigma_x^2}{2\sigma_x^2})}{\sqrt{2\pi\sigma_x^2}} = \frac{1}{\sqrt{e}\sqrt{2\pi\sigma_x^2}} = f(x_2;\mu_x,\sigma_x^2) = \frac{f_m}{\sqrt{e}} .$$

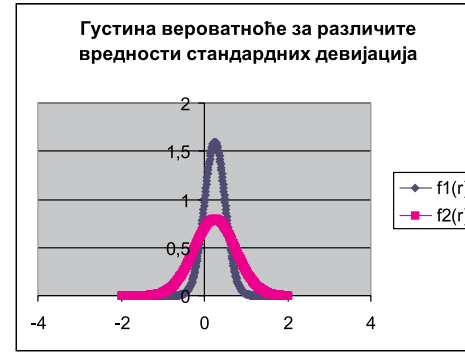
Другим речима, густина вероватноће у тачкама удаљеним једну стандардну девијацију од средње вредности опада пута у односу на своју максималну вредност. Такође, може се показати да је вероватноћа да нормална случајна промењљива буде у интервалу од једне стандардне девијације од средње вредности једнака отприлике 69%, док је вероватноћа да се нормална случајна промењљива нађе у интервалу од две стандардне девијације око средње вредности једнака 95%. Односно:

$$P(\mu_x - \sigma_x \le \tilde{x} \le \mu_x + \sigma_x) \approx 0{,}69$$

$$P(\mu_x - 2\sigma_x \le \tilde{x} \le \mu_x + 2\sigma_x) \approx 0{,}95$$

У случају расподеле на горњој слици, то би конкретно значило да би се вредност реализације случајне промењиве x нашла са 69% у интервалу од -25% до +75% (ове вредности одговарају интервало од $x_1 = \mu_x - \sigma_x$ до $x_2 = \mu_x + \sigma_x$) а са 95% вероватноће у интервалу од -75% до +125%).

Вратимо се, сада, на дискусију финансијских портфолиа. На основу онога што смо управо изложили видимо да је стандардна девијација неког финансијског портфолиа мера девијације од средње вредности, или мера ризика портфолиа. Што је стандардна девијација већа, за исту очекивану вредност портфолиа, то је већа вероватноћа како приноса који су већи тако и приноса који су мањи од очекиваног приноса. На слици приказујемо густине вероватноће за исти очекивани принос портфолиа $E(\tilde{r}_p) = 0{,}25$ и различите стандардне девијације портфолиа, σ_p=0,25 и σ_p=0,50 (графици означени са f1(r) и f2(r) респективно).



Очигледно, инвеститор не жели беспотребни ризик би увек изабрао портфолио чија је густина вероватноће f1(r) у односу на портфолио чија је густина вероватноће f2(r). Наиме, у оба случаја очекивани принос портфолио био би 25% (рецимо, на годишњем нивоу). Са друге стране, у случају f1(r) са вероватноћом од 69% реализовани приноси портфолиа, на годишњем нивоу били би у интервалу од 0% до 50%. Са друге стране, са истом том вероватноћом, реализовани приноси портфолиа били би у интервалу од -25% (то јест од губитка од 25%) до зараде од 75%. Циљ портфолио оптимизације се састоји управо у томе да се тако изаберу тежине $\boldsymbol{\alpha}$ да се за исти очекивани принос добије што мања стандардна девијација приноса, или, обрнуто, да се из исти ризик (стандардну девијацију приноса) добије што већи очекивани принос.

Faculty of Economics, University of Belgrade and South European Center for Contemporary Finance

Certificate in Finance Program (CFP) And

International Masters in Quantitative Finance (IMQF)

In collaboration with the Universitat Pompeu Fabra, Barcelona (Spain)

For more information contact:

IMQF and CFP Programs
Faculty of Economics (Room 409)
Kamenicka 6 11000 Belgrade,
Serbia-Montenegro

Tel. (+381) 11 302 1169
Fax. (+381) 11 302 1169
Email: admissions@seccf.org
http://www.seccf.org

IMQF&CFP www.ekof.bg.ac.yu
www.seccf.org

Питања

Проблеми и парадокси

Пише: Новица Пауновић

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

1. Познато је да се мехурићи ваздуха природно крећу ка површини течности. Међутим, код неких врста шампањаца и пива, када се сипају у чашу може се приметити да се мехурићи крећу на доле! По овоме је рецимо нарочито познато Гинисово "Стаут" пиво (јако црно пиво). Шта мислите зашто?

2. Можда сте приметили да се радијатори у становима са централним грејањем скоро увек стављају испод прозора, уколико он постоји. Можете ли да смислите разлог зашто је то тако?

3. Ако сте икада користили шило да пробушите рупу, можда сте приметили да је много лакше пробушити рупу ако се шило окреће наго ако се само притиска. Знате ли зашто?

4. Индијана Џонс је нераздвојан од свог бича који се сужава од рукохвата ка врху. Ако се замахне оваквим бичем, чује се јак пуцањ. Зашто?

5. Ако у купатилу из славине пустите воду, вероватно се чује извесно шуштање воде. Ако сте пустили топлу воду, то шуштање има један звук све док из цеви истиче почетни хладни део воде, а у тренутку када пристигне топла вода, звук шуштања се промени. Зашто?

6. Када ће падати више снега: током изузетно хладних зима са просечном температуром од рецимо –15°C, или током релативно благих зима са просечном температуром од рецимо –3°C? Одговор делује очигледно, али ћете се можда изненадити.

Основи физика пахуљица

Пахуљице имају генерално хексагоналну структуру, али само 0,25% њих има стварно савршени шестострани облик. Пахуљица се формира сакупљањем ледених кристалића на сићушним зрнцима прашине која служе као језгра кондензације. Ледени кристалићи се затим међусобно лепе и формирају пахуљицу. Пахуљици треба и до два сата да доспе до земље а чак и најбрже пахуљице падају брзином од само 1 km/h.

Други део

Немогућа и нека скоро могућа решења

Пише: Новица Пауновић

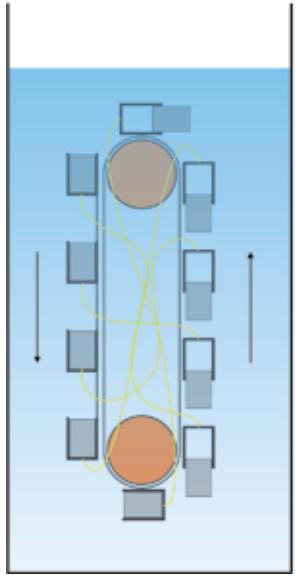
У претходном броју Младог физичара смо видели нека карактеристична решења проналазача перпетуум мобила (ПМ), која су се ослањала на механичке конструкције. Са доласком 19. века, механика је постала добро проучена, утемељена и позната наука, те је и великом броју проналазача ПМ постало јасно да оваква решења никада неће прорадити. При томе је Херман Хелмхолц 1948. и дефинитивно формулисао закон одржања енергије у његовом данашњем облику. Притиснути овим чињеницама, проналазачи ПМ су почели да се све више окрећу другим, не механичким концептима, и да траже решења заснована на новим и још увек помало непознатим појавама као што су електрицитет или магнетизам.

Идеја која је често коришћена је потисак у течности. Једно архетипско решење је приказано на слици 1.

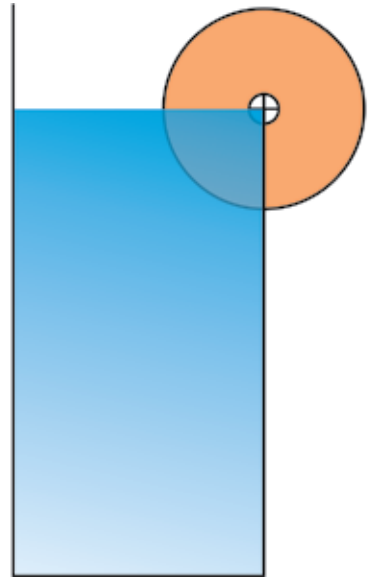
У течности су потопљена два котура преко којих је пребачена трака на којој је монтиран низ цилиндара који су заптивени масивним оловним клиповима. Ваздушне коморе наспрамних цилиндара су повезане цревима. Са леве стране уређаја, под дејством гравитације клипови истискују ваздух из цилиндара и смањују им запремину, док се с десне стране клипови извлаче из цилиндара и повећавају им запремину. Према Архимедовом закону, сила потиска на тело у течности је једнака тежини истиснуте течности. Пошто цилиндри на десној страни имају већу запремину то на њих делује већа сила него на цилиндре с леве стране и цео систем би требао да се непрестано окреће супротно од смера кретања казаљке на сату. У задњих два века је било безброј варијација ове идеје која се заснива на непотпуном разумевању силе потиска и узрока њеног настанка, као и на посматрању ситуације као статичког почетног случаја, без разматрања шта ће се дешавати када уређај почне да се креће.

На слици 2 је други пример у коме је ротациони точак делимично уроњен у течност. Према претпоставци, на леву страну точка делује сила потиска на горе која би требала да окреће точак. Авај, то се не дешава. Разлог је тривијалан: сила потиска делује нормално на делиће површине потопљеног тела, те резултантна сила потиска пролази кроз центар кружне површине и момент силе је нула.

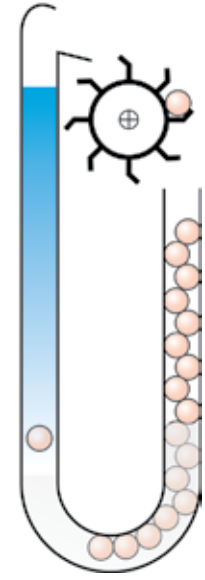
На слици 3 је дат још један пример, чије се разне варијације често могу наћи. Унутар U цеви налазе се две течности различите густине, нпр. вода и жива, које су у статичкој равнотежи. Куглице су мале густине тако да могу пливати у обе течности. Куглица са леве стране израња нагоре, искаче и пада на точкић вршећи неки користан рад и пада у десни крак цеви. Стуб куглица десно је довољно тежак да потисне најнижу куглицу испод дна и пребаци је с леве стране чиме би



Слика 1



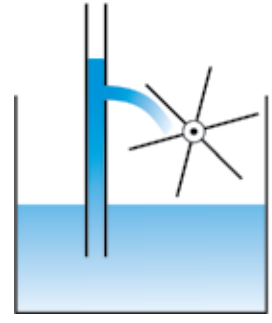
Слика 2



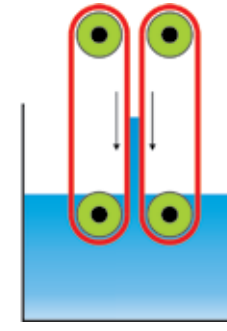
Слика 3

се наставио циклус. Није лако једноставним речима објаснити зашто ово ипак не може да функционише како је замишљено.

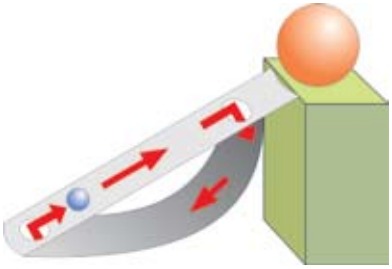
На сликама 4 и 5 је приказан још један чест приступ. Капиларно дејство је код проналазача ПМ увек било на високој цени, јер им је деловала прилично магично та појава да се течност пење уз капиларе "сама од себе". На слици 4, према замисли течност се пење у цеви а затим истиче кроз отвор и врши рад. Наравно, ово је прилично наивно решење, а разлог зашто не ради је занемаривање самог узрока капиларних појава, а то су адхезивне силе између течности и стакла. Исте силе које подижу течност у цеви ће довести до стварања менискуса у бочном отвору, спречавајући тиме истицање. На слици 5 је дато "побољшано" решење, са покретним тракама на котуровима, где би капиларни стуб течности требао да вуче траке и покреће машинерију. Читаоцима остављамо да покажу зашто ово не функционише. Уместо капиларних појава, понекад се срећу и покушаји искоришћавања ефекта осмозе.



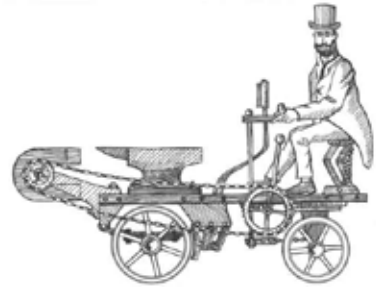
Слика 4



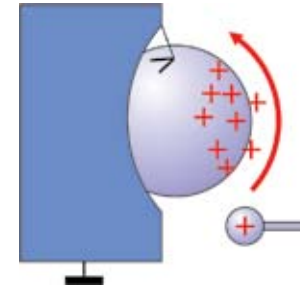
Слика 5



Слика 6



Слика 7



Слика 8

Магнетизам је такође неисцрпан извор идеја за ПМ. На слици 6 је дато једно од најстаријих и најједноставнијих решења. На врху косе цеви се налази магнет, а у цеви гвоздена куглица. Коса цев има два отвора који су спојени другом цеви. Магнет привлачи куглицу на врх косе цеви, где она затим упада у отвор и пада на дно цеви и циклус се понавља. Овде је срећом интуитивно доста јасно (бар физичарима) зашто ово не функционише. Ако магнет има снаге да привуче куглицу до врха стрме равни, онда куглица заправо неће моћи да склизне и врати се у доњу позицију. Но детаљан и прецизан доказ за ово баш и није сасвим лако дати. Ово је чест проблем код ПМ на магнетним принципима, где је често потребно доста познавања више математике (векторских поља и векторске анализе) уз примену Гаусове или Стоксове теореме за физичка поља. На слици 7 је дат један ПМ аутомобил са магнетом и наковњем, који је вероватно ипак био замишљен пре као карикатура него као озбиљан предлог.

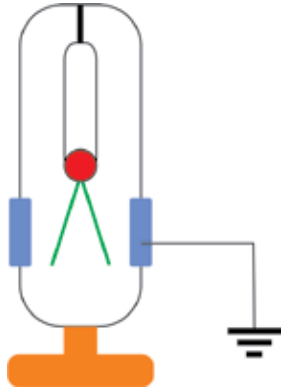
На слици 8 је дат пример једног електростатичког ПМ, где је куглица од изолационог материјала наелектрисаног трењем монтирана унутар делимичног металног оклопа који би вршио екранирање поља. На крају овог дела, наведимо неколико ингениозних уређаја који скоро да јесу ПМ.

Радијумски часовник

Године 1903. енглески научник Вилијем Струт демонстрирао је сензационално једноставан уређај, који је имао један проблем: изгледао је као ПМ, и што је још горе, радио је. Уређај је у суштини електроскоп са металним листићима. У основи листића се налазила мала количина радиоактивног радијума. Радијум емитује позитивно наелектрисане алфа-честице што доводи до наелектрисања листића електроскопа, који услед тога почињу да се одбијају и шире. Када се максимално рашире, додирују металне зидове који су уземљени и тако се разелектришу и циклус почиње из почетка. Листићи су се периодично ширили и скупљали, без икаквог успоравања за сво време посматрања. Заправо, овај уређај може да ради непрекидно скоро преко хиљаду година, што је прилично близу идеје о вечито покретној машини.

Барометарски часовник

Постоје механички часовници који за навијање опруге користе наизменично сабијање и ширење



Слика 9

барометарске кутије услед малих промена спољашњег притиска и температуре. На тај начин они могу да раде неограничено дуго без икаквог видљивог извора енергије.

Клацкајућа птица

Ово је популарна играчка која се састоји из две стаклене лоптице спојених цевчицом. Доња лоптица ("стомак") је испуњена лакоиспарљивом течношћу са високим напоном паре (метилен хлорид, T_k=40°C), док је горња лоптица ("глава") обложена филцаном тканином. Ако се глава птице загњури у часу са водом и пусти да се исправи, птица ће почети сама од себе да се непрестано нагиње и клацка, као да пије из чаше, и то ће трајати све док год се не потроши сва вода из часе. Овај уређај је заиста фасцинантан, јер за свој рад као "гориво" користи чисту воду. Тајна рада је у томе, да испаравање воде са тканине на глави доводи до хлађења главе и до кондензације паре метилен хорида, што доводи до снижења притиска у горњем делу. То доводи до усисавања течности из стомака у цевчицу, што доводи до померања тежишта птице и њеног нагињања. Услед нагињања, птица загњури главу у чашу и тако је овлажи и тиме процес почиње из почетка. Треба напоменути да ово није стварни ПМ, јер користи својеврсно гориво, и при томе није затворен систем, јер користи околну атмосферу за испаравање воде. Ако би се овај уређај прекрио стакленим звоном, радио би само неко време, док се ваздух испод звона не би заситио воденом паром.

Топлотна пумпа

То је уређај који премешта неку количину топлоте са ниже температуре на неку вишу температуру под утицајем извршеног рада. Дакле, то је уређај који ради у супротном смеру од топлотне машине, која даје користан рад на основу преласка топлоте са више на нижу температуру. Фрижидер или клима-уређај су примери топлотних пумпи јер они извлаче топлоту из простора који расхлађују (комора фрижидера или просторија) и предају је околини. Поента је у томе што добро конструисане топлотне пумпе имају ефикасност и од преко 400%. Ово звучи као чист ПМ, јер добијамо много више него што улажемо. Међутим, ово уопште не противуречи законима термодинамике, јер према другом закону, топлота не може да пређе сама од себе са ниже на вишу температуру, али то може уз одговарајући извршени рад. Међутим, у економском смислу ово може бити врло повољно решење, јер претходних 400% значи да помоћу топлотне пумпе, за 1 kW утрошене електричне енергије можете добити топлоте као да се утрошили 4 kW електричне енергије. Многи савремени клима-уређаји имају могућност не само да хладе већ и да греју просторију, и у овом другом случају баш из поменутог разлога грејање је знатно економичније него обичном електричном пећи.

др Драган Гајић

Физика Сунца

Пише: Проф. др Божидар Вујичић

Крајем октобра из штампе је изашла још једна књига посвећена астрофизици. То је ‘’Физика Сунца’’ у издању нишке ‘’Просвете’’ и Природно-математичког факултета из Ниша. Њен аутор је проф. др Драган Гајић, који на Одсеку за физику поменутог факултета предаје Основе астрофизике.

Ово је један од ретких уџбеника наших аутора посвећен корпусу тзв. ‘’посебних’’, ужих, области астрофизике. Књига је намењена студентима физике, али је, с обзиром на стил којим је написана, приступачна и оним ‘’заљубљеницима’’ астрофизике који не поседују формално образовање из области физике, астрономије или математике. Наиме, текст књиге није оптерећен формулама и једначинама, које би стручњацима омогућиле, како то аутор сам наводи, много јасније сагледавање онога ‘’што је писац речима хтео да каже’’. Његова идеја била је ‘’да шири круг читалаца, који нису специјалисти у области астрофизике, не одбацује књигу на ‘’први’’ поглед, заплашен ‘’математичко-физичким апаратом’’, који би, логично, у њој требало да буде присутан. Управо ширем читалачком кругу намењене су бројне фусноте или посебно издвојени делови текста, што треба да олакша разумевање изложене материје и да обрати пажњу на, још увек, нерешене проблеме физике Сунца.’’

Ова, штампарски квалитетно опремљена књига написана је на 270 страна. Богато је илустрована и садржи око 150 зналачки одабраних илустрација (фотографија и цртежа) у боји. Садржај књиге организован је у седам глава. У списку литературе наведено је 40 наслова књига, као и коришћена периодика, а дат је и регистар појмова и имена, као и прилог са основним подацима о Сунцу.

Прва глава односи се на место које Сунце има у религијама, митовима и легендама древних народа. Тиме се илуструје значај и интерес за проучавање нама најближе звезде током историје људске

цивилизације. Притом се често истиче аспект тзв. соларне политичке митологије – веровања да постоји генеричка веза између божанстава, која оличавају Сунце, и оснивача великих владарских династија, које су ‘’управљале’’ светом и одређивале његову историју. Јасно је да текст ове главе не третира физику Сунца, али, како истиче и сам аутор ‘’познавање његове суштине обавезни је део културе образованог човека’’.

У другој глави књиге разматра се положај Сунца у Галаксији. Истовремено дају се и основни појмови о галаксијама, њиховој класификацији и карактеристикама.

Трећа глава посвећена је разматрању општих астрономских и астрофизичких података везаних за Сунце.

Четврта, пета и делом шеста глава представљају окосницу књиге. У четвртој глави аутор се бави унутрашњом грађом Сунца. Обрађени су извори енергије Сунца и механизми њеног преноса. Дати су основни елементи стандардног модела унутрашње грађе Сунца и, са тим у вези, истакнут је значај хелиосеизмологије и актуелни проблем детекције соларних неутрина.

Атмосфери Сунца посвећена је пета глава књиге. Детаљно су описане фотосфера, хромосфера и корона, као и бројне манифестације Сунчеве активности. За похвалу је труд аутора да, на што једноставнији начин, кад год је то могуће, објасни механизме ових процеса.

Циклуси Сунчевих активности и њихове геофизичке последице обрађени су у шестој глави књиге. У том контексту, доста широко, описују се магнетно поље Земље и њена магнетосфера, а истакнуте су и аналогије и разлике са магнетосферама Јупитера и Сатурна.

Седма глава књиге посвећена је помрачењима Сунца. Иако и ова глава, на први поглед, одудара од опште концепције књиге, значај помрачења за изучавање Сунца, као и атрактивност ове астрономске појаве, пуно су оправдање за њено елаборирање у тексту. Аутор напомиње да су ‘’за савременог човека увредљива бесмислена упозорења да се од ‘’додатних зрачења приликом помрачења Сунца треба штити боравком у затвореним и замраченим просторијама’’, те такве тврдње треба одбацити као ноторне глупости’’.

За сваку похвалу је објављивање књиге ‘’Физика Сунца’’ проф. др Драгана Гајића. Студенти физике и астрофизике добили су користан уџбеник, а заљубљеници у космичке просторе и збивања у њима богато илустровано и научно интересантно штиво, које ће допринети проширивању или обнављању знања. Храбри чињеница да наши аутори све чешће пишу, али и објављују, књиге из области астрофизике. Треба очекивати да ће се такви трендови наставити, што ће коначно сузбити медијску преплављеност квази и надринаучним садржајима и тумачењима космичких појава, чему огроман број наших грађана лаковерно наседа.

* * * * *

Књига се може купити у књижарама нишке издавачке куће ‘’Просвета’’ или наручити директно од аутора (по цени од 700 динара + поштански трошкови) на мејл адреси: dgaja@junis.ni.ac.yu или преко телефона 064/1522-390, 063/1045-5155 и 018/365-390.

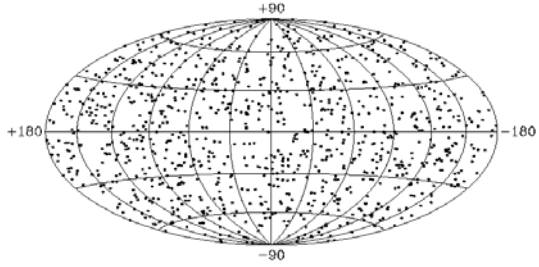
Гама бљескови - увод у мистерију

Пише: Драгана Илић

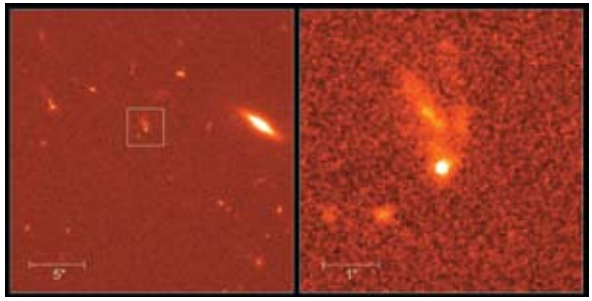
Гама бљескови (Gamma-ray bursts - GRB) су мистериозни бљескови високо-енергетског гама зрачења. Ови бљескови су најсјанији феномени у свемиру (ослободе више енергије у 10 секунди него што ће Сунце ослободити током целог свог живота од 10 милијарди година),
појављују се на неком случајном месту на небу, скоро свакодневно и трају од једне секунде до неколико часова.

Космички гама бљескови су откривени у касним 60-тим годинама прошлог века од стране Вела сателита америчке војске. Вела сателити су коришћени за детекцију зрачења митованог у тестовима нуклеарног оружја, али током свога рада сателити су детектовали понеки бљесак гама зрака, који је долазио из непознатог извора. Године 1973. истраживачи Америчке националне лабораторије Лос Аламос су на основу података Вела сателита закључили да ти бљескови долазе из далеког свемира.

Гама бљескови могу бити детектовани једино директно из свемира, будући да Земљина атмосфера апсорбује гама зраке. Тако да је објашњење овог феномена могло доћи једино ланисирањем гама телескопа, са добром просторном резолуцијом, у Земљину орбиту. До сада је лансирано неколико сателита са гама телескопима, које је већину финансирала и водила америчка НАСА агенција (NASA - National Aeronautics and Space Administration). Најновије мисије за детекцију GRB су НАСА Swift сателит који је лансиран 20. новембра 2004. и HETE-2 (High Energy Transient Explorer-2) сателит, који је лансиран 9. октобра 2000. године од стране Института за технологију из Масачусетса (MIT - Massachussetts Institute of



Слика 1.
Гама бљескови долазе из свих области на небу, са подједнаком вероватноћом. Од 1991. године BATSE (the Burst And Transient Source Experiment) инструмент смештен на НАСА-ину сателитску опсерваторију Compton Gamma-Ray Observatory је детектовао скоро један гама бљесак дневно. Гама бљескови су били изотропно распоређени на небу, што указује да вероватно долазе из других галаксија.



Слика 2.
Сјај у оптичком домену после гама бљеска GRB-990123 (сјајна тачка унутар белог квадрата и на увећаном исечку десно) из 23. јануара 1999. године. Објекат изнад је галаксија одакле потиче бљесак, која изгледа као да је деформисана због судара са другом галаксијом. Слика је снимљена са Хабловим свемирским телескопом (Andrew Fruchter (STScI) and NASA).

Technology).

Гама бљескови су краткотрајне експлозије гама фотона, где се у кратком временском интервалу (највише од неколико часова) ослободи огромна количина енергије (еквивалентна енергији ослобођеној у стотину експлозија супернових). Бљескови долазе из било које тачке на небу, показују изотропну просторну расподелу, а претпоставља се да долазе из других галактичких система. Теоријско разумевање гама бљескова захтева објашњење неколико чињеница: место догађаја, извор енергије и механизам емисије. Место догађаја мора бити у сагласности са посматраном изотропном и нехомогеном просторном расподелом гама бљескова, извор енергије мора бити довољно јак да би произвео измерен интензитет за претпостављена растојања до објекта који производи бљесак, и механизам емисије мора описати посматрани спектар бљеска, као и дати одговарајуће временске скале трајања бљеска. Објашњавање и овог минималног броја посматрачких предуслова се показало као врло захтеван задатак и до сада је дато више теорија, од којих ниједна није дала задовољавајућа објашњења за све три посматрачке чињенице. Одговор на једно од питања је дало откриће одговарајућег одсјаја гама бљеска у оптичком домену електромагнетног спектра. Посматрањем сјаја у оптичком домену непосредно после самог бљеска откривено је да они долазе далеко изван нашег галактичког система.

Већина гама бљескова траје дуже од 2 секунде, и зову се дуготрајни гама бљескови. Забележени су и бљескови који трају краће од 2 секунде (најчешће 0.3 секунде), и такви се онда називају краткотрајни гама бљескови. За сада је међу астрономима широко прихваћена теорија која описују дуготрајне гама бљескова. Према овој теорији, бљескови се везују за појаву хипернове. Хипернова је експлозија супермасивне звезде, чије језгро директно колапсира у црну рупу. На почетку живота ове звезде имају масу између 40 и 100 сунчевих маса и претежно се састоје од водоника. Услед закон одржања момента импулса, при колапсу језгра звезде у црну рупу, око ње се формира диск помоћу којег се материја доводи до црне рупе. То доводи до тога да се област око осе ротације црне рупе врло брзо рашчисти (за само 10 секунди после колапса, густина у тој области је

десет пута мања него у области диска), што ствара могућност да се материја избацује у млазевима дуж осе ротације. Уколико се Земља налази у правцу једног од млазева регистроваће се бљесак гама зрачења.

Највероватније је да се током формирања диска ствара и изузетно јако магнетно поље. Ово поље загрева диск до високих температура, где се стварају вреле лопте гаса и гама зрачења, које се избацују дуж осе ротације црне рупе брзинама блиским брзини светлости. Како ове лопте наилазе на слојеве материје, настале раније у експлозији, које се спорије крећу, долази до формирања ударних таласа који стварају гама зрачење. Овај процес се назива "интерни удар". У принципу је свака емисија гама бљеска, праћена додатном емисијом на другим таласним дужинама, од X-зрака до радио подручја, која траје од неколико дана до више година. Додатна емисија зрачења долази услед успоравања брзе материје млаза од стране материје из околне средине. Овај процес је назван "екстерни удар".

Највероватнији модел краткотрајних гама бљескова претпоставља да ослобађање огромне количине гама зрачења долази унутар двојног система, који се састоји из две неутронске звезде или из неутронске звезде и црне рупе. У првом случају енергија се ослобађа услед судара две неутронске звезде и настанка црне рупе, а у другом услед растурања неутронске звезде од стране црне рупе. У оба случаја ослобађа се огромна количина гравитационе енергије, материја се избацује великом брзином помоћу два супротно усмерена млаза, дуж осе ротације црне рупе, стварајући гама бљесак. Недостатак материје у околини таквог система (неутронксе звезде су давно изгубиле свој звездани омотач) указује на то да чим се судар заврши, престаје ослобађање енергије, и отуд кратко трајање самог бљеска. У прилог овој теорији иде и чињеница да су многи краткотрајни бљескови гама зрачења детектовани у срединама где има мање гаса и прашине, дакле далеко од места где се формирају младе звезде. Будући да је потребно 100 милиона година, па и више, да се сударе два компактна објекта у двојном систему, тако што се њихове орбите смањују услед губитка енергије због емисије гравитационих таласа. За то време двојни систем неутронских звезда има довољно времена да се удаљи од места где је формиран. Насупрот томе, дуготрајни гама бљескови су посматрани у близини области формирања младих звезда, што је опет у сагласности са претпоставком да настају услед експлозије масивних звезда, јер масивније звезде много брже еволуирају и тако не живе довољно дуго да могу да напусте место свог настанка, где има доста гаса и прашине.

Сигурно је да гама бљескови настају у експлозији која доводи до настанка црне рупе, али мистерија још увек није решена и многа питања су и даље отворена. Једна од чињеница која брине астрономе је вероватноћа да се таква експлозија деси у близини Сунчевог система. Несумњиво би таква појава довела до промене састава Земљине атмосфере и тако директно утицала на живот на њој.

Одговори

Проблеми и парадокси

Припремио: Новица Пауновић

1. Разлог зашто се код неких врста пива и шампањца мехурићи крећу на доле је комбинација вртложног кретање течности у чаши и изузетно малих димензија мехурића. Уколико су зидови чаше и околни ваздух хладнији од течности у чаши, слој течности уз чашу ће се хладити, а тиме и повећати густину и тонути на доле, те ће се јавити благо кружење течности. Ово кретање течности је споро, реда милиметра у секунди, и нема снагу да поремети уобичајено кретање мехурића на горе. Али ако су мехурићи врло мали, сила којом слој течности уз зидове чаше повлачи мехуриће на доле постаје већа од силе потиска која вуче мехуриће на горе, те се мехурићи уз зид чаше (а који су једини видиљиви) крећу на доле.

2. То се чини да би се постигла што интезивнија циркулација ваздуха и уједначена температура у просторији. Ваздух загрејан радијатором се због мање густине подиже и судара са хладнијим ваздухом у близини прозора што доводи до турбуленције која меша ваздух у соби. Уколико би се радијатор ставио на супротну страну просторије, могло би се десити да та страна просторије буде знатно топлија од супротне стране.

3. Да би се помоћу шила притиском пробила рупа, потребно је да сила притиска буде већа од силе трења. Ако се шило окреће, онда је потребно на шило деловати тангенцијалном силом F чији је момент већи од момента силе трења: $FR > F_{tr} r$, где је r полупречник шила а R његове дршке. Како је $r \ll R$ биће $F \ll F_{tr}$.

4. Приликом замаха, бичу се предаје нека енергија која се дуж бича простире у облику таласног кретања. Пошто се бич при врху сужава, смањује се маса бича који се помера дуж таласа, те да би се одржала енергија, кретање мора бити брже. Када талас стигне до танког врха бича, врх се креће брже од звука и пробија звучни зид, што се манифестује као карактеристични прасак. Код неких врста бичева врх може да се креће и двоструко брже од брзине звука.

5. Шуштање настаје у славини, зато што отворени вентил формира процеп кроз који протиче вода и при томе настаје звук. Када наиђе топла вода, гумица и остали делови вентила се загревају и благо деформишу што благо мења облик и димензије процепа и доводи до промене звука. Ова деформација је релативно мала, али људско ухо може да уочи и веома фине промене у фреквенцији звука, чак и од само 1 Hz.

6. Можда сте помислили да су врло ниске температуре најпогодније за падање снега, али није тако. Да би падао снег, потребна су два услова: да је температура ваздуха испод нуле, и да у ваздуху има водене паре. Међутим, што је ваздух хладнији то он садржи мањи проценат влаге, те током врло хладних дана у ваздуху нема довољно влаге за неки обилнији снег. Идеални услови за снег су дани када је ваздух влажан а температура тек мало испод нуле. Због тога ће највише снега пасти током оних зима које су имале највише дана са температуром нешто мало испод нуле.

Десета међународна астрономска олимпијада

Пише: Урош Јанковић

На Десетој Међународној Астрономској Олимпијади одржаној у Пекингу, од 25. октобра до 2. новембра, Србија и Црна Гора је по трећи пут имала своје представнике. Ове године сви такмичари били су ученици Математичке гимназије из Београда: Урош Јанковић, Соња Манојловић, а новина је био јуниорски тим кога су сачињавали ученици осмог разреда Основне школе при математичкој гимназији Лука Милићевић, Матија Миловић и Наташа Драговић. Ново је било и увођење двоје обавезних вођа тима. То су биле редовни професор у пензији др Јелена Милоградов-Турин и апсолвент астрономије Татјана Јакшић. На такмичењу је учествовало укупно осамнаест тимова из шеснаест различитих земаља, а било је још и неколико посматрача из земаља које нису имале своје екипе.

Узбуђење је почело још пре самог поласка, јер се план путовања непрестано мењао. Наступио је и стандардни проблем са визама. Он није решен до самог поласка, тако да смо путовали са пословним визама, за које нисмо били сигурни да ли се признају, и кинеским визама, које су биле прекратке за наш боравак.

Пошли смо у вечерњим часовима 20. октобра по крајње суморном времену, путовали аутобусом читаву ноћ, и стигли на Аеродром Ферихеђ крај Будимпеште у раним јутарњим сатима. Авион је полетео тек после подне, тако да смо на аеродрому провели око десет сати чекајући.

У Пекинг смо слетели пре свитања. Већ на самом аеродрому, кроз авионска окна, осетио сам пространство и величину. Поред писте опазио сам још недовршен објекат необичног изгледа, џиновских размера, окружен десетином кранова. Паркирани авиони су имали по два пара мотора, а ушавши у зграду аеродрома поглед ми се изгубио у ходнику, који као да није имао краја. Иако је само здање аеродрома са модерним и оригиналним решењима пуно тога наговештавало, атмосфера ми је тада изгледала некако строго, поготово пошто нас је још чекао прелазак границе. На срећу, наше пословне визе су биле прихваћене и прошли смо брзо. На изласку са аеродрома угледали смо таблу са називом наше земље. Дочекао нас је директор планетаријума Ћу Ћин, лично. Није му било тешко да устане рано и да нас сачека.

Направивши прве кораке по тлу Кине нисам могао да приметим ништа толико необично. Осећало се да је то нешто ново, али није могло да се каже тачно шта, јер је ипак много јачи био тај унутрашњи осећај да сам толико хиљада километара удаљен од места где сам био пре мање од једног дана. Кренули смо комбијем према нашем хотелу, и убрзо смо имали прилику да видимо излазак Сунца. Први интересантан објекат била је наплатна рампа, украшена на традиционалан начин, са

обликованим и ишараним ивицама. А онда смо пришли градској области. Знајући популацију Кине и релативно малу област која је насељена, очекивао сам да ћу видети огромне јефтине зграде наслагане једна на другу, али преварио сам се. Угледао сам нове високе зграде атрактивног али истовремено специфичног изледа, међусобно на великим растојањима. Уопште, димензије свега су се барем удвостручиле.

Наш први хотел, од укупно три различита, био је смештен баш у једном интересантном солитеру од двадесетак спратова. Бројање је ометало и то што су били избачени бројеви који садрже тринаест и четири. Кинези не воле број четири јер за њега употребљавају исту реч као и за смрт. По доласку, одмах смо се запутили на доручак. Као што сви знамо, кинеска кухиња је једна посебна прича, али храна коју смо јели у Кини битно се разликовала и од оне коју овде називамо кинеском. Укратко, она садржи готово све врсте поврћа, рибе, меса, као и сосова и зачина, од којих справљају толико разноврсна јела да је најчешће и немогуће погодити шта је све у њима. Такође, осим пиринча, скоро да и не постоји храна која има онакав укус који се очекује по изгледу и који је нама познат. Ту су још и појединости као што су прибор за јело

и централни точак на коме храна кружи до свих који седе за столом. После доручка добили смо слободно време да се мало одморимо, а за ручак смо отишли у ресторан домаће кухиње. Тамо смо имали прилику да пробамо још једну врсту оброка коју преводе као хот пот (топли лонац). Истог дана додељен нам је човек који је имао задатак да се стара о нашем тиму за време целог боравка, Ли Син (Кинези прво пишу презиме, па име), за кога смо се јако везали и који је постао саставни део нашег боравка. Приметили смо да услед велике разлике између кинеског језика и индоевропских језика, Кинезима представља велику тешкоћу да говоре нама разумљиве језике.

Другог дана обишли смо некадашњу летњу резиденцију кинеских царева. У њој смо могли да видимо све карактеристично за древну кинеску архитектуру. Палате су грађене махом од топлих материјала, дрвета и опеке, на којима доминирају црвена, тамно зелена и златна боја и имају изражену дужину у односу на ширину. Карактеристични су кровови заобљени на унутра, на чијим ћошковима су израђене фигурице владара и митских животиња које га прате. Под стрехом се налази мноштво испреплетаних греда, а све је подбочено стубовима. Уопште, доминирају пријатност и лепота, а не агресивност и луксуз. Палате су окружене баштама и међусобно одвојене зидовима са великим дрвеним вратима испод којих се налази висок праг. За мене су ипак најупечатљивије управо те њихове баште у којима доминира старо зимзелено дрвеће увијене коре, стабла са воћем по изгледу сличном поморанџама и украсно камење. Као најтипичније објекте овог комплекса који се распростире на неколико квадратних километара, од којих више од половине припада језеру, вештачки направљеном само за цара, издвојио бих камени мост са седамнаест лукова, који цео из даљине изгледа као један велики лук, затим ходник на отвореном, поред обале језера, са дрвеном надстрешницом која је целом дужином изнутра осли-

кана, и мермерни брод, чврсто везан за копно, који никада није ни запловио, а представља симбол царске моћи.

На путу до летње резиденције на једној од зграда уочио сам нешто што ме је подсетило на куполу телескопа. Објаснили су ми да је то једна обична средња школа и да је она стварно опремљена телескопом.

Истог дана први пут смо отишли у Пекиншки планетаријум. Сви смо се запрепастили када смо схватили да је зграда огромних димензија и футуристичког изгледа место где нас воде. У њему смо присуствовали двема пројекцијама. Прва је била у 4d театру о еволуцији живота на Земљи. И стварно, носећи наочаре имали смо осећај да нам животиње, гране, астероиди и други предмети пролазе тик поред глава, а да би све још било интересантније, када су се догађале експлозије или животиње рикале на нас из седишта испред почињао је да дува ваздух, а у тренутку када смо пали у воду седишта су се нагло спустила и били бисмо попрскани. На другој пројекцији седели смо у симулаторима у облику свемирских бродова који су опонашали наше кретање кроз ваздух, у води, и на копну, а склањали смо се да нас не "ухвате" диносауруси и да нас не "попрска" лава. Напољу, између новог планетаријума у коме смо били и старог, који се налази недалеко од њега, нашли смо изложен метеорит и сликали се око њега.

Сутрадан су нас одвели у огроман тржни центар у коме смо могли да видимо све најпознатије светске брендове, наравно, са одговарајућим ценама. Затим смо отишли у радње са једнима од најпознатијих кинеских производа - чајем и свилом. Цео Пекинг врви од саобраћаја, у коме у огромном броју учествују бицикли, мопеди и рикше, сада најчешће моторне. Становници кажу да је једини временски предвидив облик транспорта метро, али и да је он увек пун. Улице су изузетно простране, неке имају чак и по пет трака у једном смеру. Истог дана придружило нам се још неколико тимова, а ми смо се упознали са тимом Бразила.

Дан после били смо премештени са свим осталим тимовима у нови хотел. Поподне смо обишли зоолошки врт, смештен прекопута планетаријума, а тамо су, очекивано, главна атракција панде.

На дан отварања били смо спречени да идемо на централни трг Тјананмен, јер је требало да се разрешио проблем око наших виза. Пошто се ово успешно завршило, сачекали смо остале у старој опсерваторији. Поред тога што су Кинези познати по многим проналасцима - папиру, баруту, компасу, они су имали и веома напредну астрономију. При томе, они су је самостално развијали, тако да су имали чак и сопствена сазвежђа. У опсерваторији смо видели мноштво старих инструмената, углавном за одређивање координата небеских тела, а чак су и они били украшавани, па смо тако могли да видимо змајеве који придржавају армиларну сферу. Уследило је и званично отварање Олимпијаде у Опсерваторији, а затим смо одгледали још једну пројекцију. Да стигнемо до пригрдског места где се одржавало такмичење требала су нам читава три сата. Тамо смо се сместили у трећи хотел по реду, а увече смо отишли у локалну школу где су се сви тимови представљали.

Следећи дан је био први такмичарски, али како је то била посматрачка рунда, искористили смо преподне да обиђемо телескоп за проучавање магнетног поља Сунца, смештен недалеко од хотела у коме смо одсели, поред великог резервоара за воду. Дан је био облачан и деловало је да од посматрања неће бити ништа, али баш предвече довољно се разведрило. Сваки учесник је добио место са кога ће посматрати у виду слова и број који је означавао који је по реду. Аутобусима смо из два наврата били одвожени на место посматрања, које је у ствари било паркинг хотела испред будистичког храма. Они који још нису били дошли на ред чекали су на рецепцији, а како би ко завршио одлазио би у аутобус. За задатак смо имали дванаест минута, а тражило се препознавање небеских објеката, познавање сазвежђа, процењивање удаљености, одређивање сјаја небеских тела, као и тражење помоћу телескопа.

Сутрадан је дошла на ред теоријска рунда, која је на срећу била одложена за неколико сати, чему је припомогао и наш вођа тима. Имали смо шест задатака и четири сата на располагању. Нагласак је био на астрометрији, али је и астрофизика била заступљена. Оно што је било најтеже за наш тим је то што је било очекивано знање великог броја података напамет. Треба напоменути да смо све информације о месту и начину такмичења сазнавали тек за време такмичења или после.

Између теоријског и практичног дела имали смо слободан дан, којег смо искористили за посету највећеој опсерваторији у Кини, која се налази око сто педесет километара северно од Пекинга. Она је саграђена на једној голој заравни на врху брда, крај села, и из даљине је изгледала потпуно нестварно. Опсерваторија има осам телескопа, од којих највећи има преко два метра у пречнику, и због своје тежине има енглеску монтажу. Имали смо прилику и да видимо павиљон у изградњи у коме ће се налазити телескоп од четири метра у пречнику.

Практична рунда је трајала такође четири сата. У њој се тражило налажење интервала важења формуле, налажење положаја и облика тела на основу табеле података, израчунавања на основу информација које можемо добити мерењем, као и познавање еволуције звезда и најважнијих графика. Приметно је да су задаци сваке године све тежи, па тако ни ова година није била изузетак, а било је и пуно задатака нејасно или непрецизно дефинисаних.

Тог дана играли смо и кошарку и фудбал са ученицима оближње школе. Иначе, свако послеподне имали смо могућност да у хотелу играмо стони тенис, бадминтон, куглање, билијар и снукер.

Када су сви делови такмичења окончани, искористили смо прилику да посетимо и највећу атракцију, а то је свакако Кинески зид, јединствен у целом свету. Иако му је основна улога била одбрана од северних суседа Монгола,

та његова функционалност још повећава његову изузетну лепоту која се уздиже над околином. Пењање до зида је било толико напорно да је изгледало као да зид није био ни потребан. Наравно, могли смо да прошетамо само једним краћим делом, а интересантно је знати да зид и нарочито куле нису исти на различитим местима. На делу на коме смо ми били ширина зида је око четири метра, а висина неколико метара више. Ако се зна да се дужина зида изражава у хиљадама километара ово звучи стварно невероватно.

Сутрадан је дошао и последњи дан олимпијаде. Вратили смо се у наш претходни хотел, а онда наставили на церемонију затварања и доделе признања, где смо сви и сазнали резултате учесника на такмичењу.

Најуспешније су биле азијске земље уз Русију, а од Европских земаља најбоље је прошла Бугарска. Наш тим се вратио са две дипломе трећег степена, или краће бронзе, а освојили су их јуниори Матија и Лука. Последње заједничко вече такмичари су били одвојени од вођа и за вечеру смо имали најпознатији специјалитет кинеске кухиње – пекиншку патку.

Како је наш авион полетао два дана касније, остало нам је још времена за обилазак Пекинга. Због удаљености, првог дана смо ишли у Небески храм, који сада служи као парк у коме људи свакодневно вежбају. Да ствар буде јаснија, то није један објекат него читав комплекс са дрвећем старости од неколико стотина година. Он је опасан зидом који је са једне стране квадратног облика, што симболизује земљу, а са друге полукружног, што симболизује небо. Целом дужином храма,

по средни, пролази јасно обележена оса на којој леже три најзначајнија објекта. Уопште, распоред ствари у храму је правилан и повезан са астрономским појавама, што ствара утисак величине оног који пролази туда. Први значајни објекат је Кружни степенасти олтар, на коме се сваке зимске краткодневнице цар обраћао небу, а други је Империјална небеска соба, око које постоји Ехо зид, кружног облика. Он омогућава удаљеним људима, на супротним крајевима круга, да комуницирају говорећи окренути ка зиду. Трећем објекту нисмо могли да приступимо јер је био под реконструкција. Приметно је да је храм грађен са великим поштовањем, а њиме влада достојанствена тишина која омогућава човеку да замисли церемоније које су се ту некада одржавале.

Следећег и последњег дана обишли смо најбитнији део Пекинга, који смо претходно пропустили, а то је Тјананмен (Трг Небеског мира), и поред њега, некадашњу резиденцију императора из најчувенијих династија Минг и Ћинг, познату као Забрањени град. Око трга се налазе још и Велика народна дворана, политички и дипломатски центар земље, Маузолеј Мао Це Тунга, у који нисмо могли да уђемо јер није радио, Национални музеј Кине, и на самом тргу, Споменик незнаном јунаку. Трг је толико пространа да се његова супротна страна види у измаглици, а њиме дневно прође хиљаде људи. За време нашег боравка, поред кинеских застава смо могли видети и Руске, јер је у посети био руски председник.

Забрањени град представља највећи комплекс палата на свету, а укупно постоји 9999 зграда окружених зидом и јарком, што заиста оставља импресију неограничене моћи. Куле и палате се нижу једна за другом са све мањим бројем људи којима је приступ био дозвољен, и тако до моста који је само цар смео да пређе. Свака палата је изнутра богато украшена и опремњена, са троном у центру, и свака је имала своју специјалну намену. Око палата налазе се разне металне фигуре животиња, а у једном од дворишта постоје велики котлови за воду, који су се користили у случају пожара. Нама су били интересантни и сунчани часовници, постављени под углом који одговара географској ширини, и који су између две равнодневници показивали време на једној страни плоче, а затим је мењали. На супротном крају од Тјанамена налази се део у коме је император становао. У том делу највећу пажњу привлачи дрвеће које је сађено у пару и које је од мање висине било присиљавано да расте заједно. Оно је симболизовало брак између цара и царице.

На крају дошао је и полазак. Скоро све се поновило као и у доласку, једино ми нисмо исто осећали. Свако је боравак у Кини доживео на свој начин, али шта је сигурно, нико није остао равнодушан.

Оно што се о Кини може рећи без сумње јесте да је она свет за себе. У њој се развијала једна од првих култура, првобитно друштво је долазило до епохалних проналазака, била је једна од првих држава и самостално и успешно је себи отварала пут све до данас. Садашња Кина одише снагом и наговештава да ће ускоро постати најмоћнија земља. Она је отворена према другима, али у ограниченој мери, бирајући оно што је вредно. Кина је слободна земља, али у оноликој мери да јој се та слобода не врати као штета. Још од давнина Кинези су научили да не буду заслепљени идеологијама, већ да се руководе прагматичношћу.

Када је у питању даље учествовање наше земље на астрономским Олимпијадама сматрам да ту има још пуно места и шанси за побољшања и приближавање водећим земљама. Постоје бројне потешкоће као што су услови за рад, непопуларност и слаба заступљеност у образовном програму (у Кини се астрономија изучава већ у основној школи, док се код нас она обрађује само у четвртом разреду средње школе), али оно што је још битније је такмичарско искуство, а рано укључивање наше земље нам даје велики потенцијал.

Физика у Старом Риму

Per aspera ad phyisis (Кроз трње до природе)

Пише: Слободан Бубњевић

Физика коју познајемо настала је почетком XVII века после чувених Галилејевих огледа са стрмом равни, али су неке типично физичке идеје постојале још у античком свету. После путовања из прошлог броја кроз средњевековни свет без физике, младифизичар сада одлази дубље у прошлост – у свет робова, легионара, гладијатора и окрутних богова који нису много хајали за физику, али су њене законе морали да поштују.

Отвараш очи у тами. Јутарња светлост допире кроз отвор на палуби галије. Око тебе су сложене вреће са зачинима из Персије, Египта и Индије. На столићу од либијске слоноваче назиреш свитке са делима Архимеда и Аристотела које си претходне вечери одложио поред уљане лампе. Споља допире шум таласа Средоземног мора и једнолични ритам бубња, усклађен са ритмом којим робови покрећу велика дрвена весла. Повремено чујеш фијук бича и псовке гонича робова. Не видиш ништа необично у томе што поједини људи раде као робови на римског галији, што су неухрањени, мучени и везани за дрвене бродске клупе да би током свог кратког живота служили само да веслају. Ниси богат и не живиш у благостању јер посао младог физичара ни у Антици није био нарочито исплатив, али као становник Римске империје уопште и не знаш за неки други свет у коме не постоји ропство – да нема робова не знаш ко би обрађивао земљу, радио у рудницима сребра и покретао галију на дугом путовању од Александрије до Рима.

За разлику од других античких људи, ти у поједином робу не видиш само његову тржишну цену – на роба ипак гледаш као физичар, па он за тебе најпре представља машину са одговарајућим степеном искоришћења. На умеш да израчунаш тачну снагу или рад који роб изврши за један дан јер у тадашњем огранку филозофије који се називао физика одређеним величинама нису придруживане бројне вредности, али су ти познати еквивалентни износи погонске снаге. Пет робова за један дан изврши исти рад као један коњ. Такође, познато ти је и да три коња за један дан изврше рад као пет волова, што је исто као да су радиле само две камиле или чак девет магараца. Робовласнички систем у коме живиш те не мотивише нарочито да развијаш механичке машине које би олакшале рад људи, али због високе цене робова ипак покушаваш да конструишеш справу која би радила без ропске вуче или каквог другог улагања енергије. Ако у том послу успеваш теоријски, никада ти не

полази за руком да практично направиш неку од многобројних справа које скицираш. Пошто у античко доба још није био формулисан закон о одржању енергије, није ти познато да је немогуће направити перпетуум мобиле, машину која ради без губитака енергије.

Календар

Година је 47. пре нове ере, али пошто се у твом времену другачије броје године, тај податак ти ништа не значи. Као што је антички простор ограничен само на истражене делове света, тако се и време мери локално, од владавине појединих краљева или каквих других конкретних догађаја. За тебе је тренутно 706. година од оснивања града Рима. Потомци тројанског јунака Енеја, митски краљеви Ромул и Рем које је одгајила вучица у дивљини, подигли су на брдима око реке Тибар град који је вековима касније постао престоница читавог тада познатог света. Римљани су своје године бројали од тог митског догађаја и велику су пажњу поклањали календару, али се у последње време показало да нешто није у реду са римским начином бројања година. Старији календар у Риму био је лунарни и заснован на кретању Месеца око Земље, али се он није у потпуности поклапао са соларним, Сунчевим календаром. То је и разлог твог путовања из Александрије у Рим. Налазиш се у пратњи чувеног александријског астронома Сосигенија који кренуо римском галијом у престоницу света да изврши реформу календара. Читава експедиција филозофа, математичара и астронома запутила се тим поводом у Рим, а све на позив императора Јулија Цезара, славног трибуна и генерала који је освојио Галију и у грађанском рату поразио своје супарнике Помпеја и Марка Антонија. Од како га је римски Сенат прогласио императором, Цезар је започео серију важних државних реформи, међу којима је било и успостављање новог тачнијег календара.

Галија пристаје уз обалу. У потпаљубљу чујеш наредбе гонича робова и гласове са обале. Робови износе драгоцену астрономску опрему на обалу. Стигао си у Италију. Светла светионика Фарос и величанствена Александрија сада су далеко иза тебе. Али, пред тобом се налази Рим, највећи град на свету. Путујеш Апијским друмом до капија Рима. То је најлепши пут који су у животу видео. Познато ти је колико пажње Римљани поклањају изградњи путева. У неколико слојева слажу песак и камен како би распоредили силу којом се делује на њега и тиме смањили могућност да се пут истроши или потоне у земљу. Видик око пута испуњавају идиличне фарме и плантаже ситних робовласника и римске аристократије. Ускоро уз пут видиш људе разапете на крстове како висе поред пута. Разапињање је уобичајени начин кажњавања лопова, убица и непријатеља римске државе. Мада ти је тај призор сасвим уобичајен, знаш да је потребна велика вештина да би се кажњеник правилно разапео. Потребно је распоредити његову тежину подметачем за ноге и забити клинове у подлактице изнад шака, како тежина тела не би покидала шаке пре него што кажњеник умре у страшним мукама.

Колосеум

Улазиш у Рим. Пред тобом су величанствени призори. Огромни храмови, колонаде, страшни бронзани споменици боговима, фонтане и тргови.

Пролазиш испод Тријумфалне капије. Око тебе се гурају људи из свих крајева света. Трговци са Леванта, путници из Персије, најамници из Дакије, грчки свештеници и друиди из Галије. Посматраш трг на коме се продају најразличитије справе – чекрци, клинови, вијци и пумпе за воду. Принцип рада тих механичких справа ти је добро познат јер је описан у многим списима. У гужви се судараш са једним легионаром. Он те мрко погледа и одлази даље, поправљајући свој мач. Вештина производње оружја је један од најзначајнијих заната у античком свету. О конструкцији разних ратних справа читао си у спису „Артиљерија“ филозофа Хероа, па ти је добро познато да снага непобедивих римских легија није само у надмоћној тактици и вештини легионара, већ и у справама као што су велике праћке за камење и ватрене кугле. Затежеш тогу и порављаш сандале после судара са легионаром.

Испод шарене колонаде видиш групу брадатих људи која слуша говор једног стоика. Стоик је поборник доминантне филозофске школе у Риму. Ова школа учи о логосу, једном и суштинском које покреће свет, али та филозофија има и практичну страну. Стоик под колонадом говори о појму виртус који је настао од речи вир, човек. За разлику од грчког наука да човек буде најбољи што може бити, виртус подразумева пре свега издржљивост у животу, једноставност и спремност на суочење са невољама. Ова стоичка филозофија има велики удео у римском животу, у ставовима Римљана и њиховој свакодневници. Имаш среће што је стоицизам доминантна филозофија у Риму јер филозофи две супарничке школе, епикурејци и скептици, никада не би подржавали практичне науке и изучавање природе, сматрајући их бесмисленим. Оснивач стоицизма Зенон из Цитијума поделио је филозофију на неколико грана, а међу важне науке уврстио је и физику, у то доба не тако популарну дисциплину као што су биле математика и астрономија. Сматрало се да је физика утемељена три стотине година касније, Аристотеловом књигом „Физика“ коју је он тако назвао по речи пхусис, што на грчком значи природа. Но, физика није била популарна јер су упркос развијеној филозофији, узроци кретања тела и структуре материје и даље били објашњавани вољом богова.

Сосигенијева пратња се смешта на брду Палатин, где се налази предиван Цезаров двор. Луташ ходницима у којима проналазиш блага из свих крајева света, али те сама палата не узбуђује као Колосеум, огромна грађевина изграђена да покаже снагу Рима, али и да грађанима омогући разноврсне гладијаторске представе. Колосеум је тријумф римског градитељства, које је, иако не почива на познавању физичких принципа, развијено захваљујући дугом искуству у раду са грађевинским материјалима. Посматраш гладијаторску борбу у Колосеуму. Борба је крвава, примитвна и одвија се најједноставнијим оружјима. Но, у наставку представе догађа се нешто што ти одузима дах. Помоћу пнеуматских пумпи спушта се ниво позорнице и отвара базен, а потом се из неколико канала упумпава вода тако да усред Колосеума настаје право мало језеро. Неколико галија испловљава да кроз борбу гладијатора представи битку у којој је Цезар савладао Марка Антонија и Клеопатру. Сва ова чуда су могућа захваљујући добром римском познавању хидраулике и динамике флуида уопште.

Читава мрежа аквадукта, путева воде, приолази кроз Рим доводећи води кроз бакарне цеви са планина до градских фонтана. Кључно дело о овој теми је Архимедов спис „О плутању тела“, која је уз Аристотелову расправу „О бојама“ незаобилано дело античке физике.

Елементи

У јавним римским библиотекама можеш да пронађеш и те списе. Међутим, римске библиотеке нису ни налик Великој александријској библиотеци где се налази све што је у античком свету написано. Међу бројним римским списима на пергаменту и папирусу може се пронаћи много тога о уметности, лепоти, животу богова, о историји и законодавству, али је мало текстова о природи, о космологији и физици. Ипак, наилазиш на управо написану троделну књигу највећег римског филозофа Цицерона „Де натура деорум“. У њој он истиче значај посматрања и истраживања природе, али не открива ништа нарочито ново. Као и већина филозофа, он се слаже да је предмет науке по имену физика да одговори „од чега је нешто начињено“. Нажалост, скоро сви одговори на ово питање су само спекулативни јер су добијени без икаквог експеримента, само простим запажањем ствари. Тако се у великој мери ослањаш на Аристотелово тумачење по коме је све у свету начињено од четири елемента: Воде, Ватре, Ваздуха и Земље. У разним комбинацијама, ови елементи граде цео свет и имају квалитете као што су Мокро, Суво, Хладно и Топло. Такав поглед на свет ти се понекад не чини потпун и помишљаш да о структури и понашању материје много више од филозофа знају занатлије у радионицама које кале бакар, праве керамику и производе текстил.

После неколико дана чекања, научници из Александрије су примљени код императора. Цезар замишљено посматра фонтану у дворском врту док му Сосигеније објашњава зашто је потребно прво избацити нагомилане дане и потом прећи на годину од дванаест месеци. Примећујеш како се Цезар игра са коцкицама док слуша славног античког астронома. Не видиш у томе ништа чудно јер је Цезар познат по својој историјској изјави „Коцка је бачена“ и не помишљаш да би цео свет око тебе могао бити пробабилистички устројен. Појмови вероватноће су ти потпуно страни и ни у ком случају не мислиш да су било какви природни процеси око тебе случајни. За такав закључак биће потребно да прође још два миленијума, све до настанка модерне квантне физике. У међувремену, придружујеш се Сосоигенију на значајном послу који је добио од Цезара. Тако током наредне године долази до пресудне измене римског календара, у коме година има 365 дана и који је у част Јулија Цезара назван Јулијански календар. Ова реформа је једна од најзначајнијих ствари која је направљена у дугој историји Римског царства. Римске путеве, аквадукте, тргове, радионице и плантаже, заједно са римским законима, уметношћу и обичајима давно је прекрила земља, никле су и срушиле се у међувремену неке нове империје, али је све до данас у употреби остао римски календар. Он је доживео још једну велику Грегоријанску реформу, али је још од Сосигенија и Цезара задржао своју правилност, једноставност и уређеност, што су увек била основна начела Римљана, али исто тако и начела физике у свим добима.

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

Шта је ентропија и где се манифестује у свакодневном животу?

Стојанка Савичић
Основна школа Ђура Јакшић
Перлез

Ентропија је физичка величина која се обележава са симболом S а повезана је са мером количине енергије у физичком систему која не може да се претвори у рад. С друге стране, она представља и меру неуређености система.

Ентропија не може директно да се мери, као што могу да се измере притисак или температура. У физику је уведена теоријским путем, још давне 1850. године од стране Рудолфа Емануела Клаузијуса, немачког физичара. Он је дефинисао промену ентропије: уколико тело које има температуру T прими или отпусти малу количину топлоте DQ, промена ентропије тога тела је DS=DQ/T. Из овога је јасно да ентропија тела расте ако тело прима топлоту (DQ>0), односно ентропија се смањује ако тело отпушта топлоту (DQ<0).

Показује се да је ентропија система који се састоји од два или више подсистема једнака збиру ентропије сваког подсистема.

Ако имамо неко тело и уколико посматрамо физички систем који се састоји од тог тела и околине са којом тело интерагује, онда важи тврђење да ентропија читавог система никад не опада. То значи да ентропија система или расте или се не мења. Ако је процес повратан, онда се ентропија не мења, док код неповратних процеса, ентропија расте. Ево и примера: посматрајмо најпре клатно које се налази у вакууму. Пошто нема трења, клатно ће да осцилује произвољно дуго времена. Процес осциловања се понавља сваки пут на исти начин, а ентропија у овом систему се не мења. Ако се, с друге стране, клатно налази у ваздуху, због трења ће се у свакој осцилацији смањивати његова амплируда и ако довољно дуго посматрамо, видећемо да се оно заустави. Рад који смо извшили на померање клатна у амплитудни положај се претворио у топлоту у процесу трења између клатна и ваздуха. Због тога је у овом поцесу DQ>0, тако да и ентропија расте. А овај процес је неповратан. И заиста, нико никад није видео да клатно које мирује узме топлоту од околине, и претвори га у користан рад тако што ће почети да се клати. А све о због чињенице да ентропија сваког изолованог система може само да расте.

Линкови

Пише: Антун Балаж

У складу са темом броја, овај пут се бавимо везама физике и аутомобила. Као и у претходних неколико бројева (а сада и више него активно!), помогао нам је наш вредни читалац Милија Јовичић, ученик I разреда Гимназије у Прибоју. Уколико и ви имате неке интересантне линкове, пошаљите их на адресу: linkovi@dfs.org.yu

http://viva-fizika.org

Ово је сајт намењен младима који воле физику, али и друге науке – научни портал младих. Поред рубрике Вести постоји и део за најмлађе посетиоце, биографије великана науке, форуми, чланци, анегдоте, занимљиве сличице, научне бајке, радови младих... прегршт онога што ће вам сигурно бити занимљиво. Ако читате Млади физичар, овај сајт ће вам се сигурно допасти. Пошто је то јединствен сајт на нашем језику, препоручујемо да га обавезно посетите! Аутор је наш сарадник Милија Јовичић.

http://www.nas.nasa.gov/About/Education/Racecar/aerodynamics.html

Аеродинамичност је веома важна аутомобилским дизајнерима, не само због тога што аеродинамични аутомобили лепше изгледају, већ и зато што троше мање горива због мањег отпора ваздуха. То значи и сигурну победа на мото-тркама. Ако нам не верујете, баците поглед на овај сајт; водич кроз аеродинамичност је дат на чак девет поглавља. У паузама гледања Ф1, одлично место за одмор.

http://phors.locost7.info/

Иако сајт овај није нарочито иновативно дизајниран, на њему можете наћи мноштво изузетно занимљивих информација о тркама, укључујући и много конкретних прорачуна. Дакле, није у питању само прича са сликама, већ се може научити и много тога о физици трка. Поред стандардног HTML-а све текстове можете преузети и у PDF формату, те тако добити једну књигу о физици ауто-трка.

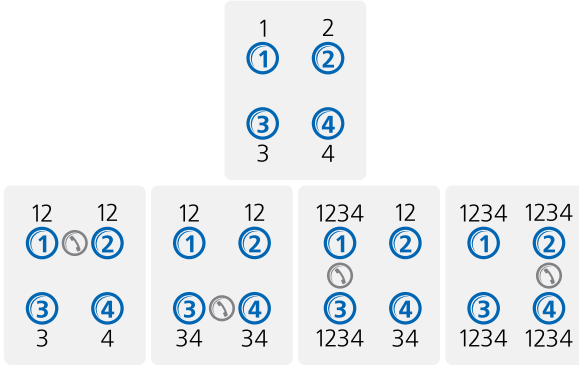
http://www.dur.ac.uk/r.g.bower/PoM/pom/pom.html

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.

Мућните главом и покушајте да решите следеће занимљиве проблеме

Агенти

N агената поседују N различитих информација сваки по једну. Када се два агента чују телефоном они размене све информације које поседују. Колико је минимално телефонских позива потребно да сви агенти поседују све информације? Пример: У случају 4 агента потребно је 4 разговора. Решење је илустровано на слици. Информације су обележене бројевима 1, 2, 3 и 4.



37 затвореника

У једној земљи 37 затвореника је осуђено на следећу казну. Прво су затворени у самице. Затим чувари једног по једног, у произвољна времена и у произвољном редоследу одводе у просторију у којој се налази прекидач. Прекидач има два стања: 0 и 1. Затвореник може да види стање прекидача и да га промени уколико жели након чега га чувари враћају у самицу. На почетку прекидач је био у стању 0. Редослед одвођења затвореника у собу са прекидачем је апсолутно произвољан осим што се у њему сваки затвореник мора појавити бесконачно много пута. Другим речима сваки пут када се неки затвореник нађе у соби са прекидачем он зна да ће у њу бити доведен бар још један пут. Када неко од затвореника закључи да су сви били у просторији са прекидачем он то може да каже чуварима који их све ослобађају уколико је у праву или их све стрељају уколико није. Пре извршења казне затвореници су упознати са правилима и могу да се договоре око стратегије којом ће се ослободити. Помозите им.

Наградна игра

Иза једних од троја врата налази се награда. Учесник у наградној игри бира једна од њих након чега водитељ показује на једна од преосталих врата иза којих сигурно није награда (таква врата увек постоје). Сада учесник може да отвори једна од врата (или она која на почетку изабрао или она од преосталих која није показао водитељ). Шта му се више исплати?

Мудраци и капе

Један краљ је одлучио да тестира своје мудраце тако што ће им дати следећи тест. Поређаће их у врсту тако да последњи у врсти може да види њих 99, претпоследњи 98, итд. Сваком од мудраца ће ставити или црну или белу капу на главу, а затим ће их редом почевши од последњег питати која је боја капе на његовој глави. Мудраци могу да одговоре изговарајући једну од две речи: црна, бела. Пре свега овога мудраци су упознати са правилима и треба да договоре стратегију којом ће имати највише погодака. Наћи стратегију која ће им обезбедити бар 99 погодака.

ТЕОРИЈА РЕЛАТИВНОСТИ ЗА ЛАИКЕ

Млеко? Шта значи пити то знам, али шта је млеко?
Објаснио сам му да је то бела течност.
"течност знам шта је, али шта је то бело?" питао је мој пријатељ.
Бело је боја лабудовог перја, рекох.
Хм?
За перје је знао, али не и за лабуда... Објаснио сам му да је лабуд птица кривог врата.
Врат је знао шта је, али не и шта је криво. Узео сам га за руку и објаснио: "рука ти је сад права, а сад - крива!"
"А то је дакле! Сад тек разумем шта је млеко!" Рече пријатељ задовољан објашњењем!
Грррр!
КРАЈ!