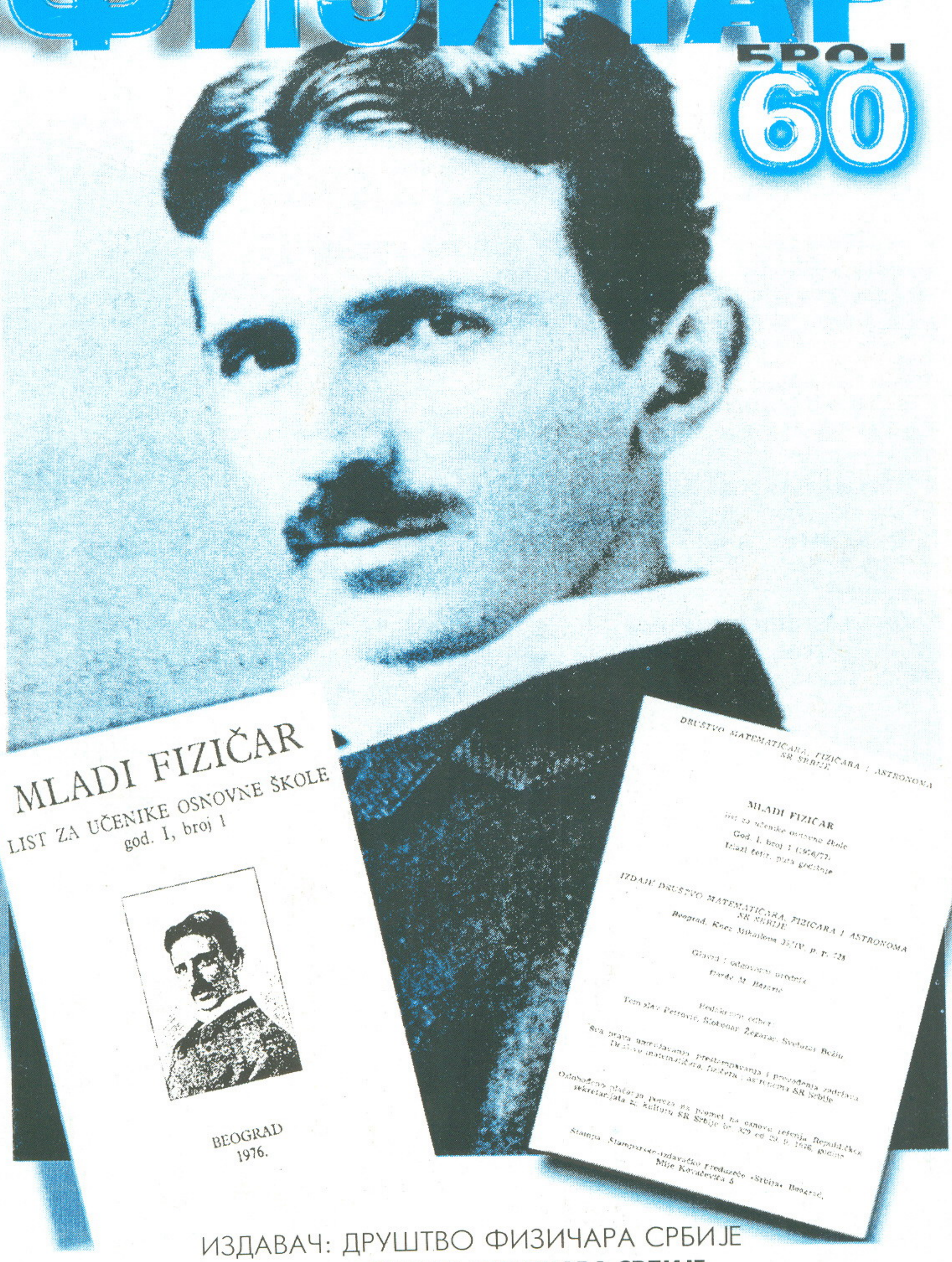
МЛАДИ ФИЗИЧАР

ЧАСОПИС ИЗ ФИЗИКЕ ЗА УЧЕНИКЕ

БРОЈ 60



ИЗДАВАЧ: ДРУШТВО ФИЗИЧАРА СРБИЈЕ

ИЗДАВАЧ: ДРУШТВО ФИЗИЧАРА СРБИЈЕ

Година XX **број 60** **1996/97**

МЛАДИ ФИЗИЧАР Часопис за ученике основних и средњих школа
YOUNG PHYSICIST Magazine for elementary and secondary school students
JEUNE PHYSICIEN Journal pour les éléves des écoles élémentaires et secondaires
JUNGER PHYSIKER Zeitschrift für Volks und Mittelschüler
МОЛОДОЙ ФИЗИК Журнал для учеников начальных и средних школ

ИЗДАВАЧКИ САВЕТ

Др Илија САВИЋ,
Физички факултет, председник
Др Петар АЏИЋ,
Институт за нуклеарне науке, Винча
Др Вукота БАБОВИЋ,
ПМФ, Крагујевац
Вера БОЈОВИЋ,
Одељење Министарства просвете, Београд
Др Павле ВАСИЋ,
ПМФ, Приштина
Др Борко ВУЈИЧИЋ,
ПМФ, Подгорица
Др Јулијана ГЕОРГИЈЕВИЋ,
Технолошки факултет, Београд
Др Милан ДИМИТРИЈЕВИЋ,
Астрономска опсерваторија, Београд
Мр Светомир ДИМИТРИЈЕВИЋ,
Одељење Министарства просвете, Нови Сад
Љубомир ЈОВАНОВИЋ, проф.
„Гимназија", Земун
Академик Звонко МАРИЋ,
Институт за физику
Др Надежда НОВАКОВИЋ,
Филозофски факултет, Ниш
Др Зоран ПЕТРОВИЋ,
Институт за физику, Београд
Вида РАДИЋ, наставник
ОШ „Бранко Радичевић", Нови Београд
Др Душан РИСТАНОВИЋ,
Медицински факултет, Београд
Др Станоје СТОЈАНОВИЋ,
Институт за физику ПМФ, Нови Сад

УРЕДНИЦИ РУБРИКА

Др Светозар БОЖИН
Мр Драган МАРКУШЕВ
Ратомирка МИЛЕР
Др Јелена МИЛОГРАДОВ-ТУРИН
Др Мирјана ПОПОВИЋ-БОЖИЋ
Томислав СЕНЋАНСКИ
Др Александар СТАМАТОВИЋ
Наташа ЧАЛУКОВИЋ

САРАДНИЦИ УРЕДНИШТВА

Ксенија БАБИЋ
Данило БЕОДРАНСКИ
Др Радомир ЂОРЂЕВИЋ
заменик секретара **Невенка КРСТАЈИЋ**
Мр Живојин НИКОЛИЋ
секретар уредништва **Светозар СТАНОЈЕВИЋ**

ГЛАВНИ И ОДГОВОРНИ УРЕДНИК: **Проф. др ТОМИСЛАВ ПЕТРОВИЋ**
ТЕХНИЧКИ УРЕДНИК **Мр ДУШАН АРСЕНОВИЋ**

САДРЖАЈ:

Т. Петровић, О настанку часописа и издавању у протеклих 20 година 1
Ђ. Басарић, Никола Тесла 4
И. Вујановић (превод), Бајка о електрицитету 5
Ј. Милоградов-Турин, Тесла – мачак – електрицитет 7
С. Јокић, Време у свету елементарних честица и атомских језгара 8
Т. Петровић, Физика - шта је то? Шта раде физичари? 12
Б. Милић, XXVII Међународна олимпијада из физике за средњошколце (Осло, Норвешка, 1996) 15
Решења задатака са републичког такмичења 20
Без речи..., у слици... одговори 28

Компјутерска припрема текста и цртежа: **Мр Душан АРСЕНОВИЋ**
Језички лектор: **Др Асим ПЕЦО**
Корице: **Т. ПЕТРОВИЋ и Д. ПОЛИЋ**
Штампа: **„Кућа штампе", Земун**

Часопис су уређивали: Ђорђе Басарић и Слободан Жегарац (1976/77), Душан Ристановић и Драшко Грујић (1977/78), Љубо Ристовски и Душан Коледин (1978/79-1981/82), Душан Коледин, Драган Поповић и Јаблан Дојчиловић (1982/83), Драшко Грујић (1983/84-1986/87), и Јаблан Дојчиловић (1991/92-1993/94).

О НАСТАНКУ ЧАСОПИСА И ИЗДАВАЊУ У ПРОТЕКЛИХ 20 ГОДИНА

У СФР Југославији значај и потребу популаризације природних наука и математике најпре су сагледали људи из Природословног Друштва Хрватске. Они су 1947. основали часопис „Математичко-физички лист”, намењен ученицима средњих школа. Упоредо са овим излазио је и часопис „Природа”. Оба ова часописа улазила су у наше школе.

Друштво математичара, физичара и астронома Србије (ДМФА) основало је 1966. „Математички лист” за популаризацију математике код ученика основне школе. Након порођајних мука, и почетничких грешки, овај лист је убрзо достигао тираж од 80 – 90 000 и постао врло цењен у целој Југославији. За популаризацију физике, у том периоду, за ученике основне школе није постојало ништа слично. На ту чињеницу често су указивали наставници физике и изражавали жељу да се у том смислу нешто предузме. Чланови ДМФА (физичари) и сами су осећали заостајање за математичарима и потребу популаризације физике међу младима. Међутим, све до 1976. ништа се није могло практично урадити.

За време мандата Војина Дајовића, као председника ДМФА (секретари Д. Аднађевић у име математичара, Т. Петровић, у име физичара), направљен је правилник о издавању листа за физику, сличан оном који је постојао за „Математички лист”. У овом послу помогли су уредник „Математичког листа”, Платон Димић и службеник у ДМФА Израило Саздановић. Њима, као и Ђорђу Басарићу, професору Методике физике, који се прихватио да буде први главни и одговорни уредник листа, данашње Друштво физичара дугује, досад нигде изречену, захвалност.

На једном од састанака физичара, чланова управе ДМФА, и оних који су били вољни да раде, требало је дати име листу, који ће бити намењен ученицима основне школе. Од више изнетих жеља прихваћен је назив „Млади физичар”, који је предложио Душан Ристановић и тако постао „кум” часопису, чију двадесетогодишњицу обележавамо.

Са потребном документацијом и овлашћеним лицем из ДМФА, почетком септембра Ђорђе Басарић је отишао у Секретаријат за културу и ставио свој потпис као главни и одговорни уредник листа „Млади физичар”. Убрзо је добијено решење Републичког Секретаријата за културу Србије, бр. 329 од 29.09.1976, којим се лист региструје и ослобађа од пореза на промет.

Већ припремљен рукопис за први број листа омогућио је да он изађе у октобру. Као што се на корицама овог јубиларног 60. броја види, први главни и одговорни уредник је Ђорђе Басарић, а редакција: Томислав Петровић, Слободан Жегарац и Светозар Божин. У заглављу је стајало: „МЛАДИ ФИЗИЧАР, лист за ученике основне школе”. Та прва година издавања била је, због неискуства и концепцијских разлика, техничких и других проблема за уредништво, доста тешка па већ после првог броја Ђорђу Басарићу почиње да пружа помоћ Слободан Жегарац. Од другог броја до краја школске 76/77. године на часопису пише: „Ђорђе Басарић, главни и одговорни уредник, Слободан Жегарац, уредник”.

У наредној години Ђорђе Басарић се повлачи, по сопственој жељи, и у тој ситуацији прихвата се Душан Ристановић дужности главног и одговорног уредника, уз услов да ће он то радити само једну годину дана. Ристановић уноси битну промену: реч „лист” замењује речју „часопис”. Тада се почињу појављивати рубрике „Задаци-питања” и „Тест-питања”. На корицама часописа је

писало: „Уредници Душан Ристановић, главни и одговорни уредник и Драшко Грујић, Чланови уређивачког одбора: Томислав Петровић, Светозар Божин и Душан Коледин".

Бригу о издавању у трећој години преузимају: Љубо Ристовски, главни и одговорни уредник, и Душан Коледин, уредник. Од 9. до 25. броја, дакле пуне четири године, часопис уређују њих двојица, и он редовно излази. Тираж је порастао од 9000 на близу 28000 примерака. Мора се овде рећи да је то био период експанзије часописа и у квантитету и у квалитету. Томе је допринео и Ђорђе Јовић који је помогао Друштву, настојећи да Заједница наука, финансира издавање 9. и 10. броја, тако да је извршена бесплатна дистрибуција великом броју школа, што је имало позитивне последице, касније, на тираж часописа. Прилика је да се у име Друштва физичара искаже захвалност професору Јовићу и Заједници наука Србије.

Ристовски и Коледин су, даље, побољшавали техничку и садржајну страну часописа. Променили су димензије страница и обим часописа, и у 17. броју уместо „часопис за ученике основне школе" почели да стављају на спољашњу страну корица „часопис из физике за ученике", а на унутрашњој је стајало: „Млади физичар, часопис за оне који уче и воле физику". Од 22. броја у заглављу часописа, на корицама, пише „Часопис за ученике основне и средњих школа" на четири језика (енглеском, француском, немачком и руском).

До 20. броја издавач часописа је ДМФА, а након раздвајања Друштва на посебна, 21.10.1981, издавач је Друштво физичара Србије. У новим условима самосталног вођења администрације, пропаганде и дистрибуције часописа, тек оформљено Друштво физичара срело се са низом проблема, међу којима и проблемом издавања часописа. У тој ситуацији настали су неспоразуми који су довели до тога да је Љубо Ристовски поднео оставку на функцију главног и одговорног уредника.

У школској 1982/83. години дужности главног и одговорног уредника прихватио се Душан Коледин. Изашао је 25. број, а већ у 26. броју поред његовог имена стоји и „Уредници: Драгана Поповић и Јаблан Дојчиловић". У 28. броју први пут се на корицама часописа може прочитати и број регистрације часописа код УНЕСКО-а YUISSN 0351-5575, што је значило да је часопис ушао у систем регистрације на међународном плану.

Тешкоће издавања постојале су све изразитије. Три основне делатности Друштва (издавање часописа, такмичења, семинари за наставнике) углавном је самостално обављао Драшко Грујић, секретар Друштва. Разуме се да он није могао, ни уз велике напоре које је чинио, све то да обавља. Настојећи да се послови Друштва обављају са што мање трошкова, губио је сараднике у послу, и у ситуацији када је Душан Коледин поднео оставку, донета је одлука да главни и одговорни уредник буде Драшко Грујић, тадашњи секретар Друштва, а да лист уређује тим од неколико чланова, тзв. „колективни уредник", који су чинили: Божидар Милић, Јарослав Лабат, Светозар Божин, Слободан Жегарац и Јаблан Дојчиловић.

Ново уредништво је припремило 30. број и у њему се извињавало читаоцима за кашњења часописа. Обећано је, уз навођење објективних разлога, да ће се стање поправити. Међутим, стање се није поправило. Број претплатника је опадао. Због кашњења припреме и дистрибуције, штампан је двоброј 31/32, што ће се поновити и са бројевима 34/35 и 38/39. Стање се, дакле, није поправљало. Напротив, постајало је све теже. Божидар Милић је поднео оставку на чланство у редакцији „Колективни уредник". С муком су штампани: 40. 41. и 42 број. Овај, 42. број, последњи је у периоду од десет и по година непрекидног излажења.

Чињеницом да су претплате школа, по некој инерцији, и даље стизале, а да часопис није излазио у наредних 5 година, начињена је велика штета „Младом физи-

чару" и Друштву физичара. Јер, неизвршење обавеза према наставницима, односно њиховим ученицима, имале су негативне последице на тираж часописа што се осећа и данас. Као актуелни главни и одговорни уредник „Младог физичара", у име Друштва упућујем извињење свима оштећеним, напомињући да је свему што се десило, поред неких слабости у раду Друштва, допринела и инфлација у том периоду.

Након мандата Јарослава Лабата и Ђорђа Бек-Узарова (председници Друштва физичара), у трећем мандату (председник Звонко Марић, секретар Душан Филиповић) предузети су кораци да се, након петогодишње паузе, поново покрене штампање часописа. Потпредседник Друштва Јован Константиновић и секретар Душан Филиповић организовали су поновно издавање часописа са Јабланом Дојчиловићем као главним и одговорним уредником.

Девет бројева (43-51) уређивао је Јаблан Дојчиловић (уредници: Драгана Поповић, Александар Срећковић, Дарко Капор, Милан Димитријевић). Ново уредништво је имало тежак задатак: вратити поверење у издавача и заинтересовати нове генерације ученика. Часопис је добио нове димензије (дужина и ширина странице мало су умањене у односу на последњи штампани, 42, број), садржајно и естетски је нешто побољшан. Међутим, проблеми пропаганде, претплате и дистрибуције нису били добро решени. Томе је допринело увођење санкција. Претплатника је било мало, толико мало да је 49. број штампан само у 300 примерака.

У моменту када је требало решити нека финансијска питања, председник Друштва физичара (ДФ) је тражио од главног и одговорног уредника да поднесе извештај о укупном пословању на издавању „Младог физичара", Дојчиловић је сматрао да је његово да ради само на припреми часописа и његовом штампању. Извештај, односно одговор, на писмо председника, до заказаног састанка Председништва није стигао, иако је, по речима Дојчиловића, упућен Председништву.

Након усменог одговора, Дојчиловића, по коме главни уредник није овлашћен да, изузев припреме, ради и друге послове везане за часопис, па тражени извештај не може да дā и да такав извештај треба да дају други, председник ДФ-а није био задовољан одговором, те је одмах донео одлуку о разрешењу главног и одговорног уредника.

После ове одлуке, приватном иницијативом секретара Друштва тражено је ново лице за упражњену функцију. Он је водио разговоре и са Дојчиловићем, с циљем да се неспоразум разреши и да се он поново прихвати дужности главног и одговорног уредника. Сви ти покушаји остали су без успеха.

У ситуацији када је претила опасност да, опет, настане прекид у излажењу часописа, тадашњи председник Одељења за основно и средње образовање (Т. Петровић) предложио је да он постане вршилац дужности главног и одговорног уредника, док се не нађе ново решење. Са овим предлогом Председништво се сложило.

Убрзо је Т. Петровић поднео план издавања часописа, у складу са захтевима Председништва. Уз мале корекције, све је прихваћено, укључујући и састав нове редакције. Плакат ПОЗИВ НА ПРЕТПЛАТУ И САРАДЊУ послат је свим Одељењима Министарства просвете с молбом да га пошаљу школама. Са књижаром „Студентски трг" склопљен је споразум о дистрибуцији часописа, и у школској 94/95 било је око 2000 претплатника. Часопис је опет променио димензије и под повољним условима штампа се у „Кући штампе" у Земуну.

Као и ранијих година, постоје одређене тешкоће, али часопис излази. Желимо му дуг живот. Неки нови људи смоћи ће снаге да га одрже, да не нестане, и да сачува своју лепоту и богатство.

Томислав Петровић

Ђорђе Басарић

НИКОЛА ТЕСЛА

– О 120 годишњици великог југословенског проналазача –

Леп је и користан обичај да се, на различите начине, обележавају годишњице неких значајних догађаја, затим годишњице рођења и смрти људи који имају великих заслуга. То је уобичајено, нарочито у случајевима, када се ради о изузетним догађајима и делима појединаца која користе свим људима. Један од најистакнутијих у свету по таквим делима је наш славни и велики земљак Никола Тесла. Како се ове године навршава 120 година од његовог рођења а случајно почетак излажења „Младог физичара" пада у исто време, исказивање пажње успомени на његово стваралаштво и његову јединствену личност, у првом броју овог листа, биће најлепши прилог општој прослави која се одржава ове године широм наше земље.

Тесла се је родио 10. 07. 1856. године у селу Смиљану крај Госпића, У Хрватској. Умро је 1943. у Њујорку (New York-u) у више него скромним условима, скоро у беди, и то он чија су открића створила целом свету огромна богатства. Имао је уза се само славу која му је за живота шкрто признавана.

Као дете и он се је, попут све друге деце на свету, много играо. Тада деца, нарочито сеоска, нису имала оваквих играчака каквих данас пуно имају, него су углавном морала сама да их праве. Различите пуцаљке од блата, зове и другог материјала, воденице од згодно одељаних гранчица, лов на жабе, гунделље и птице и др., најчешће су привлачиле дечију пажњу. Ни Тесла се у томе погледу није разликовао од других, али се је изгледа више од свих знао унети у игру. Имао је јако развијену особину да дуго размишља и машта о ономе што га занима. Та размишљања и маштања су га често необично много заокупљала. Свакој игри је знао да дода нешто своје. Приликом пецања жаба измислио је начин на који је сваки пут кад би бацио удицу извукао упецану жабу. Приликом скакања дошао је на мисао да би могао да лебди у ваздуху, у чему је имао нешто успеха. Направио је летилицу посебне врсте са којом је успео да мало и полети. Све то што је већ тада чинио имало је нечега од онога што је он касније претворио у јаву необичну, чаробну, корисну и присутну у сваком кутку на нашој планети.

Основну школу је похађао у родном месту а гимназију у Госпићу и Карловцу. Био је добар ђак. Једино му је цртање било „Ахилова пета". Здравље му није било најбоље и више пута је био тешко болестан. Читао је врло много, већ у основној школи. Користио је при томе очеву библиотеку. Знао је читати до дубоко у ноћ па му је отац, у бризи за његово здравље, често забрањивао да чита. У гимназији се је, под утицајем професора физике, нарочито одушевио за електрицитет и одлучио је да по завршетку гимназије настави школовање и да се посвети техници. Отац му је хтео и могао то да обезбеди али само уз услов да пође његовим стопама, што је значило да треба да учи богословију и постане православни поп. Никола то није никако хтео и захтевао је од оца да га упише на неку техничку школу, што му је отац дозволио тек када је приликом једне тешке болести рекао да ће оздравити само у том случају. После тога га је отац уписао на Високу техничку школу у Грацу, која је у то доба уживала глас једне од најбољих техничких школа у Европи. Тесла је тако постигао оно што је желео и већ од првих дана проведених на овој школи он је испољио невероватну енергију у раду. Радио је по 18–20 сати дневно а оно што би започео морао би довршити до краја. Тако је једног дана почео да чита дела великог француског филозофа и писца (Волтера) Voltaire-a. Како су она била штампана у 100 књига, навика да оно што је започео заврши до краја, узела му је много времена потребног за учење. Увиђајући да је овакво претеривање бесмислено и да не води ничему зарекао се је да такве ствари неће никада више чинити. О свему што је хтео да ради претходно је дубоко размишљао и настојао је да о свакој ствари има сопствено мишљење, које је отворено изражавао. Тако је једном приликом, за време вежбе

са електричним мотором, поставио, своме професору Пешлу (Peschel-u), питање: „Зар се не би могли место електричног мотора са комутатором правити мотори без тога незгодног дела мотора?" Професор Пешл је тада „због студента Тесле", кога је много ценио, одржао посебно предавање у коме је рекао: „Господин Тесла ће сигурно остварити велика дела али то што предлаже неће никада постићи". Међутим Тесла је, открићем обртног магнетног поља и стварањем електричног мотора на основу дејства таквог поља, баш то постигао. Ови Теслини мотори „без комутатора" омогућили су то да се наизменична електрична струја нагло прошири по целом свету и потисне, у знатној мери, једносмерну струју која је до тада искључиво употребљавана. Поред тога он је извршио још низ других великих открића као што су Теслин трансформатор и Теслине струје, које показују необичне особине, Теслин прекидач и још читав низ других значајних проналазака који су у ствари омогућили данашњу радиотехнику. Радио је и на другим открићима. По неким изворима он је 1934. године вршио припреме да разбија атомска језгра.

Колико су Теслина открића значајна види се и по томе што је јединица једне физичке величине, магнетне индукције, добила назив **тесла**, чиме је Тесли одато највеће међународно признање које један научник може да добије.

Поред тога што је Тесла био велики човек у раду и стварању он је био велики и у свему другоме. И поред тога што је до краја живота био сав заузет истраживањима занимао се је и за друге ствари. Волео је и песништво а необично је ценио као песника Јована Јовановића – Змаја.

Премда је највећи део живота провео у туђини никада није заборавио земљу и народ из којих је потекао. О томе сведоче и речи које је у неким приликама изговорио, као на пример када је једном упитан о његовој народности одговорио „Поносим се српским именом и хрватском домовином" или другом приликом када је рекао „Ја сам Србин али сам и Хрват, јер смо једно". Осим тога он је и за време првог а нарочито за време другог светског рата давао пуну моралну подршку борби наших народа, што је много значило с обзиром на углед који је уживао као један од највећих проналазача у свету.

Његова изузетна марљивост и врлине којима је располагао најбоља су поука да талент сам по себи не значи много.

* * *

ПОВОДОМ 140-ГОДИШЊИЦЕ РОЂЕЊА НИКОЛЕ ТЕСЛЕ

Никола Тесла

БАЈКА О ЕЛЕКТРИЦИТЕТУ

Ко год жели да правилно оцени величину нашег доба, треба да проучава историју развоја електрицитета. Ту ће наћи причу лепшу од сваке бајке из „Хиљаду и једне ноћи". Она почиње давно пре хришћанске ере, када Талес, Теофраст и Плиније причају о чаробним својствима електрона - драгоценој супстанци коју зовемо ћилибар, потеклој из чистих суза Хелијāдā, сестара Фетона, несрећног младића који је покушао да управља Фебусовом ватреном кочијом и замало да није запалио Земљу. Али, било је природно за живу машту Грка, да ту тајанствену манифестацију припише изванфизичком узроку, да обдари ћилибар животом и душом. Још увек је питање да ли је то било стварно веровање или просто поетско тумачење. Чак и дан-данас, многи од најпросвећенијих људи мисле да је бисер жив, да постаје сјајнији и лепши у топлом додиру са људским телом. Људи од науке, такође, мисле да је кристал живо биће и овакав поглед се шири, да би обухватио цео физички свет, још од како је професор Џагадис Чандра Бозе (Jagadis Chunder Bose), у низу изванредних експеримената, показао да нежива материја одговара на надражај на потпуно исти начин као биљно влакно и животињско ткиво.

Зато се празноверно веровање старих народа, ако је уопште и постојало, не може узети као поуздан доказ њиховог незнања, али, колико су они стварно знали

о електрицитету, може се само претпостављати. Интересантна је чињеница да су у електро-терапији користили ражу или дрхтуљу. Неки стари новчићи показују звезде близнакиње, или варнице, попут оних које се могу произвести галванском батеријом. Записи, иако сиромашни, такви су да нас испуњавају убеђењем да су, ипак, малобројни, али посвећени, имали дубље знање о феномену ћилибара. Споменимо једног. Мојсије је, несумњиво, био практичан и вешт електричар, далеко испред свог времена. Библија тачно и исцрпно описује припреме за састављање машине у којој је електрицитет стваран трењем ваздуха о свилене завесе, а чувао се у кутији конструисаној као кондензатор. Могуће је претпоставити да су Аронови синови убијени пражњењем високог напона и да су весталске ватре Римљана биле електричне. Инжењери те епохе мора да су знали за погон на каишеве, и тешко је одговорити на питање како је обилно појављивање статичког електрицитета измакло њиховој пажњи. Под повољним атмосферским условима, каиш може да се претвори у динамички генератор способан да изазива многа изузетна дејства. Палио сам инкандесцентне лампе, руковао моторима и изводио друге бројне, подједнако занимљиве, опите са електрицитетом добијеним од каишева и ускладиштеним у конзервама.

Може се са сигурношћу закључити да су стари филозофи знали много чињеница у односу на ту префињену силу. Чудно је да је прошло две хиљаде година пре него што је Гилберт (Gilbert), 1600. године, објавио свој чувени рад, прву научну расправу о електрицитету и магнетизму. Овај дуг период непродуктивности може се објаснити до извесног степена. Учење је било привилегија неколицине и свака информација је љубоморно чувана. Размена информација је била тешка и спора, и било је тешко постићи међусобно разумевање између раштрканих истраживача. Али, опет, људи тих времена нису размишљали о практичном. Живели су и борили се за апстрактне принципе, убеђења, традиције и идеале. Човечанство се није много променило ни у Гилбертово време, али његова јасна учења имала су значајан утицај на умове учених. Фрикционе машине су произвођене у брзом следу, а опити и посматрања су се умножавали. Страх и предрасуде су постепено уступили место научном схватању и 1745. године свет је одушевила вест да су Клајст (Kleist) и Лајден (Leyden) успели да заробе тајанствену честицу у посуду за течност из које је побегла са љутитим праском и разарајућом силом. Ово је било рођење кондензатора, можда најчудесније електричне направе икад измишљене.

У следећих четрдесет година начињена су два голема скока. Један се десио када је Франклин (Franklin) демонстрирао истоветност између нежне душе ћилибара и Јупитерове муње која улива страхопоштовање; други када су Галвани (Galvani) и Волта (Volta) створили контактну и хемијску батерију из које се чаробни флуид може црпети у неограниченим количинама. Наредних четрдесет година уродиле су још бољим плодом. Ерстед (Oersted) је учинио значајан напредак у савијању магнетне игле помоћу електричне струје, Араго (Arago) је произвео електро-магнет, Зебек (Seebeck) термо-елеменат, а 1831. године, као круну над осталим достигнућима, Фарадеј (Faraday) је објавио да је добио електрицитет из магнета, и тако открио принцип тог чудесног строја - динама, и свечано отворио нову еру у научном истраживању и практичној примени. Од тог времена, надаље, изуми непроцењиве вредности су пратили један други збуњујућом брзином. Телеграф, телефон, грамофон и инкандесцентна лампа, индукциони мотор, осцилаторни трансформатор, рендгенски зрак, радијум, бежични пренос и бројни други револуционарни напреци су направљени и сви услови постојања потпуно измењени. За осамдесет четири године, које су од тада прошле, суптилни чиниоци који се налазе у живом ћилибару и магнетиту, преображени су у гигантске силе које покрећу точкове људског напретка стално растућом брзином. Ово је, укратко, бајка о електрицитету од Талеса до данас. Немогуће се догодило, најлуђи снови су превазиђени, а запрепашћени свет пита: „Шта је следеће?"

Енглески текст који се налази у заоставштини Николе Тесле у Музеју „Никола Тесла" превела Ивана Вујановић

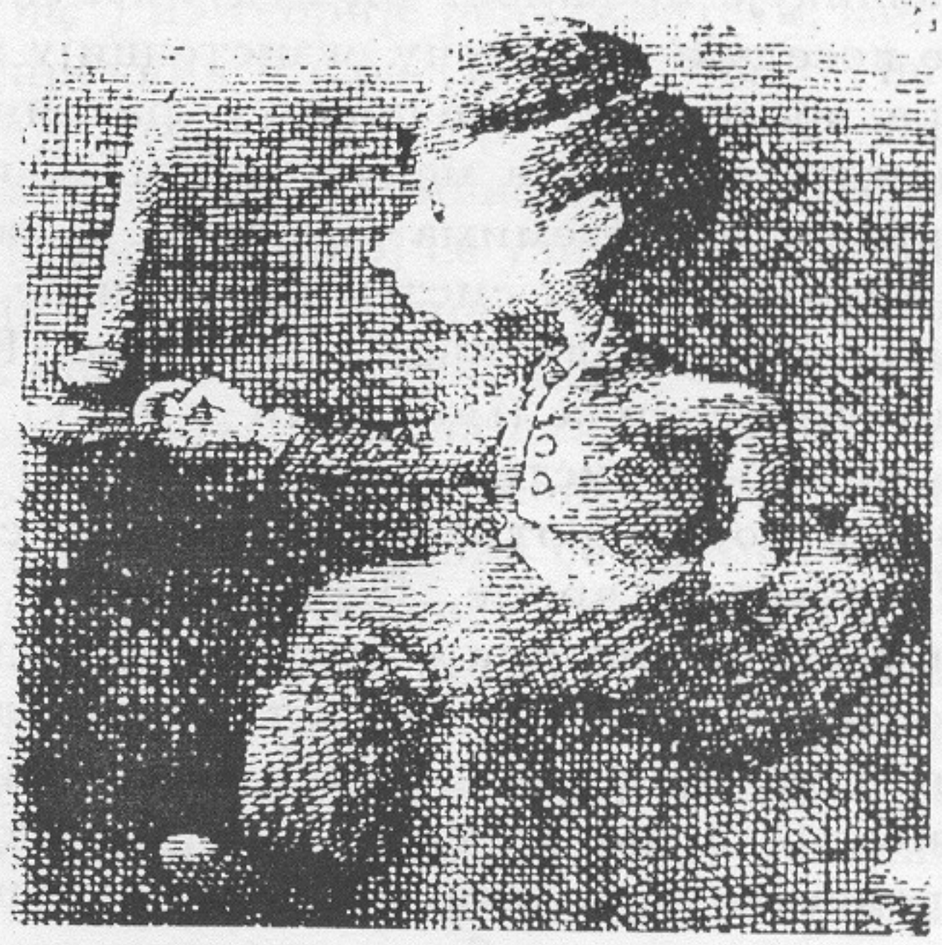
ТЕСЛА – МАЧАК – ЕЛЕКТРИЦИТЕТ

Можда неки од наших читалаца нису имали прилике да се упознају са једним дивним текстом који је написао Тесла, а у коме је испричао како се у детињству упознао са електрицитетом, преко свог мачка. То је писмо које је, пред крај живота, Тесла упутио девојчици Поли. Њега је са енглеског слободно превео наш велики песник Душан Радовић, а БИГЗ издао 1980. године као Теслину „Причу о детињству". Књигу је илустровао један други Душан – Петричић, са много љубави и имагинације, као млад студент на последипломским студијама на Академији за примењене уметности у Београду.

Поетичност текста и дубину Теслиних размишљања најбоље ће вам представити ови одломци из писма. Требало би после тога да пожелите да целу ту књижицу прочитате.

Јелена Милоградов-Турин

А сада вам морам испричати један од необичних и незаборавних доживљаја, важан и користан за мој каснији живот. Наша кућа била је у брду. Зиме су обично бивале хладне и сухе. Али, понекад је топли вјетар са Јадранског мора данима упорно пухао и топио снијег. Тада би велике воде нагло поплавиле земљу и наносиле штету имовини и људима. Били смо свједоци страшних слика: усковитлане бујице носиле су све пред собом и остављале пустош. Често сам се касније враћао на те слике из младости. У часовима великих духовних напора оне су ме одмарале и олакшавале ми рад. Понекад би хук оне воде поново испунио уши и ја сам видио, живо, као некад, њен узаврели ток и лудило разарања. Али, остала су и она лијепа сјећања на праву зиму, њену суху студен и снијег нетакнуте бјелине. Тога дана био је незапамћени мраз. Иза сваког корака по снијегу остајао је свјетлуцав траг. Свака бачена грудва разбијала се уз чудан блијесак, као глава шећера под ударцима ножа. Био је сутон. Помиловао сам свог мачка и тада се догодило чудо од кога сам занијемио. Моја рука изазвала је пљусак праскавих варница, а изнад мачкових леђа створило се поље свјетлости. Отац ми је био врло уман човјек: на свако питање имао је одговор. Али, ова појава била је и за њега нова. Ипак, закључио је да то не може бити ништа друго до електрицитет, онај исти који се јавља и на дрвећу за вријеме олује.



ВРЕМЕ У СВЕТУ ЕЛЕМЕНТАРНИХ ЧЕСТИЦА И АТОМСКИХ ЈЕЗГАРА

Др Стеван Јокић, Институт за нуклеарне науке, Винча

1. Неки концепти времена у физици

Низу чланака о времену, објављених у „Младом физичару", додајемо и овај у коме ће бити разматран врло ограничен аспект проблема времена у свету елементарних честица и атомских језгара. Приказаћемо како се у тој области физике процењује временски интервал у коме се неки физички феномен ствара, постоји и нестаје. Пре тога неопходно је навести неке основне концепте времена у физици.

Њутн (I. Newton 1643-1727) је сматрао да је време апсолутно и да постоји независно од догађаја који се у њему дешавају. Њутнове једначине кретања на исти начин описују кретање честица у прошлости и будућности, па његова механика не разликује прошлост од будућности. За Лајбница (E.G. Leibnitz 1646-1716) време не поседује сопствену егзистенцију и представља само скуп релација, као што су пре, после итд., које повезују различите догађаје. Ајнштајн (A. Einstein 1879-1955) се интересовао за мерења временских интервала остварених у различитим координатним системима. Показао је да је трајање временског интервала различито у координатним системима који се релативно крећу. У Ајнштајновој концепцији време је релативно. Поенкаре (H. Poincaré 1854-1912) је посматрао изоловани систем честица (молекули у гасу) у интеракцији. Дао је теорему према којој један такав систем, после извесног времена, пролази кроз своје почетно стање. Време које је потребно да се неки систем врати у своје почетно стање назива се Поенкареово време. Љапунов (А.М. Ляпунов 1857-1918) је разматрао како еволуција неког система у времену зависи од његових почетних услова. Запазио је да после извесног временског интервала еволуција посматраног система почиње све више да зависи од његових почетних услова. Наиме, после извесног временског интервала, потребно је са прецизношћу, која треба да буде и већа од оне коју предвиђају квантномеханичке релације неодређености, познавати почетне услове неког система да би се предвидела његова еволуција у времену. Сматра се да је то карактеристика хаотичних система. Временски интервал, за који посматрани систем постаје хаотичан, назива се време Љапунова. Пригожин (I. Prigogin 1917-) сматра да време, као такво, постоји у Универзуму, а да материја садржи само један временски правац. Материјални системи у природи, према Пригожину, имају тежњу кретања од уређености ка неуређености, односно хаотичности. Физички закони којима се описују хаотични системи су статистичке природе.

Наведене концепције о времену, иако дискутабилне и не једине(1), имплицитно су указале на низ физичких теорија, попут: теорије релативности, квантне механике, статистичке физике, итд., у оквиру којих је могуће квалитативно и квантитативно одредити време карактеристично за свет елементарних честица и атомских језгара.

---

(1) О проблематици времена на нашем језику препоручује се, између осталих, и следећа литература: О МЕРЕЊУ зборник радова, Музеј науке и технике, Београд 1995; С. Хоукинг, Кратка историја времена 1988; Ц. Ц. Витроу, Шта је време?, Просвета/Београд 1985.

2. Време у свету елементарних честица

У савременој теорији елементарних честица поред појма честице, веома значајну улогу има појам поља. Поље је величина која је придружена свакој тачки неког дела простора и интервала времена. У квантној механици честице се могу разматрати као таласи, и обратно, квантномеханичка поља се могу представити као честице. На тај начин интеракција између две честице, која се остварује преко њихових поља, може се описати сматрајући да ове две честице размењују једну трећу честицу која се зове квант поља. Треба подсетити да су, у оквиру опште прихваћене теорије елементарних честица (стандардни модел), основни конституенти (саставни делови) материје фермиони (честице са полуцелим спином), а да су кванти поља бозони (честице са целобројним спином).

Тако између два нуклеона (заједнички назив за протоне и неутроне) при интеракцији долази до размене кванта поља̄ који је познат као пи-мезон. Карактеристике пи-мезона, укључујући и његово време постојања, предвидео је јапански физичар Јукава (H. Yukawa 1907-1981). Време постојања пи-мезона, као и осталих кванта поља, одређује се комбиновањем релације неодређености ($\Delta E \Delta t \geq \hbar$) из квантне механике и релације за енергију ($E = mc^2$) из теорије релативитета, као и експериментално одређене вредности за полупречник језгра ($R = 10^{-15}\,\mathrm{m} = 1\,\mathrm{fm}$), јер се интеракција између нуклеона остварује у атомском језгру. Промена енергије, ΔE, у атомском језгру за време, Δt, изражава се релативистичком једначином, $\Delta E = mc^2$, и замењује у релацију неодређености у којој се узима приближна једнакост, $mc^2 \Delta t \approx \hbar$. Решавањем ове једначине добија се временски интервал, $\Delta t \approx \hbar / \Delta E$, који представља време постојања кванта нуклеарне интеракције. Он у том временском интервалу може да се удаљи од нуклеона, најдаље до следећег нуклеона, тј. може највише да пређе растојање између два нуклеона. Пошто је то растојање, које ћемо обележити са $a \approx c\Delta t$, између 1 и 2 fm, онда се време за које се нуклеарна интеракција оствари може проценити на вредност $\Delta t \approx a/c \approx 10^{-23}$ до $10^{-20}\,\mathrm{s}$. Сличним прорачунима се време трајања слабе интеракције, која се остварује у језгру, процењује на временски интервал од око $10^{-12}\,\mathrm{s}$ (кванти ове интеракције су W^-, W^+ и Z^0 бозони чије су масе процењене на 80 до 90 маса протона). Време трајања електромагнетске интеракције је, према сличној процени, око $10^{-16}\,\mathrm{s}$. Честица преко које се остварује ова интеракција је фотон. Међутим, овај фотон, који се назива и виртуелни фотон, није исти као фотон код дневне светлости, или неке друге врсте електромагнетског зрачења.

Изузев протона, електрона, неутрина и њихових античестица (антипротон, позитрон, антинеутрина), све остале честице су нестабилне, тј. после извесног временског интервала се распадају. Њихово време живота, статистички дефинисано, оно је време за које се њихов број, у некој популацији, своди на половину. Ако је време живота неке честице дуже од $10^{-8}\,\mathrm{s}$, сматра се да је то дугоживећа честица. Путања коју она опише од места њеног настајања до места њеног распада, може бити макроскопски мерљива. Типичан пример за то је мион чије је време живота реда $10^{-6}\,\mathrm{s}$. Познато је да миони настају у космичким зрацима на неколико десетина километара изнад земље. Ако би се он кретао и брзином светлости, могао би за време које одговара његовом времену живота, да пређе растојање од око пола километра. Поставило се питање како објаснити да мион, ипак, стиже на земљу? Решење проблема је нађено у оквиру теорије релативитета. Време живота од $10^{-6}\,\mathrm{s}$ одговара времену у референтном систему везаном за мион. Ово време је познато и као сопствено време. Ако су честице неутралне, онда се њихова идентификација остварује анализом честица које су настале њиховим распадом. На пример, неутрон није стабилан у слободном стању, време живота му је око 600 s, а процењено је на основу анализе продуката његовог распада.

Код краткоживећих честица, време живота је краће од $10^{-20}\,\mathrm{s}$. Њихову пу-

2. Време у свету елементарних честица

У савременој теорији елементарних честица поред појма честице, веома значајну улогу има појам поља. Поље је величина која је придружена свакој тачки неког дела простора и интервала времена. У квантној механици честице се могу разматрати као таласи, и обратно, квантномеханичка поља се могу представити као честице. На тај начин интеракција између две честице, која се остварује преко њихових поља, може се описати сматрајући да ове две честице размењују једну трећу честицу која се зове квант поља. Треба подсетити да су, у оквиру опште прихваћене теорије елементарних честица (стандардни модел), основни конституенти (саставни делови) материје фермиони (честице са полуцелим спином), а да су кванти поља бозони (честице са целобројним спином).

Тако између два нуклеона (заједнички назив за протоне и неутроне) при интеракцији долази до размене кванта поља који је познат као пи-мезон. Карактеристике пи-мезона, укључујући и његово време постојања, предвидео је јапански физичар Јукава (H. Yukawa 1907-1981). Време постојања пи-мезона, као и осталих кванта поља, одређује се комбиновањем релације неодређености ($\Delta E \Delta t \geq \hbar$) из квантне механике и релације за енергију ($E = mc^2$) из теорије релативитета, као и експериментално одређене вредности за полупречник језгра ($R = 10^{-15}\,\mathrm{m} = 1\,\mathrm{fm}$), јер се интеракција између нуклеона остварује у атомском језгру. Промена енергије, ΔE, у атомском језгру за време, Δt, изражава се релативистичком једначином, $\Delta E = mc^2$, и замењује у релацију неодређености у којој се узима приближна једнакост, $mc^2 \Delta t \approx \hbar$. Решавањем ове једначине добија се временски интервал, $\Delta t \approx \hbar / \Delta E$, који представља време постојања кванта нуклеарне интеракције. Он у том временском интервалу може да се удаљи од нуклеона, најдаље до следећег нуклеона, тј. може највише да пређе растојање између два нуклеона. Пошто је то растојање, које ћемо обележити са $a \approx c\Delta t$, између 1 и 2 fm, онда се време за које се нуклеарна интеракција оствари може проценити на вредност $\Delta t \approx a/c \approx 10^{-23}$ до $10^{-20}\,\mathrm{s}$. Сличним прорачунима се време трајања слабе интеракције, која се остварује у језгру, процењује на временски интервал од око $10^{-12}\,\mathrm{s}$ (кванти ове интеракције су W^-, W^+ и Z^0 бозони чије су масе процењене на 80 до 90 маса протона). Време трајања електромагнетске интеракције је, према сличној процени, око $10^{-16}\,\mathrm{s}$. Честица преко које се остварује ова интеракција је фотон. Међутим, овај фотон, који се назива и виртуелни фотон, није исти као фотон код дневне светлости, или неке друге врсте електромагнетског зрачења.

Изузев протона, електрона, неутрина и њихових античестица (антипротон, позитрон, антинеутрина), све остале честице су нестабилне, тј. после извесног временског интервала се распадају. Њихово време живота, статистички дефинисано, оно је време за које се њихов број, у некој популацији, своди на половину. Ако је време живота неке честице дуже од $10^{-8}\,\mathrm{s}$, сматра се да је то дугоживећа честица. Путања коју она опише од места њеног настајања до места њеног распада, може бити макроскопски мерљива. Типичан пример за то је мион чије је време живота реда $10^{-6}\,\mathrm{s}$. Познато је да миони настају у космичким зрацима на неколико десетина километара изнад земље. Ако би се он кретао и брзином светлости, могао би за време које одговара његовом времену живота, да пређе растојање од око пола километра. Поставило се питање како објаснити да мион, ипак, стиже на земљу? Решење проблема је нађено у оквиру теорије релативитета. Време живота од $10^{-6}\,\mathrm{s}$ одговара времену у референтном систему везаном за мион. Ово време је познато и као сопствено време. Ако су честице неутралне, онда се њихова идентификација остварује анализом честица које су настале њиховим распадом. На пример, неутрон није стабилан у слободном стању, време живота му је око 600 s, а процењено је на основу анализе продуката његовог распада.

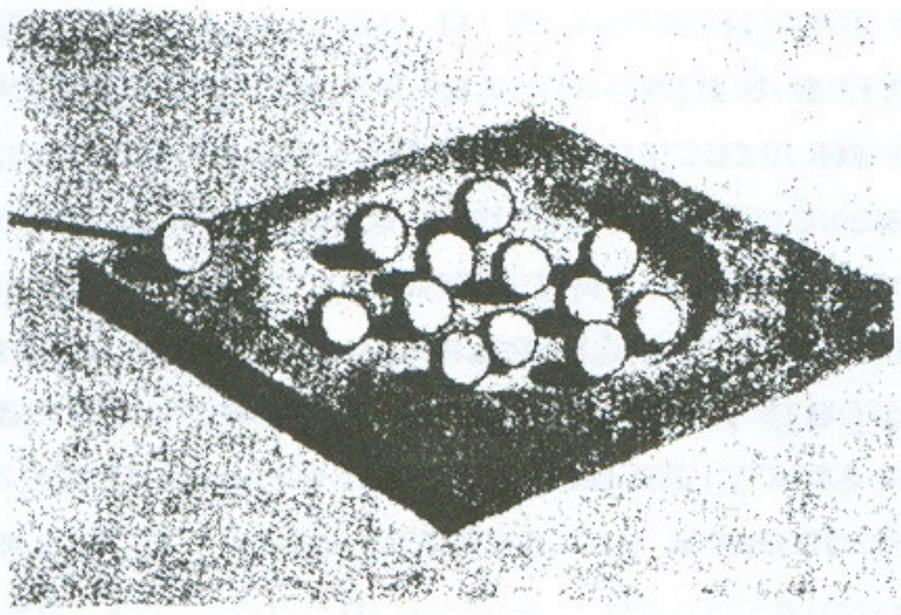
Код краткоживећих честица, време живота је краће од $10^{-20}\,\mathrm{s}$. Њихову пу-

тању није могуће директно посматрати. За њихово одређивање користе се продукти њиховог распада које је могуће идентификовати.

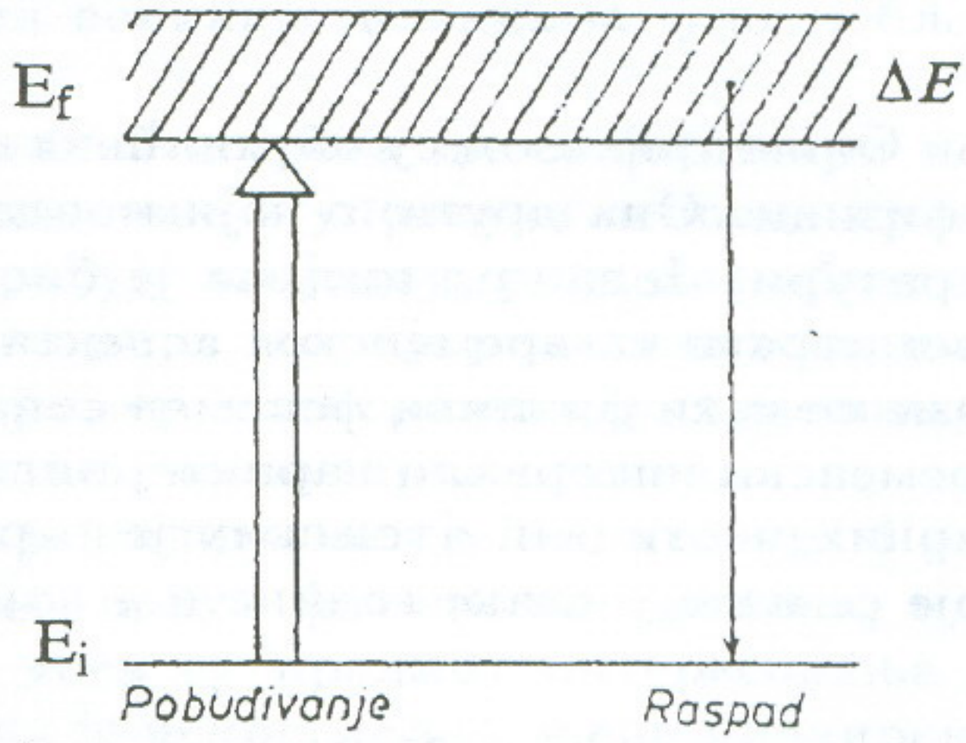
3. Време живота у свету атомских језгара

Већина атомских језгара, која постоје у природи, стабилна су, то јест остају непромењена бесконачно дуго времена. Међутим, нека - као, на пример, уран - нестабилна су; пошто се дуго времена не мењају, она се, изненада, спонтано трансформишу у друго језгро. Ова трансформација је праћена зрачењем одређених (најчешће наелектрисаних) честица, које са одређеном енергијом излећу из језгра, и позната је као феномен радиоактивности. Број радиоактивних језгара, који се распада у једној секунди, представља активност датог узорка. Услед трансформације језгара, активност узорка опада са временом. Време за које активност опадне на половину, назива се време полураспада, $T_{1/2}$, и креће се од десетак милијарди година за торијум, до неколико милионитих делова секунде за елементе са редним бројем већим од 108. Сматра се да скоро сва радиоактивност на земљи потиче од три радиоактивна низа. Почетни елементи ових низова су: ^{232}Th, ^{238}U и ^{235}U са полувременима распада $1{,}4 \cdot 10^{10}$ година, $4{,}46 \cdot 10^{9}$ година и $7{,}0 \cdot 10^{8}$ година, респективно. Крајњи елементи распада су стабилни изотопи олова. Остали елементи у овим низовима се распадају алфа (емисија једног језгра хелијума) и бета (протон у језгру се трансформише у неутрон емисијом позитрона и неутрина, или неутрон у протон емисијом електрона и антинеутрина) распадом са различитим временима полураспада. У земљиној кори постоји низ радиоактивних елемената (^{40}K, ^{174}Hf, ^{190}Pt, итд.) који се распадају директно, не у низу, бета односно алфа распадом са временом полураспада 10^9 до 10^{15} година. У атмосфери постоје радиоактивни елементи, створени космичким зрачењем (^{7}Be, ^{26}Al, ^{32}Si, итд.), који се распадају углавном бета распадом са временом полураспада од неколико десетина дана до 10^6 година. Наведени примери су само неке врсте природне радиоактивности. Постоји и вештачка радиоактивност. Њу су, 1934. године, открили Фредерик (**Frederic** 1900-1958) и Ирена Жолио Кири (**Irène Joliot-Curie** 1897-1956). Она се остварује у реакцијама атомских језгара са елементарним честицама или реакцијама језгра са другим језгром. Пошто се ове реакције остварују нуклеарним интеракцијама, назване су нуклеарне реакције. Њихова реализација је могућа захваљујући акцелераторима. У акцелераторима се убрза честица, или тешки јон (атом коме је одстрањен одговарајући број електрона из омотача), и усмерава на неко атомско језгро са којим се остварује одговарајућа нуклеарна интеракција. У таквим нуклеарним реакцијама добијени су елементи са редним бројевима 108, 109, 110, 111 и 112 (којих у природи нема) чије је време полураспада у интервалу хиљадитог и милионитог дела секунде. Могу се добити и атомска језгра са неуобичајено великим бројем неутрона, односно протона у односу на језгра која се налазе у природи. Оваква језгра се називају егзотична. На пример, добијен је ^{11}Li (у природи има највише ^{7}Li) који се распада емисијом неутрона, неутронски распад, са временом полураспада око 8 хиљадитих делова секунде. У неким распадима сличних језгара долази до емисије протона, протонски распад. Нуклеарне реакције, којима се добијају оваква атомска језгра и остварују наведене врсте радиоактивних распада, имају, такође, своје карактеристично време. Да би приказао судар нуклеона са атомским језгром, Бор (**N. Bohr** 1885-1962) је 1936. године дао модел који је приказан на Сл. 1.

Билијарске кугле, представљају протоне и неутроне, постављене су у удубљење, одговарајућих димензија, које их држи заробљене, тј. представља везивну енергију атомског језгра. Нуклеони у језгру нису у стању мировања, како би то изгледало према овом моделу, него се стално крећу. Њихова средња брзина



Сл.1. Боров модел судара нуклеон-језгро



Сл.2. Шематски приказ основног и побуђеног стања језгра

је, $v = 0{,}2\,c$ (c је брзина светлости). Када се неки нуклеон, или атомско језгро, одговарајуће енергије, судари са другим атомским језгром, настаје ситуација аналогна убацивању билијарске кугле у удубљење. Долази до низа судара, при чему се скупу билијарских кугли повећава енергија. Слично се енергија нуклеона предаје атомском језгру које из стања пре судара, основно стање језгра, означено са E_i, прелази у стање са вишом енергијом, које се назива побуђено стање, означено са E_f. Побуђено стање је одређено са тачношћу ΔE. Ова величина се назива још и ширина енергетског нивоа. Шематски приказ ова два стања је дат на Сл. 2. Применом релације неодређености, $\Delta E\,\tau \approx \hbar$, одређује се време, τ, живота побуђеног језгра. Оно има различите вредности које се, у зависности од врсте нуклеарне реакције, крећу од 10^{-23} s према дужим временским интервалима. Што је енергија побуђеног језгра већа, каже се да је оно топлије. Мера степена његове загрејаности је температура. Поставља се питање: за које време ће у сваком делу језгра бити иста температура, тј. за које време се остварује његова термализација? Тај тренутак наступа када је енергија, коју је примило атомско језгро од нуклеона или другог атомског језгра, равномерно распоређена по целој запремини језгра. Тада нуклеон, који је ушао у језгро, има исту средњу брзину као и остали нуклеони атомског језгра, а тиме и исти средњи слободни пут (пут који прелази нуклеон, а да се при томе не судари са другим нуклеонима атомског језгра). Процењено је да је средњи слободни пут нуклеона у атомском језгру приближно једнак полупречнику атомског језгра, R (објашњење ове чињенице је нешто компликованије, па га не наводимо). Време термализације се тада добија када се подели средњи слободни пут нуклеона са средњом брзином, $\tau \approx R/v \approx 10^{-23} - 10^{-22}$ s. Предата енергија атомском језгру, при његовом судару са неком честицом или другим језгром, директно утиче на процену Поенкареовог времена. На пример, ако је енергија предата атомском језгру већа, постоји више могућих начина његовог побуђења. Да би се тако побуђено језгро вратило у конфигурацију која одговара његовом почетном стању, треба да прође и дужи временски интервал. Процењено је да при побуђењу атомског језгра енергијом од неколико MeV (мегаелектронволт), Поенкареово време износи око 10^{-13} s, док је при побуђењу од 100 MeV, оно око 10^{-3} s. Поређење Поенкареовог времена са временом термализације, показује да је ово друго знатно краће. Пошто стање термализације одговара неуређеном, односно хаотичном стању, могуће је закључити да је време за које наступа хаотично стање, тј. време Љапунова, знатно краће од Поенкареовог. Ово је био један од разлога да Пригожин закључи да постоји само један временски правац, од уређеног ка неуређеном, односно хаотичном стању.

4. Закључак

Овим приказом су обухваћена само нека схватања времена која можемо срести у физици. Она друга, о којим овде није било речи, могу се наћи у наведеној литератури. Један од циљева је био да се прикаже богатство физичких феномена, посматрано са временског аспекта, као и начин процене временског интервала у коме се неки физички феномен ствара, постоји и нестаје. Приказани су само неки временски интервали карактеристични за одговарајуће феномене у свету елементарних честица и атомских језгара. Детаљи се могу наћи у разним таблицама које се издају сваке године и у којима је сваки феномен квантитативно описан.

Ученицима, будућим студентима физике
ФИЗИКА - ШТА ЈЕ ТО? ШТА РАДЕ ФИЗИЧАРИ?

Физика је једна од природних наука. Као наука, физика се бави изучавањем структуре материје, разним формама енергије, релацијама између супстанце и енергије, фундаменталним силама у природи, законима који објективно постоје. Она представља темељ на коме су се развиле техника и технологија. Заједно са хемијом, физика је, највероватније, извршила највећи позитивни утицај на културни, интелектуални и економски живот у последњим деценијама нашег века.

Физичар експериментише и теоретише у областима електрицитета, оптике, звука, топлоте, механике и другим областима физике. Он проучава феномене као што су, на пример, простирање и својства електромагнетног поља, ослобађање енергије из атомског језгра, пролаз радиоактивног зрачења кроз различите материјале и ткива. Физичар има много бољу контролу над објектима са којима ради, користи прецизне инструменте, и његови резултати су тачнији, него што је то случај код социолога који раде са људима, или биолога који раде са живим бићима. Оно што физичаре највише интересује јесу основни закони природе. Знањима до којих физичари долазе повећава се безбедност, удобност и просвећеност човечанства.

Данас у свету, па и код нас, постоје три типа физичара: физичари-истраживачи, примењени физичари и физичари-предавачи. У неким земљама њихово факултетско образовање је исто, а негде је лако усмерено према захтевима посла за који се припремају.

Физичари-истраживачи

Они физичари који раде на решавању проблема о којима се ништа не зна, или, мало зна, називају се физичари-истраживачи. Њих интересује оно што чини темељ физичке реалности, и зато раде на решавању фундаменталних проблема. Како? Једни смишљају поступке, методе, инструменте помоћу којих ће вршити мерења таквих величина, као што су: на пример густина наелектрисања у горњим слојевима атмосфере, време живота мезона, спински и орбитални моменат електрона... Они врше таква мерења, добијају и образлажу резултате. Други физичари раде оловком и папиром, служе се компјутером и математичким методама, да би израчунали шта би се десило када би се извршио такав и такав експеримент. Они мисаоно разматрају, предвиђају шта ће се добити ако се пође од неких претпоставки, модела или аксиома. Ови физичари често морају сами да постављају питање, траже решење, и буду увек спремни да се боре са непознатим.

Физичке методе истраживања су данас доста брзе, и тачне. Инструменти физике, и друга средства, на пример Гајгер-Милеров и други детектори, спектрометри, електронски микроскопи, акцелератори..., омогућавају добијање специфичних информација, које се не могу ни на који други начин добити. За посматрање структуре, да би се видела унутрашњост непровидног материјала, користе

се рендгенски зраци, за посматрање објеката на великим даљинама, употребљавају се телескопи и телевизијска опрема.

Данас је физика постала широка наука, толико широка да се физичари истраживачи, након што су стекли потребно образовање и упознали основне принципе у физици и методе истраживања, усредсређују на једну, ређе две области истраживања. Модерна физика, поред квантне теорије, теорије релативитета, има и такве специјалне дисциплине као што су, на пример, електроника, ултрасоника, физика ниских температура, физика чврстог стања, нелинеарна оптика...

Много је питања на која наука још није дала задовољавајући одговор. Гравитација, постојање или непостојање гравитона, попут фотона или фонона, могућности коришћења гравитационе силе, још увек су предмет интересовања и научних расправа. Поље истраживања за физику је непрегледно, њени пионирски дани неће скоро да се заврше. Много је питања на која није добијен одговор. Она остају да их физичари реше. Свако ново откриће доноси читаву хрпу нових питања, на која физика треба да дā одговор. Решавајући таква питања, физичари доприносе повећању ширине и дубине нашег познавања природе.

Примењени физичар

У развијеним земљама постоје развојне лабораторије за потребе индустрије, које запошљавају на десетине физичара, вреднујући њихов рад много боље него инжењера-оперативаца. Тамо физичари раде на примењеним истраживањима, тј. на стварању проналазака који унапређују технологију, јер успешно решавају проблеме ефикасности и економичности производње, вршења контроле процеса и сл. има велики економски значај. Ту физичари имају могућност да искористе свој талент и знање у решавању интересантних проблема, укључујући пројектовање специфичних уређаја, проналаске и открића од интереса за компанију.

Физичари, које називамо „примењеним физичарима", своје знање користе при решавању многих техничких проблема, на пример, како направити музички стуб који ће вршити репродукцију звука без икаквих изобличења, како произвести X-зраке да би се откриле и најситније пукотине у материјалима од којих се праве супер-брзи авиони или вештачки Земљини сателити, како направити добар скенер за медицинске потребе, или поуздан уређај за примену магнетне резонанце у здравству. Ови физичари, најчешће, раде на апаратурама које раније нису постојале и које је требало пројектовати и направити за посебне сврхе.

Физичари предавачи (професори)

Многи студирају физику да би постали професори и радили у настави. Они ће се у животу бавити подучавањем младих. Добро подучавање (извођење наставе) је изазован позив, који захтева способност јасног мишљења и говора. Професор мора бити господар свога предмета, који ће познавати исто онако као што диригент познаје партитуру симфоније која се изводи. Он мора да влада материјом (градивом) коју обрађује, да има разумевање за младе, да поседује вештину и стрпљење у раду са њима. Добро подучавање подразумева да онај ко га врши има способност организовања рада, да је марљив, предузимљив, да нема говорних мана, и да влада стандардним језиком.

Човек може постати добар професор једино ако има јак потстрек за такав рад. Зарада професора код нас није велика, али је она компензована већим степеном слободе у раду, сталним контактом са младим и здравим људима, дужим летњим и зимским одмором.

Свако ко, заиста, воли физику, а има пуно разлога да се она воли, било да ради у области истраживања, примене у индустрији, или у настави, требало би да буде срећан и задовољан.

Већина професора физике на универзитетима у свету изабрана је да држи наставу, како због својих способности за истраживачки рад, тако и због сјајног

умећа да држе предавања. Факултети су одговорни за стручни и методички ниво својих предавача, а они факултети који образују наставнике за школе, одговорни су и за квалитет тих наставника, јер од тога како они буду предавали и тумачили физику ученицима, зависиће и њихово интересовање за физику и звање физичар.

Ко може бити физичар

Физика је најинтересантнија наука, али и „тврда", тј. тешка наука. Да би се човек њоме бавио, мора, пре свега, бити посебно обдарен, да би је могао студирати. Да би био истраживач на пољу физике, човек треба да поседује велику радозналост за све што се око њега у природи збива и жељу да може објаснити како уређаји и апарати функционишу. Он мора да има дисциплиновану и креативну машту да би могао логичким размишљањем продрети у неоткривене истине. Њему треба да чини задовољство да на основу главних физичких принципа предвиђа шта ће се десити у неким посебним случајевима. Нарочито је важно да онај који жели да се бави физиком, посебно теоријском, мора познавати и математику. Чак и они физичари који намеравају да се баве уским експериментисањем, треба да познају математику и да су способни да и сами врше неопходна израчунавања.

Наравно, поред свих тешкоћа у овладавању знањима физике, могуће је физику успешно студирати и касније се њоме бавити. Радити у области физике, када се она добро савлада, када се добро знају водећи светски језици, није ништа теже него радити у било којој другој области људског рада. Потребно је волети физику, бити упоран и радан, а онда ће се успешно обављати послови струке, чак и онда када човек и не поседује неке изузетне способности и дар за истраживања. Много је физичара у свету, а треба их још, али је мало оних који су остварили велика национална и интернационална признања за рад у науци.

Шта добијају физичари за свој рад

Физичари су у свету добро награђени за свој рад. Код нас, нажалост, не тако добро. Али ће, надамо се, и код нас бити тако. Међутим, постоје друге ствари које физичара чине срећним и задовољним. Главна привлачност физике, као животног позива, налази се у неопипљивим наградама које долазе од задовољства бављењем таквим радом.

Физичар-истраживач налази радост када открије нову истину о природи, попут једног креативног уметника. Рад у неистраженим областима доноси му велику радост. Када смисли нови експеримент, и добије резултат који је очекивао, физичар је задовољан својом способношћу да предвиди понашање природе. Многи физичари се осећају срећним што се њихов „хоби" - испитивање природе и испробавање нових сопствених идеја, добро исплати, јер се поред славе стиче и добра зарада, путује се по свету, размењују мишљења на конгресима, симпозијумима и сличним скуповима.

Сазнања физичара о електронима, неутронима, атомима, молекулима, „блоковима" од којих су саздана тела, омогућила су физици и физичарима престиж међу истраживањима у другим наукама. Физичари су дали значајан свој допринос окончању Другог светског рата (атомска бомба, радар, ракетни системи и сл.).

Примењени физичар ужива у прављењу нових проналазака, у усавршавању постојећих уређаја, пројектовању и реализацији потпуно нових апаратура. Креативно стваралаштво испуњава га поносом и задовољством.

Физичар-предавач испуњен је задовољством што својим радом доприноси развоју интелектуалног капацитета својих талентованих ученика и овладавању системом елементарних знања физике. Он је поносан када његов ученик постане истакнути научник, инжењер, професор.

Томислав Петровић

XXVII МЕЂУНАРОДНА ОЛИМПИЈАДА ИЗ ФИЗИКЕ ЗА СРЕДЊОШКОЛЦЕ (ОСЛО, НОРВЕШКА, 1996)

Др Божидар Милић, Физички факултет, Београд

Од 30. јуна до 7. јула 1996. године одржана је у Ослу, главном граду Норвешке, XXVII Међународна олимпијада из физике за средњошколце. Ради краткоће, у даљем тексту то међународно такмичење ћемо називати само Олимпијада. Организатор Олимпијаде је био Физички институт Природно-математичког факултета у Ослу. Учествовало је 57 земаља, са укупно 259 такмичара (неке екипе су имале мање од максимално дозвољених пет чланова). На Олимпијади је учествовала и екипа Југославије, у којој су били: Виктор Кунчак (гимназија „В. Петровић", Сомбор), Михајло Ваневић (Математичка гимназија, Београд), Борис Грбић (Математичка гимназија, Београд, по други пут члан олимпијске екипе), Владимир Цветковић (Математичка гимназија, Београд) и Виктор Розгић (Ваљевска гимназија). Они су се квалификовали за улазак у овогодишњу олимпијску екипу тиме што су освојили прве награде у Општој групи на Савезном такмичењу из физике, одржаном крајем маја у Бечићима, и овде су наведени тачно по редоследу броја освојених поена на том такмичењу. Изузев Ваневића, који је тек завршио III разред, сви остали чланови екипе су свршени ученици IV разреда гимназије. Вође екипе (по пропозицијама, две особе) били су Проф. др Божидар С. Милић, редовни професор Физичког факултета у Београду, и др Мићо Митровић, виши научни сарадник истог Факултета. Као пратиоци својих ученика Виктора Кунчака и Виктора Розгића, уз екипу су путовали и њихови професори физике, Славица Бељански и Предраг Стојаковић, али само у својству посматрача. Југословенска екипа је у Осло, и из Осла, путовала авионом.

Такмичари и вође екипа су у Ослу били смештени одвојено. Сви такмичари су били на једном месту, у великом студентском дому Фјелхауг, а вође екипа су боравили у два школска интерната, Крингшоу и Ренингену, доста удаљена и међусобно и од Фјелхауга. Вође југословенске екипе су били у Ренингену.

Олимпијада је свечано отворена у понедељак, 1. јула, ујутру, са почетком у 9 часова. Церемонија је одржана у великој сали Градске скупштине Осла, а њен почетак је означен процесијом уношења застава свих 57 земаља-учесница, уз звуке фанфара, док су сви присутни стајали. Сваку заставу је уносио по један такмичар из дотичне земље. Нашу заставу је унео Борис Грбић, члан југословенске екипе по други пут. По завршетку процесије, кад су присутни поседали, скупу су се, најпре, обратили, са по неколико пригодних речи, председник Организационог комитета овогодишње Олимпијаде, Арнт Инге Вистнес, и градоначелник Осла, Пер Дитлев-Симонсен. Затим је госпођа Луси Смит, ректор Универзитета у Ослу, свечано отворила Олимпијаду. Присутне су, после овога, још поздравили председник Норвешког

физичког друштва, Тормод Хенриксен, и управник Одељења за физику Универзитета у Ослу, Ејвинд Оснес. Између појединих иступања, музичар и физичар Од Лунд је свирао на старим норвешким дувачким инструментима.

Такмичења су одржана у уторак, 2. јула, и у четвртак, 4. јула, у згради Математичког института Природно-математичког факултета. Теоријски задаци су рађени у уторак од 9 до 14 часова, а експериментални проблеми су решавани у четвртак од 8.30 до 13.30 часова (група А), односно од 14.30 до 19.30 часова (група Б). На експерименталном делу такмичења биле су формиране две групе, због немогућности да се обезбеди довољан број идентичних експерименталних уређаја да би свих 259 такмичара радило истовремено; наша екипа је била у групи А. И о теоријским задацима и о експерименталним проблемима опширније ће писати сами такмичари, у посебним прилозима „Младом физичару", где ће бити дата и решења. За ову прилику биће само споменуто да су била три теоријска задатка, од којих је сваки носио по 10 поена, а да се експериментални проблем односио на физичко клатно и састојао се од два дела који су, такође, носили по 10 поена. Дакле, сваки такмичар је могао максимално освојити укупно 50 поена. Први теоријски задатак је, заправо, био „потпури" од пет проблема, једноставнијих и различите тежине (Кирхофова правила, кретање скијаша по падини, термодинамика, зрачење црног тела и магнетно поље сталне струје). Остала два су била много мање стандардна: један се састојао од шест питања о кретању електрона у простору између два коаксијална цилиндра, под дејовањем радијалног електричног и аксијалног магнетног поља (Халов магнетрон), а други се односио на теорију плиме и осеке. Ако се узме у обзир велики допринос скандинавских физичара теорији кретања наелектрисаних честица у електричним и магнетним пољима, који је био мотивисан исконском жељом нордијаца да схвате импресивни феномен поларне светлости која се запажа у њиховим крајевима, ако се има у виду да је скијање поникло у Норвешкој и да пловидба морима овде има традицију још од времена Викинга, може се рећи да су теоријски задаци били врло „норвешки обојени".

Све остало време трајања Олимпијаде такмичари су могли да проведу у доколици, делом на организованим екскурзијама, а делом самостално. Сваки је имао „Осло-карт" (бесплатну карту за градски саобраћај и улаз у музеје за свих седам дана Олимпијаде), па није било проблема. У Ослу и околини има доста интересантних места. Ту је, рецимо, Бигдеј, приградски део Осла са обиљем зеленила. За већину је тамо најзанимљивији био Норвешки поморски музеј. У неколико одвојених зграда, ту су изложени бродови старих Викинга, брод „Фрам" поларног истраживача Фритјофа Нансена, чувени сплав „Кон-Тики" и бродић „Ra-II" Тора Хејердала. Међу местима у Ослу, која су пленила пажњу такмичара налазе се и забавни парк „Тисенфрид", музеј „Земља Викинга" и, посебно, парк „Вигеланд" са мноштвом интересантних скулптура на отвореном простору. Треба још споменути замак Акерсхус, Парламент, Музеј науке, Националну галерију и Мунхов музеј (Едвард Мунх је чувени норвешки сликар). У четвртак (група Б пре подне, а група А после подне) био је за такмичаре организован излет у Холменколен, познати скијашки центар, око 20 км удаљен од Осла. Поред импресивне скакаонице, тамо се налази и Скијашки музеј у коме је, осим експоната који приказују разне етапе изградње саме скакаонице у току протеклих стотинак година и еволуцију израде скија и везова кроз векове, била изложена и разноврсна поларна опрема, укључујући и оригиналну Амудсенову. А у суботу пре подне био је организован, за такмичаре и вође екипа заједно, излет бродићима по Осло-фјорду; тог дана је време било мирно и сунчано (све остало време је било тмурно и кишовито, као код нас у касну јесен, сем што су дани били упадљиво дуги), па је излет врло лепо успео. Такмичари су

имали прилику и да чују два предавања. Једно је у уторак у 19 часова одржао у Фјелхаугу норвешки нобеловац Ивар Гјевер (Нобелова награда за физику 1973. године), а друго је у петак (у два наврата, у 12 и у 15 часова, због ограниченог капацитета амфитеатра Физичког института) одржао Професор Алв Егеланд. Ово друго предавање, које су могли слушати и вође екипа, било је о поларној светлости, са пројекцијама које су импресионирале присутне. У петак увече, наши такмичари су, по позиву, посетили Клуб Југословена у Ослу, где су, заједно са професорима Славицом Бељански и Предрагом Стојаковићем, провели угодно вече. Вође екипе, због заузетости, нису могли да се одазову позиву.

Програм вођа екипа био је доста другачији и остављао је много мање слободног времена. У понедељак, 1. јула, и у среду, 3. јула, они су у 14 часова одведени у зграду Физичког института, да би донели одлуке, једном о теоријским, а други пут о експерименталним задацима. Иза закључаних врата Физичког института, у великом амфитеатру на другом спрату, у оба наврата су се све до око 23 часа водиле бурне дискусије око детаља формулације задатака; затим су вође добијали дефинитивне текстове да их преведу на своје националне језике и одштампају преводе на компјутеру, што је оба пута трајало до око 3 часа следећег јутра. Бројни редари Олимпијаде, у карактеристичним црвеним мајицама са логотипом Олимпијаде на грудима и грбом Универзитета у Ослу на леђима (види слике уз наслов), са токи-воки уређајима у рукама, помно су пазили да ни мува не пролети, а о улажењу у зграду или излажењу из ње није могло бити ни говора док цео посао није био завршен. Тек тада су врата Института откључавана и вође екипа су одлазиле на одмор. А у уторак, 2. јула, и четвртак, 4. јула, увече већ су им стизале у руке копије задатака које су њихови такмичари тог дана урадили. Према пропозицијама, вође прегледају и оцењују задатке својих такмичара независно од организатора, и истовремено са њима, па се, затим, оцене упоређују, разматрају, усклађују и, на крају, закључују. На ово прегледање и оцењивање је оба пута одлазио добар део ноћи, а усклађивање и закључивање оцена је односило већи део наредног дана. У уторак, док су такмичари радили теоријске задатке, вође су били одведени на целодневни излет у Лилехамер, град на око 200 км од Осла, у коме су пре две године (1994) одржане Зимске олимпијске игре. Поред посете олимпијској скијашкој скакаоници (чији се врх тог дана само назирао кроз кишу и маглу) и двема огромним халама за зимске спортове, у Лилехамеру су видели кућу норвешке књижевнице Сигрид Ундсет (Нобелова награда за књижевност 1928. године) и музеј Маихауген (старе норвешке брвнаре). У среду, 3. јула, пре подне вође су посетили Холменколен и Скијашки музеј.

У петак у 19.30 часова почео је завршни састанак свих вођа екипа и Организационог комитета Олимпијаде. Најпре је изнето да максималан број освојених поена по једном такмичару износи 47,5 („срећник" је био Лиу Јурун из Кине), па је онда на основу тога, а према правилима Олимпијаде, одлучено о критеријумима за медаље и похвале. За 42 поена, или више, следила је златна медаља, за 36–41,5 поена – сребрна, а за 30–35,5 поена – бронзана. Похвала се добијала за освојених 23–29,5 поена. Потом је утврђен списак са именима и бројевима освојених поена оних такмичара који треба да буду награђени и похваљени. Испоставило се да ће 20 такмичара (тј. 7,7% од њиховог укупног броја) добити златну медаљу, њих 25 (тј. 9,6%) добиће сребрну, а 47 (или 18,1%) бронзану. Похваљено ће бити 63 такмичара (24,3%). С обзиром на висок ниво спреме такмичара, али и на тежину и необичност задатака, оваква расподела је, изгледа, нормална и очекивана. За преостала 104 такмичара (тј. 40,3% од њиховог укупног броја), који нису освојили ни медаљу ни похвалу, имена и бројеви освојених поена нису саопштени.

У суботу, 6. јула, после подне, са почетком у 16 часова, одржана је церемонија затварања Олимпијаде. За то је била предвиђена свечана дворана (Аула) старог здања Универзитета, у центру града. То је врло импозантна сала, украшена великим зидним сликама Едварда Мунха, у којој су од 1947. до 1989. године, једном годишње, свечано додељиване Нобелове награде за мир. После краће речи председника Организационог комитета Олимпијаде, присутни су саслушали излагање нобеловца Ивара Гјевера које је имало наслов „Физичару сутрашњице". Потом су подељене медаље и похвале. Добитници златне медаље су имали част да своје награде приме из руку споменутог нобеловца. Кад је завршено додељивање награда и похвала, представници Канаде, земље – домаћина наредне Олимпијаде (1997. године, у Садберију), упутили су присутнима неколико срдачних речи. Око 18 часова, церемонију је завршио председник Организационог комитета Олимпијаде. Између појединих делова церемоније, поново се могла чути стара норвешка музика коју је изводио Од Лунд, овом приликом повремено потпомаган певачицом Осхилд Ватне.

На крају дана, од 19 до 23.30 часова, одржана је заједничка вечера у ресторану „Најаде" (на норвешком, „Најаден"). Најаде су морске нимфе, чије фигуре су постављене, као амајлија, на прамце старовременских једрењака. Ресторан се налази у склопу Норвешког поморског музеја и има огромну салу чији је један зид украшен дрвеним скулптурама најада. Атмосфера за вечером била је пријатна и забавна, али се већ око 22 часа код многих почео осећати умор накупљен претходних дана. Неки су једва дочекали аутобусе који су, строго по програму, стигли тек у 23.30 часова, да развезу учеснике на спавање.

У недељу, 7. јула, наша екипа је крепула са аеродрома Форнебу у Ослу око 13 часова, и стигла је на аеродром Сурчин у Београду око 23 часа.

Одавно је прихваћено начело да се на олимпијадама знања (па, према томе, и физике) састављају ранг-листе држава-учесница на основу укупног броја поена који су постигле њихове екипе. То начело рангирања по много чему не задовољава. Најпре, оно се не примењује на спортским олимпијадама: Александра Ивошев је недавно у Атланти добила своје две медаље на основу поена које је само она освојила, а укупан број поена за целу југословенску стрељачку екипу скоро никоме и није био од интереса. Затим, оно је и недовољно за рангирање, јер има само 17 екипа чији су сви такмичари добили медаље или похвале и за које се, стога, зна број освојених поена; за остале 42 екипе (а то је 71,2% укупног броја екипа) укупан број поена није ни објављен. То начело је неадекватно и због тога што су неке екипе (на пример, Македонија и Грузија) имале мање од 5 чланова. У његове недостатке спада и то што оно игнорише „фактор квалитета". Рецимо, Бугарска и Украјина имају потпуно једнак број поена (172,5) и стога би, кад би само број поена био битан, требало да деле исто место (у овом тренутку није важно које). Међутим, Бугарска има једну златну медаљу, једну сребрну, *две бронзане и једну похвалу*, док Украјина има једну златну медаљу, једну сребрну, *једну бронзану и две похвале*, па би „фактор квалитета" морао дати извесну превагу првој од ових земаља. Или, узмимо пример Индонезије (142 поена) и Јужне Кореје (143 поена). Ако се руководимо само бројем освојених поена, Јужна Кореја треба да буде испред Индонезије. Али, у екипи Јужне Кореје један такмичар је остао без медаље или похвале, док су у екипи Индонезије сви такмичари награђени медаљом или похваљени, тј. ове две екипе, опет, немају потпуно једнак „фактор квалитета".

Иако то, дакле, не одсликава право стање ствари, прихватимо оно што је уобичајено и погледајмо како би изгледало чело ранг-листе састављене према освојеним поенима за целу екипу. На првом месту је, без сумње, Кина. Њених пет такмичара

су освојили укупно 228,5 поена и добили пет златних медаља, што је изузетан подвиг, који ни овом приликом није постигла ни једна од осталих екипа. Има још седам држава, чије екипе су, такође, освојиле по пет медаља, мада нису све златне, и код којих се рангирање (од 2. до 8. места) може поуздано извршити на основу броја освојених поена. То су: Румунија, са својих 200 поена, затим САД, Иран, Вијетнам, Тајван, Русија и, на крају, Немачка, са 175 поена. Треба споменути да се у екипи САД налазио најмлађи учесник Олимпијаде, симпатични и живахни тринаестогодишњак Кристофер Хирата, који је освојио 45 поена и стекао златну медаљу као пети међу носиоцима ове високе награде. Кристофер је добио посебну медаљу и као најмлађи учесник Олимпијаде.

Има још девет држава у чијим екипама су свих пет такмичара добили или медаље или похвале, али за њих већ није сигурно да заузимају од 9. до 17. места на ранг-листи састављеној само према освојеним поенима. То су: Бугарска, Украјина, Мађарска, Словачка, Чешка, Сингапур, Италија, Индонезија и Југославија. Прве две од ових екипа имају по 172,5 поена а Индонезија 142 поена (што је већ споменуто нешто раније), док је Југославија освојила 132 поена. Задње две од побројаних држава, Индонезија и Југославија, имају по једну бронзану медаљу и по четири похвале. У југословенској екипи, бронзану медаљу је освојио Михајло Ваневић, док остала четворица имају похвале. У оваквој међународној конкуренцији, то је врло солидан резултат, на коме нашим такмичарима треба од срца честитати.

Не може се, на основу овде изнетих (тј. јавно саопштених) података, једнозначно утврдити које место припада Југославији. Она је 17. међу државама чији су сви такмичари добили медаљу или похвалу, али није 17. на листи сачињеној по освојеним поенима. Неке државе, већ са поенима које су освојила четири такмичара (пети нема медаљу ни похвалу), имају више него наша земља, или, отприлике, исто толико. На пример, Јужна Кореја (143 поена за 4 такмичара), Пољска (133 поена, опет за 4 такмичара) или Белорусија (132 поена за 4 такмичара) сигурно би биле испред Југославије, кад би се сабрали поени за свих 5 чланова екипе. Југословенска екипа, ипак, на својој страни има мало пре споменути „фактор квалитета". Може се само оценити да се Југославија, највероватније, налази негде између 22. и 25. места ранг-листе, тј. у њеној горњој половини (половини листе одговара редни број 29).

Ово је исход којим треба да будемо задовољни, имајући у виду наше конкретне околности. Наиме, код нас, углавном, недостаје, и то из више разлога, интензиван, дуготрајан и усредсређен рад са „олимпијцима", какав, очигледно, практикују многе земље, поготово оне са врха овогодишње ранг-листе. Један од разлога је што се код нас састав олимпијске екипе утврђује тек после савезног такмичења, а то је, најчешће, свега око месец дана пред олимпијаду, па више нема времена за дуготрајније припреме. Међутим, главни разлог је што се код нас, углавном, полаже нада у таленат, амбицију, заинтересованост и вредноћу самих ученика, и очекује се да они достигну „олимпијски" ниво првенствено самосталним радом. Известан изузетак, вредан помена, представља Математичка гимназија у Београду, у којој се, захваљујући напорима њеног директора, Проф. др Милана Распоповића, да то материјално обезбеди и организује, за све заинтересоване ученике (не само за „олимпијце") током школске године изводи додатна настава скромнијег обима (2-3 часа недељно). Уз неизбежан интензиван индивидуални рад, ово је, највероватнији, разлог за тако висок проценат ученика ове гимназије у нашим олимпијским екипама, и то не само из физике.

Можда није прерано да већ сада зажелимо пуно среће, и још бољи пласман, нашој екипи која ће 1997. године путовати на XXVIII Међународну олимпијаду у Канаду.

РЕШЕЊА ЗАДАТАКА СА РЕПУБЛИЧКИХ ТАКМИЧЕЊА (1996, ЗАДАЦИ СУ ОБЈАВЉЕНИ У БРОЈУ 59)

Основна школа

VII разред

1. На основу релације $S = at^2/2$ налазимо $a = 2S/t^2 = 6\,\mathrm{m/s^2}$. Онда $m = F/a = 16{,}67\,\mathrm{kg}$. Брзина на крају пете секунде је $v = at = 30\,\mathrm{m/s}$. После пете секунде тело се креће равномерно том брзином и за $10\,\mathrm{s}$ прелази пут $S_1 = vt = 300\,\mathrm{m}$.

2. Из релација:

$$v_1^2 = v_0^2 + 2aS, \quad v_x^2 = v_0^2 + 2a\frac{S}{2}$$

следи да је тражена брзина

$$v_x = \sqrt{\frac{v_1^2 + v_0^2}{2}} = 5\,\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}}.$$

3. У случају слободног падања:

$$h = \frac{1}{2}gt_1^2 \quad \text{следи} \quad t_1 = \sqrt{\frac{2h}{g}} = 2\,\mathrm{s}$$

Када се тело баци вертикално наниже онда:

$$h = v_0t_2 + \frac{1}{2}gt_2^2 \quad \text{где је}$$

$$t_2 = t_1 - \Delta t, \quad \Delta t = 1\,\mathrm{s}$$

$$v_0 = \frac{h - \frac{1}{2}gt_2^2}{t_2} = 15\,\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}}.$$

4. За растојање $S_1 = 30\,\mathrm{cm}$ од почетка стрме равни пишемо релацију

$$S_1 = v_0t_1 - \frac{1}{2}at_1^2$$

где је $t_1 = 1\,\mathrm{s}$. Тело за један секунд иде навише и поново се враћа у исту тачку. Време пењања је једнако времену спуштања. Дакле, тело доспева у највишу тачку за време $t_2 = t_1 + 0{,}5\,\mathrm{s} = 1{,}5\,\mathrm{s}$, односно $0 = v_0 - at_2$ тј.

$$v_0 = at_2.$$

Заменом последњег израза у релацију за S_1 добијамо $S_1 = at_2t_1 - at_1^2/2$, одатле за тражено убрзање имамо:

$$a = \frac{S_1}{t_1t_2 - \frac{1}{2}t_1^2} = 0{,}3\,\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}^2},$$

а почетна брзина је $v_0 = at_2 = 0{,}45\,\mathrm{m/s}$.

5. Маса тела је $m = \varrho V = 5\,\mathrm{kg}$, а тежина $Q = mg = 50\,\mathrm{N}$. Сила трења има интензитет: $F_{tr} = \mu(Q - F_2) = 0{,}1(50 - 28) = 3{,}2\,\mathrm{N}$. Резултујућа сила у хоризонталном правцу је $F_R = F_1 - F_3 - F_{tr} = 8{,}8\,\mathrm{N}$, а тражено убрзање $a = F_R/m = 1{,}76\,\mathrm{m/s^2}$.

Задатке припремио: Иван Манчев
Рецензент: Бранко Јовановић

VIII разред

1.
$$\varphi_1 = 4k\frac{q}{\sqrt{2}a/2} = 4\sqrt{2}k\frac{q}{2}$$

$$\varphi_1 \approx 1{,}276\,\mathrm{kV}$$

$$\varphi_2 = 2k\frac{q}{a/2} + 2k\frac{q}{\sqrt{a^2 + \left(\frac{a}{2}\right)^2}} =$$

$$= 4k\frac{q}{a}\left(1 + \frac{\sqrt{5}}{5}\right)$$

$$\varphi_2 \approx 1{,}302\,\mathrm{kV}$$

$$\Delta\varphi = \varphi_1 - \varphi_2 \approx -30\,\mathrm{V}$$

$$A = qV, \quad V = V_1 + V_2 + V_3 =$$

$$= k\frac{q}{a} + k\frac{q}{a} + k\frac{q}{a\sqrt{2}},$$

$$V = 2k\frac{q}{a}\left(1 + \frac{\sqrt{2}}{4}\right)$$

$$A = 2k\frac{q^2}{a}\left(1 + \frac{\sqrt{2}}{4}\right)$$

$$A = 0{,}304\,\mu\mathrm{J}$$

2. *а)*
$$\mathcal{E}_e = \mathcal{E}_1 + \mathcal{E}_2,$$

$$r_e = r_1 + r_2$$

$$I'_R = \frac{\mathcal{E}_e}{r_e + R} = \frac{\mathcal{E}_1 + \mathcal{E}_2}{r_1 + r_2 + R}$$

б)
$$I''_R = I_1 + I_2,$$

$$r_1I_1 + RI''_R = \mathcal{E}_1, \quad \text{одавде:}$$

$$I_1 = \frac{\mathcal{E}_1 - RI''_R}{r_1}$$

$$r_2 I_2 + RI''_R = \mathcal{E}_2, \quad \text{одавде:}$$

$$I_2 = \frac{\mathcal{E}_2 - RI''_R}{r_2}$$

$$I''_R = \frac{\mathcal{E}_1 - RI''_R}{r_1} + \frac{\mathcal{E}_2 - RI''_R}{r_2}, \quad \text{односно:}$$

$$I''_R = \frac{\mathcal{E}_1 r_2 + \mathcal{E}_2 r_1}{r_1 r_2 + R(r_1 + r_2)}.$$

Из услова: $I'_R = I''_R$ добија се:

$$R = \frac{\mathcal{E}_1 r_2^2 + \mathcal{E}_2 r_1^2}{\mathcal{E}_1 r_1 + \mathcal{E}_2 r_2}, \quad R = 3\,\Omega.$$

3. $\dfrac{m_p v_p^2}{2} = q_p \Delta\varphi \to v_p = \sqrt{\dfrac{2q_p\Delta\varphi}{m_p}}$

$$\frac{m_\alpha v_\alpha^2}{2} = q_\alpha \Delta\varphi \to v_\alpha = \sqrt{\frac{2q_\alpha\Delta\varphi}{m_\alpha}}$$

$$x_p = v_p t, \quad x_\alpha = v_\alpha t$$

$$\Delta x = x_p - x_\alpha = t(v_p - v_\alpha) =$$

$$= t\sqrt{\frac{2e\Delta\varphi}{m_p}}(1 - \sqrt{0{,}5})$$

$$\Delta x \approx 12{,}82\,\text{mm}$$

4. 1) $I = \mathcal{E}/R = 0{,}5\,\text{A}$.

2) $v_D = v = 4\,\text{m/s}$, $\mathcal{E}_D = Blv = 0{,}4\,\text{V}$, $I_D = (\mathcal{E} + \mathcal{E}_D)/R = 0{,}7\,\text{A}$.

3) $v_L = v = 1\,\text{m/s}$, $I_L = (\mathcal{E} - \mathcal{E}_L)/R = 0{,}3\,\text{A}$. $(\mathcal{E} - \mathcal{E}_L)/R = 0 \to \mathcal{E} = \mathcal{E}_L = Blv$, $v = \mathcal{E}/Bl = 10\,\text{m/s}$. Проводник се креће улево.

5. $T_1 = 2\pi\sqrt{\dfrac{l}{g + a_1}} = 1{,}34\,\text{s}$

$$N_1 = \frac{t_1}{T_1} = 7{,}46\ \text{осц.}$$

$$T_2 = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g - a_1}} = 1{,}52\,\text{s}$$

$$N_2 = \frac{t_2}{T_2} 3{,}95\ \text{осц.}$$

$$N = N_1 + N_2 = 11{,}41\ \text{осц.}$$

Задатке припремили:
Душанка Обадовић
Срђан Ракић
Рецензент: Жељко Шкрбић

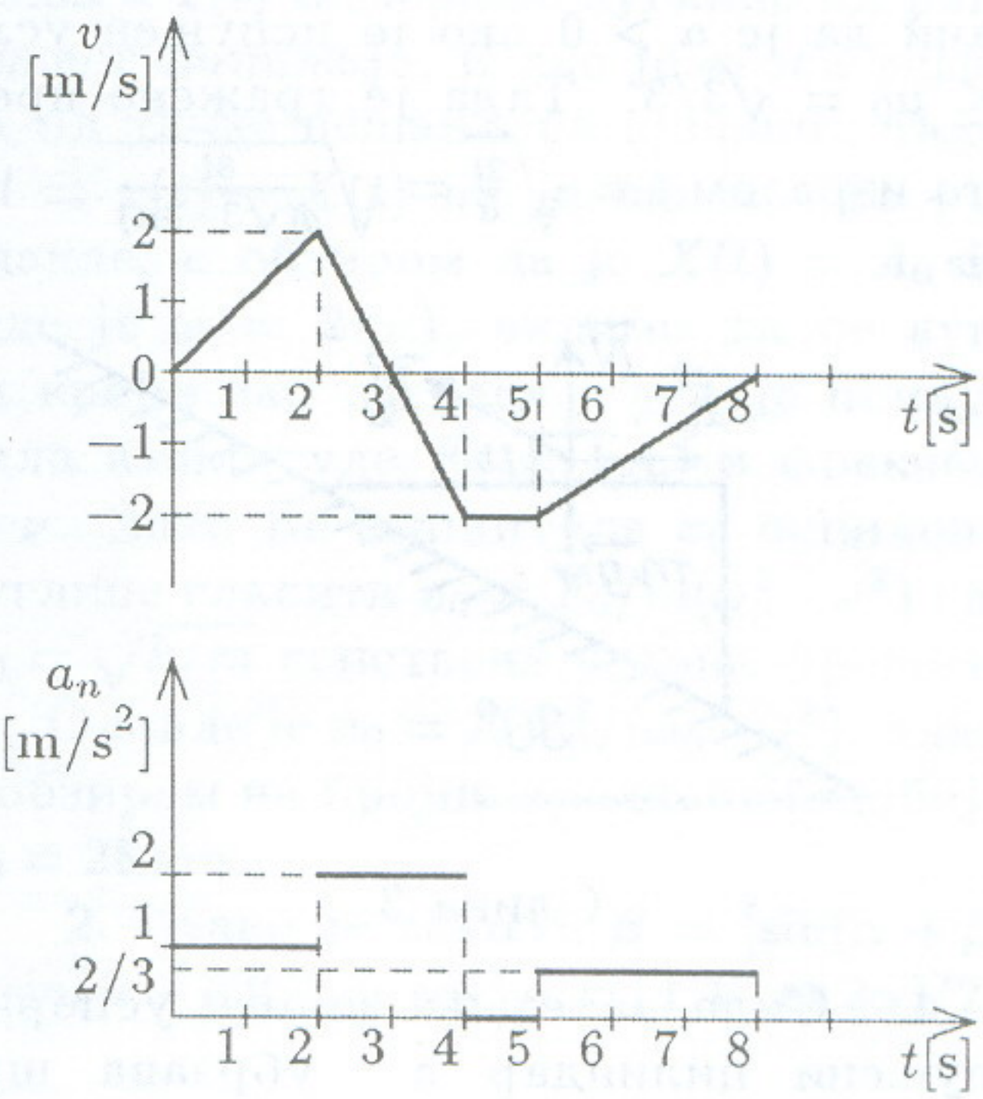
Средња школа

I разред

1. Зависност интензитета тангенцијалног убрзања од времена дата је на слици 1. Интензитети нормалног убрзања у траженим временским тренуцима су:

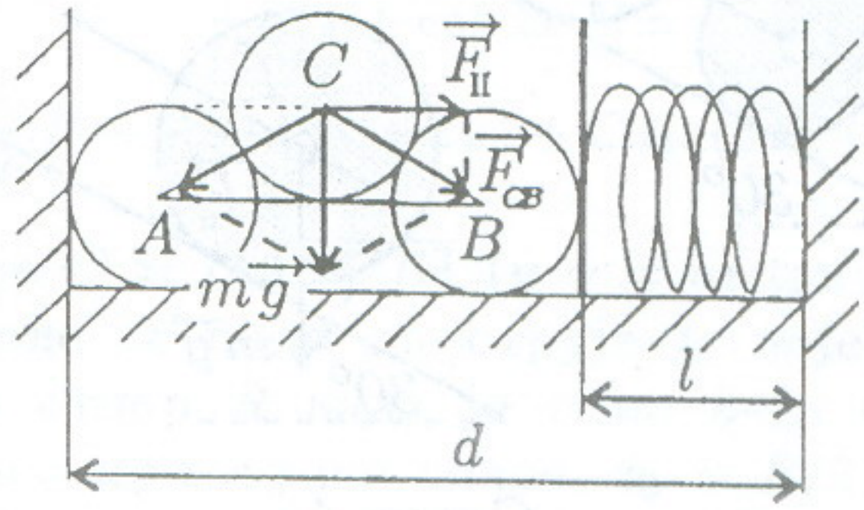
t[s]	1	3	5	7
a_n[ms^{-2}]	1	0	$*$	4/27

У тренутку $t = 5\,\text{s}$ нормално убрзање ($*$) није одређено. Тада кривина путање трпи скок са $r = 1\,\text{m}$ на $R = 3\,\text{m}$.



Слика 1

2. У равнотежном стању опруга има дужину $l = d - 2R(\sqrt{3}+1)$ (слика 2). Сила

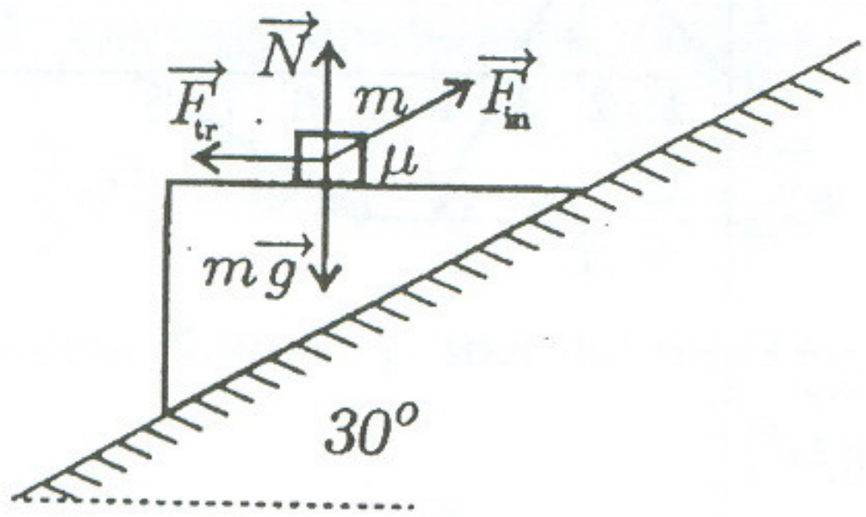


Слика 2

која делује на опругу је једнака хоризонталној пројекцији силе F_{CB}, којом ваљак

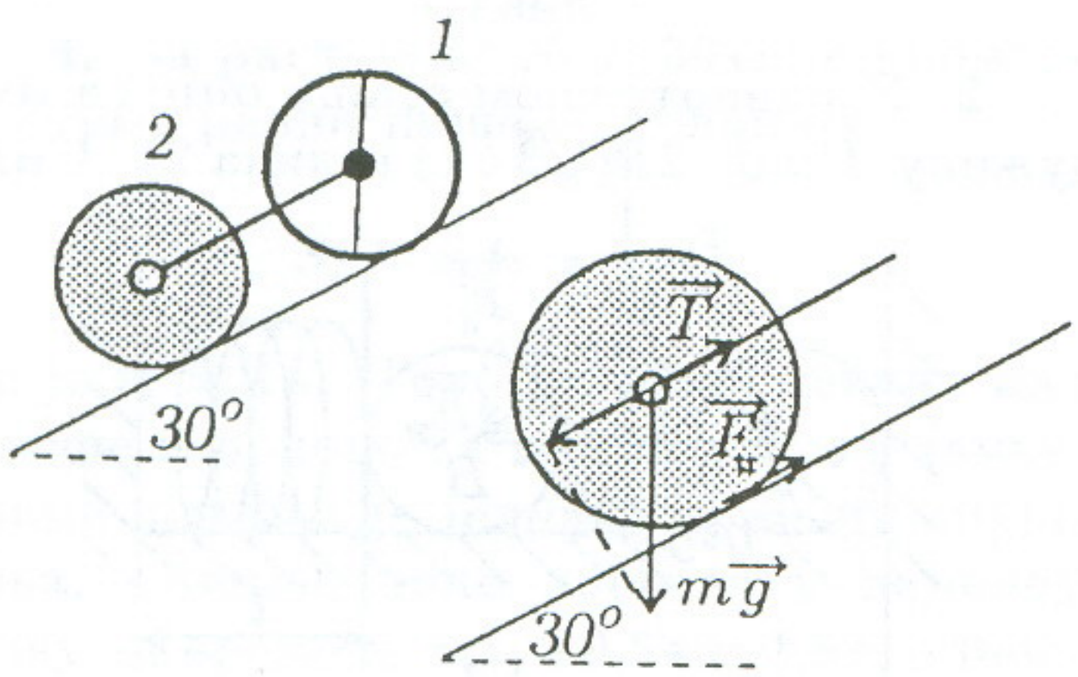
C делује на ваљак B. Из троугла ΔABC видимо да је угао $\angle ACB = 120°$, па је $F_{CB} = mg$. Зато је $mg\frac{\sqrt{3}}{2} = k(l_0 - l)$, одакле налазимо $k = \frac{mg\sqrt{3}}{2(l_0-d+2R(\sqrt{3}+1))} = \frac{mg\sqrt{3}}{2R(2\sqrt{3}-3)}$.

3. Пошто је $m \ll M$, призма се креће константним убрзањем $a_p = g/2$ низ стрму раван под деловањем компоненте силе теже која је паралелна стрмој равни. Зато у систему референце везаном за призму на тело m делује инерцијална сила $F_{in} = mg/2$, паралелна стрмој равни и усмерена нагоре. Једначина кретања тела m у односу на призму је $ma = F_{in}\frac{\sqrt{3}}{2} - \mu N$, где је N нормална сила којом тело m делује на призму, $N = mg - F_{in}\frac{1}{2}$. Одавде налазимо да је $a = g\frac{\sqrt{3}}{4} - \frac{3}{4}\mu g$, што значи да је $a > 0$ ако је испуњен услов $\mu \leq \mu_0 = \sqrt{3}/3$. Тада је тражено време дато изразом $t = \sqrt{\frac{2l}{a}} = \sqrt{\frac{8l}{g(\sqrt{3}-3\mu)}}$.



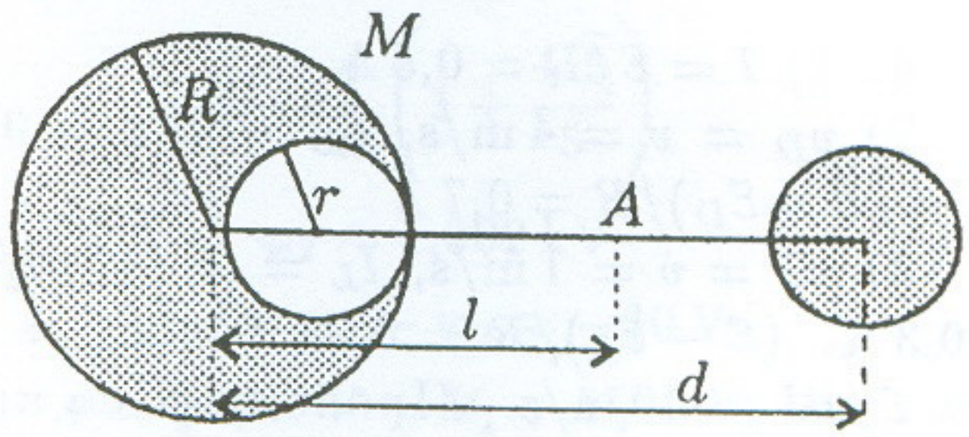
Слика 3

4. Сила затезања шипке успорава испуњени цилиндар а убрзава шупљи. Кретање сваког од цилиндара је одређено једначином кретања центра масе и једначином ротације у односу на центар масе. На тај начин добијамо: $Ma = Mg\frac{1}{2} - F_{tr1} - T$ и $I_1\frac{a}{R} = RF_{tr1}$ за испуњени, односно $I_2\frac{a}{R} = RF_{tr2}$ и $Ma = Mg\frac{1}{2} - F_{tr2} + T$ за шупљи цилиндар. Из ових једначина следи $\left(M + \frac{MR^2}{R^2}\right)a = Mg\frac{1}{2} + T$ и $\left(M + \frac{MR^2}{2R^2}\right)a = Mg\frac{1}{2} - T$, одакле налазимо $a = \frac{2}{7}g$ и $T = Ma/4 = Mg/14 = 0{,}7\,\mathrm{N}$.



Слика 4

5. Исечена кугла има масу $m = \varrho\frac{4}{3}r^3\pi = \left(\frac{r}{R}\right)^3 M$. Гравитационо поље пуне кугле у простору изван ње је исто као поље тачкасте масе, које би било смештено у њен центар. Гравитациона поља више тела се сабирају, па је поље кугле са шупљином једнако разлици поља целе хомогене кугле масе M и поља исечене кугле m, кад би се она налазила на месту шупљине. Услов да у тачки A на растојању l од центра кугле M резултујуће поље буде једнако нули може се изразити у облику $\frac{M}{l^2} - \frac{m}{(l-R+r)^2} = \frac{m}{(d-l)^2}$, одакле је $d = l + \frac{1}{\sqrt{\left(\frac{R}{r}\right)^3\frac{1}{l^2} - \frac{1}{(l-R+r)^2}}}$.

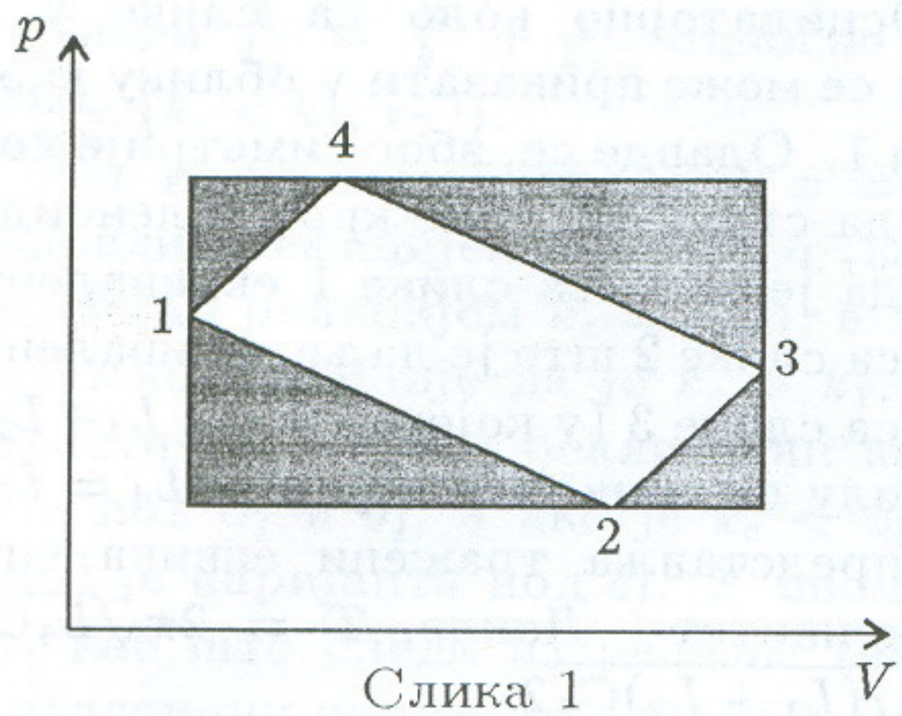


Слика 5

Аутор: Драган Стојковић
Рецензент: Милан Кнежевић

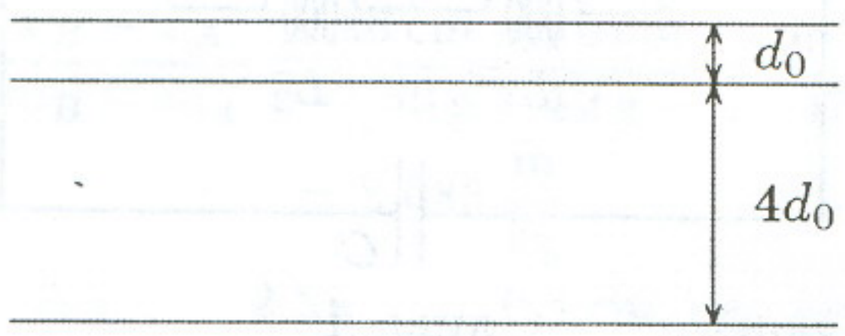
II разред

1. Апсолутна вредност рада је једнака разлици површина описаног правоугаоника и површина осенчених троуглова. Сам рад је негативан уз услов $p_1V_1 = p_2V_2$ и $V_3 = V_4 + V_2 - V_1$; $p_3 = p_4 + p_2 - p_1$, $A = p_1^2V_1/p_2 - p_4p_1V_1/p_2 - p_1V_4 - p_2V_1 + p_2V_4 + p_4V_1$.



Слика 1

2. $C_1 = C_0/5$; $d_1 = 5d_0$. Закон о одржању енергије: $C_0U_0^2/2 + 4mgd_0 = C_1U_1^2/2 + mv^2/2$, $v^2 = 8gd_0 - 4C_0U_0^2/m$, $v = 0{,}383\,\mathrm{m/s}$.



Слика 2

3. $|v_{\mathrm{Al}}| = 2gr^2(\varrho_{\mathrm{Al}} - \varrho_{\mathrm{glic}})/9\eta$, $|v_d| = 2gr^2(\varrho_{\mathrm{glic}} - \varrho_{\mathrm{d}})/9\eta$; при томе се алуминијумска куглица креће надоле а дрвена нагоре; $|v_{\mathrm{rel}}| = |v_{\mathrm{Al}}| + |v_{\mathrm{d}}|$; $v_{\mathrm{rel}} = 2gr^2(\varrho_{\mathrm{Al}} - \varrho_{\mathrm{d}})/9\eta$; пут $s = h - 2r$ (куглице се сударају када су им центри на растојању $2r$); $t = (h - 2r)/v_{\mathrm{rel}} = 0{,}734\,\mathrm{s}$.

4. Једначине кретања

$$\begin{aligned} -m_k a &= m_k g - T \\ m_t a &= m_t g - T \end{aligned} \Rightarrow a = \frac{m_t - m_k}{m_t + m_k} g = \frac{1}{3} g.$$

По Торичелијевој теореми: $v_{is} = \sqrt{2g'h}$ где је g коригована вредност g због тога што се кофа креће у неинерцијалном координатном систему ($g' = g + a$). Запремина истекле воде је $V = S_k v_{is} t$ где је $t = \sqrt{2H/a}$. Коначно: $V = 4S_k\sqrt{hH} = 160\,\mathrm{cm}^3$.

5. Тачно решење $A = 8{,}166\,\mathrm{J}$. Притисак и запремина се могу очитати на половину подеока $\Rightarrow$ грешка рада за сваку колону је $0{,}03125\,\mathrm{J}$; треба сабрати 13 колона $\Rightarrow A = (8{,}2 \pm 0{,}4)\,\mathrm{J}$.

Аутор: Милош Бићић
Рецензент: Сунчица Елезовић-Хаџић

III разред

1. Дати систем од две редно везане опруге се може заменити једном опругом чија је ефективна константа еластичности $k = k_1k_2/(k_1 + k_2)$. Заиста, нека је Δl_1 издужење прве а Δl_2 издужење друге опруге. Тада на другу опругу делују куглица (силом $F_2 = k_2\Delta l_2$) и прва опруга (силом $F_1 = k_1\Delta l_1$). Како је $F_1 = F_2$ то је $\Delta l_1 = k_2\Delta l_2/k_1$ па је укупно издужење $\Delta l = \Delta l_1 + \Delta l_2 = (k_1 + k_2)\Delta l_2/k_1$. Одавде је $\Delta l_2 = k_1\Delta l/(k_1 + k_2)$ па је $F_2 = k_2\Delta l_2 = k_1k_2\Delta l/(k_1 + k_2)$ одакле се види да је ефективна константа еластичности $k = k_1k_2/(k_1 + k_2)$. Једначина кретања куглице је $ma = -k\Delta l$ где је a убрзање куглице. Ако је $X(t)$ померање тачке вешања а $x(t)$ померање куглице од равнотежног положаја, и ако је x-оса усмерена од тачке вешања ка куглици, тада је $\Delta l = x(t) - X(t)$ па је $ma = -kx + kX$, одакле, с обзиром да је $X(t) = A_0 \sin\omega t$ (где је $\omega = 2\pi\nu$), видимо да се куглица креће као да на њу делује принудна сила амплитуде $F_0 = kA_0$ и фреквенције ν. Зато ће амплитуда x_0 осциловања куглице гласити $x_0 = F_0/m(\omega_0^2 - \omega^2)$ где је $\omega_0 = \sqrt{k/m}$ сопствена угаона фреквенција. Одавде је $x_0 = A_0\omega_0^2/(\omega_0^2 - \omega^2)$, одакле, с обзиром на бројне вредности, добијамо $x_0 = 28\,\mathrm{mm}$.

2. Како је $\cos\alpha\sin\beta = [\sin(\alpha + \beta) - \sin(\alpha - \beta)]/2$ и $\cos^2\alpha = (1 + \cos 2\alpha)/2$, то је

$$\begin{aligned} i(t) &= A\cos(3\omega t/2 + \varphi)\sin(\omega t/2 - \varphi) + \\ &+ B\cos^2\omega t = \frac{1}{2}[A\sin 2\omega t - A\sin(\omega t - \varphi) + \\ &+ B(1 + \cos 2\omega t)] = \\ &= \frac{1}{2}[B - A\sin(\omega t + 2\varphi) + C\sin(2\omega t + \gamma)], \end{aligned}$$

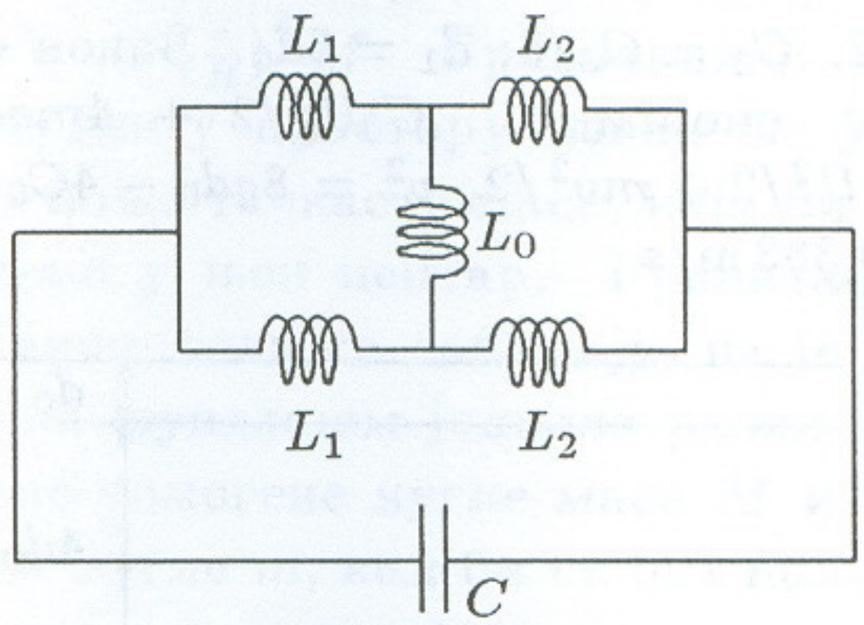
где је $C = \sqrt{A^2 + B^2}$ (и $\gamma = \arctan B/A$). Одавде се види да струје i_k које теку кроз отпор R када је само k-ти извор напона прикључен гласе: $i_0 = B/2$, $i_1 = -[A\sin(\omega t + 2\varphi)]/2$ и $i_2 = [C\sin(2\omega t + \varphi)]/2$. Зато је период T струје i дат са $T = 2\pi/\omega$ док су средње снаге ослобођене на отпору R дате са: $P_0 = Ri_0^2 = RB^2/4$,

$P_1 = Ri_1^2/2 = RA^2/8$ и $P_2 = Ri_2^2/2 = R(A^2+B^2)/8$.

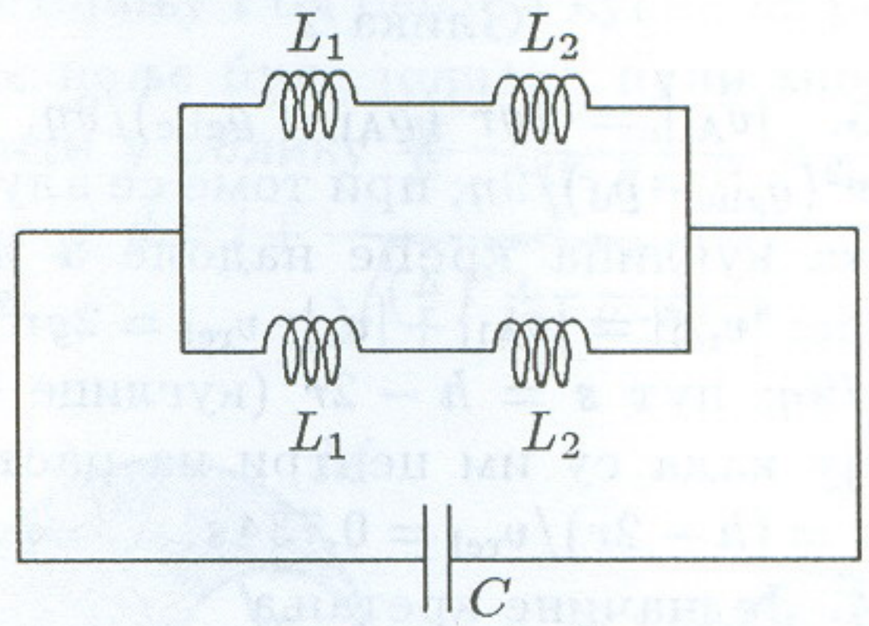
3. Да би призма лебдела треба да буде испуњен услов $mg = F_p$, где је m маса призме а F_p сила услед притиска светлости. Вреди: $m = \varrho V$, где је V запремина призме и $V = \sqrt{3}a^2H/4$, где је H дебљина призме. Сила услед притиска светлости на бочне стране призме је $F_p' = pS_B\cos\alpha$ где је $S_B = aH$ површина бочне стране призме, α је угао под којим светлост пада на призму ($\alpha = 60° = \pi/3$) и $p = E_0B_0/\mu_0c$ је притисак светлости за случај тоталне рефлексије (E_0 је интензитет електричног вектора а B_0 интензитет магнетног вектора светлости; μ_0 је магнетна пермеабилност вакуума а c брзина светлости у вакууму). Како је $B_0 = E_0/c$ то је $p = E_0^2/\mu_0c^2 = \varepsilon_0E_0^2$. Силе притиска светлости делују на обе бочне стране призме тако да се њихове хоризонталне компоненте поништавају, а њихове вертикалне компоненте (које су међусобно једнаке и износе $F_p\cos\alpha$) се сабирају у силу која делује вертикално навише и износи $F_p = 2F_p'\cos\alpha = \varepsilon_0E_0^2aH/2$. На крају, из услова да призма лебди следи $E_0 = \sqrt{\sqrt{3}\varrho ga/2\varepsilon_0}$ што након уврштавања бројних вредности даје $E_0 = 4{,}8\times10^5\,\mathrm{V/m}$. (Напомена: овако интензиван може бити сноп ласерске светлости.)

4. Наведимо прво да је еквивалентан индуктивитет L_r два редно везана соленоида, индуктивитета L_1 и L_2, једнак $L_r = L_1+L_2$ а еквивалентан индуктивитет паралелно везаних соленоида $L_p = L_1L_2/(L_1+L_2)$. Један начин да се дође до ових израза је да се посматрају изрази за импеданцу редне и паралелне везе; други начин би, у случају редне везе, био да се уочи да је укупни магнетни флукс $\Phi = \Phi_1+\Phi_2$ где је $\Phi_1 = L_1i_1$ магнетни флукс кроз први а $\Phi_2 = L_2i_2$ кроз други соленоид. Како је $i_1 = i_2 = i$ и $\Phi = Li$, следи да је $L_r = L_1+L_2$. У случају паралелне везе треба уочити да су индуковане електромоторне силе $\mathcal{E}_1 = -\Delta\Phi_1/\Delta t$ и $\mathcal{E}_2 = -\Delta\Phi_2/\Delta t$ једнаке; тада из $i_1 = \Phi_1/L_1$, $i_2 = \Phi_2/L_2$, $i = \Phi/L$ и $i = i_1+i_2$ следи израз за L_p.

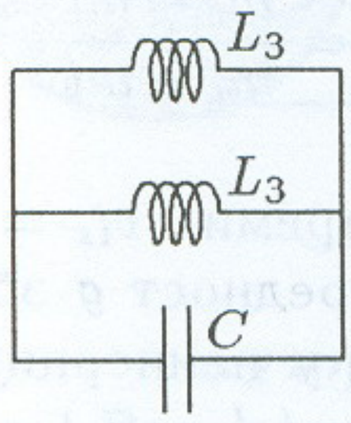
Осцилаторно коло са слике у задатку се може приказати у облику као на слици 1. Одавде се, због симетрије кола, види да струја не тече кроз соленоид L_0 тако да је коло са слике 1 еквивалентно колу са слике 2 што је даље еквивалентно колу са слике 3 (у којем је $L_3 = L_1+L_2$) а ово колу са слике 4 у којем је $L_4 = L_3/2$, што представља тражени еквивалентни индуктивитет. Дакле, $T = 2\pi\sqrt{L_4C} = 2\pi\sqrt{(L_1+L_2)C/2}$.



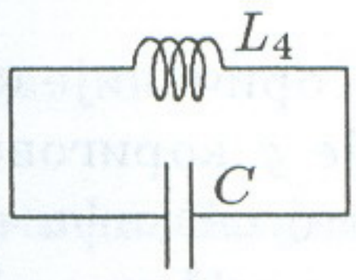
Слика 1



Слика 2



Слика 3



Слика 4

5. 1°) Код еластичних система под a) и b) је истезање опруга једнако, тако да је $k_e\Delta x = k_1\Delta x + k_2\Delta x$, односно $k_e = k_1+k_2$, где је k_e - еквивалентна константа еластичности система.

Следи $k_e > k_1$ и $k_e > k_2$.

У случају под c) укупно истезање система је $\Delta x = \Delta x_1 + \Delta x_2$, односно $\frac{Q}{k_e} = \frac{Q}{k_1} + \frac{Q}{k_2}$, где је Q тежина тега.

Следи $\frac{1}{k_e} = \frac{1}{k_1} + \frac{1}{k_2}$, односно $k_e = \frac{k_1 k_2}{k_1 + k_2}$ ($k_e < k_1, k_2$!).

Значи, уз помоћ графика $x = f(m)$ се одреди коефицијент правца a (који је са k_e везан релацијом $k_e = g/a$), а затим и k_e. Ако се добије да је $k_e > k_1$, онда је еластични систем реализован као на слици под a) и b), а ако је $k_e < k_1$, актуелна је варијанта под c). У овом случају, као што следи из решења (видети 2°) еластични систем је реализован тако да се опруге настављају једна на другу (случај под c)).

2°) $\Delta x = \pm 0{,}2\,\mathrm{cm}$, пошто је грешка очитавања $0{,}1\,\mathrm{cm}$.

$$a = \frac{x_B - x_A}{m_B - m_A} = \frac{48\,\mathrm{cm} - 10\,\mathrm{cm}}{59\,\mathrm{g} - 12\,\mathrm{g}} = \frac{38\,\mathrm{cm}}{47\,\mathrm{g}} = 8{,}085\,\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{kg}}$$

$$\frac{\Delta a}{a} = \frac{2\Delta x}{x_B - x_A} = \frac{0{,}4\,\mathrm{cm}}{38\,\mathrm{cm}} = 0{,}01$$

$$\Delta a = a \cdot 0{,}01 = 0{,}08\,\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{kg}}$$

$$a = (8{,}08 \pm 0{,}08)\,\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{kg}}$$

$$k_e = \frac{g}{a} = \frac{9{,}81\,\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}^2}}{8{,}08\,\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{kg}}} = 1{,}214\,\frac{\mathrm{N}}{\mathrm{m}}$$

$$\frac{\Delta k_e}{k_e} = \frac{\Delta a}{a} = 0{,}01 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \Delta k_e = 0{,}01 \cdot k_e = 0{,}01 \cdot 1{,}214\,\frac{\mathrm{N}}{\mathrm{m}} \approx 0{,}01\,\frac{\mathrm{N}}{\mathrm{m}}$$

$$k_e = (1{,}21 \pm 0{,}01)\,\frac{\mathrm{N}}{\mathrm{m}}$$

$$T_e = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k_e}} = 2\pi\sqrt{\frac{0{,}06\,\mathrm{kg}}{1{,}21\,\frac{\mathrm{N}}{\mathrm{m}}}} = 1{,}3984\,\mathrm{s}$$

$$\frac{\Delta T_e}{T_e} = \frac{1}{2}\frac{\Delta k_e}{k_e} = 0{,}005 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \Delta T_e = T_e \cdot 0{,}005 = 0{,}006992\,\mathrm{s} \approx 0{,}007\,\mathrm{s}$$

$$T_e = (1{,}398 \pm 0{,}007)\,\mathrm{s}$$

3°) $k_e = \dfrac{k_1 k_e}{k_1 - k_e} = 2{,}0279\,\dfrac{\mathrm{N}}{\mathrm{m}}$

$$\frac{\Delta k_2}{k_2} = \frac{\Delta k_e}{k_e} + \frac{\Delta k_e}{k_1 - k_e} = 0{,}01 + \frac{0{,}01\,\frac{\mathrm{N}}{\mathrm{m}}}{1{,}79\,\frac{\mathrm{N}}{\mathrm{m}}} = 0{,}015586$$

$$\Delta k_2 = 0{,}015586 \cdot k_2 = 0{,}0316\,\frac{\mathrm{N}}{\mathrm{m}} \approx 0{,}03\,\frac{\mathrm{N}}{\mathrm{m}}$$

$$k_2 = (2{,}03 \pm 0{,}03)\,\frac{\mathrm{N}}{\mathrm{m}}$$

$$T_2 = 2\pi\sqrt{\frac{m_1}{k_2}} = 0{,}8815\,\mathrm{s}$$

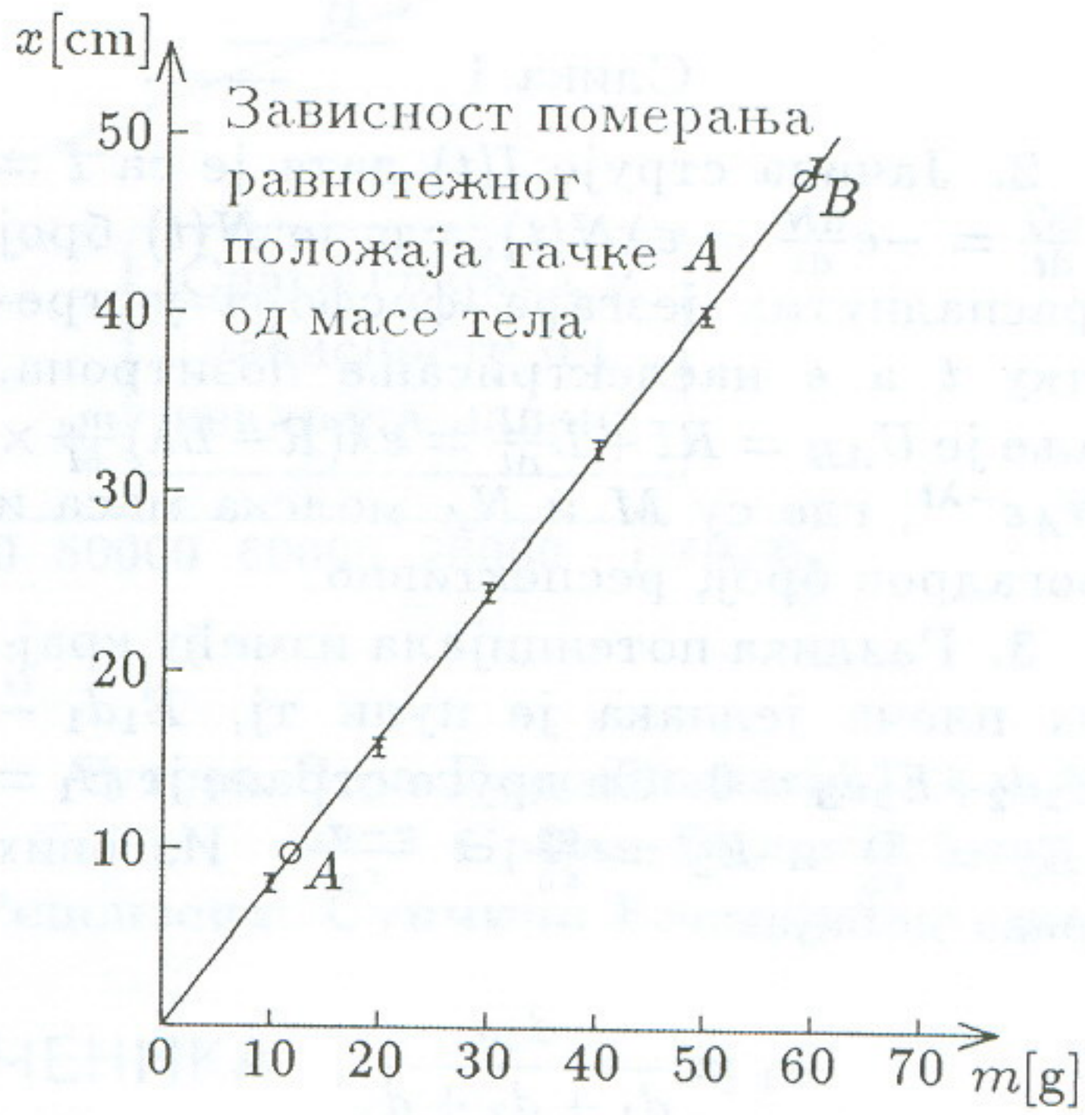
$$\Delta T_2 = \frac{1}{2}\frac{\Delta k_2}{k_2} \cdot T_2 = 0{,}06869\,\mathrm{s} \approx 0{,}007\,\mathrm{s} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow T_2 = (0{,}882 \pm 0{,}007)\,\mathrm{s}$$

$$\Delta T = T_e - T_2 = 0{,}516\,\mathrm{s}$$

$$\Delta(\Delta T) = \Delta T_e + \Delta T_2 = 0{,}007\,\mathrm{s} + 0{,}007\,\mathrm{s} = 0{,}014\,\mathrm{s} \approx 0{,}01\,\mathrm{s}$$

$$\Delta T = (0{,}52 \pm 0{,}01)\,\mathrm{s}$$



Слика 5

Аутор: Ђорђе Спасојевић(1-4 зад.)
Јаблан Дојчиловић(5 зад.)
Рецензент: Александар Срећковић

IV разред

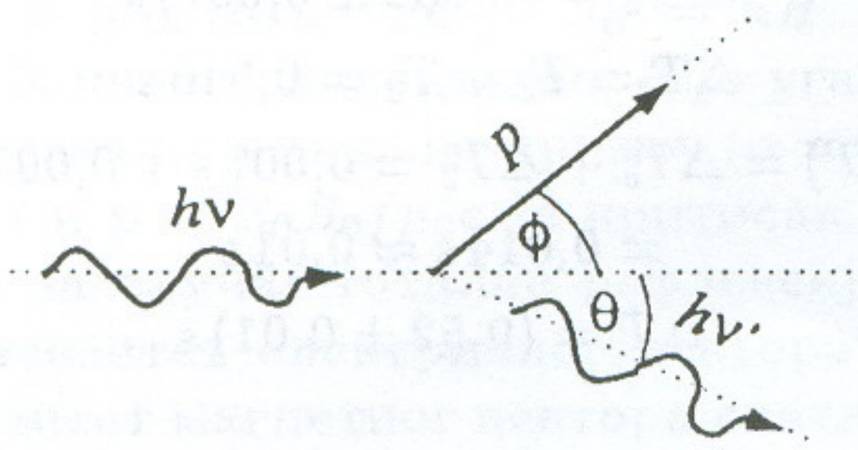
1. Из закона одржања енергије и импулса имамо $h\nu = h\nu' + T$, $p\sin\phi = \frac{h\nu'}{c}\sin\theta$, $\frac{h\nu}{c} = \frac{h\nu'}{c}\cos\theta + p\cos\phi$, где су ν и ν' фреквенце фотона пре и после расејања а T кинетичка енергија електрона. Из ових релација добија се

$$h\nu' = \frac{p^2c^2 + T^2 - 2pcT\cos\phi}{2(pc\cos\phi - T)}.$$

Како је бројилац у последњем изразу позитиван то је $pc\cos\phi - T > 0$ одакле је

$$\cos\phi > \frac{T}{pc} = \sqrt{1+\frac{m^2c^4}{p^2c^2}} - \frac{mc^2}{pc},$$

тј $-\phi_0 < \phi < \phi_0$, где је $\phi_0 = \arccos\left[\sqrt{1+\frac{m^2c^4}{p^2c^2}} - \frac{mc^2}{pc}\right]$.



Слика 1

2. Јачина струје $I(t)$ дата је са $I = \frac{dQ}{dt} = -e\frac{dN}{dt} = e\lambda N(t)$, где је $N(t)$ број нераспаднутих језгара фосфора у тренутку t а e наелектрисање позитрона. Даље је $U_{AB} = RI + L\frac{dI}{dt} = e\lambda(R - L\lambda)\frac{m_0}{M} \times N_A e^{-\lambda t}$, где су M и N_A молска маса и Авогадров број, респективно.

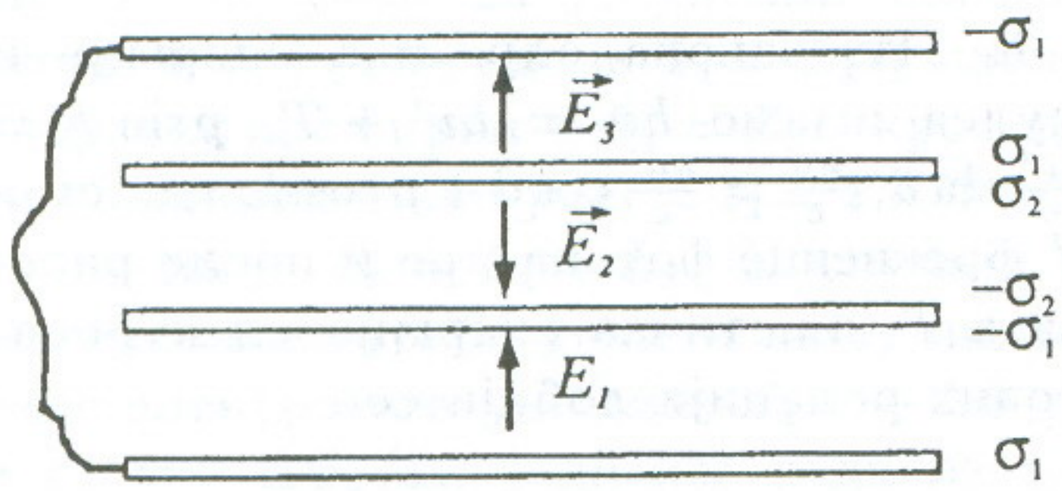
3. Разлика потенцијала између крајњих плоча једнака је нули тј, $E_1d_1 - E_2d_2 + E_3d_3 = 0$. Са друге стране је $E_1 = E_3 = \frac{\sigma_1}{\varepsilon_0}$ и $E_2 = \frac{\sigma_2}{\varepsilon_0} = \frac{\sigma-\sigma_1}{\varepsilon_0}$. Из ових израза добијамо

$$\sigma_1 = \frac{d_2\sigma}{d_1+d_2+d_3},$$

$$E_1 = E_3 = \frac{d_2}{d_1+d_2+d_3}\frac{\sigma}{\varepsilon_0},$$

$$E_2 = \frac{(d_1+d_3)}{d_1+d_2+d_3}\frac{\sigma}{\varepsilon_0}.$$

Наелектрисање које протекне кроз проводник је $\Delta q = \frac{2x}{d_1+d_2+d_3}\sigma S$.



Слика 2

4. Из $m_i\omega_i^2 r_i = \gamma\frac{m_iM}{r_i^2}$, где индекс i узима вредности 1 и 2, имамо угаоне брзине $\omega_1 = (M\gamma)^{\frac{1}{2}}r^{-\frac{3}{2}}$ и $\omega_2 = (M\gamma)^{\frac{1}{2}}(r - \Delta r)^{-\frac{3}{2}}$. Тражено време T одређено је условом $(\omega_2 \pm \omega_1)T = 2\pi$ где се горњи знак односи на случај када сателити ротирају у супротном смеру, а доњи у истом. Тако добијамо

$$T = \frac{2\pi}{(M\gamma)^{\frac{1}{2}}}\frac{r^{\frac{3}{2}}}{\left(1-\frac{\Delta r}{r}\right)^{-\frac{3}{2}} \pm 1}.$$

Ако сада искористимо $\left(1-\frac{\Delta r}{r}\right)^{-\frac{3}{2}} = 1 + \frac{3}{2}\frac{\Delta r}{r}$ имамо

$$T_1 = \frac{2\pi r^{\frac{3}{2}}}{(M\gamma)^{\frac{1}{2}}\left(2+\frac{3\Delta r}{2r}\right)} = 0{,}84\,\mathrm{h},$$

$$T_2 = \frac{2\pi r^{\frac{3}{2}}}{(M\gamma)^{\frac{1}{2}}\frac{3\Delta r}{2r}} = 4{,}5 \text{ дана}$$

Период T_1 односи се на горњи знак а T_2 на доњи.

5. *а)* Потребно је нацртати график $P = f(U^2)$ односно на апсцисну осу нанети вредности U^2, а на ординатну осу вредности P. Тако нацртан график представљаће праву линију чија се једначина може написати у следећем облику: $P = \frac{U^2}{R} + A$. Величина $1/R$ представља коефицијент правца праве а величина A, ако је различита од нуле, представља систематску грешку инструмента за мерење снаге.

б) Грешка величине U^2 износи $2U\Delta U$.

в) Величина R израчунава се на следећи начин:

$$R = \frac{U_b^2 - U_a^2}{P_b - P_a}$$

где су индексима a, b означене тачке на експерименталној правој које се налазе у интервалу мерења.

г) Грешка величине R процењује се на следећи начин:

$$\frac{\Delta R}{R} = \frac{\Delta U_b^2 + \Delta U_a^2}{U_b^2 - U_a^2} + \frac{\Delta P_b + \Delta P_a}{P_b - P_a}$$

Величине ΔU^2, ΔP представљају експерименталне грешке у експерименталним тачкама које су најближе тачки A, односно B. Ако је вредност најмањег подеока на графику већа од вредности експерименталне грешке узети вредност најмањег подеока.

д) Координате тачке A су (22 000 V^2, 400 W), тачке B (65 000 V^2, 1 050 W).

$$R = \frac{(65\,000 - 22\,000)\,\mathrm{V}^2}{(1\,050 - 400)\,\mathrm{W}} = 66{,}15\,\Omega$$

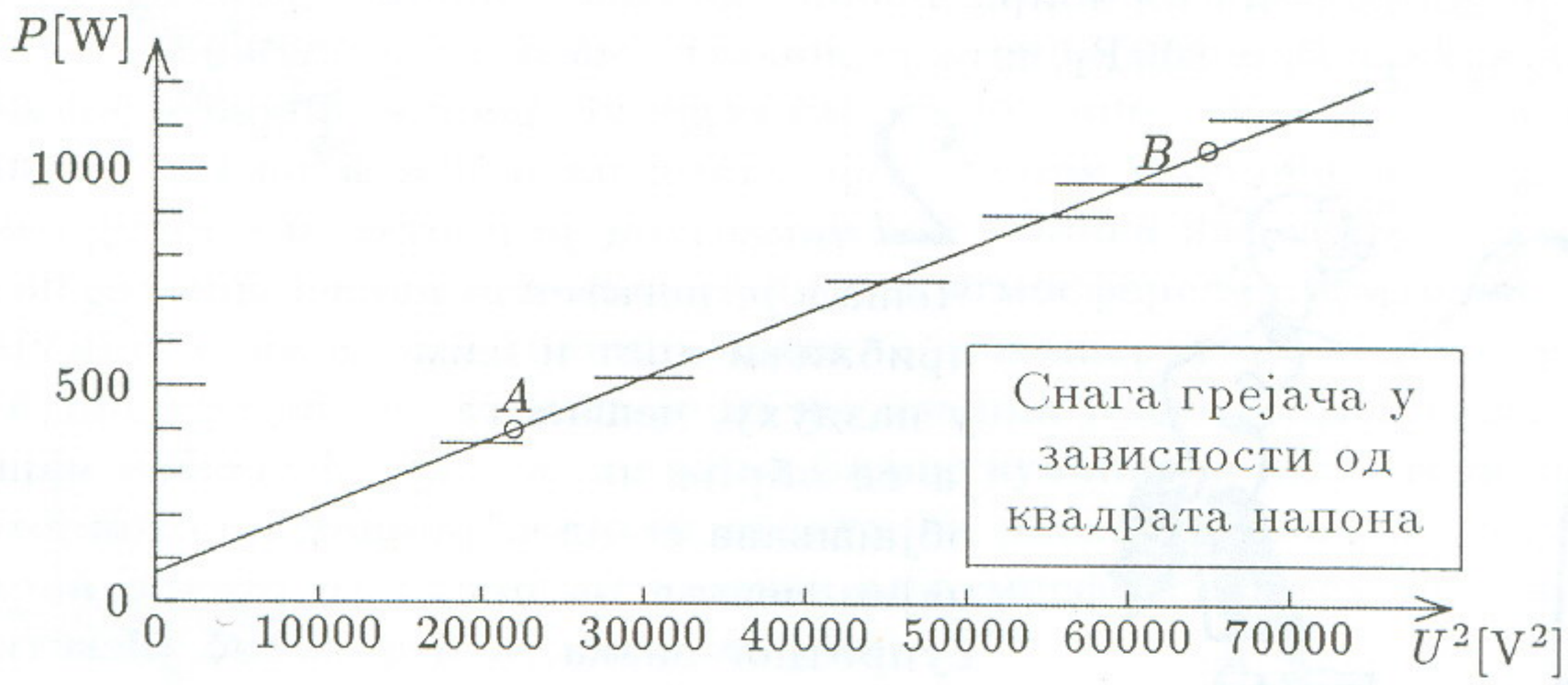
$$\frac{\Delta R}{R} = \frac{1\,500 + 2\,500}{65\,000 - 22\,000} + \frac{10}{1\,050 - 400} = 0{,}108$$

$\Delta R = 7{,}17\,\Omega$ или након заокруживања на једну цифру $\Delta R = 7\,\Omega$.

ђ) Коначан резултат гласи:

$$R = (66 \pm 7)\,\Omega.$$

Са графика се може проценити да систематска грешка инструмента за мерење снаге износи око (60 ± 10) W.



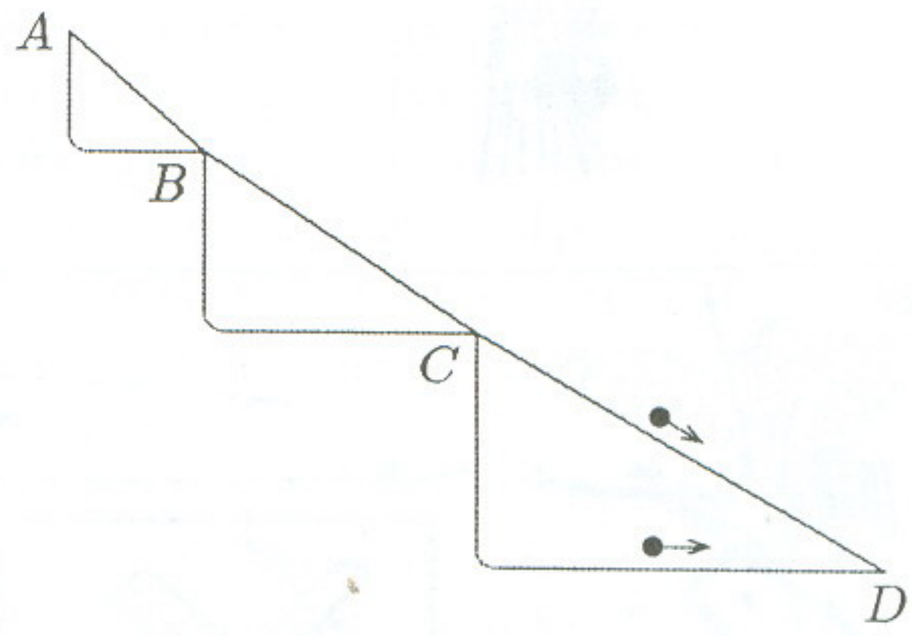
Слика 3

Аутор: Воја Радовановић(1-4 зад.)
Срђан Буквић(5 зад.)
Рецензент: Сунчица Елезовић-Хаџић

ПРИЛОЗИ УЧЕНИКА

Задатак

У тренутку, $t = 0$, два тела, која се могу посматрати као две материјалне тачке, почињу да се спуштају у вертикалној равни без почетне брзине - прва по изломљеној линији $ABCD$, друга по степеништу - до истог циља D (Сл. 1). Одредити странице три правоугла троугла под условом да два тела истовремено прођу кроз циљ, али и да истовремено пролазе кроз контролне тачке B и C. Притом, захтева се да у тачки B брзине буду 1 m/s, у C 2 m/s и у D 3 m/s. Трења се занемарују. (Замишља се да је путања у критичним тачкама заобљена и да се тела, без удара, континуално спуштају низ стазе.)

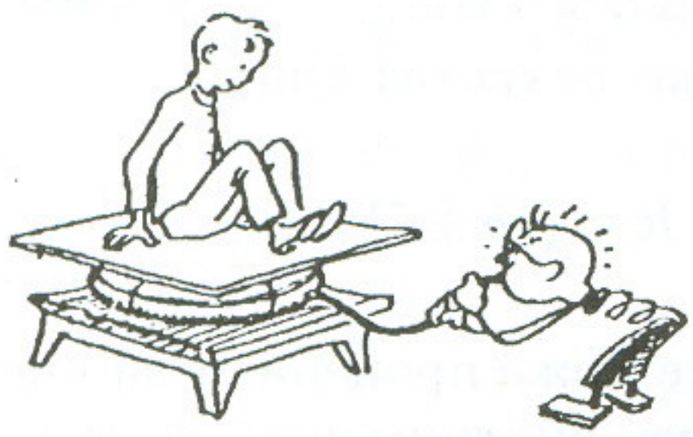


Слика 1

Милош Бабовић

(Решење се налази на страни 32)

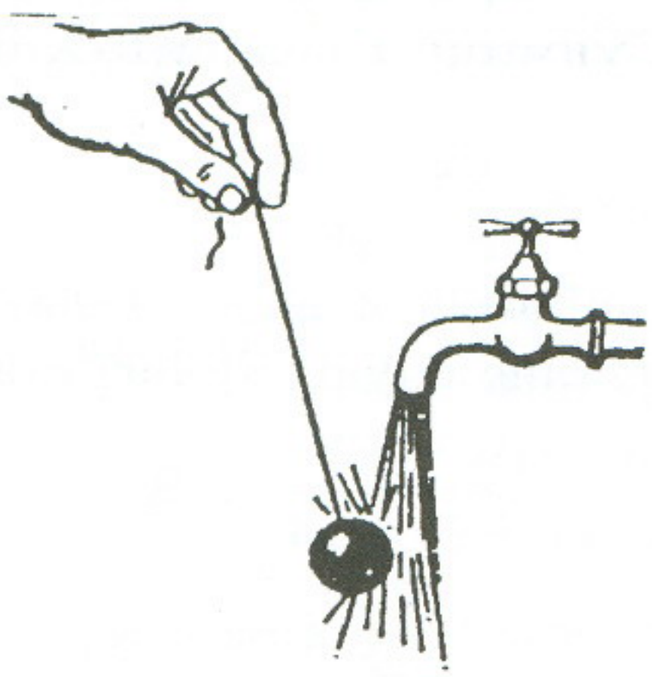
ФИЗИКА
БЕЗ РЕЧИ..., У СЛИЦИ... ОДГОВОРИ



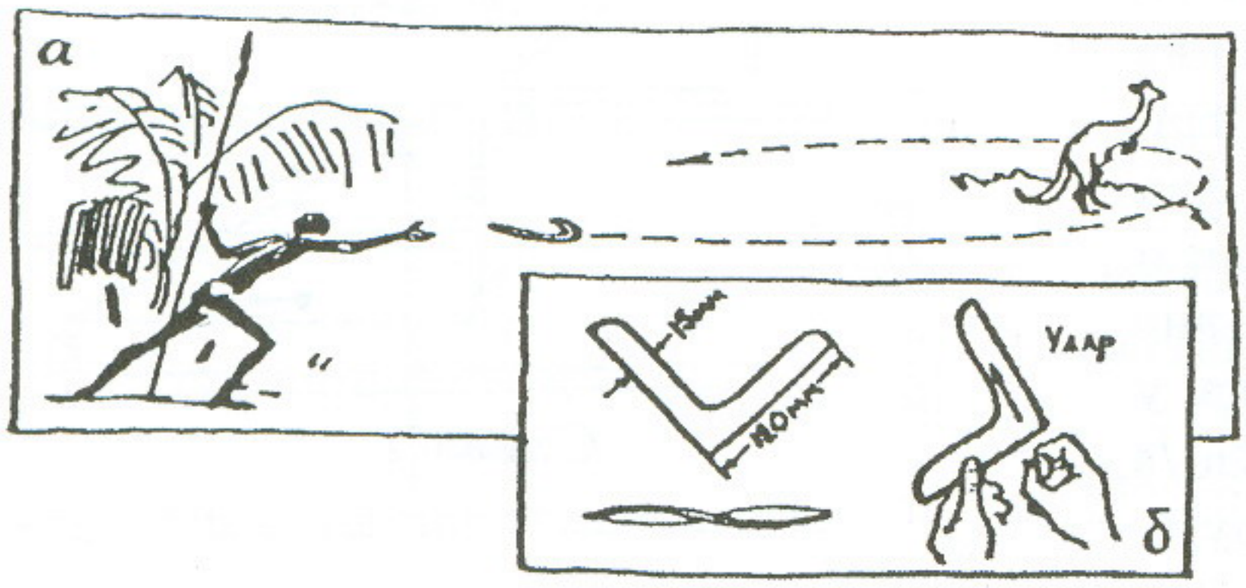
1 Слика показује да је могуће дувањем кроз црево подићи доста велики терет. На гумено јастуче стављена је дрвена плоча, а на њу је сео дечак. Други дечак устима надувава јастуче. Сила притиска која подиже дечака много је већа од силе којом други дечак удувава ваздух. Човек помоћу својих плућа може да створи притисак од око $2\,\mathrm{N/cm^2}$. По Паскаловом закону овај притисак се подједнако преноси у свим правцима.

Ако је, на пример, попречни пресек црева $S_1 = 1\,\mathrm{cm^2}$, а површина јастука, коју додирује плоча $S_2 = 400\,\mathrm{cm^2}$, онда сила која делује одоздо на плочу износи $800\,\mathrm{N}$. Таква сила је доста већа од збира тежина дечака и плоче. ($p_1 = p_2$, $F_1/S_1 = F_2/S_2$, следи $F_2 = F_1S_2/S_1$) $F_2 = 800\,\mathrm{F_1}$, што је довољно да подигне дечака.

2 На иглу, убодену у запушач флаше, стављена је стаклена чаша, а на њу чешаљ од пластике, који је претходно провучен кроз косу. Чешаљ је негативно наелектрисан, па када му се приближи прст и њиме полако описује кружница у ваздуху, чешаљ га следи заједно са чашом која се обрће на шиљку. Кретање чаше и чешља објашњава се електричном индукцијом. Под утицајем чешља на прсту се ствара наелектрисање супротног знака, а истоимено (негативно) одлази у земљу кроз тело дечака које проводи струју. Између наелектрисања супротног знака постоји привлачна сила, па се, при малом трењу чаше и шиљка, лако покреће.



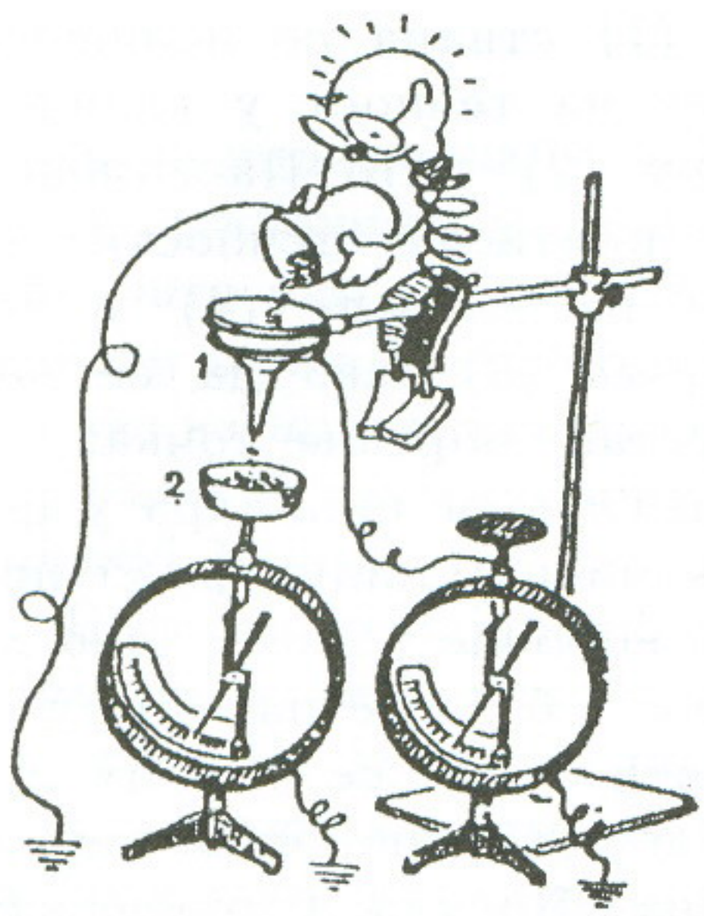
3 Лака пинг-понг лоптица, обешена о танку нит, бива померена из равнотежног положаја и „гурнута" према млазу воде из славине. До ове појаве долази зато што струјнице воде односе честице ваздуха, стварајући у непосредној околини нижи ваздушни притисак у односу на постојећи атмосферски притисак, који лоптицу „гура" према млазу воде.



4 На слици је показан начин употребе бумеранга и скица са основним подацима за самосталну израду овог оружја аустралијских урођеника.

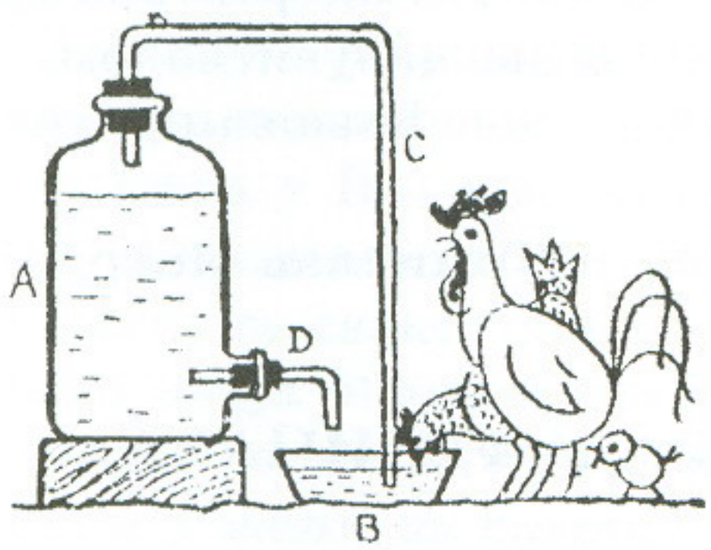
Метално оружје приказане форме има необично својство - способност да се после бацања враћа назад ловцу. Бумеранг се тако избацује да се обрће у простору. Захваљујући томе он задржава своју оријентацију у простору. При томе се он уврће у ваздуху па се зато креће по узлазној путањи. Када се енергија транслаторног

кретања, саопштена у тренутку избацивања, утроши, бумеранг се и даље обрће, али почиње и да пада. Међутим, он не пада по вертикали, због отпора ваздуха, већ се, клизећи по њему као низ стрму раван, враћа назад бацачу.



5 На слици се виде два електрометра, чија су кућишта уземљена, а у датој ситуацији стубићи су наелектрисани (игле имају отклон). Из металног левка, који је повезан са стубом десног електрометра, излази зрнасти материјал, на пример, чист и сув песак, и пада у металну чашицу на левом електрометру. При одвајању пешчаних зрнаца од пешчане масе и левак и зрнца се услед међусобног додира наелектришу, па отуд електрометри скрећу.

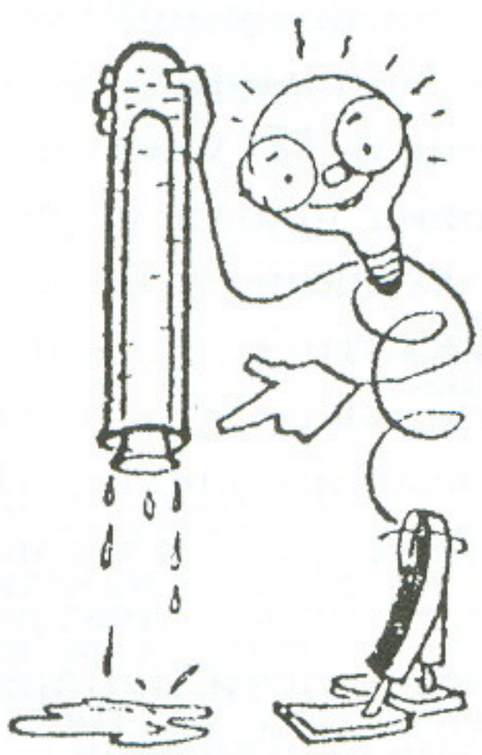
6 Слика показује флашу нешто ширег грла, у чијем отвору имамо ољуштено тврдо скувано јаје. У флаши се налази згужвани папир. Папир се прво запали, а онда у грло стави кувано јаје. Убрзо јаје почиње да се спонтано „увлачи" у флашу. Настала деформација јајета при увлачењу нестаје, па ће се цело јаје правилног облика наћи у њој. Јаје је угурано у флашу силом атмосферског притиска. Сагоревање папира подигло је температуру ваздуха у флаши, због чега је из ње изашла једна количина ваздуха. После затварања флаше куваним и ољуштеним јајетом, преостали ваздух се расхладио, па је притисак постао знатно нижи од атмосферског, чијим деловањем је јаје морало ући.



7 Слика показује принцип функционисања аутоматске појилице за животиње (кокошке, птице, краве).

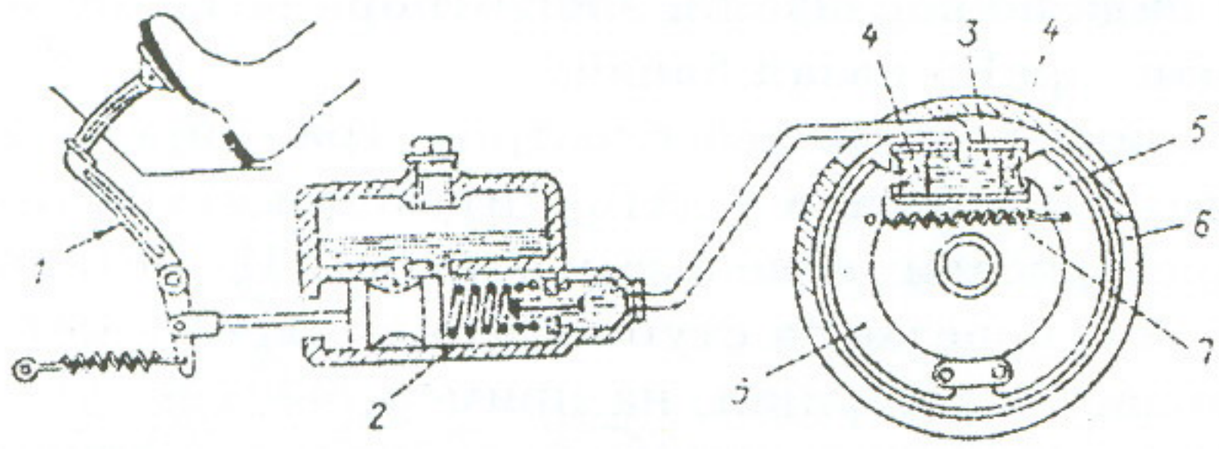
Посуда A је резервоар са стално отвореном славином D и чепом кроз који пролази цев C. Вода из A дотиче у суд B. Када ниво воде у овој посуди буде толики да се крај цеви потопи, доток воде ће се зауставити, јер је тежина воденог стуба у посуди A и сила притиска разређеног ваздуха изнад ње мања од силе атмосферског притиска на отвору славине.

Чим кокице пијући воду смање ниво у посуди B толико да се ослободи отвор цеви, у цев уђе ваздух и повећа притисак на горњи ниво воде у посуди A. Славина опет „проради". Процес аутоматског „отварања и затварања славине" трајаће дотле док се не потроши сва количина воде из посуде A, а онда се она опет пуни.



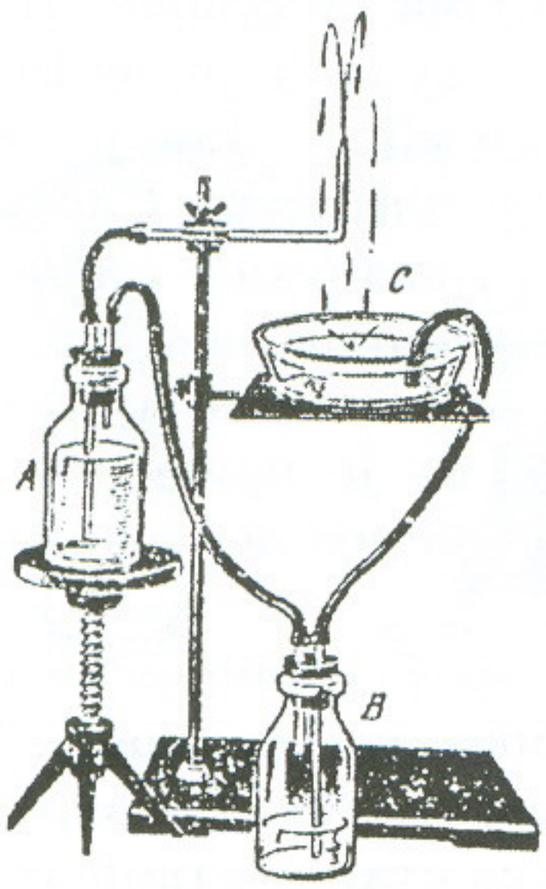
8 Дечак држи у руци ширу епрувету из које у капљицама истиче вода, и чуди се зашто не испада из ње празна мања епрувета већ се полако увлачи у њу.

Мала епрувета, уместо доле, иде горе зато што се при истицању воде снижава притисак између зидова ових епрувета, па је атмосферски притисак тај који диже малу епрувету.



9 Сликом се објашњава принцип функционисања хидрауличних кочница у аутомобилима. Када возач притисне педалу (1) ствара се повишени притисак на течност у главном цилиндру (2). По Паскаловом закону притисак течности се преноси на клипове (4) у кочионом цилиндру (3). Клипови потискују кочионе облоге (5) тако да се оне приљубљују уз добош точка и силом трења настоје да зауставе обртање точка.

Чим возач склони ногу са педале, опруга враћа клип главног цилиндра у почетни положај, притисак у течности се смањи, клипови у кочионом цилиндру се под дејством опруге (7) приближују један другом, повлачећи кочионе облоге, тако да се оне одвајају од добоша и точак, односно точкови возила се без сметњи обрћу.



10 У кући, или башти, може се помоћу два затворена и једног отвореног суда направити мала фонтана. Посуда A има чеп са две цевчице као и посуда B. Гуменим цревом са посудом A повезана је и учвршћена на статив стаклена, метална или пластична цев, чији се слободни крај сужава у танак канал (дизну). У посуди C налази се вода.

Када се, по закону спојених судова, оствари прелаз воде из суда C у посуду B, настаће потискивање ваздуха из B у A. Сабијени ваздух вршиће притисак на површину воде у посуди A, па ће се добити мали водоскок (фонтана). Рад фонтане трајаће дотле док се посуда B не напуни водом, тј. дотле док постоји могућност повећавања притиска ваздуха у посуди A и у њој има воде.

Томислав Петровић

Зоран Рајилић

ЉЕТНА ШКОЛА МЛАДИХ МАТЕМАТИЧАРА И ФИЗИЧАРА, БИЈЕЉИНА '96

Ученици основних и средњих школа из Републике Српске, који су постигли запажене резултате на такмичењима из математике и физике, били су позвани да од 8. до 16. јула 1996. године буду полазници Љетне школе у Бијељини. Наставу из физике пратило је 18 ученика виших разреда основне школе и 17 ученика нижих разреда средње школе. Предавачи су били професори средњих школа и факултета из Републике Српске и Београда. Ученици основних школа слушали су предавања о структури вакуума, закону гравитације, односу класичног и квантног, соларној енергији... Средњошколци су имали прилику сазнати више о вјероватноћи у квантној механици, времену у специјалној теорији релативности, структури Сунца... Посебно је значајно што су основци урадили неколико експерименталних вјежби из механике и термодинамике, док су ученици средњих школа радили вјежбе из електромагнетизма и оптике. Ниво тих вјежби углавном је надилазио могућности лабораторија школа које ученици редовно похађају. Полазници Љетне школе у слободно вријеме бавили су се спортом и плесом, а било је и такмичења.

Чувена јабука

Када видимо жабу, нећемо погрешити ако јој се поклонимо и изговоримо: Хвала ти, жабо, што нам „даде" струју! Разлог: експерименти са жабљим батацима дали су човеку путоказ ка проналажењу првих извора струје.

Жаба је тако крочила, а јабука је „пала" у науку! Како?

Под стаблом јабуке, у дворишту бакине фарме, седео је младић по имену Исак Њутн у часу када му је пала у крило јабука. У њему се тада родила идеја која ће га довести до открића закона гравитације.

Иако ово помало наивно објашњење, по тврђењу Бертранда Расела, енглеског математичара и филозофа, тачно је! Њутн је био подстакнут на размишљање: на јабуку која не остаје да лебди у ваздуху, морала је деловати нека сила која има смер ка средишту Земље!

Истини за вољу, и други су научници знали или, бар, претпостављали, да постоји гравитација - невидљива сила која сва тела привлачи Земљи, изазива њихово падање и која узајамно привлачи небеска тела. Међутим, Њутн је открио законе деловања те силе: да је она јача што је већа маса тела, а да јој јачина опада с квадратом растојања између тела. Тако је настао општи закон природе по коме се покорава цела васиона, али показује и докле може да досегне моћ људског ума!

Легенду о јабуци раширио је Волтер, велики Њутнов обожавалац и преводилац његовог капиталног дела „Математички принципи филозофије природе".

Воћњак у Вулстропу, са чијег је дрвета пала јабука, постао је после Њутнове смрти право место ходочашћа за све Енглезе. Читаве реке Њутнових поштовалаца сливале су се сваке године у Вулстроп све до оног пролећног дана 1820. године када је једна олуја оборила стабло.

Чудно, али сам Њутн нигде не помиње ту јабуку. Да ли није знао каква је то сорта, и у жељи да сакрије своју необавештеност, заташкао је питање о историјату настанка закона, или, пошто ју је појео, из расејаности постидео се да се покаже незахвалан и зато је прећутао, а може бити, јабука се показала неукусном... тврдио је Волтер. Тешко је да ћемо икада сазнати прави разлог његовог ћутања. Можда је Волтер измислио ова тумачења да би се нашалио са великим научником.

Томислав Сенћански

Боја крви и закон одржања енергије

Прву формулацију закона одржања енергије дао је 1842. године немачки лекар и истраживач Мајер.

Врло је необична околност при којој је откривен овај основни физички закон. Године 1840., у својству бродског лекара, Мајер се упутио на далеко путовање, холандским бродом, на острво Јаву. У то време била је распрострањена метода лечења пуштањем крви, тако да је лекар могао лако посматрати венску крв

болесника. Мајер је запазио да је боја венске крви морнара постајала црвенија приближавањем топлим подручјима. Венска крв је имала више кисеоника.

На основу овога Мајер је закључио да је човеку у условима хладне климе потребно више кисеоника. Значи, за одржавање температуре тела потребна је већа оксидација продуката варења. Међутим, Мајер је закључио да се енергија, ослобођена при варењу хране, троши не само за одржавање сталне температуре човека, него и за вршење његовог механичког рада. А то је значило да постоји одговарајући однос између количине топлоте која се ствара у организму и механичког рада који човек врши у току датог временског интервала.

Идеје о еквивалентности топлоте и рада одушевила је Мајера. Написао је о томе опширно писмо свом другу, психијатру В. Гризингеру. У њему му је нагласио да се мора посветити физици, јер мора доћи до јасних односа физиолошких процеса и да његова идеја није само субјективно опипљива, него може бити и објективно доказана.

Томислав Сенћански

Решење задатка са стране 27

Потребно је, прво, гледајући слику 2 одговорити на питање: који услови треба да буду задовољени па да тела, која су имала исту почетну брзину у тачки 1, стигну истовремено до циља у тачки 2? Тело које иде по хипотенузи потроши време

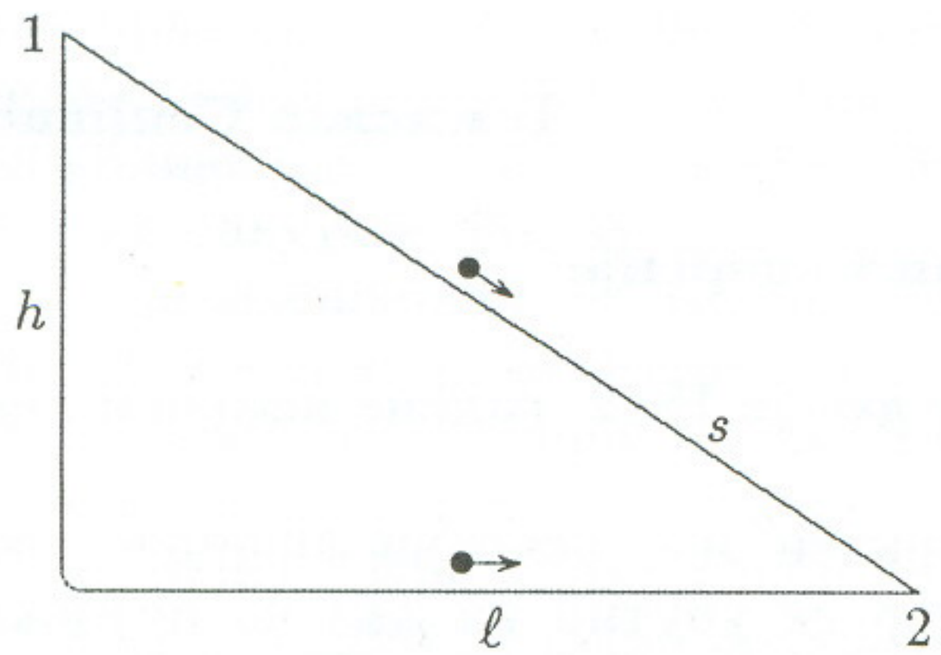
$$t_1 = \frac{\tau s}{h}. \qquad (1)$$

Тело које иде дуж катета, потроши време

$$t_2 = \frac{\ell}{\sqrt{v_0^2 + 2gh}} + \tau. \qquad (2)$$

Овде је $g = 9{,}81\,\mathrm{m/s^2}$ убрзање земљине теже и

$$\tau = \frac{-v_0 + \sqrt{v_0^2 + 2gh}}{g}. \qquad (3)$$



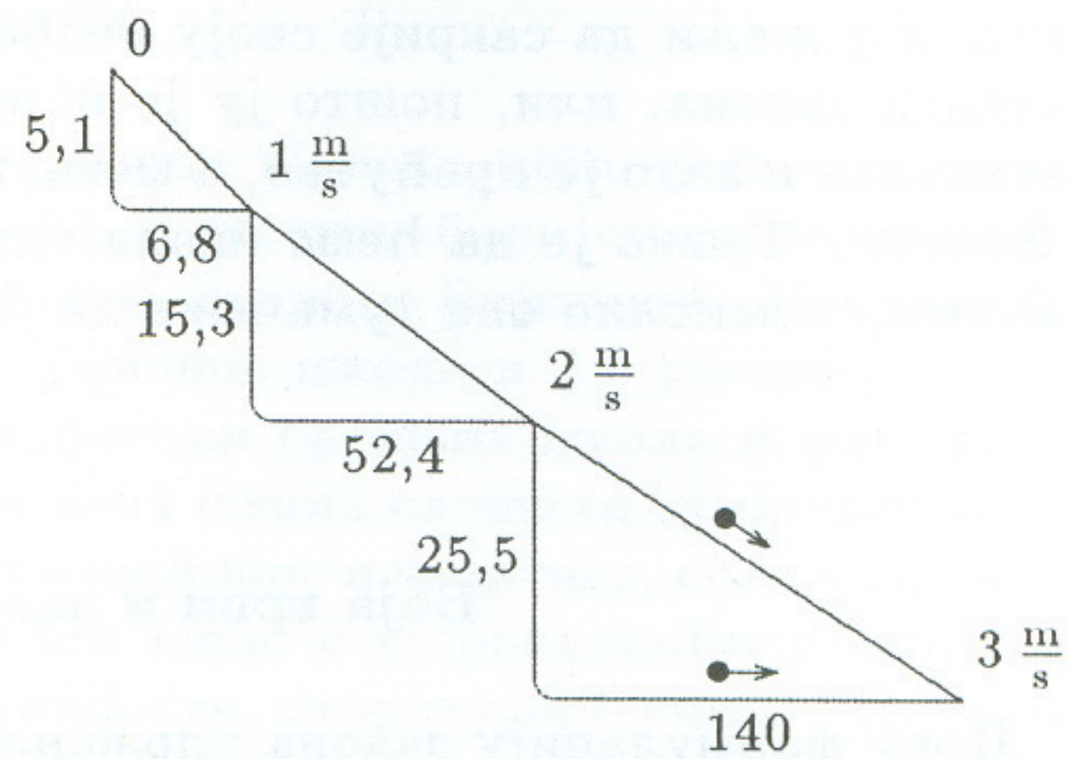
Слика 2

Сада све потребне резултате добијамо из услова да је

$$t_1 = t_2. \qquad (4)$$

Када је $v_0 = 0$, а на циљу треба да брзина износи $v = \sqrt{2gh} = 1\,\mathrm{m/s}$, једначина (4) даје $h = 5{,}1\,\mathrm{cm}$ и $\ell = 6{,}8\,\mathrm{cm}$. Када је $v_0 = 1\,\mathrm{m/s}$, а треба да је крајња брзина $v = 2\,\mathrm{m/s}$, резултат је $h = 15{,}3\,\mathrm{cm}$ и $\ell = 52{,}4\,\mathrm{cm}$. На крају, када је $v_0 = 2\,\mathrm{m/s}$ а завршна брзина треба да буде $v = 3\,\mathrm{m/s}$ добијамо: висина износи $25{,}5\,\mathrm{cm}$ и ширина $1{,}4\,\mathrm{m}$.

Решење смо дефинитивно скицирали на слици 3.



Слика 3

Милош Бабовић

ПРЕТПЛАТА И САРАДЊА

Часопис „Млади физичар" излази 4 пута у једној школској години. Претплата за часопис може се вршити преко целе године.

Цене за 1996/97:

за школе и установе	40 динара
за појединце	30 динара
за ученике преко школе	20 динара

(ако има више од 5 претплатника)

Уколико су поруџбине веће од 20 примерака, поручиоци имају 10% попуста.

Претплата се врши на жиро рачун Друштва физичара Србије, Земун:

40806 - 678 - 7 - 77766.

Уплатницу, са потпуном адресом, поручиоци треба да пошаљу на адресу: Уредништво часописа „Млади физичар", Београд, Душанова 13. Профактуре не шаљемо. Часопис не испоручујемо поузећем.

Обавештења - Телефони

Редакција: (011) 183 896, средом од 10 до 13 h.

Дистрибуција часописа:

Књижара „Студентски трг", (011) 185 295

ПРИЛОЗИ

Радови које нам шаљете, осим задатака и решења, треба да буду откуцани са двоструким проредом, по могућности на дискети у опсегу до највише 5 страница.

Рукописи се не враћају, а Уредништво има право да радове, који су у складу са концепцијом часописа, редигује без посебног тражења сагласности од аутора, као и да их објављује редом који не зависи од редоследа приспећа.

Сва права умножавања, прештампавања и превођења задржава Друштво физичара Србије. Тираж овог броја је 3000 примерака.

Часопис је ослобођен од пореза на промет на основу решења Републичког секретаријата за културу Србије бр. 329 од 29. IX 1976. године.

НОВЕ КЊИГЕ

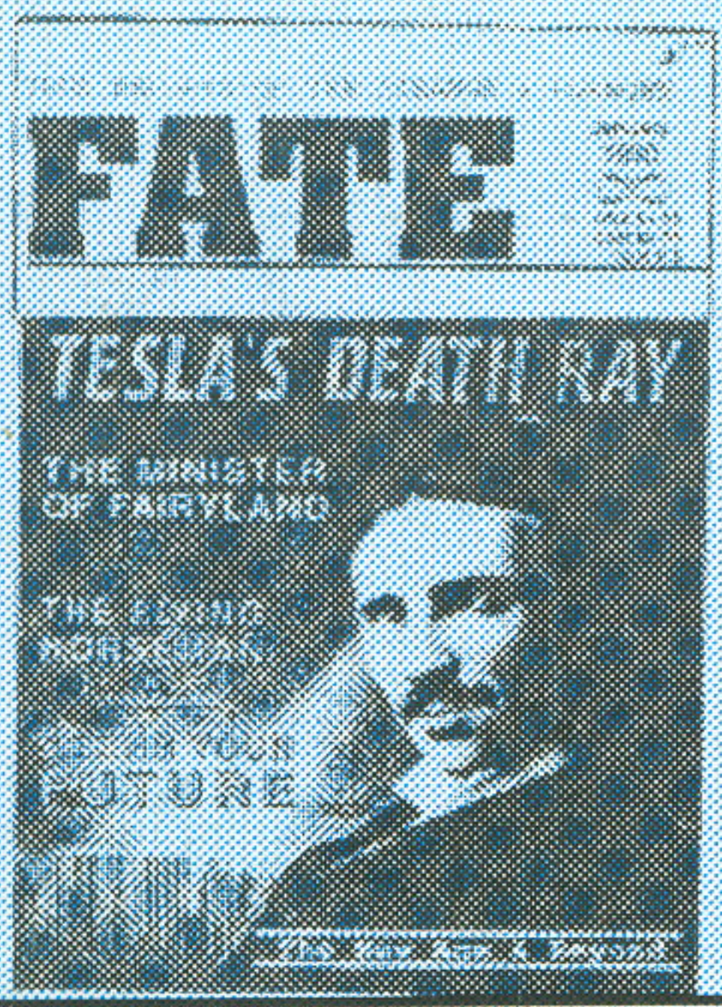
1. Вида Ј. Жигман, „СПЕЦИЈАЛНА ТЕОРИЈА РЕЛАТИВНОСТИ – МЕХАНИКА"
   „Студентски трг" (Студентски трг 12, Београд)
   цена 25 дин.
2. Божидар Милић, „КУРС КЛАСИЧНЕ ТЕОРИЈСКЕ ФИЗИКЕ", II део, МАКСВЕЛОВА ЕЛЕКТРОДИНАМИКА
   Универзитет у Београду
   цена 108 дин.
3. Томислав Петровић, „НАСТАВНА СРЕДСТВА ФИЗИКЕ", II део
   Физички факултет, Београд (Набавка преко физичког факултета, жиро рачун: 60806-603-9-14882. Копију уплатнице послати на адресу: Физички факултет, Душанова 13, Београд, са назнаком „Наставна средства II")
   цена 48 дин.

НАПОМЕНА:

Извињавамо се свим школама и појединцима, који су раније извршили уплату за ову књигу, због кашњења у штампању. У току новембра, књига ће бити послате претплатницима.

The New York Times

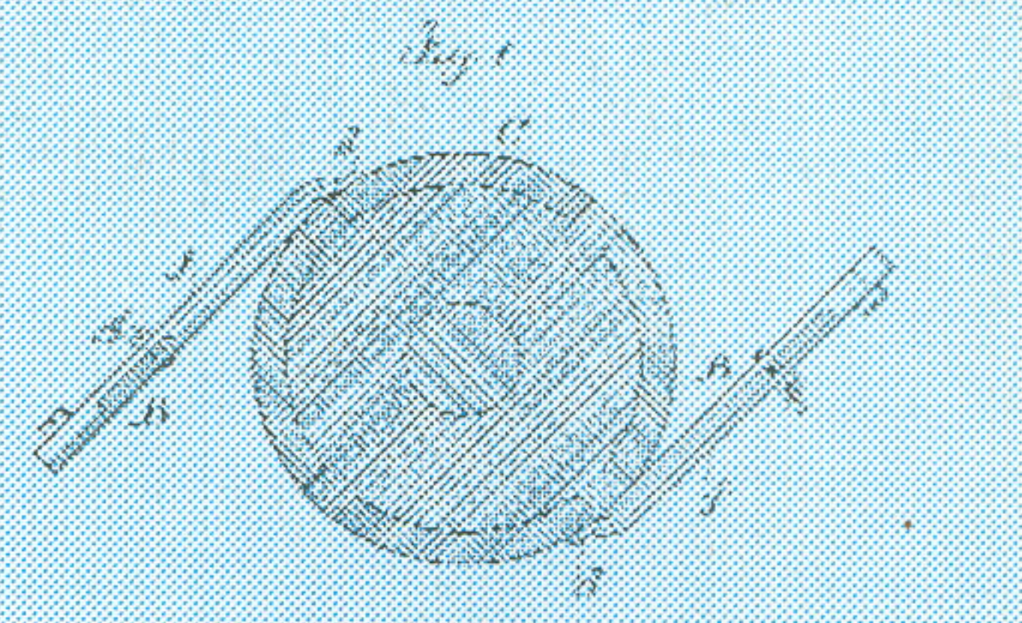
...ow: The New York Times for ...day, July 11, 1937 calling ...ikola "Discoverer" Tesla, a man ...ing far ahead of his time, rather ...an behind the times, spoke of ...ing messages to Mars on his ...ion broadcast. Marconi and his ...ders were already preparing ...ey to keep with their ...gressive spacecraft. Higher ...ness article on Tesla's ...ered science by Gilbert ...ssen in the January, 1993 ...ue of FATE magazine.



N. TESLA.

COMMUTATOR FOR DYNAMO ELECTRIC MACHINES.

No. 334,823. Patented Jan. 26, 1886.

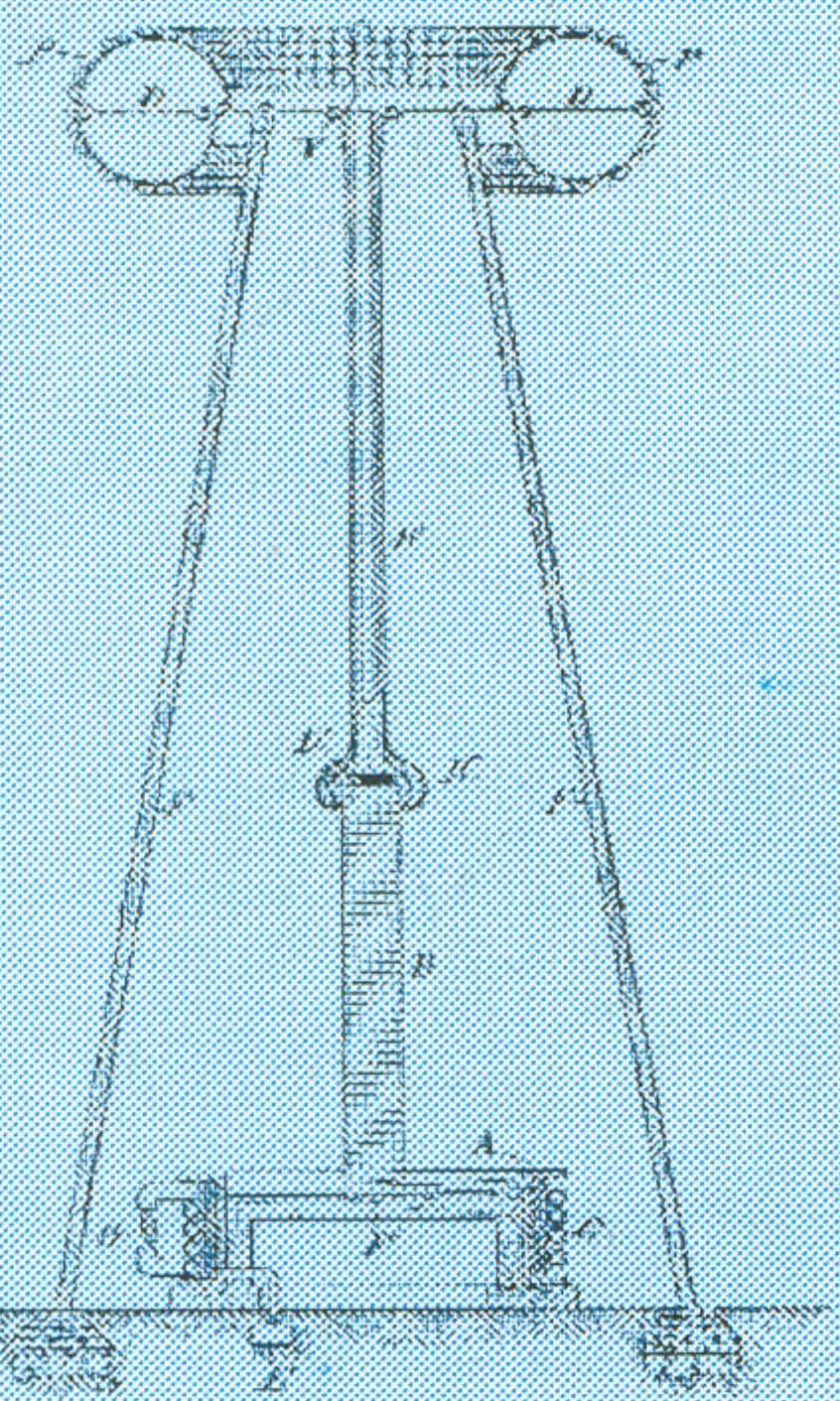


N. TESLA.

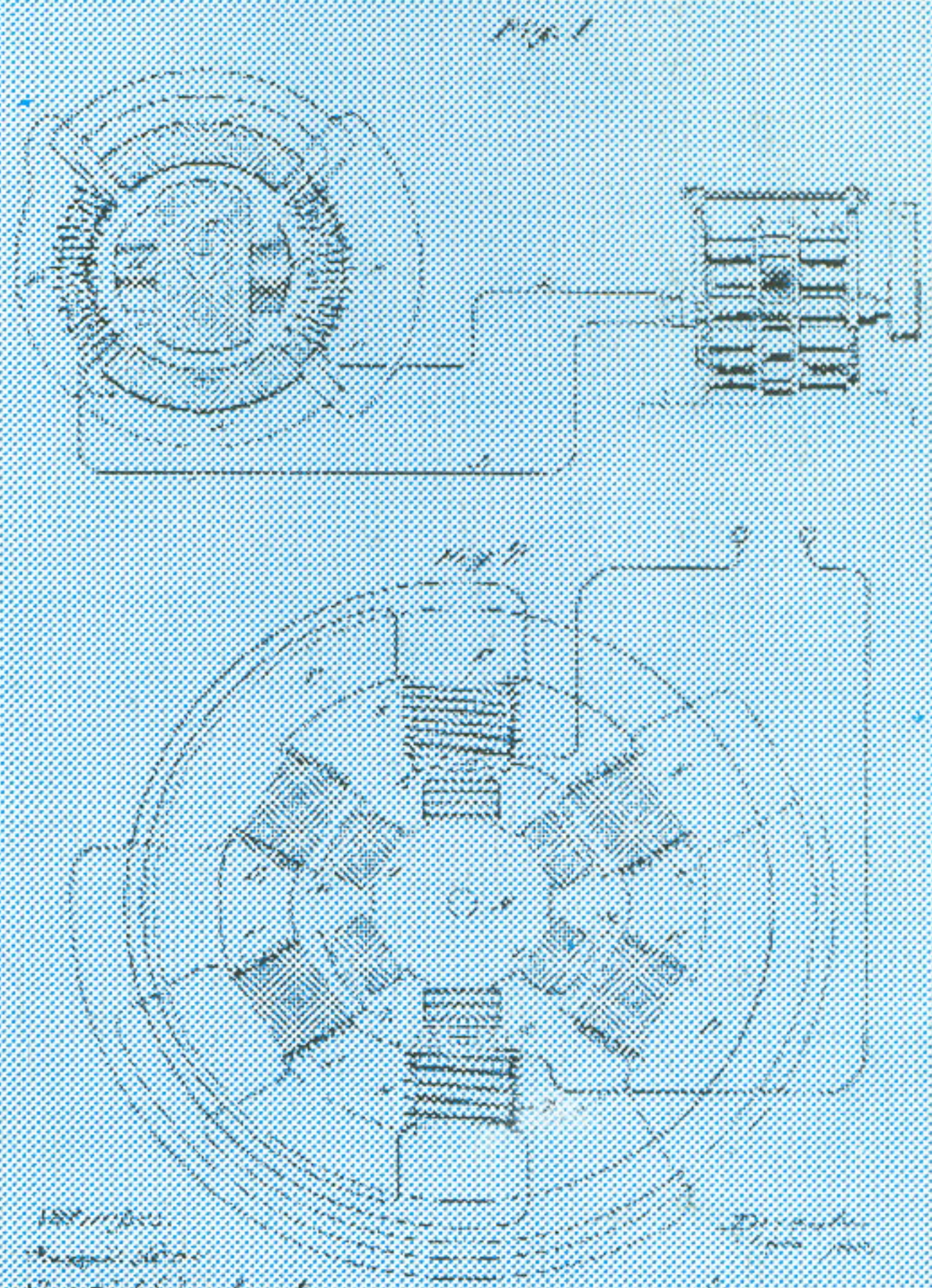
APPARATUS FOR TRANSMITTING ELECTRICAL ENERGY.

APPLICATION FILED JAN. 18, 1902. RENEWED MAY 4, 1910.

1,119,732. Patented Dec. 1, 1914.



N. TESLA.

ALTERNATING MOTOR.

No. 555,190. Patented Feb. 25, 1896.