

99

57
95/96

Млади **ФИЗИЧАР**

YU ISSN 0351 - 5575

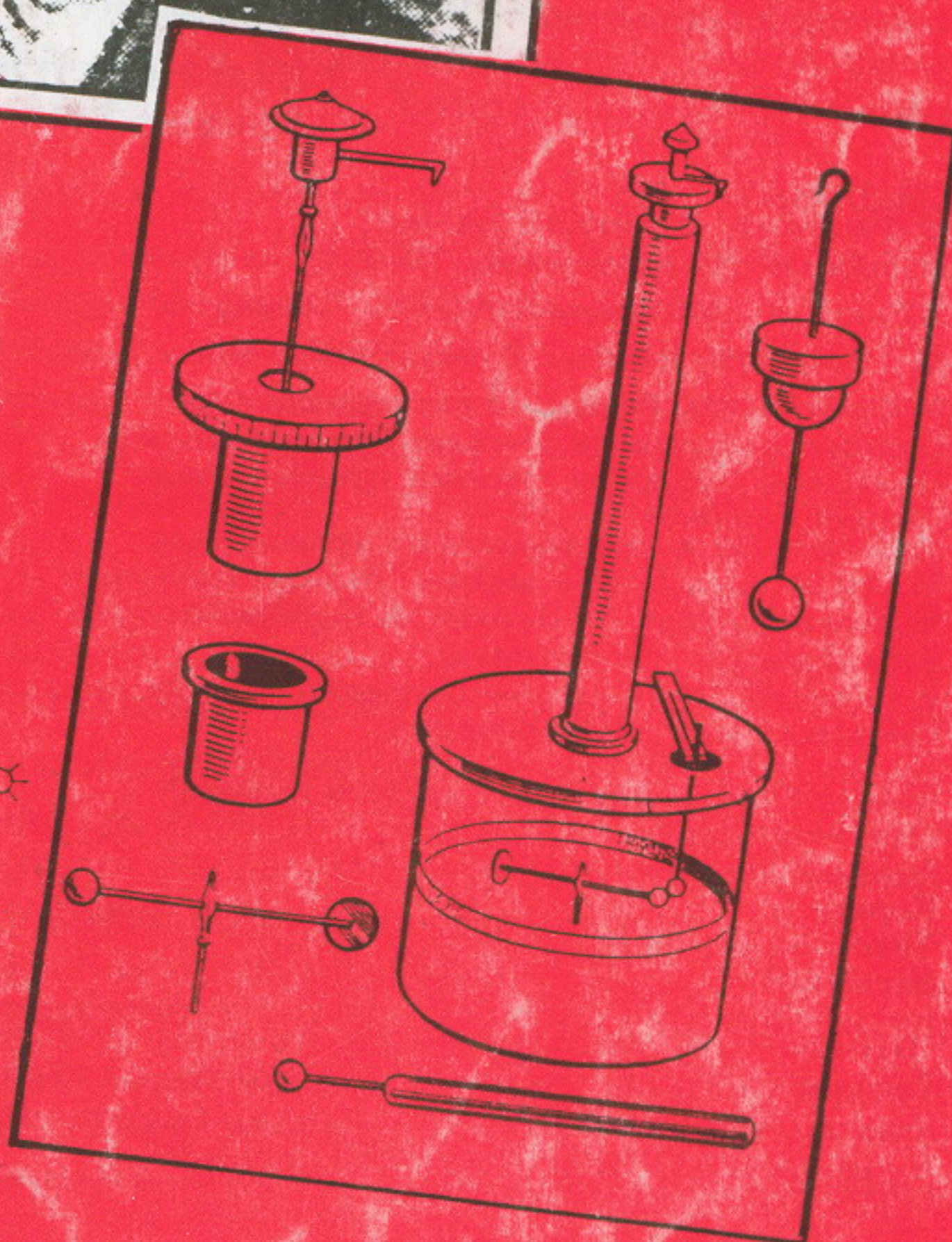
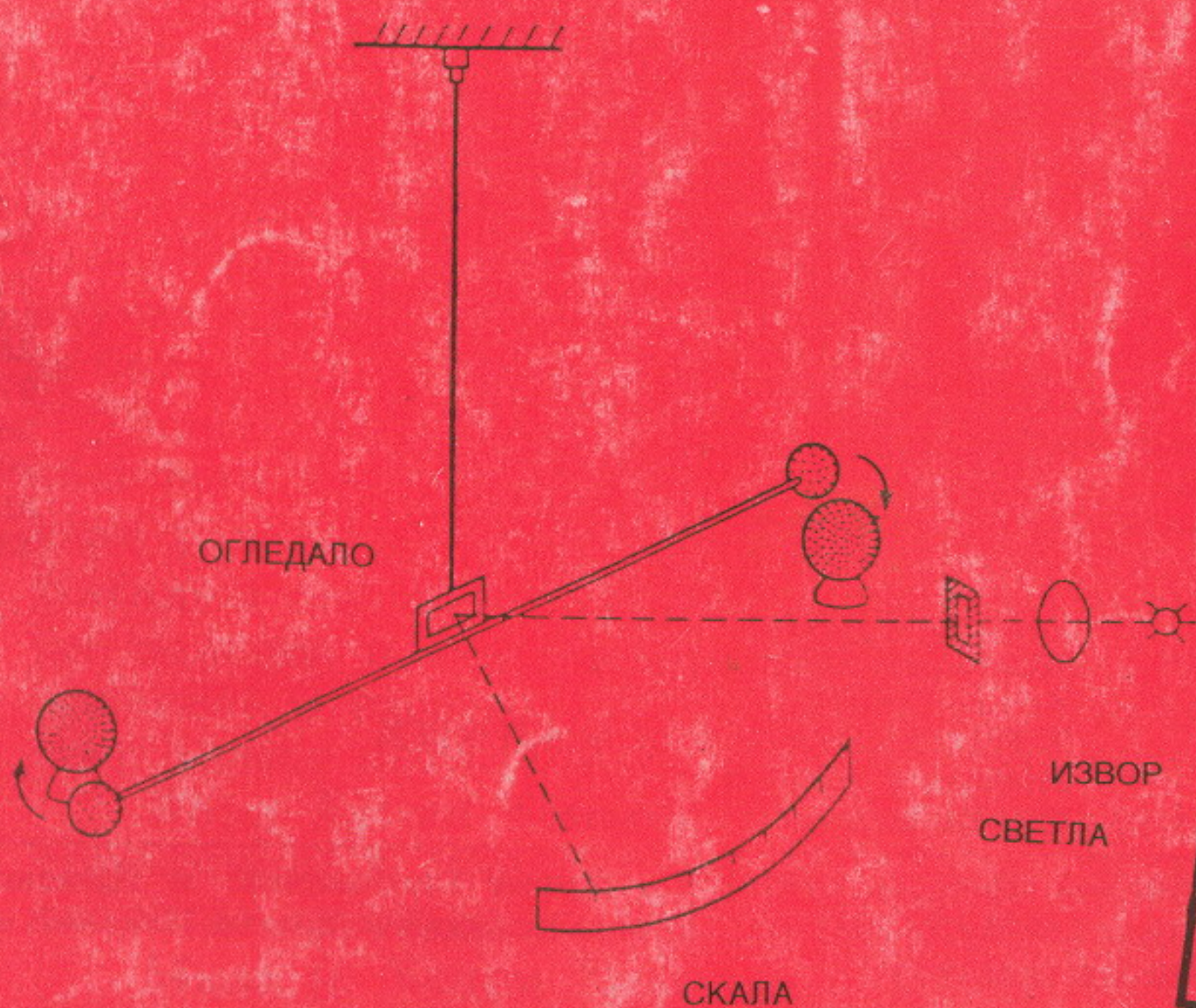
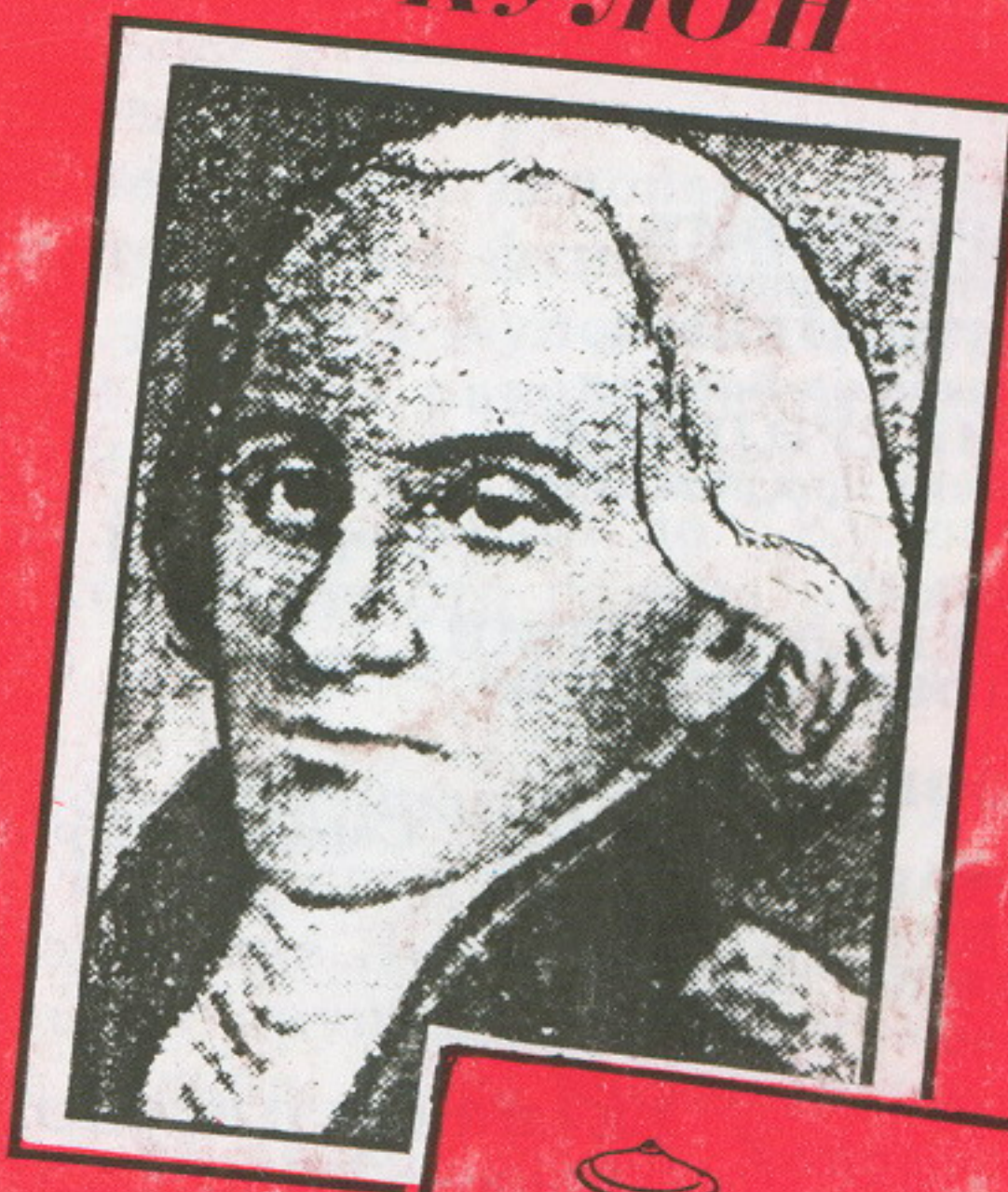
часопис из физике за ученике

ВЕЛИКАНИ ФИЗИКЕ

КЕВЕНДИШ



КУЛОН



ИЗДАВАЧ:

ДРУШТВО ФИЗИЧАРА СРБИЈЕ

МЛАДИ ФИЗИЧАР часопис за ученике основних и средњих школа
 YOUNG PHYSICIST Magazine for elementary and secondary school students
 JEUNE PHYSICIEN Journal pour les élèves des écoles élémentaires et secondaires
 JUNGER PHYSIKER Zeitschrift für Volks und Mittelschuler
 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 Борко ВУЛИЧИЋ,
 ПМФ-Подгорица
 Др Павле ВАСИЋ,
 ПМФ-Приштина

Др Јулијана ГЕОРГИЈЕВИЋ,
 Технолошки факултет-Београд
 Др Милан ДИМИТРИЈЕВИЋ,
 Астрономска опсерваторија-Београд
 Др Светозар ДИМИТРИЈЕВИЋ,
 Одељење Министарства просвете Нови Сад

Др Светозар БОЖИН
 Др Јелена МИЛОГРАДОВ-ТУРИН
 Др Мирјана ПОПОВИЋ-БОЖИЋ

Наташа ЧАЛУКОВИЋ

Др Радомир ЂОРЂЕВИЋ
 Ратомирка МИЛЕР
 Невенка КРСТАЈИЋ,
 секретар Уредништва

УРЕДНИЦИ РУБРИКА

Сарадници Уредништва

Др Светозар ДИМИТРИЈЕВИЋ,
 Одељење Министарства Нови Сад
 Љубомир ЈОВАНОВИЋ,
 проф.Гимназије - Земун
 Академик Звонко МАРИЋ,
 Институт за физику
 Др Надежда НОВАКОВИЋ,
 Филозофски факултет-Ниш
 Др Зоран ПЕТРОВИЋ,
 Институт за физику-Београд
 Вида РАДИЋ,
 наст.ОШ"Бранко Радичевић"
 Нови Београд
 Др Душан РИСТАНОВИЋ,
 Медицински факултет-Београд
 Др Станоје СТАНОЈЕВИЋ,
 Институт за физику ПМФ-Нови Сад

Др Александар СТАМАТОВИЋ
 Томислав СЕНЋАНСКИ
 Светозар СТАНОЈЕВИЋ,
 заменик секретара Уредништва
 Др Душан ФИЛИПОВИЋ

Данило БЕОДРАНСКИ
 Драшко ГРУЈИЋ
 Ксенија БАБИЋ

ГЛАВНИ И ОДГОВОРНИ УРЕДНИК
 Проф.др ТОМИСЛАВ ПЕТРОВИЋ

САДРЖАЈ:

Ж.Николић, Великани физике	1
В.Бабовић, С.Милојевић, На путу ка брахистохрони	4
З.Радовић, М.Поповић-Божић, Теоријски задаци XXVI (Олимпијада)	9
М.Ђорђевић, Решење I експерименталног задатка	10
М.Сремчевић, Решење I експерименталног задатка	14
Одабрани задаци за ученике основне школе	19
Одабрани задаци за ученике средње школе	20
Задаци питања	23
Д.Сенић, Шта су програмски преводиоци	24
М. Ђетковић, Летња школа "Млади физичари" у Охриду	27
М.Башић, Једна од метода за одређивање убрзања Земљине теже	28
Т.Сенћански, Укрштеница	30
Н.Станчић, Побољшање демонстрационих својстава детектора радиоактивног зрачења	31
Писали су нам... Одговарамо	33

Компјутерска припрема текста и цртежа:
 Стручни лектор:
 Језички лектор:
 Корице:
 Технички уредник:
 Штамп:

Јелена РАКИЋ
 Живојин НИКОЛИЋ
 Асим ПЕЦО
 Т.ПЕТРОВИЋ и М.МАНЧИЋ
 Јелена РАКИЋ
 "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 и Драган Поповић и Јаблан Дојчиловић(1982-83), Драшко Грујић(1983/84-1986/87) и Јаблан Дојчиловић (1991/92-1993/94)

ВЕЛИКАНИ ФИЗИКЕ

Хенри Кевендиш и Шарл Кулон

Све до друге половине XVIII века није се знало како изгледа основни закон електростатике, од чега све и на који начин зависи сила међусобног деловања (привлачна и одбојна) наелектрисаних тела. Тај закон открила су два велика научника тога доба, француски физичар Ш. Кулон и енглески физичар Х. Кевендиш, независно један од другог. Могло би се рећи да је он на неки начин два пута откривен, на два различита начина.

Занимљиво је запазити да облик тог закона, кад је откривен, није представљао изненађење. Читавих сто година знало се за закон гравитације и многи физичари тога доба нагађали су и претпостављали да би сила између два наелектрисана тела могла бити представљена истом формулом као и гравитациона сила, с тим што би улогу масе имало наелектрисање (количина електрицитета). Хипотезу да електрична (и магнетна) сила зависи обрнуто сразмерно од квадрата растојања истакао је још Епинус, а 1760. године до истог закључка дошао је Данијел Бернули, а затим, 1767. године Пристли (проналазач кисеоника, филозоф и научник).

Али, овај закон је основни (фундаментални) закон и до њега се долази на основу експерименталних чињеница. Претпоставке у оваквом случају су од мале користи, док се не нађе начин да се експериментално провере.

Један начин да се дође до закона међусобног деловања наелектрисања је непосредно мерење силе у функцији од растојања и у функцији од величине (количине) наелектрисања. Овај начин употребио је Шарл Кулон 1785. године. Други начин је индиректан и заснива се на чињеници да се, у равнотежном стању, наелектрисање налази на спољашњој површини проводника. Тај начин применио је Хенри Кевендиш 1774. године, и тако 11 година пре Кулона дошао до "Кулоновог закона", али тај свој рад није објавио, него га је тек после сто година обелоданио Џејмс Клерк Максвел, када је 1879. године објавио Кевендишове радове, који су до тада остали непознати јавности.

Хенри Кевендиш (1731 -1810). Енглески физичар и хемичар Хенри Кевендиш (Henry Cavendish) родио се у Ници, у Француској, 10. октобра 1731. године. Био је члан познате племићке породице из покрајине Девоншајр, млађи син Лорда Чарлса Кевендиша, члана Лондонског краљевског друштва и великог љубитеља науке. Мајка му је умрла кад је имао само две године, па се васпитавањем деце бавио отац, Сер Чарлс, који је вероватно утицао да се код малог Хенрија развије склоност према науци.

Кевендиш је завршио студије на Кембриџском универзитету, без неког академског звања и вратио се очевој кући, где је почео да се бави истраживањима из физике, хемије и метеорологије. Потпуно се повукао из јавног живота и живео као усамљеник, али се научним истраживањима бавио врло интензивно. Године 1760. био је примљен у чланство Лондонског краљевског друштва. Међу својим колегама, члановима Друштва, уживао је огроман углед и поштовање. Кевендиш се бавио научним истраживањима у својој кућној лабораторији, "о свом трошку", наука му је била "хоби", како би се то данас рекло; није имао другог запослења.

Кевендиш су у току живота убрајали у истакнуте хемичаре, између осталог и због тога што се доста бавио изучавањем топлотних појава, које су у то доба сврставане у хемију. Тако је он увео појам специфичне топлоте (независно од Џозефа Блека) и скренуо пажњу на постојање латентне топлоте. Он је открио азот, издвојио водоник и измерио његову густину. Такође, показао је да при реакцији између водоника и кисеоника настаје вода. Утврдио је да ваздух има сложен састав. Његову пажњу привлачиле су све неоткривене тајне природе.

Лорд Хенри Кевендиш се дуго година бавио и математиком, механиком, астрономијом и минералологијом. Радио је интензивно и у својим позним годинама, скоро до самог краја свог живота. Умро је у Лондону, 24. фебруара 1810. године.

Мада је Хенри Кевендиш објавио 18 научних радова у часопису "Philosophical Transactions of the Royal Society", већина његових истраживања остала је необјављена, све док његове рукописе Максвел није редиговао и објавио 1879. године. Међу тим необјављеним радовима, налазе се и истраживања о законима електричне струје, каква је касније обавио Ом, експериментални доказ да је електрична сила сразмерна наелектрисању и обрнуто сразмерна квадрату растојања, као и други.

Кевендиш је био генијални експериментатор. То најбоље показују два чувена експеримента која носе његово име: Кевендишов експеримент са наелектрисаним концентричним куглама, помоћу кога је открио закон деловања електростатичких сила (Кулонов закон) и Кевендишов експеримент за мерење гравитационе константе.

Кевендишов експеримент којим је показао да је закон међусобног деловања тачкастих наелектрисања по облику исти као закон гравитације, $F \propto \frac{q_1 q_2}{r^2}$, састојао се у следећем: Кугле пречника око 30 cm, су међусобно изоловане. Спољашња кугла састављена је из два дела, тако да се могла отворати и била је, такође, превучена станиолом. Између ове две кугле могао се успоставити електрични контакт кроз један мали отвор на спољашњој кугли. На почетку експеримента спољашња кугла је затворена, а унутрашња се налази у њој, између њих је успостављен електрични контакт и затим је спољашња кугла наелектрисана. После тога се прекида контакт између кугли, отвара спољашња кугла и испитује да ли је унутрашња кугла наелектрисана. Испоставља се увек да је унутрашња кугла ненаелектрисана. Анализа показује да је то могуће само ако је $F \propto \frac{q_1 q_2}{r^2}$. Као што је већ речено, овај експеримент Кевендиш је извео 1774. године, али га није објавио.

Мерење гравитационе константе. У Њутновом закону гравитације, $F = G \frac{m_1 m_2}{r^2}$, сто година после његовог открића, још се није знала тачна вредност гравитационе константе, G . Она је могла да се израчуна на основу убрзања Земљине теже, g , масе Земље M_z , и полупречника Земље R_z , знајући њихове вредности и полазећи од закона гравитације: $g = \frac{F}{m} = G \frac{M_z}{R_z^2}$. Маса Земље може се израчунати на основу густине, ρ и полупречника R_z . Вредност R_z знала се на основу астрономских мерења, али се није могла тачно знати њена густина (тачније речено средња вредност густине), тако да се проблем одређивања G сводио на еквивалентан проблем мерења масе Земље или њене густине.

На основу свега што је речено произилази да се ипак могла проценити приближна вредност G , узимајући неку приближну вредност за средњу густину Земље. На тај начин знало се да је G врло мало, а то значи и да гравитациона сила између два тела, "разумних димензија", мора бити врло мала. Ако, на пример, посматрамо два тела од по 1 kg на растојању од 10 cm, сила којом се она привлаче износи мање од 10^{-8} N, тј. 10 000 000 000 пута је мања од тежине тела!

Једини начин да се одреди гравитациона константа, био је, да се одреди средња густина Земље непосредним мерењем силе привлачења између два тела, силе која је страховито мала. То је успео да постигне Хенри Кевендиш 1798. године. Он је измерио гравитациону силу која делује између два пара оловних кугли, помоћу уређаја који представља неку врсту торзионе ваге. Тај уређај и принцип мерења описани су у уџбеницима физике на најпростији начин, тако да се стиче утисак да је то било врло лако и једноставно извести.

Многи би се могли запитати, ако је све тако просто, зашто се Кевендишов експеримент не би радио у школи или на факултету, као експериментална вежба. Очигледно је да све ни приближно није тако једноставно, али ми се овде не можемо упуштати у детаљније описивање експеримента. Ипак, ради илустрације, навешћемо неколико појединости. Пошто је сила коју треба мерити врло мала, мала је и промена равнотежног положаја полуге торзионе ваге и износи само око 20 mm (дужина полуге била је скоро 2 m). Поред тога, при промени положаја великих кугли долази до дуготрајног осциловања полуге, па се њен равнотежни положај мора одређивати на основу амплитуда осцилација. Сваки, и најмањи, потрес изазива поремећај положаја равнотеже. На равнотежу утичу и минимална ваздушна струјања, чак и она која потичу од мале разлике температуре, проузроковане топлотним зрачењем експериментатора. Да би се овакви утицаји смањили, Кевендиш је целу апаратуру сместио у посебну собу, а посматрања скретања полуге обављао је споља помоћу дурбина, кроз отворе у зиду, итд.

Кевендиш је овај експеримент извео 1798. године и рад објавио у часопису "Philosophical Transactions of the Royal Society" за ту годину. Извршио је 29 мерења и као резултат добио, да је средња вредност релативне густине Земље у односу на густину воде 5,48. Пошто је највеће одступање резултата у односу на средњу вредност било 0,38 или приближно 7%, Кевендиш у закључку подсећа да је мало вероватно да је стварна грешка толико велика. У ствари, кад се израчуна стандардна девијација средње вредности резултата за свих 29 мерења, добија се вредност мања од 0,8%.

Из Кеведишових података добија се вредност $G = 6.71 \times 10^{-11} \frac{m^3}{kg \cdot s^2}$, док је данашња тачна вредност $G = 6.67 \times 10^{-11} \frac{m^3}{kg \cdot s^2}$. Разлика између ове две вредности износи само 0,6%..

Шарл Кулон (1736 -1806). Француски физичар Шарл Огистен Кулон (Charles Augustin Coulomb) родио се 14. јула 1736. године у граду Ангулему. Отац му је био државни службеник. Завршио је војно-техничку школу и запослио се као војни инжењер. Радио је низ година на острву Мартиник, где се бавио грађевинским пословима и одакле се због здравствених проблема вратио у домовину. На Мартинику је започео и свој први научни рад, "О примени правила максимума и минимума на неке проблеме статике у архитектури", који је био запажен у стручној јавности. Многи начини решавања проблема у грађевинарству које је разрадио Кулон, широко су примењивани у пракси у то време.

По повратку у домовину могао је много више времена да посвети научном раду, за који је показао изузетне склоности. Постигао је епохалне резултате у проучавању појава трења. Извео је једноставне, али убедљиве експерименте који се односе на зависност силе трења мировања и трења клизања од великог броја чинилаца: величине површине, стања површине, нормалног притиска, брзине, дужине трајања контакта, итд. Најважнији резултат овог Кулоновог рада је утврђивање пропорционалности између силе трења F_{tr} и силе нормалног притиска F_N , чиме се раније (1699. године) бавио и Амонтон. Релација $F_{tr} = \mu F_N$, где је μ коефицијент трења, често се зове Амонтон-Кулонов закон трења.

У току 1777. године Кулон се бавио испитивањем торзије (увртања) жица, утврдивши да је момент торзионе силе M , сразмеран углу увртања φ и четвртом степену пречника D , а обрнуто сразмеран дужини жице, $l : M \propto \frac{\varphi D^4}{l}$, где је μ константа која зависи од материјала. Са овим радом повезан је и рад на конструкцији торзионе ваге велике осетљивости, која је касније искоришћена за мерење силе између наелектрисаних тела и која је свима позната као "Кулонова вага".

Резултате проучавања трења и торзије Кулон је објавио 1781. године у мемоару под насловом "Теорија простих машина" (Théorie des Machines Simples) и за то добио награду Париске академије наука. Исте године изабран је за члана Академије.

Највећи Кулонов допринос је откриће закона по коме сила између наелектрисаних тела зависи од величине наелектрисања и растојања, до кога је дошао 1785. године, директним мерењем силе између две наелектрисане куглице, помоћу своје торзионе ваге. Кулонов експеримент састојао се из три засебна дела.

1. Мерење помоћу врло осетљиве торзионе ваге силе између две куглице, наелектрисане истом врстом електрицитета, при разним растојањима између њих. Закључак: сила расте обрнуто сразмерно квадрату растојања.

2. Мерење силе као у првом случају при истом растојању, а при различитим вредностима наелектрисања непокретне куглице. Закључак: за два пута мање наелектрисање добија се два пута мања сила, дакле сила је сразмерна наелектрисању.

3. Мерење силе између разноимених наелектрисања (привлачна сила) не може да се успостави стабилна равнотежа и покретна куглица бива привучена уз непокретну тако да се споје. Мерење силе између разноимених наелектрисања Кулон је извршио на посебан начин и дошао до истих резултата као и у случају одбојне силе.

Тачност Кулонових мерења била је око 3%. При мерењу на овај начин тешко је постићи већу тачност и у данашње време.

Много већа тачност при провери Кулоновог закона може се постићи применом методе коју је употребио Кевендиш. Сам Кевендиш постигао је тачност од 2%, Максвел око 0,005%, а у данашње време се постиже тачност од 10^{-9} (или 0,0000001%)

Треба приметити да то што је Кевендиш дошао до истог закона 11 година пре Кулона, ни мало не умањује вредност Кулоновог рада. Мада се Кеведишовом методом постиже провера зависности електричне силе истовремено и од растојања и од количине електрицитета (и са већом тачношћу), Кулонов рад има смисла, јер представља директно мерење одговарајућих величина.

На крају треба рећи да је Кулон дошао и до сличног закона за силу међусобног деловања између магнетних полова, који је познат као Кулонов закон за магнете.

Живојин Николић

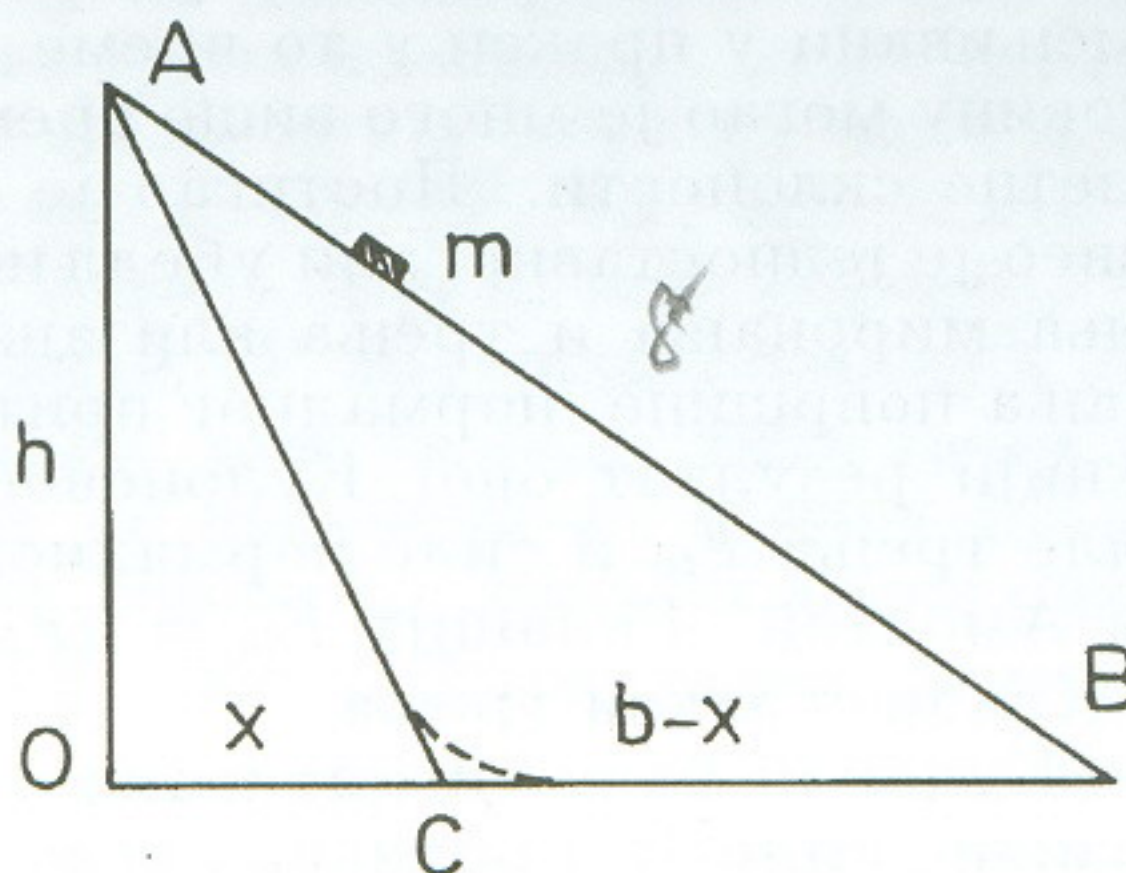
ОД АТОМА ДО ЕЛЕМЕНТАРНИХ ЧЕСТИЦА И ВАСИОНЕ

Вукота Бабовић
Сава Милојевић

НА ПУТУ КА БРАХИСТОХРОНИ

Преко прече, наоколо ближе

Посматрајмо на слици 1. тело масе m које клизи низ стрму равну АВ.



Сл.1.

Треће ћемо занемарити. Како да израчунамо време t_1 за које се то тело спусти из полазне тачке на висини h до подножја? На основу резултата својих опита, Галилеј је на постављено питање дао овакав одговор: време кретања тела низ стрму равну, под дејством силе теже, односи се према дужини пута s као време слободног падања t_0 са исте висине према тој висини. Како је $t_0^2 = 2h/g$, а према овом упутству $t_1/s = t_0/h$, добијамо $t_1 = t_0 s/h$, тј.

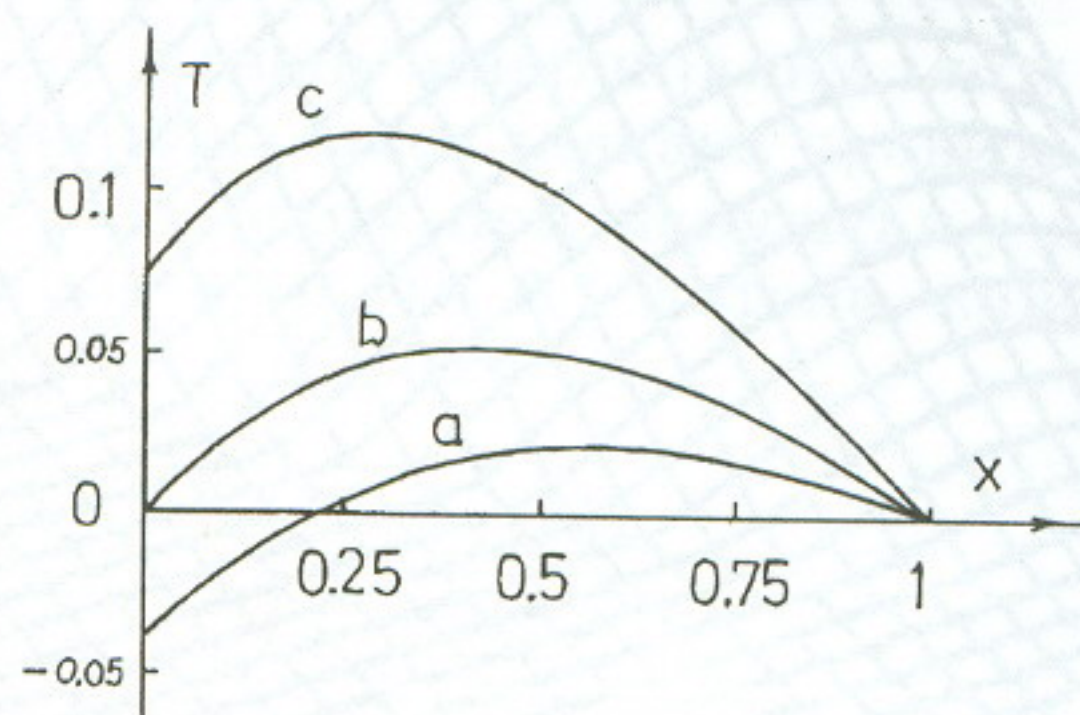
$$t_1 = \sqrt{\frac{2h}{g} \frac{\sqrt{h^2 + b^2}}{h}}. \quad (1)$$

Замислимо сада да се исто такво тело кретало из исте почетне тачке до исте крајње тачке другим путем: низ стрму равну АС и онда (захваљујући неопходној кривини назначеној испрекиданом линијом која обезбеђује да нема удара и одскока тела од подлоге) хоризонталним делом СВ. Нађимо време кретања t_2 у овом случају. Време силаска низ стрму равну можемо одредити помоћу формуле (1) ако само заменимо b са x . Време кретања тела (по инерцији) од C ка B је $(b-x)/v_0$ при чему је v_0 брзина у тачки C . Њу можемо добити помоћу закона одржања енергије: $mgh = mv_0^2/2$. Значи, можемо писати

$$t_2 = \sqrt{\frac{2h}{g} \frac{\sqrt{h^2 + x^2}}{h}} + \frac{b-x}{\sqrt{2gh}} \quad (2)$$

Занимљиво је испитати постоји ли такво x где је $t_1 = t_2$, при чему би се тела сударила у тачки B . Има основа да се надамо у тако нешто: можда је уштеда времена при кретању низ стрмији пут довољна да надокнади кашњење по хоризонталном путу! Уверавамо се да је тако ако урадимо један пример који захтева мало рачуна. Нека је $b = 16$ и $h = 12$. Тада су то познате катете које дају хипотенузу, $s = 20$. Означимо разлику времена $T = t_1 - t_2$. Добијамо резултат $T = 0$ за $x = 0$. У конкретном случају, путање АВ и АОВ захтевају исто време, па кажемо да су таутохроне. (На грчком, ταυτος (tautos) значи исто, а χρονος (chronos) значи време.). Значи ли то да ће време T бити позитивно за $0 < x < b$? За изабрани троугао, да. Међутим, уопштено узето, решење је сложеније. Најбоље је да нацртамо разлику времена као функцију од x за дато b (на пример, $b = 1$). Резултат видимо на слици 2.

Кривој a одговара висина $h = 1$, кривој b , $h = 0.75$ и кривој c , $h = 0.5$. Открили смо да ће увек бити $T > 0$, уз услов да је и $T = 0$ у координатном почетку, ако је $h/b = 0.75$ (стварно, $12/16 = 0.75$). Иначе, тело које иде по путањи ACB , увек ће стићи у тачку B пре тела које просто клизи по стрмој равни AB , само ако је $h \leq 0.75$. Ако је, међутим, $h > 0.75$, биће $T > 0$ тек кад је тачка C довољно близу тачки B . На пример, за $h = 1$ таутохрона настаје кад је $x = x_0 \cong 0.22$. За $x < x_0$ наступа кашњење, $T < 0$. Видимо да трка до циља може да буде и неизвесна, и необична.

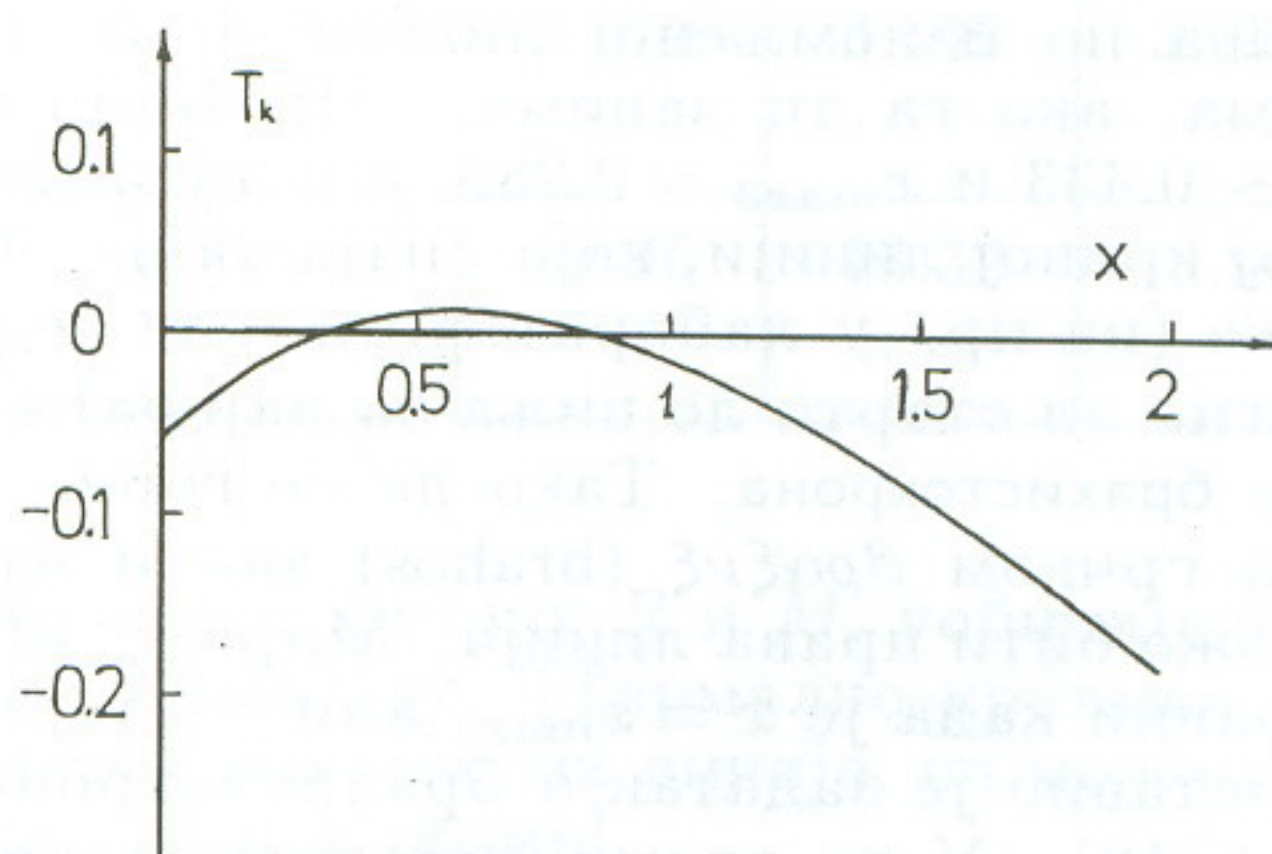


Сл. 2.

Још необичнија трка

А могу ли да постоје две таутохроне тачке, x_{01} и x_{02} на интервалу $0 < x < b$? У задатку, како смо га овде дефинисали, не могу. Занимљиво је, међутим, променити услове задатка тако, да је одговор на постављено питање потврдан. Довољно је узети да је тело које се креће по изломљеном путу кугла исте масе која се котрља, а не клизи као прво тело. Шта треба онда мењати у једначинама које смо ми упознали? Пре свега, јавља се и ротациона кинетичка енергија. Нека читалац покаже да ће се променити брзина у тачки C па ће бити $v_{0k} = \sqrt{5/7}v_0$. То значи да тело иде спорије путем AC него пре, када је клизило. Све у свему, може се показати да је сада разлика времена кретања тела и кугле

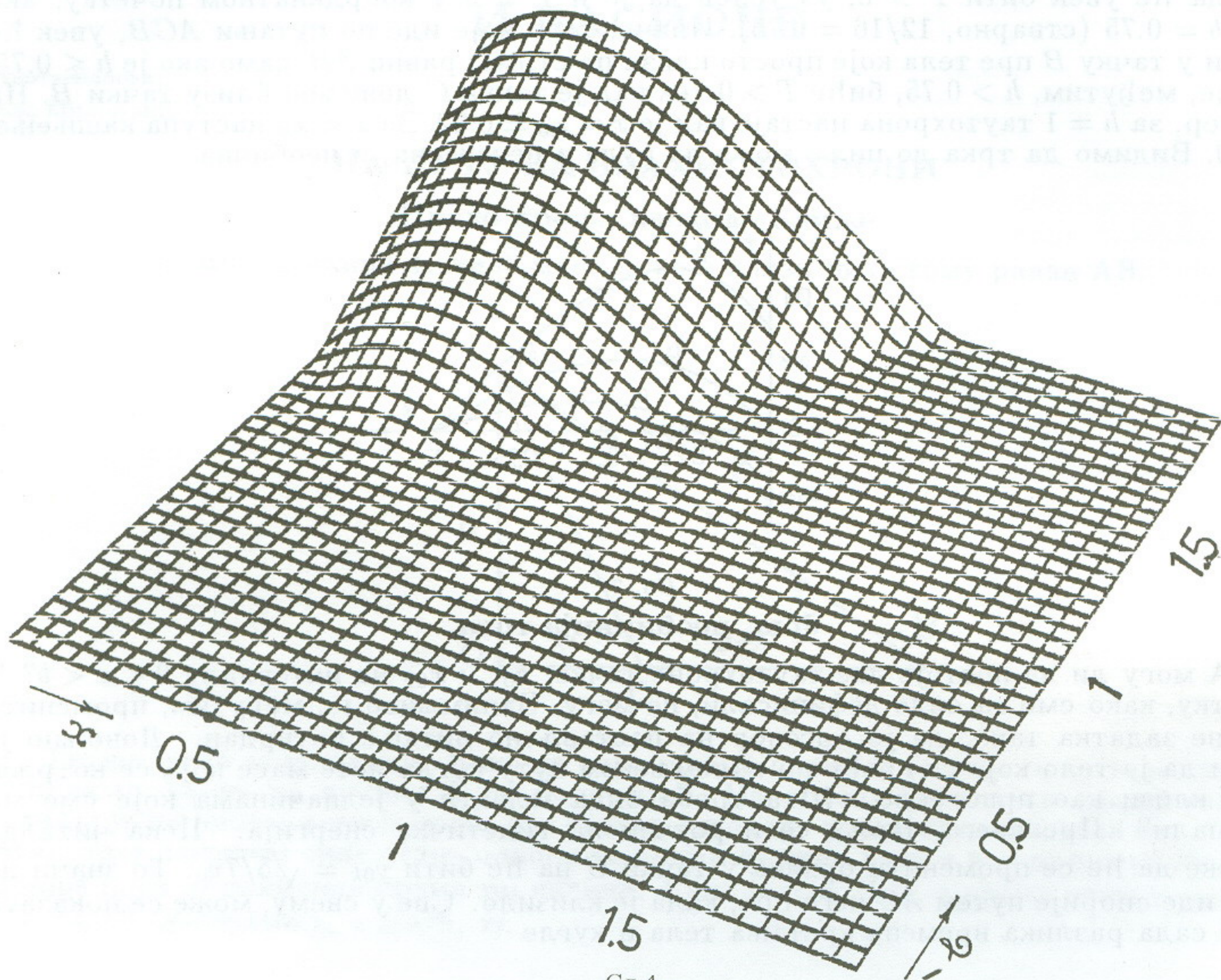
$$T_k = \sqrt{\frac{2h}{g}} \frac{\sqrt{h^2 + b^2}}{h} - \sqrt{\frac{7}{5}} \left(\sqrt{\frac{2h}{g}} \frac{\sqrt{h^2 + x^2}}{h} + \frac{b-x}{\sqrt{2gh}} \right) \quad (3)$$



Сл. 3.

На слици 3. приказали смо како се мења T_k са променом координате x , за $b = 2$ и $h = 1$. Видимо да крива сече осу у двема тачкама: $x_{01} \sim 0.32$, $x_{02} \sim 0.87$. Кугла стиже пре ако је $x_{01} < x < x_{02}$, иначе касни.

Прегледан и информативан је тродимензионални график интервала T_k . На слици 4. он је дат за $h = 0.5$. Одмах видимо да ће сваки пар тачака (x, b) , који припада "брегу", описивати ситуацију када тело, које иде по правој линији, касни у односу на куглу.



Сл.4.

Бернулијев задатак

Вратимо се опет слици 2. Један важан детаљ нисмо коментарисали. Постоје максимуми кривих линија, где разлика времена $t_1 - t_2$ има највећу вредност за одговарајуће x . Дакле, ти максимуми просто значе раван AC која обезбеђује најкраће време кретања по изломљеној линији ACB . Препустићемо читаоцу да се бави израчунавањима, ако га то занима. Ми ћемо му понудити готове податке: $x_{max1} \sim 0.577$, $x_{max2} \sim 0.433$ и $x_{max3} \sim 0.289$, јер журимо да поставимо битно питање. Оно гласи: по каквој кривој линији, која спаја тачке A и B , треба да се креће тело, у пољу земљине теже (на пр. у лабораторији, где се може сматрати да је то поље хомогено) па да стигне од старта до циља за најкраће могуће време? Крива са том особином названа је брахистохрона. Тако да се горње питање може звати и задатак о брахистохрони. На грчком $\beta\rho\alpha\chi\nu\xi$ (brahos) значи најкраћи. Већ смо видели да брахистохрона не може бити права линија. Мора се ићи наоколо! Али како? Добро је ићи дуж стрме равни када је $x = x_{max}$, али постоји и бржи пут.

Године 1696. поставио је задатак о брахистохрони знаменити математичар Јохан Бернули (1667-1748). У то време, најоригиналније решење је дао његов брат Јакоб (1654-1705). Он је показао да тражена крива најбржег спуста мора бити таква да је у свакој тачки однос синуса угла између тангенте и вертикале према квадратном корену из висине константан. Данас се та крива зове циклоида.

Далеко од тога да је детаљнија прича о Јакобовом решењу неинтересантна. То је просто једна нова тема која излази из оквира нашег рада. Али, на крају морамо додати и ово: задатак о брахистохрони један је од важнијих у историји науке. Он је подстакао развитак важне области математике која се зове варијациони рачун. Примене варијационог рачуна у физици су многобројне и важне.

ЗАДАЦИ ИЗ ФИЗИКЕ

XXVI МЕЂУНАРОДНА ОЛИМПИЈАДА ИЗ ФИЗИКЕ

Теоријски задаци

Задатак 1.

Гравитациони црвени помак и мерење масе звезде

(a) (3 поена)

Фотон учестаности f има ефективну инерцијалну масу m која је одређена његовом енергијом. Како је инерцијална маса једнака гравитационој, фотон, емитован са површине звезде, губи своју енергију при напуштању звезденог гравитационог поља. Показати да је промена учестаности Δf фотона, који са површине звезде оде бесконачно далеко од ње, за $\Delta f \ll f$ дата са

$$\frac{\Delta f}{f} \sim -\frac{GM}{Rc^2}$$

где је G = гравитациона константа

R = полупречник звезде

c = брзина светлости

M = маса звезде

Дакле, црвени помак познате спектралне линије, мерен далеко од звезде, може се користити да се одреди однос M/R . Када се зна R , може се одредити маса звезде.

(b) (12 поена)

Космички брод без посаде лансиран је у току експеримента мерења масе M и полупречника R звезде у нашој галаксији. Док се брод приближава звезди, крећући се у правцу њеног центра, фотони, које емитују јони He^+ са површине звезде региструју се резонантном екситацијом снопа He^+ у комори унутар космичког брода. Резонантна апсорпција се дешава само ако ови јони He^+ имају, у односу на звезду брзину која тачно компензује црвени помак. Брзина ($v = \beta c$) јона He^+ у космичком броду, у односу на звезду при резонантној апсорпцији, мери се у функцији растојања d од (најближе) површине звезде. Експериментални подаци су дати у приложеној табели. Одредити масу M и полупречник звезде R , користећи у потпуности ове податке одговарајућим графичким приказом. Није потребна процена грешке у одређивању ових величина.

Подаци о условима резонанце

параметар брзине	$\beta = v/c$ (10^{-5})	3.352	3.279	3.195	3.077	2.955
удаљеност од површине звезде	d (10^8m)	38.90	19.96	13.32	8.99	6.67

(c)

Када се у оваквом експерименту одређују R и M , уобичајено је да се разматра поправка, због узмака атома који емитују. [Термално кретање условљава ширење емисионе линије али не и померање максимума линије, па можемо претпоставити да сви термални ефекти могу бити узети у обзир].

(i) (4 поена)

Нека је E разлика енергија између два атомска нивоа, када атом мирује. Претпоставимо да атом који мирује емитује фотон и при томе претрпи узмак. Извести релативистички израз за енергију емитованог фотона hf у функцији E и почетне масе мировања m_0

(ii) (1 поен)

Нумерички оцените релативну промену учестаности $(\Delta f/f)_{\text{узмак}}$ за He^+ јоне. Резултат би требало да буде знатно мањи од гравитационог помака из дела (b).

Брзина светлости

$$c = 3.0 \cdot 10^8 \text{ m/s}$$

Енергија мировања He

$$m_0 c^2 = 4 \times 938 \text{ MeV}$$

Борова енергија

$$E_n = -\frac{13.6Z^2}{n^2} \text{ eV}$$

Гравитациона константа

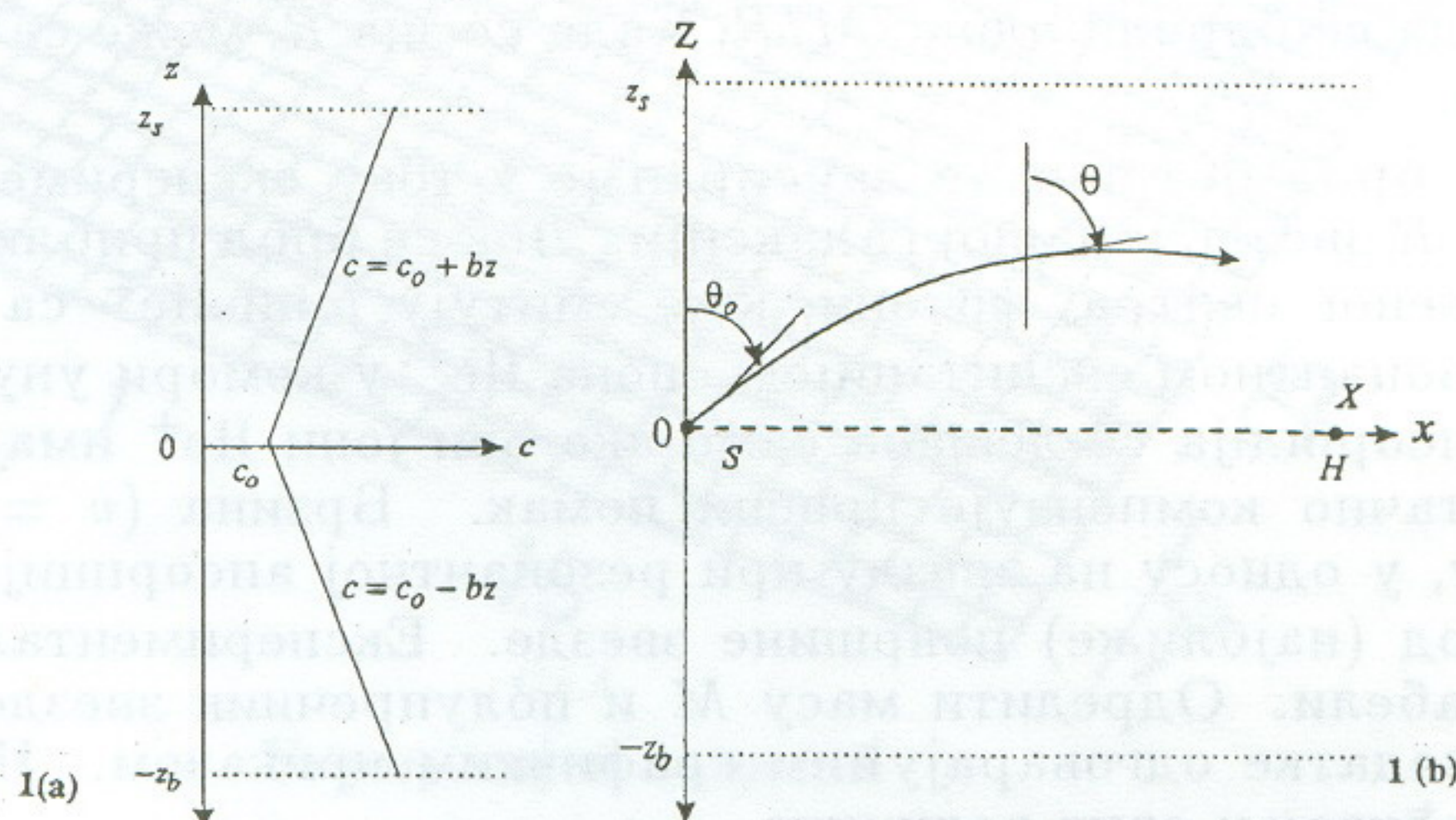
$$G = 6.7 \times 10^{-11} \text{ N m}^2 \text{ kg}^{-2}.$$

Задатак 2.

Простирање звука

Увод

Брзина простирања звука у океану мења се са дубином, температуром и сланошћом. Слика 1(а) приказује промену брзине звука са дубином z у случају када је минимална вредност брзине, c_0 , на средини између површине и дна океана. Изaberимо, због једноставности, да $z = 0$ одговара дубини на којој је брзина звука минимална, $z = z_s$ на површини и $z = -z_b$ на дну океана. Изнад $z = 0$, c је дато са $c = c_0 + bz$. Испод $z = 0$, c је дато са $c = c_0 - bz$. У сваком случају $b = \left| \frac{dc}{dz} \right|$, тј. b је интензитет градијента брзине звука са дубином: претпоставља се да је b константа. На слици 1(б) приказан је $z - x$ пресек океана, где је x хоризонталан правац. У свим тачкама $z - x$ пресека профил брзине звука $c(z)$ је као на слици 1(а). У тачки $z = 0, x = 0$ налази се извор звука S . Део зрачења из овог извора може се описати као звучни зрак који се простира из S под почетним углом θ_0 . Због промене брзине звука са z зрак се прелама и простира по закривљеној трајекторији.



(а) (6 поена)

Показати да је почетни део трајекторије зрака из извора S у равни $z - x$ лук круга полупречника R , где је $R = c_0 / b \sin \theta_0$ за $0 \leq \theta_0 < \pi/2$

(б) (3 поена)

Извести израз за најмању вредност угла θ_0 у функцији z_s, c_0 и b за зрак који је усмерен на горе и који се простира без преламања на површини океана.

(с) (4 поена)

Слика 1(б) приказује положај пријемника звука H који је постављен у тачки $z = 0, x = X$. Извести израз који даје низ вредности почетног угла θ_0 у функцији b, X и c_0 за зрак који се простира од S до H . Претпоставити да су z_s и z_b довољно велики да не дође до рефлексije од површине или дна.

(д) (2 поена)

Израчунати четири најниже вредности угла θ_0 за зраке који су из S стигли у H , када је:

$$X = 10,000 \text{ m}$$

$$c_0 = 1,500 \text{ m/s}$$

$$b = 0.02000 \text{ s}^{-1}$$

(е) (5 поена)

Извести израз за време потребно да звук пређе пут од S до H следећи трајекторију са најмањом вредношћу угла θ_0 како је одређено у делу (с). Израчунајте вредност овог времена преласка под условима израчунатим у делу (д). Следећа

формула ће бити од помоћи:

$$\int \frac{dx}{\sin x} = \ln \tan(x/2)$$

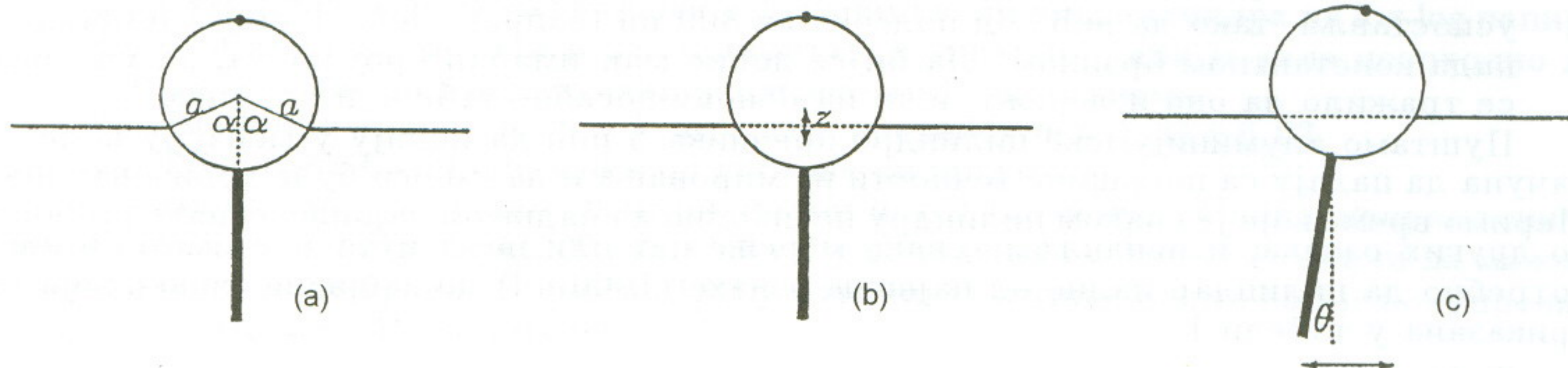
Израчунати време које је потребно да зрак директно пређе од S до H дуж $z = 0$. Који ће од два зрака стићи први, овај зрак, са $\theta_0 = \pi/2$, или зрак са најмањом вредношћу θ_0 као што је претходно израчунато за податке из (d).

Задатак 3.

Цилиндрични пловак

(a) (3 поена)

Пловак се састоји из два дела: чврстог хомогеног цилиндра, полупречника a , дужине l , који је направљен од лаког материјала хомогене густине d и хомогене чврсте шипке причвршћене директно споља на средини дна цилиндра. Маса шипке је једнака маси цилиндра, дужина је једнака пречнику цилиндра и густина је већа од густине морске воде (ρ) у којој плива пловак. Извести израз који повезује угао пливања α (види слику) са d/ρ у стању равнотеже. Занемарити запремину шипке.



(b) (4 поена)

Ако се пловак урони вертикално, за неко мало z , почеће да осцилује горе-доле, око равнотежног положаја. Одредити учестаност овог вертикалног мода осциловања у функцији α , g и a , где је g убрзање земљине теже. Претпоставити да се утицај кретања воде на динамику пловка своди на ефективно повећање масе пловка за једну трећину. Претпоставити да α није мало.

(c) (8 поена)

Под претпоставком да цилиндар осцилује око своје хоризонталне централне осе, одредити учестаност осциловања у функцији g и a . Занемарити кретање и вискозност воде у овом случају. Узети да је угао осциловања мали.

(d) (5 поена)

У пловку се налази осетљиви мерач убрзања који може да мери вертикално и хоризонтално осциловање и може ову информацију да пренесе радио везом на обалу. По релативно мирном времену забележено је да је период вертикалних осцилација око 1 sec, а период хоризонталних око 1.5 sec. На основу ових података показати да је угао пливања α приближно једнак 90° и одатле оценити полупречник пловка и његову укупну масу, ако је дужина цилиндра l једнака a . (Можете узети да је $\rho \sim 1000 \text{ kg m}^{-3}$ и $l \sim 9.8 \text{ m s}^{-2}$).

Задатке превели

Зоран Радовић

Мирајана Поповић - Божић

Решења експерименталних задатака

Експеримент 1

Извођење израза за коначну брзину

Када се цилиндар креће константном брзином, резултанта све три силе које делују на цилиндар: гравитационе, вискозне силе и силе потиска је једнака нули.

$$V\rho g - 6\pi\eta r T^m v_T - V\rho'g = 0$$

где је: $V = 2\pi r^3$ запремина цилиндра

ρ густина цилиндра, ρ' густина глицерина.

То даје: $v_T = CT^{3-m}(\rho - \rho')$ где је $C = g/3k\eta$

1. Утврђивање да је постигнута константна брзина падања металних цилиндара
- За мерења која ћемо касније вршити веома је важно да утврдимо да се цилиндри после пређеног одређеног почетног пута у мензури крећу константном брзином. Ово можемо утврдити једноставном, визуелном провером уз то да касније у експерименту пустимо да метални цилиндар пређе одређени пут пре него што почнемо да меримо временски интервал (да би били сигурни да се успоставила константна брзина падања). Ова константна брзина се, заправо, веома брзо успоставља, тако да већ од подеока са 800 ml (заправо још раније) цилиндар пада константном брзином. Да би се добио максималан број поена, од ученика се тражило да ово и докажу, и то на основу посебне табеле и графика.

Пуштамо алуминијумске цилиндрице пречника 5 mm да падају у мензурку водећи рачуна да падају са површине течности из мировања и да им оса буде хоризонтална. Меримо време које је сваком цилиндру неопходно да падне од највише ознаке (1000ml до других ознака, и понављамо свако мерење пет или шест пута и узимамо време потребно да цилиндар падне од највише ознаке (1000 ml) до завршне ознаке која је приказана у табели 1.

Табела 1.

завршна ознака	појединачна мерења (s)						средња вредност (s)
800 ml	4,09	4,13	4,07	3,94	4,06	4,00	4,07
400 ml	12,56	12,44	12,09	11,9	12,16		12,16
600 ml	8,12	8,28	8,13	7,97	8,06		8,12
200 ml	16,16	16,35	16,25	16,21	16,28		16,25

Приметимо да растојање мењамо квази-случајно да би елиминисали осетљивост на систематске грешке. Грешка при мерењу времена овде је одређена одступањем појединачних мерења од израчунате средње вредности и износи око 0,1 s (што је за ред величине мања од грешке мерног инструмента и износи 0,01 s).

- График 1 приказује растојање које прелази цилиндар у функцији времена падања.
- Коефицијент правца графика даје нам успостављену брзину: $v_T = 16,6 \pm 0,2 \text{ mm/s}$

2. Зависност времена падања од пречника цилиндра

Примећујемо да су нам дата четири цилиндра од алуминијума (значи истих густина) када имају различите пречнике (10 mm, 8 mm, 5 mm, 4 mm). Вратимо се на почетну формулу за брзину:

$$v_T = Cr^{3-m}(\rho - \rho')$$

Ако је ρ константно (користимо само Al куглице), можемо пратити зависност брзине цилиндра од полупречника. Уместо брзине на графику можемо цртати $1/t$, зато што сви цилиндри прелазе исто растојање. За сваки алуминијумски цилиндар меримо време непосредно, да падне од 300 ml до 100 ml (око 7 cm). Да би смо могли да

цртамо график горњу релацију морамо да линеаризујемо. Логаритмујемо леву и десну страну формуле

$$\log v_T = \log C(\rho - \rho') + (3 - m)\log r$$

Коефицијент правца са графика ће нам дати вредност $3 - m$. Табела 2. приказује зависност времена падања од величине цилиндра. Свако мерење више пута понављамо (6 пута, јер толико имамо Al цилиндра истих полупречника).

Табела 2.

величина (mm)	појединачна мерења (s)	средња вредност (s)
10	1,44 1,56 1,44 1,37 1,44 1,41	1,44
4	6,22 6,06 6,16 6,13 6,13 6,22	6,15
8	1,3 1,82 1,78 1,84 1,82 1,81	1,82
5	4,06 4,34 4,09 4,12 4,25 4,13	4,13

- График 2 показује време падања у функцији величине цилиндра на log-log папиру. График се може цртати и на милиметарском папиру, али је тада неопходно добијене вредности прерачунати у одговарајуће логаритме.

- Коефицијент правца је $m - 3$, што даје вредност $m = 1,34 \pm 0,03$

3. Зависност брзине падања од густине цилиндара

Примећујемо да су нам дати цилиндри истог пречника (4 mm), направљени од различитог материјала (Al, Ti, Fe, Cu) тј. различитих густина. То значи да можемо цртати зависност брзине (односно $1/t$) у функцији густине, пошто нам је полупречник константан 2 mm. Из формуле

$$v_T = CT^{3-m}(\rho - \rho')$$

видимо да ће нам одсечак на x оси дати управо вредност густине глицерина $-\rho'$.

Поново меримо време које је неопходно цилиндру да пређе од ознаке за 300 ml до ознаке за 100 ml (7 cm).

У табели се види време падања у зависности од материјала (односно густине) цилиндара.

Табела 3.

материјал	појединачна мерења (S)	средња вредност
Ti	3,00 2,91 2,97 2,91 2,84 2,75	2,91
Cu	1,25 1,25 1,28 1,25 1,22 1,22	1,25
Fe	1,31 1,32 1,38 1,44 1,31 1,34	1,33
Al	6,03 6,09 6,09 6,16 6,06 6,06	6,08

- График 3 показује $1/\text{време падања}$ у функцији густине на линеарном милиметарском папиру.
- Пресек графика са x осом даје густину глицерина: $\rho' = 10 \pm 0,2) \times 10^3 \text{ kg/m}^3$.

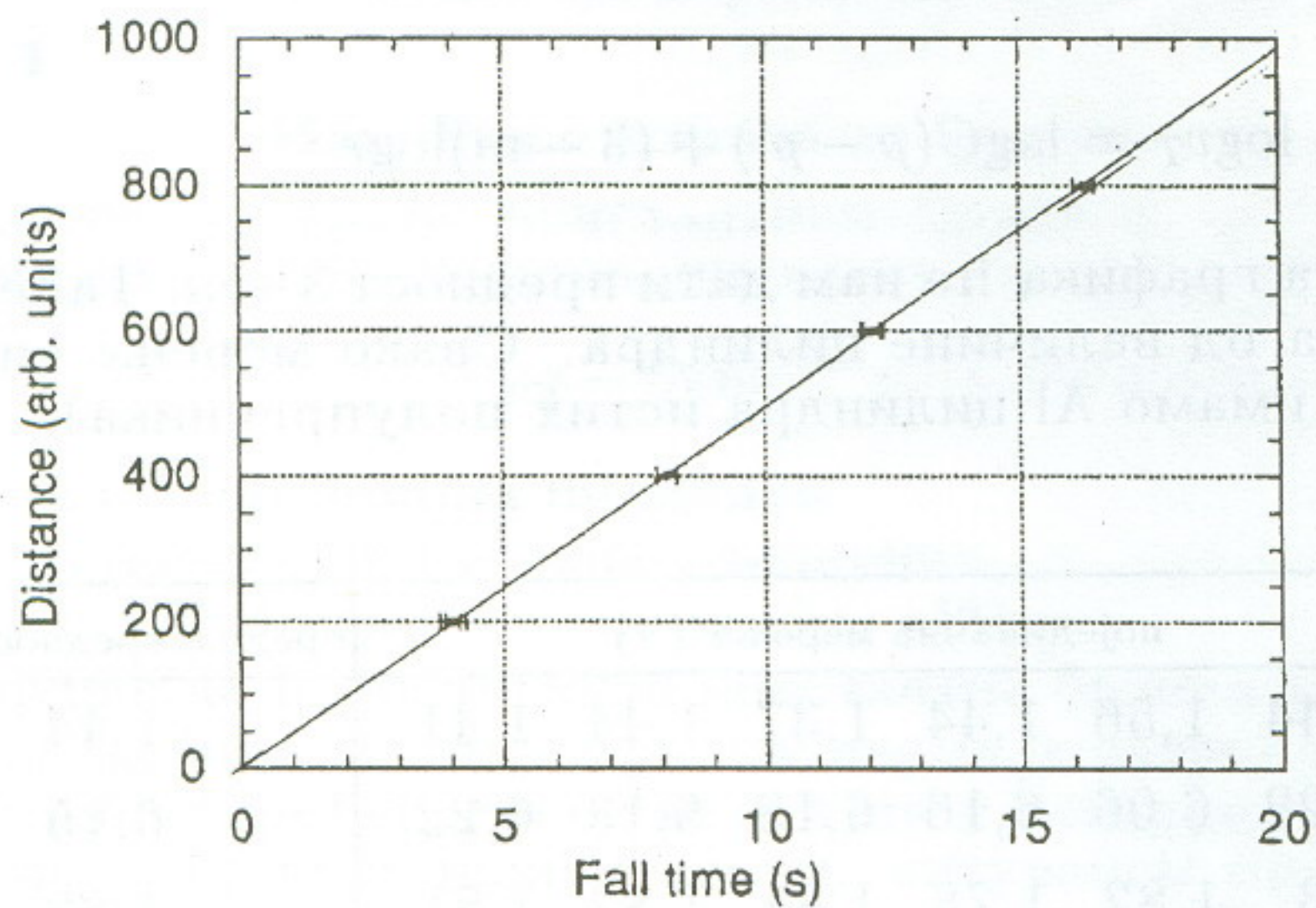


График 1.

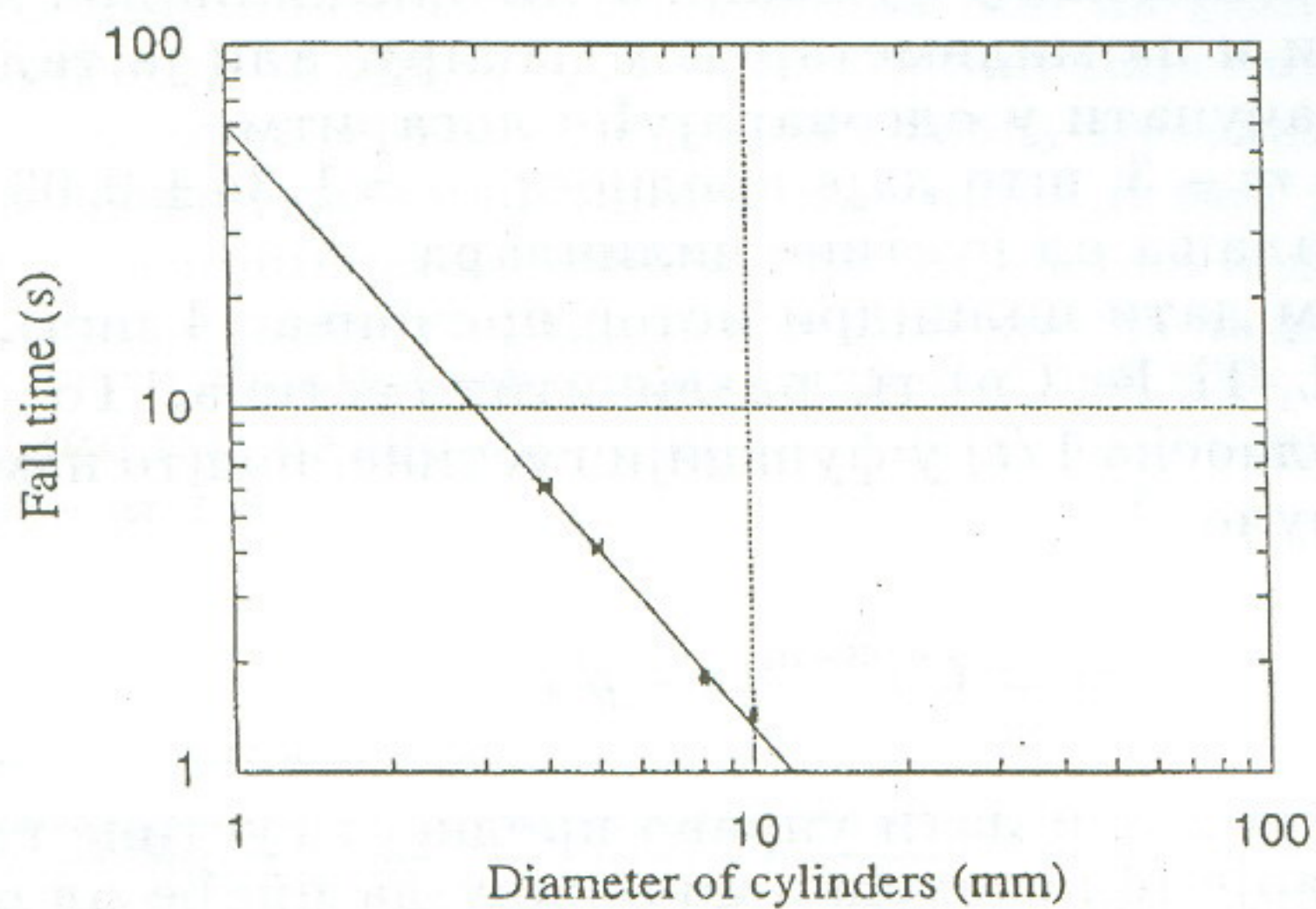


График 2.

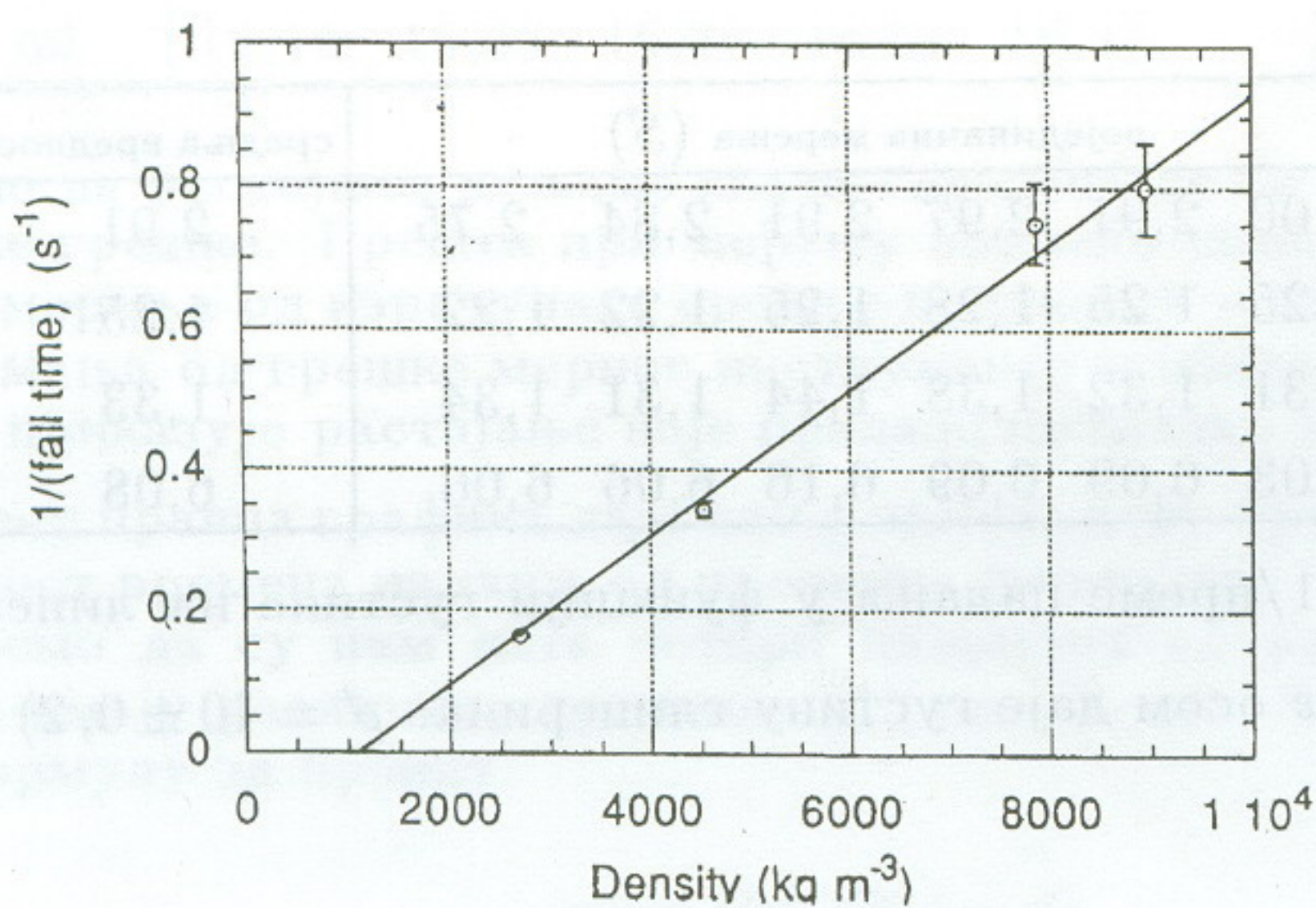


График 3.

Шема бодовања:

Одређивање m

Одговарајући опсег мерних података, уз узимање у обзир одговарајућег одступања за 0,1s [2]

Провера да ли су цилиндри постигли сталну брзину:

Визуелна провера [1]

Провера на основу графика и табеле [1]

Нацртан одговарајући log-log график [2]

Добијање одговарајуће праве линије на log-log графику [1]

Израчунавање $3 - m$ са графика [1]

Одређивање грешке за m [1]

Одговарајућа вредност $m \sim 1,33$ [1]

укупно [10]

Одређивање густине глицерина

Одговарајући опсег мерних података [1]

Провера да су цилиндри достигли сталну брзину [1]

График (1/време падања) у функцији густине [2]

Добијање праве линије на графику [1]

Израчунавање густине ρ' са графика [1]

Одређивање грешке за ρ' [1]

Одговарајућа вредност за $\rho' \sim 1260 \text{ kg/m}^3$

укупно [10]

цео задатак [20]

Решење задатка превео, допунио и коментарисао

Ђорђевић Марко

Трећа београдска гимназија

ОБАВЕШТЕЊЕ

за наставнике чији се ученици такмиче у решавању задатака

Задаци за такмичење ученика обухватиће градиво закључно са наведеним темама:

СРЕДЊА ШКОЛА

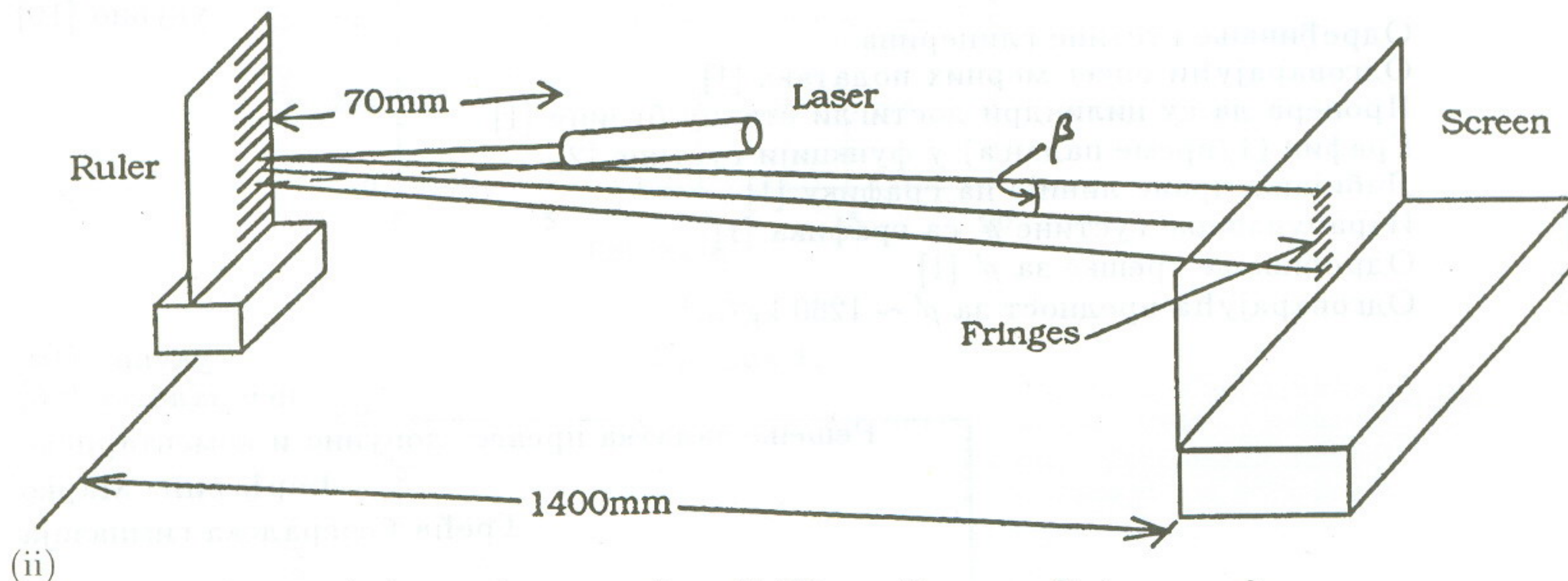
датум	2.3.1996.	30.3.1996.	11.5.1996.	25.5.1996.
разред	општинско	градско	републичко (регионално)	савезно
I	динамика ротације	трење	кретање у пољу Земљине теже	закони одржања енергије
II	Бернулијева једначина	фазни прелази	електростатика	електрична струја у течности
III	наизменична струја	Доплеров ефекат у акустици	дифракција	Доплеров еф. у оптици (до геом.оптике)
IV	Боров модел атома водоника	молекулски спектри	целокупно градиво	целокупно градиво

Експеримент 2.

Први део:

(i)

Типична шема експеримента је приказана на слици. (a) Саветује се максимално растојање екрана од лењира, да би величина дифракционе слике била што већа. (b) Примећујемо да су подеоци на лењиру у хоризонталном положају, па се дифракција овбија у вертикали.



(ii)

Угао дифракције је приближно: $\beta = y/1400\text{mm}$. β се одређује коришћењем угломера (што није препоручљиво) или мерењем вредности од y у зависности од датог реда дифракције. Ако се мери растојање између 20 редова (пруга), тада је $N = \pm 10$ ($N = 0$ је централни максимум). Вредности y за $N = 10$ треба унети у таблицу. Ако ученици одаберу неку другу вредност за N , она је прихватљива.

Табела

N	± 10	± 10	± 10	± 10	± 10	± 10	± 10	± 10	± 10	± 10
2y mm	39	38,5	39,5	41	37,5	38	39	38	37	37,5
y mm	19,5	19,25	19,75	20,5	18,75	19	19,5	19	18,5	18,75

Средња вредност од $y = 19,25 \pm 1,25 \text{ mm}$. За 10. ред дифракције са само лењира се чита: $h = 0,5 \text{ mm} \pm 0.02 \text{ mm}$. Тако у релацији

$$N\lambda = \pm h \sin \beta$$

је $N = 10$; $h = 0,5 \text{ mm}$; $\sin \beta \approx \beta \approx y/1400 = 0,01375$. Како је угао β мали, то је $\delta\lambda/\lambda \approx \delta h/h + \delta y/y \approx 10\%$, $10\lambda = 0,006875 \text{ mm}$; $\lambda = 0,0006875 \text{ mm}$. тј. измерено $\lambda = 690 \pm 70 \text{ nm}$. Тачна вредност је 680 nm . Одступање од прихваћене вредности је $1,5\%$.

(8 поена укупно)

Други део:

(i)

Користећи трансмисиони диск, чија је трансмисија $T = 50\%$, ученици треба да уоче да је трансмисија кроз посуду већа од те вредности. Користећи линеарну апроксимацију могуће је добро проценити да је трансмисија 75% . Узимајући у обзир напомену да људско око има логаритамску осетљивост, трансмисија кроз посуду треба да се процени на око 85% . Било која процењена вредност за трансмисију између 75% и 85% је прихватљива.

(ii)

Рачун за трансмисију кроз посуду, уз коришћење релације

$$T = 1 - R = 1 - \left\{ \frac{n_1 - n_2}{n_1 + n_2} \right\}^2$$

за сваку од 4 стране посуде, коришћење податка да је $n = 1,59$ за плексиглас, даје резултат: $T_{ukupno} = 80,80\%$

(2 поена укупно)

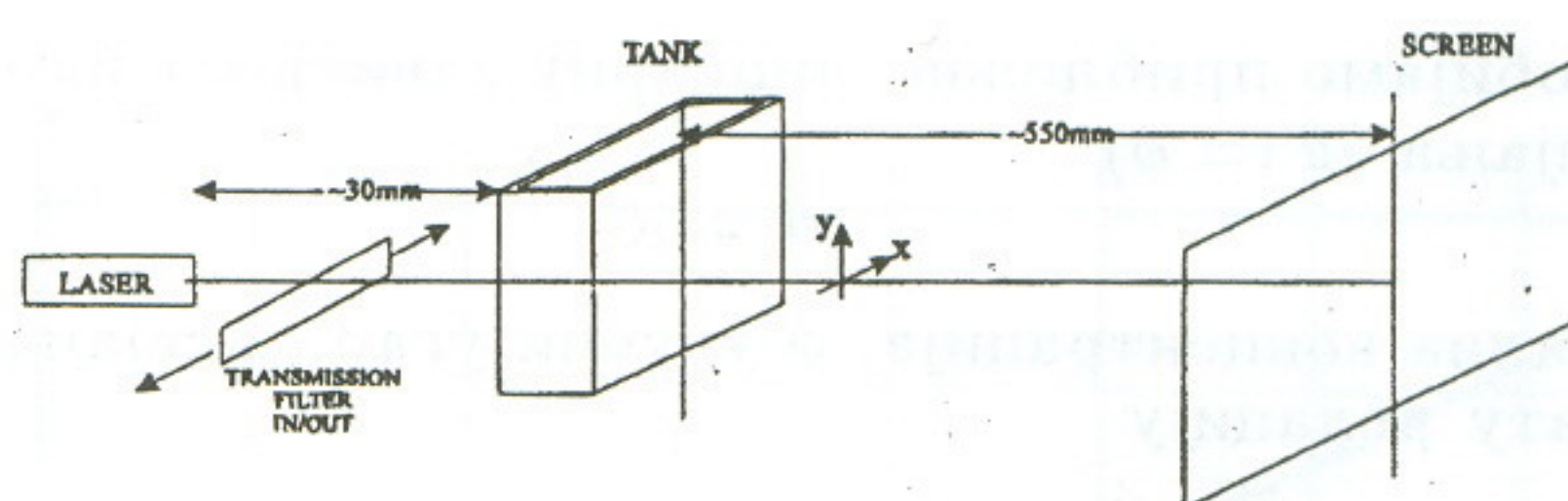
Трећи део:

Друга и трећа страна са водом у посуду постају границе средина плексигласа и воде, уместо плексигласа и ваздуха, као у другом делу. Резултат је:

$$T_{ukupno} = 88,5\%$$

(1 поен укупно)

Четврти део:



Могућа шема експримента за четврти део
(а и за други и трећи део)

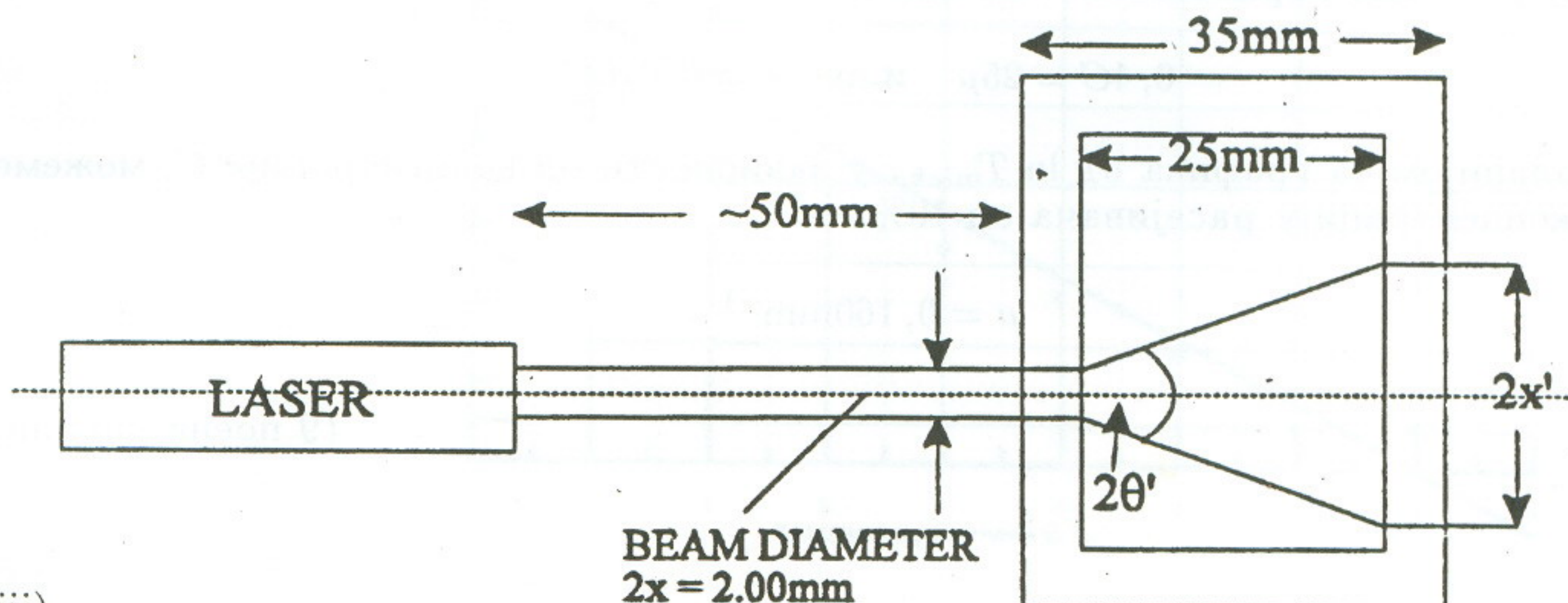
Видели смо у трећем делу да је, само са чистом водом у посуду трансмисија T :

$$T_{vode} \approx 88\%$$

Намеравамо да одредимо угао скретања (ресејања) и трансмисију у функцији од концентрације млека. Када гледамо посуду одозго, видимо следећу слику:

Дијаметар снопа при уласку у посуду је $2,00 \text{ mm}$. Следи пример рачуна који се очекује. Са $0,5 \text{ ml}$ млека доданог у 50 ml воде налазимо: концентрација расејивача $= (0,5/50) = 1\% = 0,01$. $2x' = 2,2 \text{ mm}$: $|2\theta' = 2x'/30 = 0,073$

$$T_{mleka} = 0,7/0,88 = 0,79$$



(iii)

Треба приметити да је

$$T_{mleka} = T_{ukupno} / T_{vode} \quad (1)$$

и $T_{vode} = 0,88$. Ако ученици не уоче релацију (1), одузети 1 поен. Тако се добија доња табела резултата. $2\theta'$ се може измерити као што је показано горе, или мерећи угломером. Важно је приметити да у присуству расејивача, један, још увек директан сноп, пролази кроз посуду. Он је много интензивнији од расејања светлости и потребна је одређена вештина да би се мерио угао $2\theta'$ користећи било који метод.

Табела

запремина млека ml	0	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0
% концентрација	0	1	2	3	4	5	6	7	8
$2\theta'$	2,00	2,2	6,2	9,4	12		←	uglomer	→
$2\theta'$ (степени)	~ 0	4	12	18	23	28	36	41	48
T_{mleka}	1,0	0,79	0,45	0,22	0,15	0,12	0,08	0,06	0,05

(iV)

Са графика добијамо приближно линеарну зависност између концентрације млека и угла расејања $2\theta' (= \phi)$:

$$\phi = 6C$$

где је C процентуална концентрација, ϕ укупни угао расејања.

(V) Користећи дату релацију

$$i = i_0 e^{-\mu z} = i_0 T_{mleka}$$

где је z растојање које прелази ласерски сноп у посуди кроз млеко/воду. Имамо:

$$T_{mleka} = e^{-\mu z}$$

тако:

$$\ln T_{mleka} = -\mu z, \quad \text{и} \quad \mu = \text{const.} \cdot C$$

Може се приметити приближно линеарна релација између $\ln T_{mleka}$ и C

$$\ln T_{mleka} \approx -0,4C = -\mu z$$

Тако можемо писати:

$$T_{mleka} = e^{-0,4C} = e^{-\mu z}$$

За посуду коју смо користили $z = 25 \text{ mm}$ и тако

$$0,4C = 25\mu \quad \text{или} \quad \mu = 0,016C$$

Екстраполацијом са графика од $\ln T_{mleka}$ у зависности од концентрације C , можемо наћи за концентрацију расејивача од 10%.

$$\mu = 0,160 \text{ mm}^{-1}$$

(9 поена укупно)

$$V = S \cdot l$$

$$I = \frac{2}{t} \quad S.V$$

$$I = 248V$$

$$N = \frac{2}{248}$$

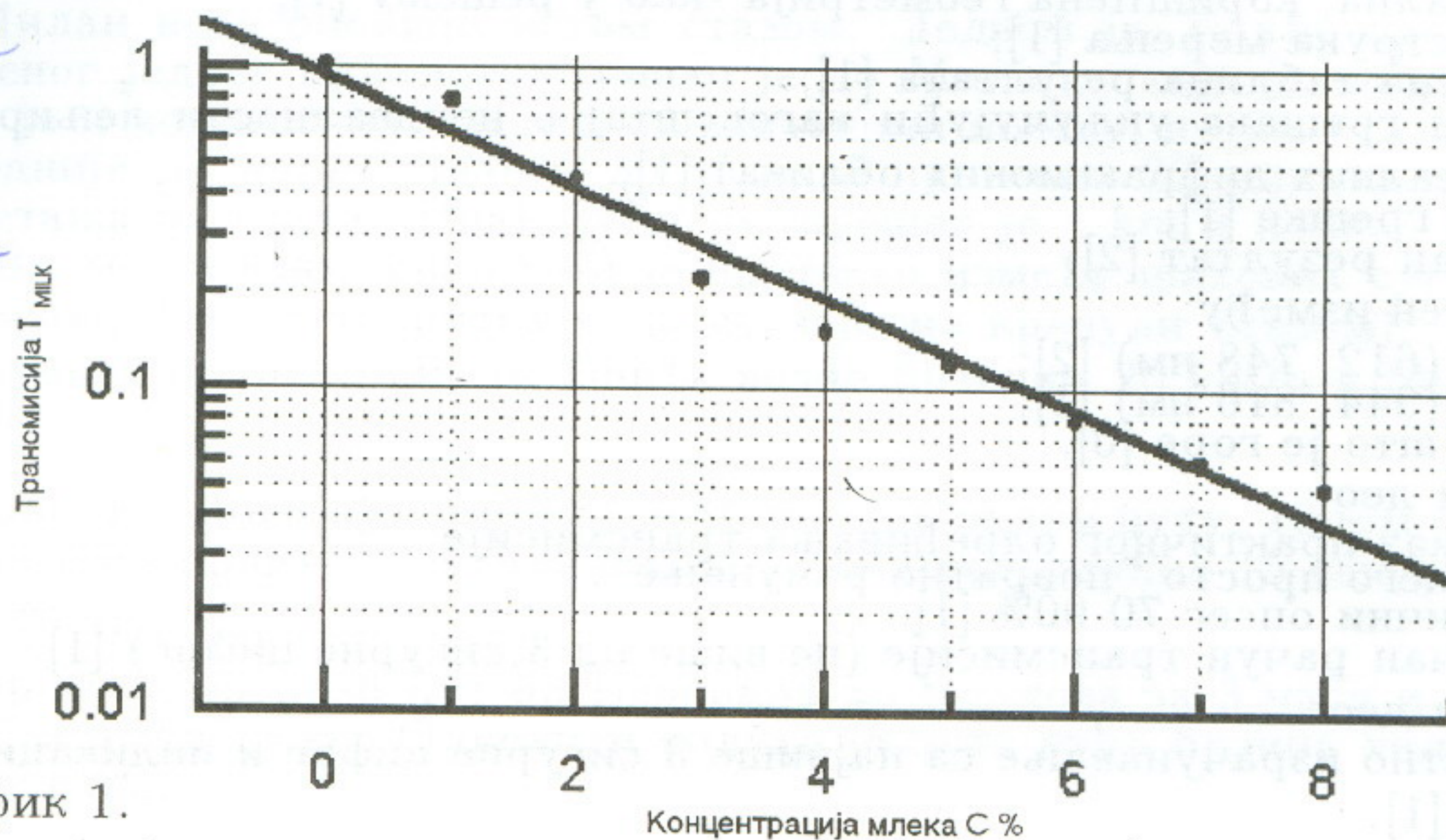


График 1.

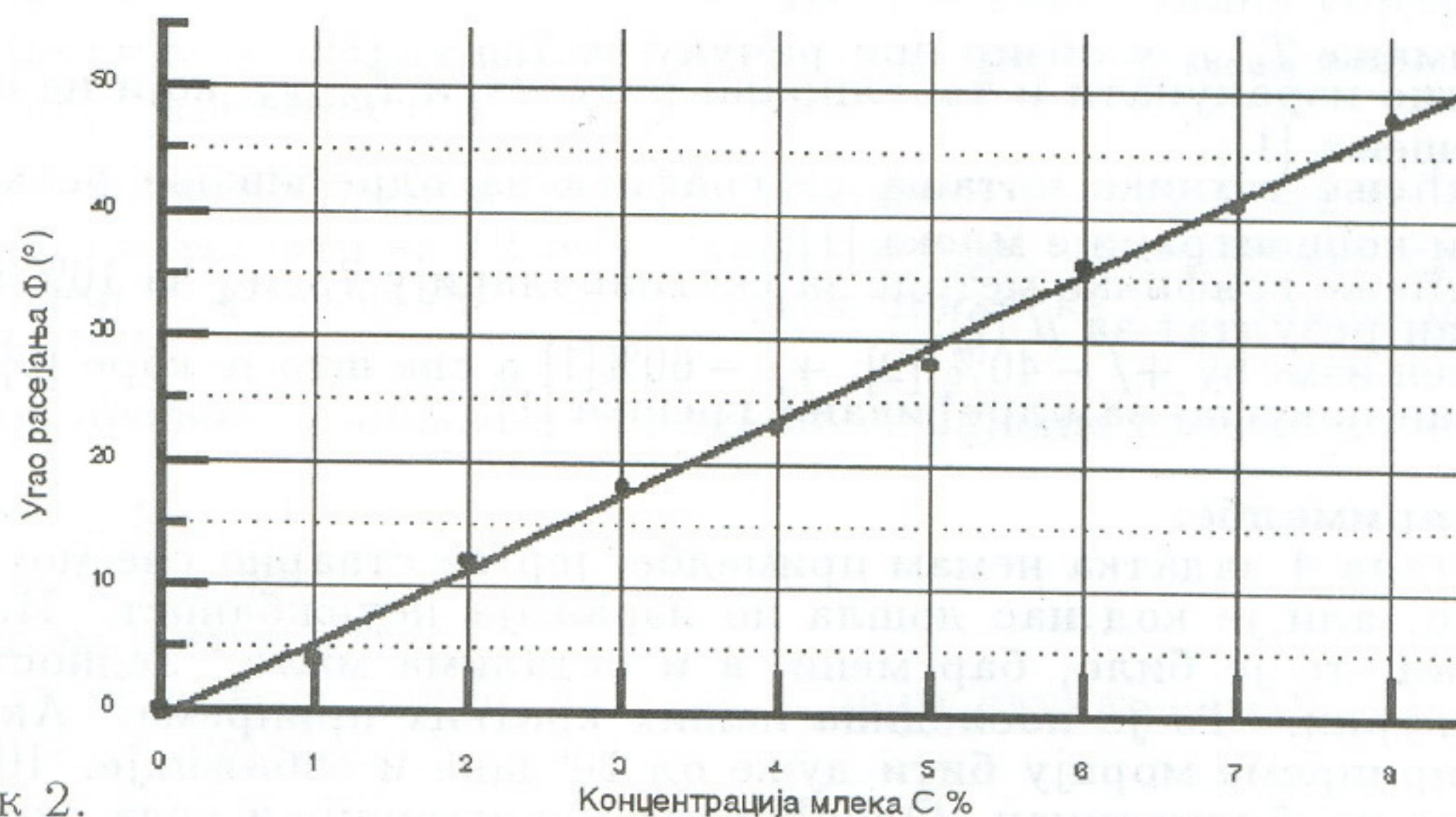


График 2.

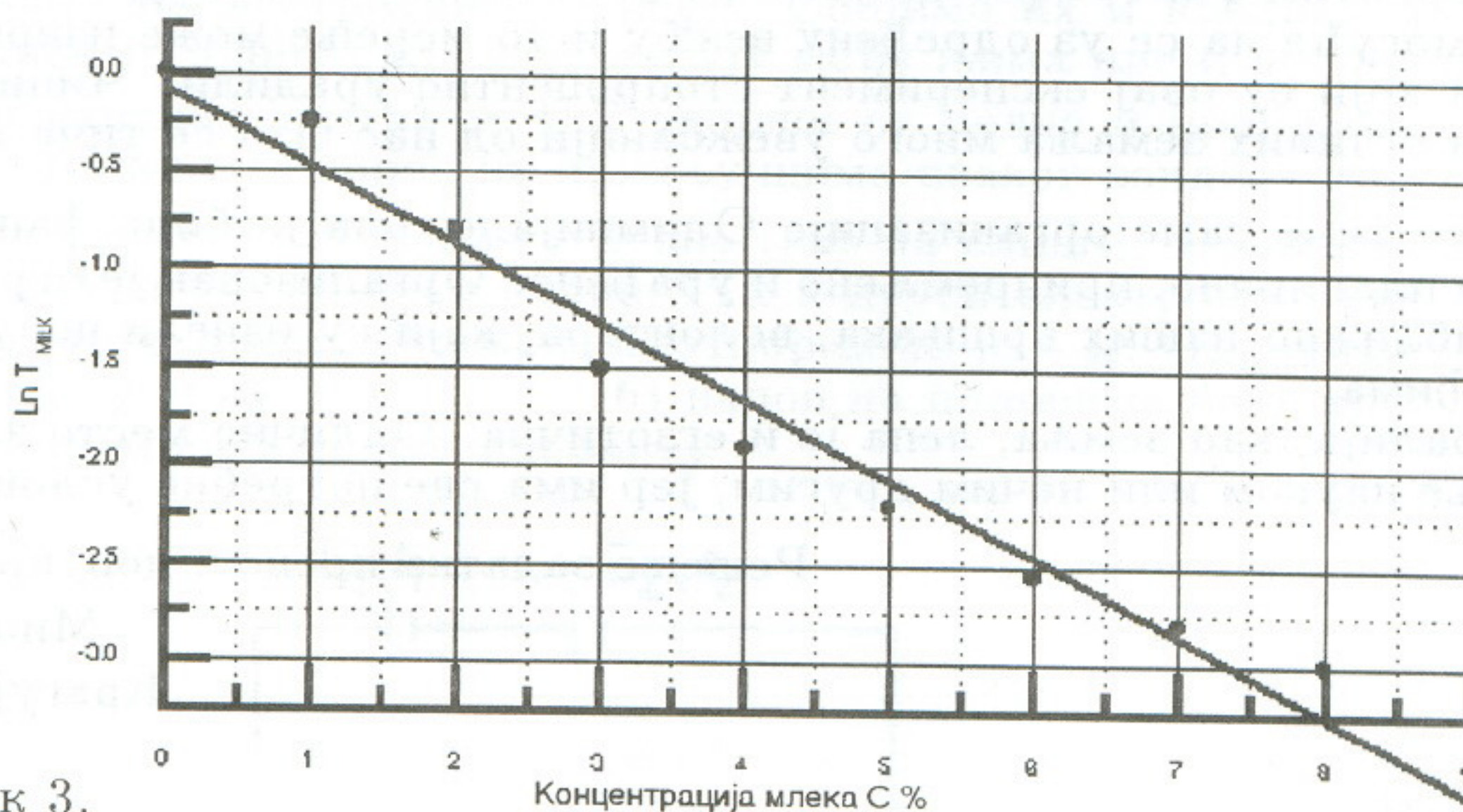


График 3.

Детаљно оцењивање:

Први део:

Чиста шема коришћеног експеримента, са одговарајућим забелешкама [1];
оптимална, коришћена геометрија -као у решењу [1];
многострука мерења [1];
коректна таблица резултата [1];
извори грешака укључујући наговештај о неидеалности лењира (наговештена због неидеалних дифракционих облика) [1];
рачун грешке [1];
коначан резултат [2];
смештен између:
 $\pm 10\%$ (612, 748 нм) [2];
 $\pm 20\%$ (944, 816 нм) [1];
 $\pm$ све што је горе [0].

Други део:

За доказ практичног одређивања трансмисије, више него просто „повратно рачунање“;
практични опсег 70-90% [1].

За тачан рачун трансмисије (не више од 3 сигурне цифре) [1].

Трећи део:

Коректно израчунавање са највише 3 сигурне цифре и индикација да је мерење извршено [1].

Четврти део:

Илустрациони дијаграм коришћене геометрије [1].

За препознавање разлике између расејаног светла и снопа који директно пролази [1];

за узимање T_{vode} у обзир при рачуну за T_{mleka} [1];
коректно израчунати и табелирани резултати T_{mleka} , који не одступају више од 40% од решења [1];

коришћење технике читања са графика за одређивање реакције између угла расејања и концентрације млека [1];

коришћење графичке методе за екстраполацију T_{mleka} за 10% концентрације [1];

коначан резултат за μ [2];

смештен између $\pm 40\%$ [2], $\pm 60\%$ [1] а све што је горе [0];

разуман покушај за одређивање грешке [1].

укупно 20 поена

Моје примедбе:

На остала 4 задатка немам примедбе, јер се стварно све могло урадити тачно и прецизно, али је код нас дошла до изражаја неувжбаност. Иако смо имали 10 сати за рад, то је било, бар мени, а и осталима мало. Једноставно нисмо били брзи и сигурни. То је последица наших кратких припрема. Ако се очекује неки резултат припреме морају бити дуже од 10 дана и озбиљније. Што се тиче 5. задатка, он је проблематичан. Одређивање трансмисије и угла скретања је изузетно тешко. Грешка при одређивању угла скретања је најмање $\pm 5^\circ$, док је одређивање трансмисије филтерима још неодређеније. Ја лично ни после овог решења не бих умео да користим филтре (не знајући резултат и не намештајући прорачуне). Ипак, можда је могуће да се уз одређену вежбу и то мерење може извршити, јер је било такмичара који су овај експеримент стопроцентно урадили. Чини ми се да су такмичари из осталих земаља много увежбанији од нас што се тиче експерименталног рада.

Што се тиче саме организације Олимпијаде, она је била фантастична. Све је брижљиво планирано, припремљено и урађено. Организован је огроман број младих људи, приближно наших вршњака, волонтера, који су изнели целу организацију на својим леђима.

Аустралија, као земља, лепа је и егзотична. Одлично место за било какав рад, за бављење науком или нечим другим, јер има све потребне услове.

Решење задатка превео, допунио и коментарисао

Миодраг Сремчевић

Крагујевачка гимназија

ОДАБРАНИ ЗАДАЦИ ЗА УЧЕНИКЕ ОСНОВНЕ ШКОЛЕ

1. VI разред

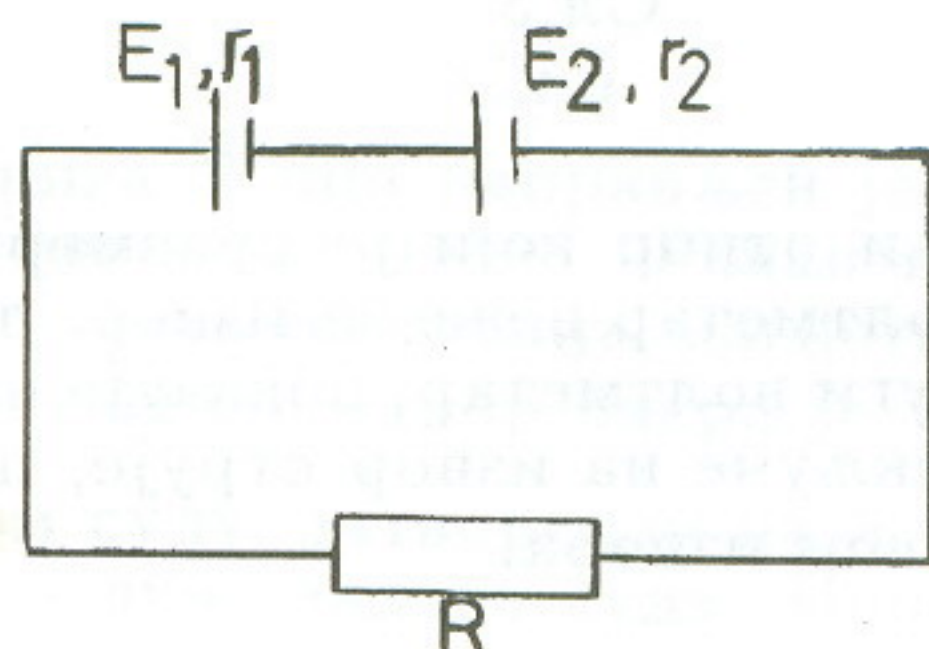
1. Ђорђе и Милан возе бицикле истом стазом. Једном је Ђорђе кренуо сам и после пређеног једног километра дошао је до Милана, који је поправљао бицикл. Стао је и помогао му. Затим су наставили вожњу, истом стазом. Ђорђе је стигао раније до краја стазе и до тада је протекло 22 минута од почетка његовог кретања на стази. Враћајући се, прешао је 1 km и поново се сreo са Миланом. Временски интервал који је протекао између њихових сусрета је 12 минута (рачунајући од тренутка када су заједно кренули стазом). Колико је трајала поправка бицикла ако је Ђорђе возио брзином 20 km/h а Милан брзином 10 km/h?
2. Средња брзина кретања аутомобила је 10 m/s, на целом путу. Којом се брзином кретао аутомобил првих 5 секунди ако је у току преосталих 15 секунди прешао пут од 120 метара?
3. Хидроглисером се прелази пут од Београда до Кладова за 3 часа и 30 минута а назад за 7 минута дуже. Одредити колико је пута већа брзина хидроглисера од брзине Дунава.

2. VII разред

1. Почетна брзина неког тела је $v_0 = 20 \text{ m/s}$. Ако тело има стално убрзање $a = 0,5 \text{ m/s}^2$, колика ће бити његова тренутна брзина на крају пута дужине 225 м? За које ће време тело прећи овај пут?
2. Тело се креће сталном брзином 50 m/s. У једном тренутку му се брзина почне равномерно смањивати за 12 m/s, сваке секунде. Израчунати средњу брзину тела за време од 3 секунде, од тренутка преласка са равномерног на неравномерно кретање.
3. Тело масе 2 kg обешено о динамометар креће се заједно са њим по вертикалној правој:
 - а) наниже убрзањем 5 m/s^2
 - б) навише убрзањем 7 m/s^2
 - в) наниже убрзањем $9,81 \text{ m/s}^2$Колика је сила теже која делује на тело у овим случајевима? Шта показује динамометар у овим случајевима?

3. VIII разред

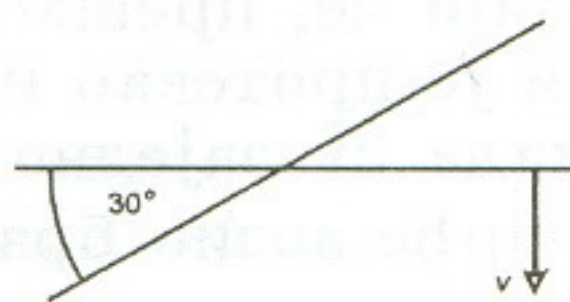
1. Две једнаке куглице налазе се у ваздуху на међусобној удаљености која износи r . Куглице имају наелектрисања q_1 и q_2 . Спојимо их и вратимо у првобитни положај. Колики је однос сила које делују међу њима пре и после спајања?
2. Кондензатори капацитета $1\mu\text{F}$ и $4\mu\text{F}$ спојени су редно и прикључени на извор напона 450 V. Колики је напон на прикључцима сваког кондензатора?
3. Два галванска елемента спојена су редно (као на слици). Први има електромоторну силу 1,5 V и унутрашњи отпор 3Ω , а други електромоторну силу 1,8 V и унутрашњи отпор $3,5 \Omega$. Спољашњи отпор кола је 4Ω . Одредити:
 - а) јачину струје у колу
 - б) напон на половима батерије
 - в) напон на сваком галванском елементу



ОДАБРАНИ ЗАДАЦИ ЗА УЧЕНИКЕ СРЕДЊЕ ШКОЛЕ

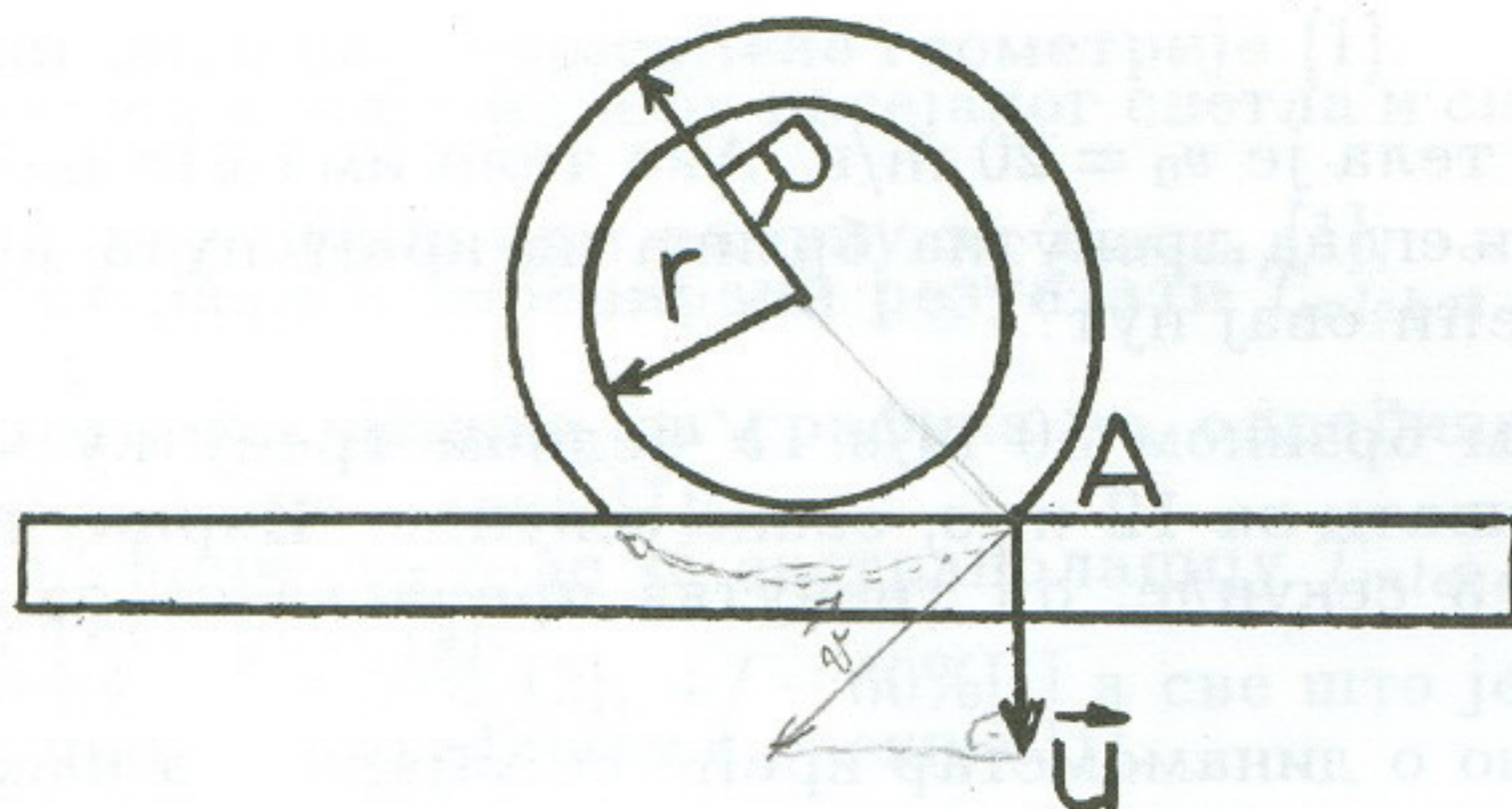
I разред

1. Два танка штапа постављена су један преко другог тако да је угао између њих 30° . Један штап је непокретан, а други се креће брзином v као што је приказано на цртежу. Коликом брзином се креће пресечна тачка штапова у односу на непокретан штап?



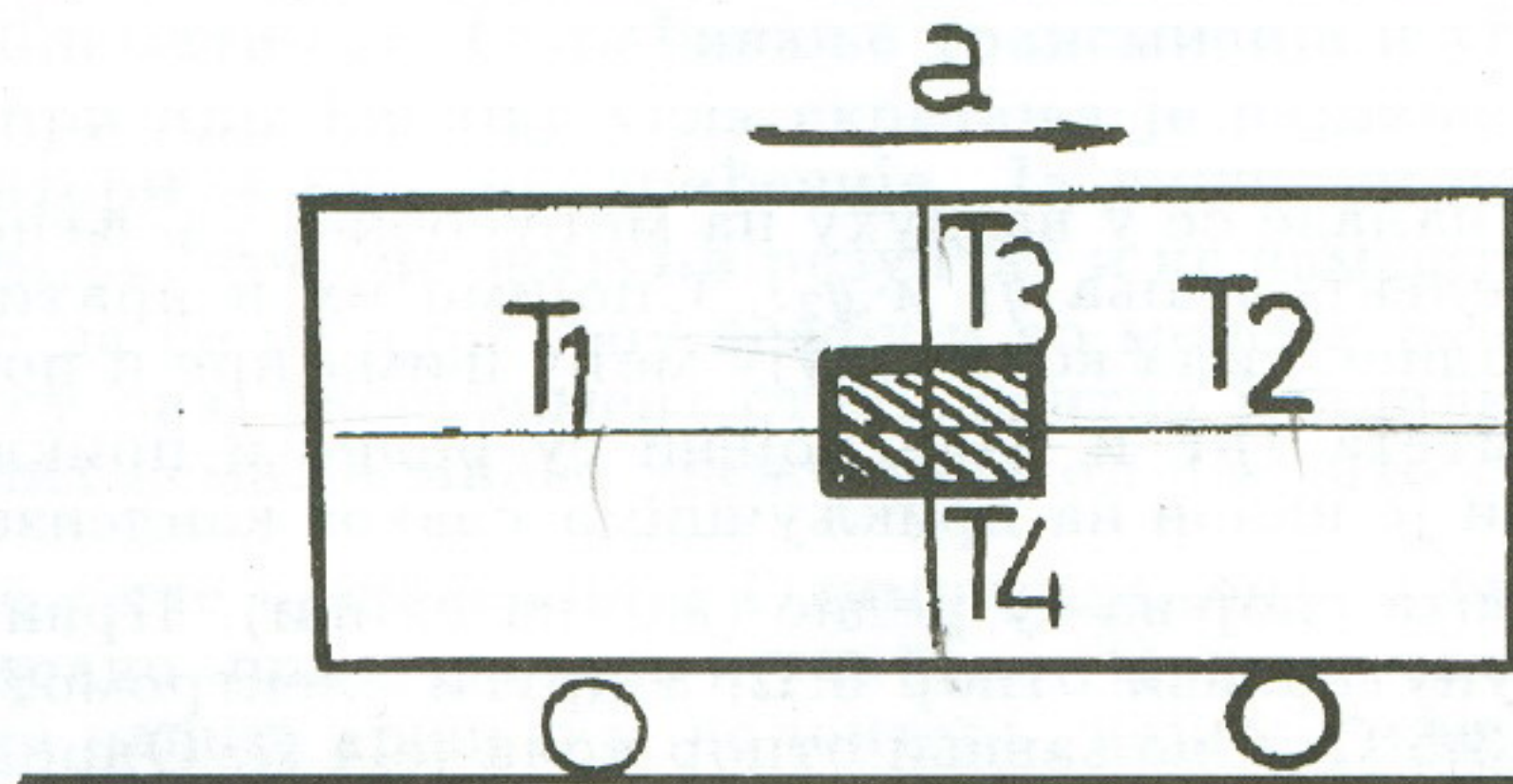
Сл.1.

2. Тело слободно пада са висине $h = 270$ m. Поделити ту висину на три дела, тако да је време кретања на сваком делу исто.
3. Тачка А у којој точак воза додирује шину, има тренутну брзину $u = 5$ m/s усмерену као на слици 2. Коликом брзином и у ком смеру се креће точак, ако је $R/r = \sqrt{2}$? Точак се котрља без клизања.



Сл.2.

4. Тело је помоћу четири нити везано за колица као на слици 3. Силе затезања нити су T_1 , T_2 , T_3 и T_4 . Коликим убрзањем се крећу колица по подлози?

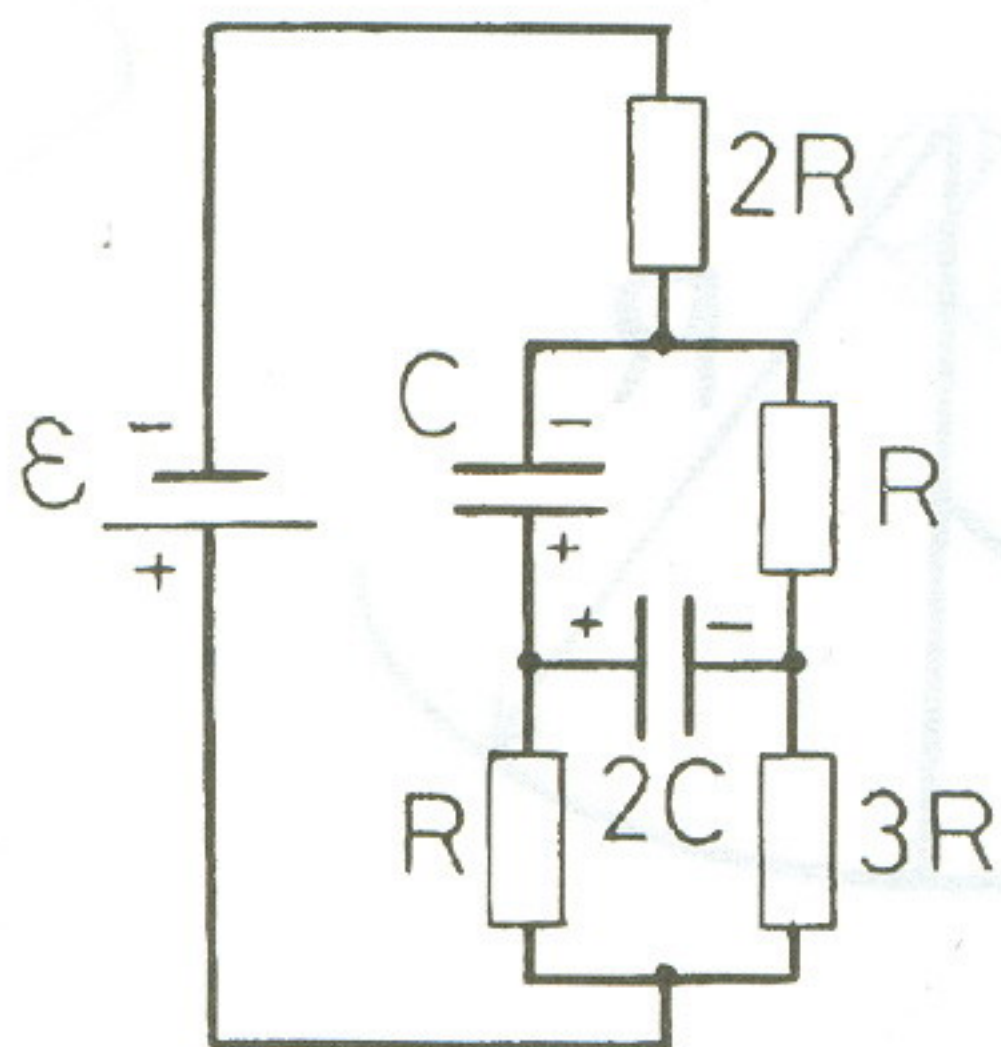


Сл.3

II разред

1. Извор струје има унутрашњи отпор који је сразмеран унутрашњим отпорима волтметара. Када се први волтметар веже за извор, показује напон $U_1 = 10$ V, а када се уместо њега веже други волтметар, показује напон $U_2 = 15$ V. Ако се оба волтметра вежу редно и прикључе на извор струје, први показује напон $U'_1 = 4$ V, а други $U''_2 = 12$ V. Наћи емс извора.

- Кугла полупречника $R = 10\text{cm}$ наелектрисана је количином електрицитета $q_1 = 10\mu\text{C}$. Ту куглу додирнемо истом толиком ненаелектрисаном куглом и раздвојимо их на растојање $r = 10\text{m}$. Наћи губитак енергије који је настао при додиру (наелектрисавању).
- У електричном колу (на сл.4) позната је електромоторна сила E и капацитет C . Наћи напоне на кондензаторима у стационарном режиму и количине наелектрисања.

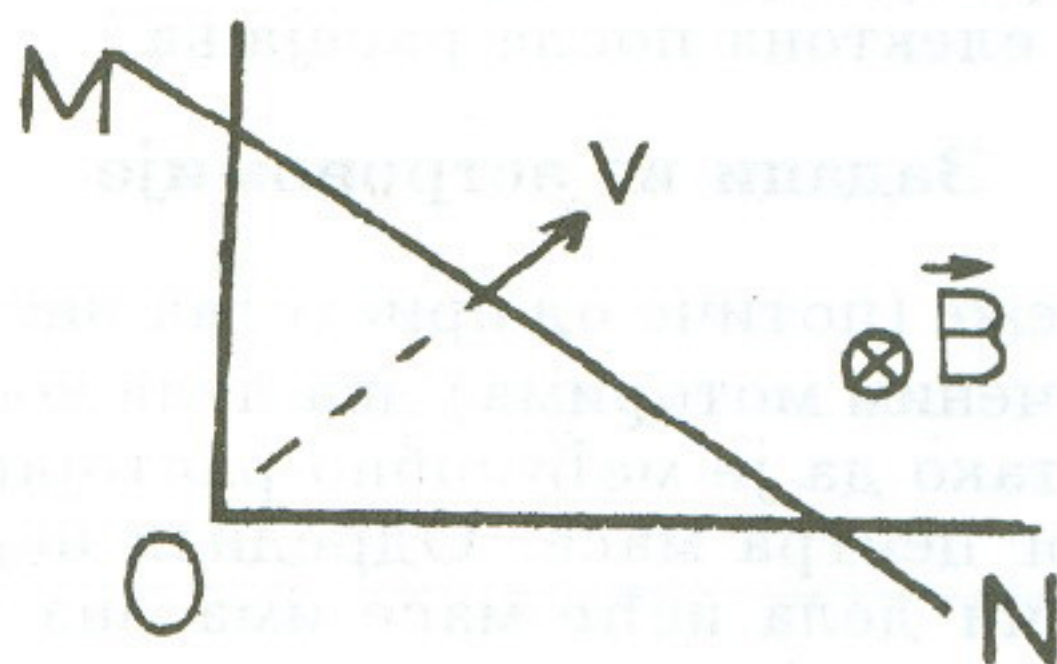


Сл.4.

- Имеђу две хоризонталне плоче у вакууму, чије је растојање $d = 4,8\text{mm}$, лебди негативно наелектрисана капљица масе $m = 10^{-14}\text{kg}$. Наћи наелектрисање капљице, ако је напон $U = 1\text{kV}$. После озрачивања, она је почела да се креће на доле убрзано, јер је наелектрисање сада $q_1 = 1,92 \cdot 10^{-16}\text{C}$. Наћи јој убрзање.

III разред

- Непокретни проводник савијен под правим углом и прав проводник MN чине затворену контуру у облику једнакокраког троугла. Контура се налази у хомогеном магнетном пољу индукције B . Линије силе су нормалне на раван контуре. Проводник MN креће се сталном брзином v као на слици 5. Ако је он у почетном тренутку пролазио кроз тачку O наћи електромоторну силу у контури у тренутку t' .

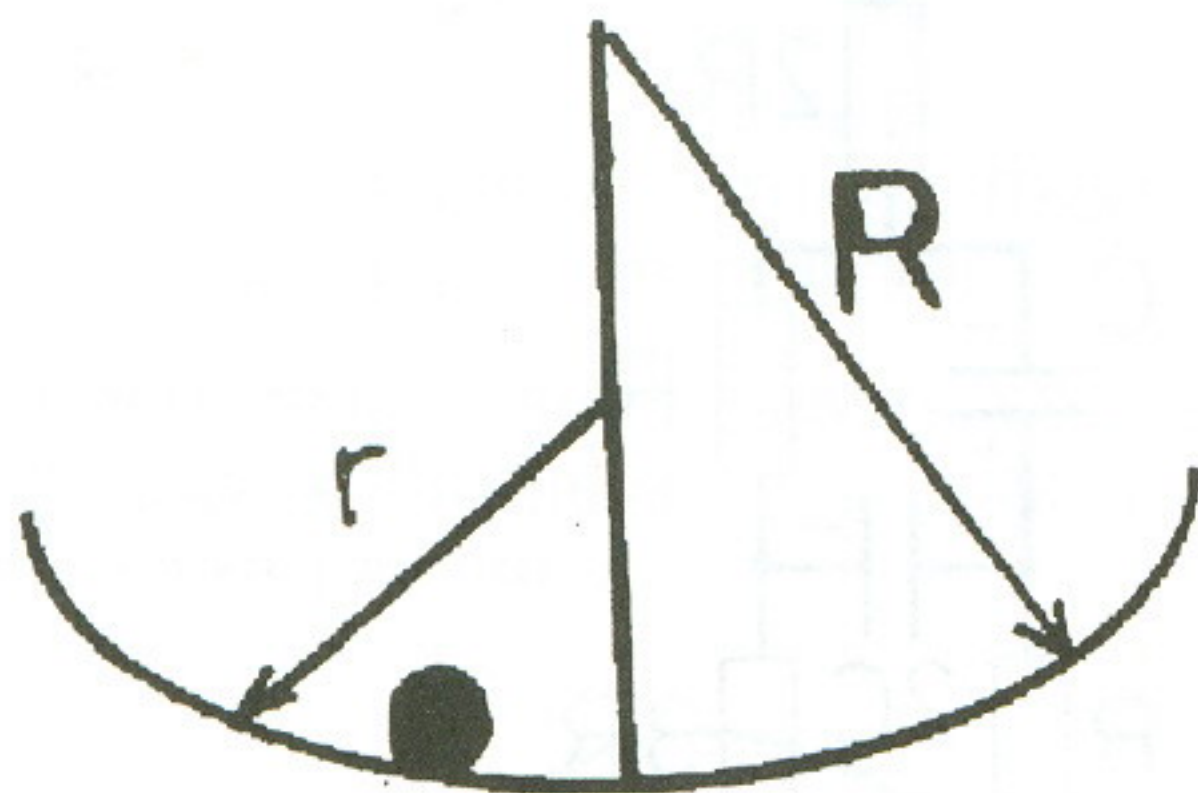


Сл.5

- Од бакарне жице пречника 2mm направљен је прстен полупречника 10cm и постављен у хомогено магнетно поље. Раван прстена нормална је на линије силе. Којом брзином се мења индукција магнетног поља, ако кроз прстен тече струја јачине 5A ? Специфични отпор бакра је $1,7 \cdot 10^{-8}\Omega\text{m}$.
- У дугачком вертикалном суду, затвореном на доњем крају, налази се клип који може да клизи без трења дуж зидова суда. Испод клипа се налази двоатомски

идеалан гас, а изнад је ваздух на атмосферском притиску p_0 . Попречни пресек суда има површину S . У равнотежном стању клип је на висини l од дна суда. Наћи период малих вертикалних осцилација клипа сматрајући процес адијабатским. Користити формулу $(1+x)^n \approx 1+nx$ за $x \ll 1$.

4. Хоризонтални жлеб сл.6 састављен је од две цилиндричне површине - лево од најниже линије је полупречник цилиндра r а десно R . Мало тело осцилује хармонијски у том жлебу. Наћи однос максималних отклона тела од равнотежног положаја улево и удесно.



Сл.6.

IVразред

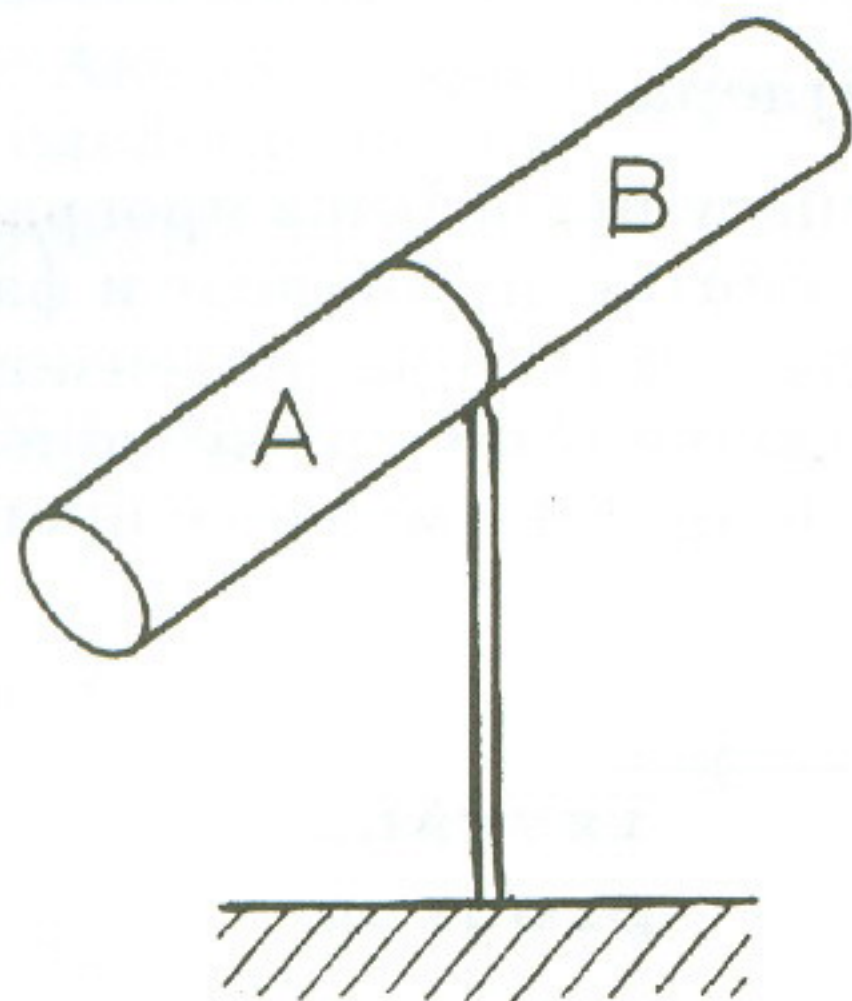
1. У лабораторијском референтном систему крећу се једнаким брзинама $3/4$ с две честице дуж истог правца, једна иза друге. У временском интервалу од 50 ns (у лабораторијском систему) честице падају на непокретну мету. Колико је растојање међу честицама (пре него што стигну на мету) у референтном систему у којем оне мирују?
2. Честица масе M , која мирује, распадне се на две честице маса m_1 и m_2 . Наћи кинетичке енергије новодобијених честица.
3. Полазећи од Винове формуле за расподелу емисионе моћи $E_{\nu,T} = A\nu^3 e^{a\nu/T}$, где је $a = 4,8 \cdot 10^{-11} sK$ одредити највероватнију таласну дужину топлотног зрачења при температури 2000 K.
4. Фотон, чија је енергија дупло мања од енергије мировања електрона, комптоновски се расејава на електрону који мирује. Колика може бити минимална Дебровљевска таласна дужина електрона после расејања?

Задаци из астрономије

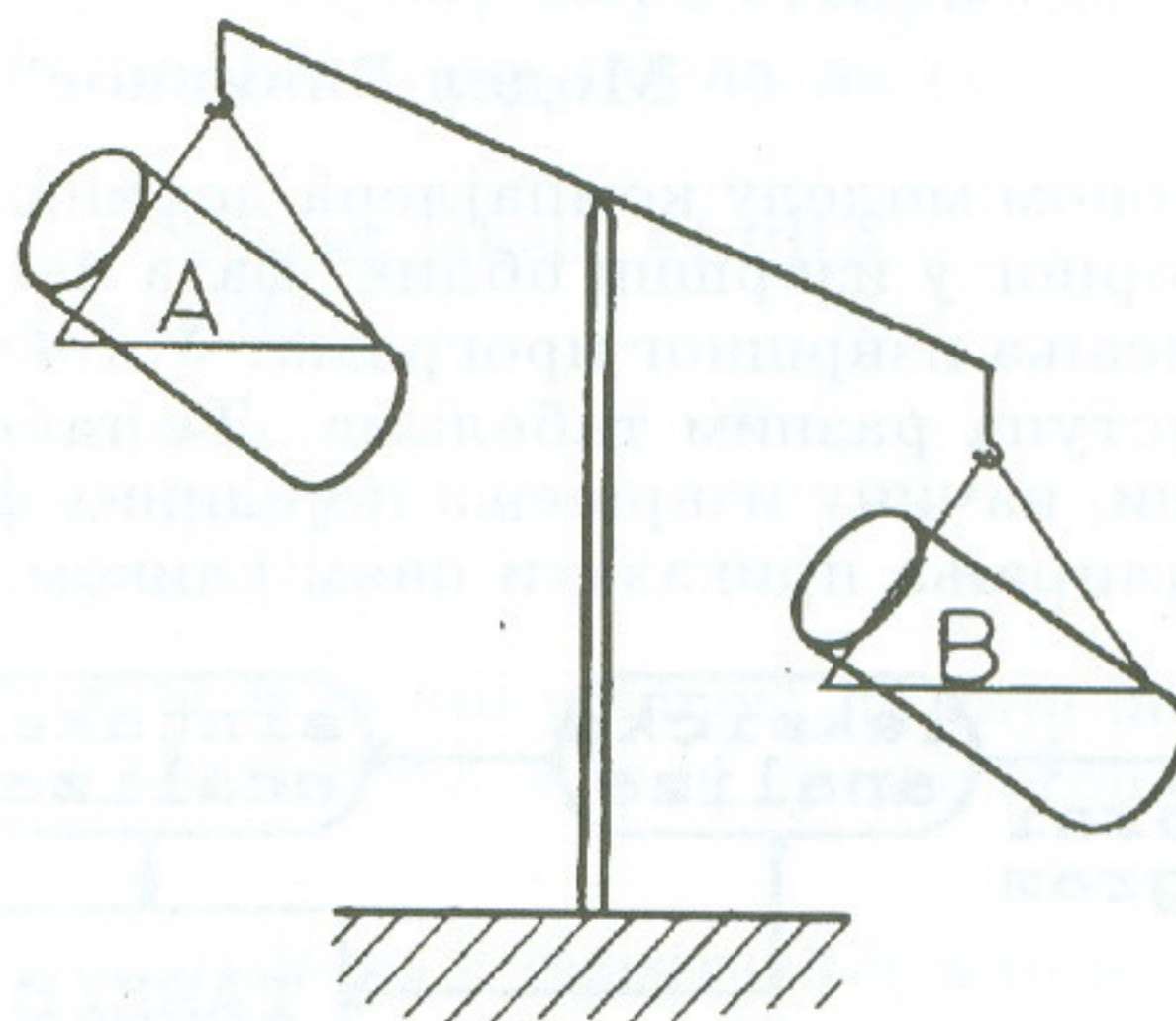
1. За стварање вештачке теже (потиче од присуства инерцијалне силе) на пасивном делу лета (лет са искљученим моторима) два дела космичког брода, чије се масе односе 1:2, раздвоје се тако да је међусобно растојање l , а онда доведу у стање ротације око заједничког центра масе. Одредити период ротације насталих делова ако клатно у кабини дела веће масе има два пута мањи период од оног који има на Земљи.
2. Пилот космичког брода, који се креће брзином $v = 1 \text{ km/s}$, приметио је астероид пречника 7 km са растојања 8,5 km од предњег дела површи астероида. Може ли космички брод да избегне судар ако има уређај којим се може готово тренутно брзина променити за 300m/s. Шта треба астронаут да уради?

ЗАДАЦИ ПИТАЊА

5. Какав облик треба да има суд да би се, са одређеном количином воде, на пример 1dm^3 , добила што је могуће већа сила притиска? (Одговор објаснити).
6. Металне цеви А и В имају једнаке дужине и попречне пресеке. Ако се цеви споје увртањем и поставе на врх шиљка, заузеће положај као на сл.1. Која цев има већу масу? Ако сте одговорили да је то цев А, преварили сте се. На терезији полука заузима положај као на сл.2. Како ћете објаснити слику 1?

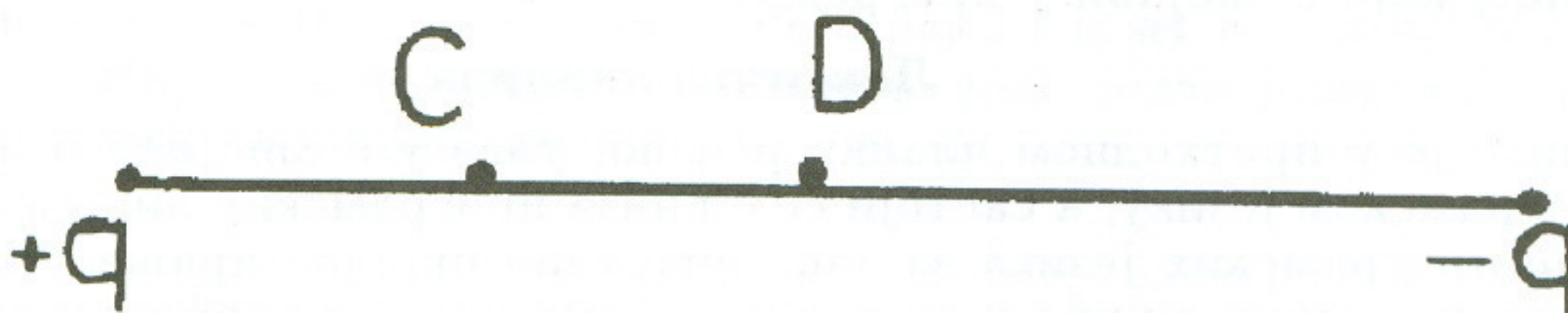


Сл.1.



Сл.2.

7. Два једнака тачкаста наелектрисања супротног знака налазе се на неком растојању једно од другог (сл. 3.). У којој је тачки, С или D, је већа јачина поља? (Одговор објаснити).



8. Познато је да напон градске мреже износи 220 V . За осветљење украсне новогодишње јелке имамо већи број разнобојних сијалица. На сваку од њих сме се прикључити максималан напон од 6 V . Шта треба урадити да би се сијалицама украсила јелка?

Решења укрштенице

1. Мегафон 2. Фарадеј 3. Атом 4. Греј 5. Манометар 6. Ваљак 7. Ампер 8. Реактор 9. Фејман 10. Електрони 11. Кварк 12. Квант 13. Север (хоризонтално) Савић (вертикално) 14. Радиоактивности 15. Астат (хоризонтално) Ањон (вертикално) 16. Ћошак 17. Котва 18. Антимон 19. Пикокул 20. Протони 21. Миливат 22. Клин 23. Етар 24. Циклотрон

ШТА ЈЕ ... КАКО РАДИ

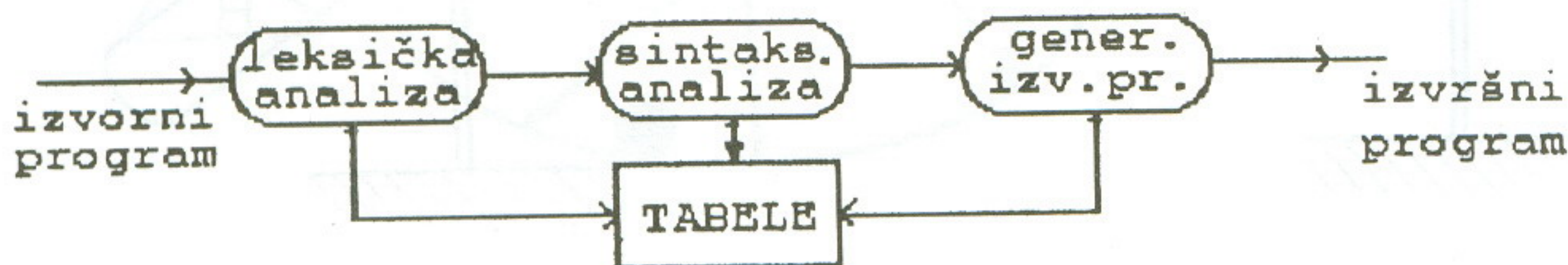
Дејан Сенић

КАКО РАДЕ ПРОГРАМСКИ ПРЕВОДИОЦИ

Настављамо разматрања која смо започели у чланку "Шта су програмски пре-водиоци" (види "Млади физичар", бр.56, стр.24). Овде ћемо, разматрајући веома једноставан модел, моћи да уочимо основне принципе који се користе у генерисању извршног програма.

Модел "наивног" преводиоца-компајлера

У овом моделу компајлера дефинишу се три фазе у процесу превођења програма из изворног у извршни облик: фаза лексичке анализе, фаза синтаксне анализе и фаза генерисања извршног програма. У току појединих фаза рада компајлера, интензивно се приступа разним табелама. Те табеле садрже разне податке о програму који се преводи, начину извршења појединих фаза и слично. На основу тога може се процес компајлирања приказати овом сликом.



Сл.1.

(Приступ табелама је могућ у свакој фази. Као пример табеле која се врло често користи, може се навести тзв. табела симбола, која садржи податке о свакој променљивој која се појави у програму).

Лексичка анализа

Као што је у претходном чланку речено, улаз у компајлер је програм писан у неком програмском језику, а састоји се од низа програмских линија (осим код новије генерације програмских језика за тзв. визуално програмирање-Visual Programming, где осим програмских линија у састав програма улазе и графички симболи. Пример таквих програмских језика су Visual Basic и Visual C/C++). Лексичка анализа врши рацлањавање програмских линија (које су састављене од низа слова или карактера) на речи које представљају елементе програмског језика (то могу да буду наредбе, имена променљивих, аритметичко-логичке операције и сл). Претпоставимо да у неком програму имамо следећу линију:

if bl=43 goto ALPHA

(1)

Задатак лексичке анализе је да у програмској линији препозна елементе програмског језика. Тако се у тој линији може наћи наредба "if" која "доноси одлуку", затим променљива bl, па оператор "=", наредба goto као и лабела ALPHA. О сложености тог задатка може се закључити ако се горња програмска линија напише у облику:

ifbl=43gotoALPHA

(2)

Лексички анализатор мора и линију (2) да анализира, и да у њој препозна реч "if", иза које следи име променљиве bl, након тога знак "=", па константа 43, реч "goto" и на крају лабела ALPHA. Излаз из лексичког анализатора представљају управо речи које су у тој фази препознате на основу анализе програмских линија. У литератури се излазни елементи лексичког анализатора називају токени (tokens). Приметите да сваки токен може да се окарактерише својом класом (тј. може да буде класе променљива, оператор, лабела итд.), и својом вредношћу. Пре него што дефинишемо вредност токена, споменимо да се у фази лексичке анализе генерише и раније споменута табела симбола (symbol table). Сада можемо да кажемо да је

вредност токена његова адреса односно редни број у табели симбола.

Синтаксна анализа

Синтаксна анализа, која се извршава иза лексичке анализе, врши превођење низа добивених токена у једну другу секвенцу, која је по својој структури блиска машинском језику рачунара и већ подсећа на оно што рачунарски хардвер мора заправо да уради да би извршио наредбу вишег програмског језика. Дакле, у фази синтаксне анализе се разматра значење појединих наредби вишег програмског језика, односно на основу секвенце токена се одређује шта рачунар мора стварно да уради.

Ако се осврнемо на програмску линију (1), тада би она могла да се представи на следећи начин:

MOVE(R1,ALPHA)	; Uzmi vrednost labela ALPHA ; u registar R1
MOVE(R2,ADRESA b1);	Uzmi adresu ; promenljive b1 ; u registar R2
MOVE(R3,R2)	; U registar R3 uzmi vrednost na koju indi ; rektno ukazuje R2, a to je upravo promenljiva ; b1
COMP(R3,43,F1);	Uporedi vrednost u registru R3(a to je ; sada upravo promenljiva b1 sa konstantom 43 ; i ako su sadržaji jednaki, postavi flag F1
JF1(R1)	; Ako je flag F1 postavljen, skači na adresu ; koja je upisana u R1 - to je upravo ALPHA.

Значење симбола које смо горе користили је следеће: MOVE на енглеском значи да се нешто преноси или помера, COMP значи да се врши операција поређења (енгл. Compare-упореди), а JF1 потиче од Jump if flag F1 is set (односно скочи ако је постављен flag F1). Илустрације ради, размотримо још један једноставан пример. Нека је у програму нађена оваква линија:

$$Z=A+B+C \quad (3)$$

Она се у процесу синтаксне анализе кодује на следећи начин:

MULT(B,C,R1);	Pomnoži brojeve B i C i rezultat smesti ; u registar R1
ADD(A,R1,R2)	; Saberi sadržaj registra R1 sa ; promenljivom A i rezultat smesti u ; registar R2

Дакле, излаз из синтаксног анализатора је скуп псеудо-инструкција које су по својој функцији блиске раду рачунарског хардвера. Оне се у литератури називају атомима (atoms). Као и токени, атоми могу да се карактеришу својом класом (нпр. атом MULT припада класи инструкција множења) и вредност (то су нпр. адресе B,C i R1 које се јављају у том атому). Синтаксни анализатор мора да буде врло "паметан". Помислите шта би се десило када би се у случају програмске линије (1)

if b1=43 goto ALPHA

десило да се променљивој B1 додели вредност 43, уместо да се њена права вредност пореди са константом 43. Погледајете следећи пример:

b1=21	; Promenljivoj b1 dodeljena vrednost 21
...	; Nekoliko linija programa koje ne utiču na ; b1
if b1=43 goto ALPHA;	Sintaksni analizator mora da ; prepozna da se vrednost promenljive b1

; poredi sa 43, a ne dodeljuje joj se ta
; vrednost

Дакле, синтаксни анализатор мора да разликује секвенцу $b1=21$ од секвенце $b1=43$ у склопу сложеније наредбе. Описана трансформација задаје проблеме почетницима који програмирају у језику С.

Генерисање извршног програма

У овој фази компајлера врши се превођење низа атома, добивених на излазу из синтаксног анализатора, у низ "бајтова" односно машинских инструкција које рачунар треба да извршава. Да се добије тај низ бајтова врши се, у складу са садржајем одређених табела, замена сваког појединачног атома припадним низом машинских инструкција.

Поред наведеног генерисања машинских инструкција, што у ствари представља генерисање извршног програма, могуће је у овој фази компајлера извршити оптимизацију програма у складу са неким унапред дефинисаним захтевима, као и неке друге активности (конверзација типова података и сл). Излаз из генератора извршног програма је, као што је неколико пута наглашавано, низ машинских инструкција које рачунар смешта у своје интерне хардверске регистре и извршава, односно извршни програм.

На крају треба да нагласимо да се изнесено разматрање односи само на један теоријски модел компајлера. У стварности је све много сложеније. Наведене фазе-лексичка анализа, синтаксна анализа и генерисање извршног програма изводе још читав низ додатних активности. Поред тога, те фазе могу да се међусобно преклапају, и сл., али нека то остане као отворена тема за неки од наредних чланака.

ПРЕТПЛАТА И САРАДЊА

Претплата у износу од 14 динара врши се на жиро рачун Друштво физичара Србије, 40806-678-7-77766. Копију уплатнице са назнаком за "за МФ" послати на адресу Уредништво "Млади ФИЗИЧАР" Улица Душанова 13, 11 000 Београд. Заинтересовани могу да купе раније штампане бројеве (15, 16, 20, 23, 24, 26, 27, 28, 31/32, 37, 43, 44, 47, 48, 51) по цени од 2 динара и прошлгодишње бројеве (52, 53, 54 и 55) по цени од три динара.

Претплата за књиге аутора Т.Петровића:

1. Дидактика физике (друго исправљено издање),
2. Наставна средства физике I део (друго допуњено издање)
3. Наставна средства физике II део (у штампи) може се вршити на жиро рачун Физичког факултета број 40806-603-9-14882.

Копију уплатнице са потпуном адресом школе или појединца послати на адресу: Физички факултет, Београд, Душанова 13.

Прве две књиге (цена по 20 динара) могу се одмах добити, док ће трећа по цени од 30 динара бити испоручена по изласку из штампе.

Телефони

О свим питањима у вези са часописом - Редакција (011) 183-896 средом од 9-12 сати.

О испорукама претплатницима

Књижара "Студентски трг" (011) 185 -295.

Прилози

Радови које нам шаљете осим задатака и решења, треба да буду откуцани са двоструким проредом на 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.

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

ЛЕТЊА ШКОЛА "МЛАДИ ФИЗИЧАРИ" У ОХРИДУ

У Охриду у Бившој Југословенској Републици Македонији, од 18. до 22. јуна 1995.године је одржана 21. летња школа "Млади физичари", на тему "Велики експерименти у физици".

Школа је осмишљена као награда за даровите ученике с једне стране, и могућност да се упознају са достигнућима из физике, као и темама и експериментима изван редовне наставе у средњој школи, с друге стране.

Од 1974.године, када је школа "Млади физичари" почела са радом до 1995.године школу је похађало око 1200 ученика којима су предавачи били наставници и асистенти са Института за физику у Скопљу (Укупно око 80 предавача).

До распада СФРЈ у раду школе су, као гости, учествовали и ученици из других југословенских република.

Ове године у раду летње школе учествовали су као једини гости и два ученика из Југославије, најбољи ученик Машинско-електротехничке школе односно гимназије у Прибоју, Милићевић Бојан и Комарица Владимир, са својим ментором, потписником ових редова.

Учешће у раду школе је остварено захваљујући препоруци Др Мијата Мијатовића, професора теоријске физике на Институту за физику у Скопљу, и писменом позиву председника Савета летње школе Проф.др Дона Гершановског, којима се и овом приликом на позиву и гостопримству најтоплије захваљујемо.

Школа је оджана у предивном амбијенту у универзитетском одмаралишту на обали Охридског језера. Занимљива и надахнута предавања, почевши од првог предавача Љ.Петковског, преко З.Митреске, затим М.Јоноске, А.Андовског, В.Мицевског, Н.Андовске, Д.Јакимовског до Д.Гершановског и Н.Стојанова, била су праћена извођењем великог броја експеримената, нарочито из области: електрицитета, магнетизма и нуклеарне физике, што су ученици са одушевљењем пратили.

Најзначајнији експерименти и открића на пољу физике били су приказани са великом љубављу и духовитошћу талентованим средњошколцима. Све је било ту: од Галилејевих експеримената, преко Кевендишевог експеримента, Переновог огледа, експеримента са електричном струјом и у вези природе светлости, открића Рендгенових зрака, о фотоефекту и Комптоновом ефекту, затим Миликеновог, Радерфордовог, Франк-Херцовог, Земановог и Штерн-Герлаховог експеримента, па до открића радиоактивности, неутрона и неутрина, те суперпроводљивости и парадокса у експерименталној квантној филозофији.

Дода ли се томе да је државна телевизија сва предавања детаљно снимала и да је материјал обликовала у серију од више полчасовних емисија које су емитоване с јесени 1995.године стиче се прави и веома повољан утисак о настојањима у Македонији да се физика као фундаментална природна наука и основа целокупне технике што више популаризује и приближи ученицима.

У слободном времену ученици су се дружили, купали у Охридском језеру, обилазили значајне културно-историјске споменике (Охрид је под заштитом UNESCO-а), а пре спавања су се редовно слушале и певале песме старог доброг ЈУ-рокенрола.

Све је било крунисано претпоследње вечери када је одржан један веома занимљив квиз знања после кога су и победничка и поражене екипе добиле по тарту које су поделиле са свим осталим учесницима овогодишње летње школе.

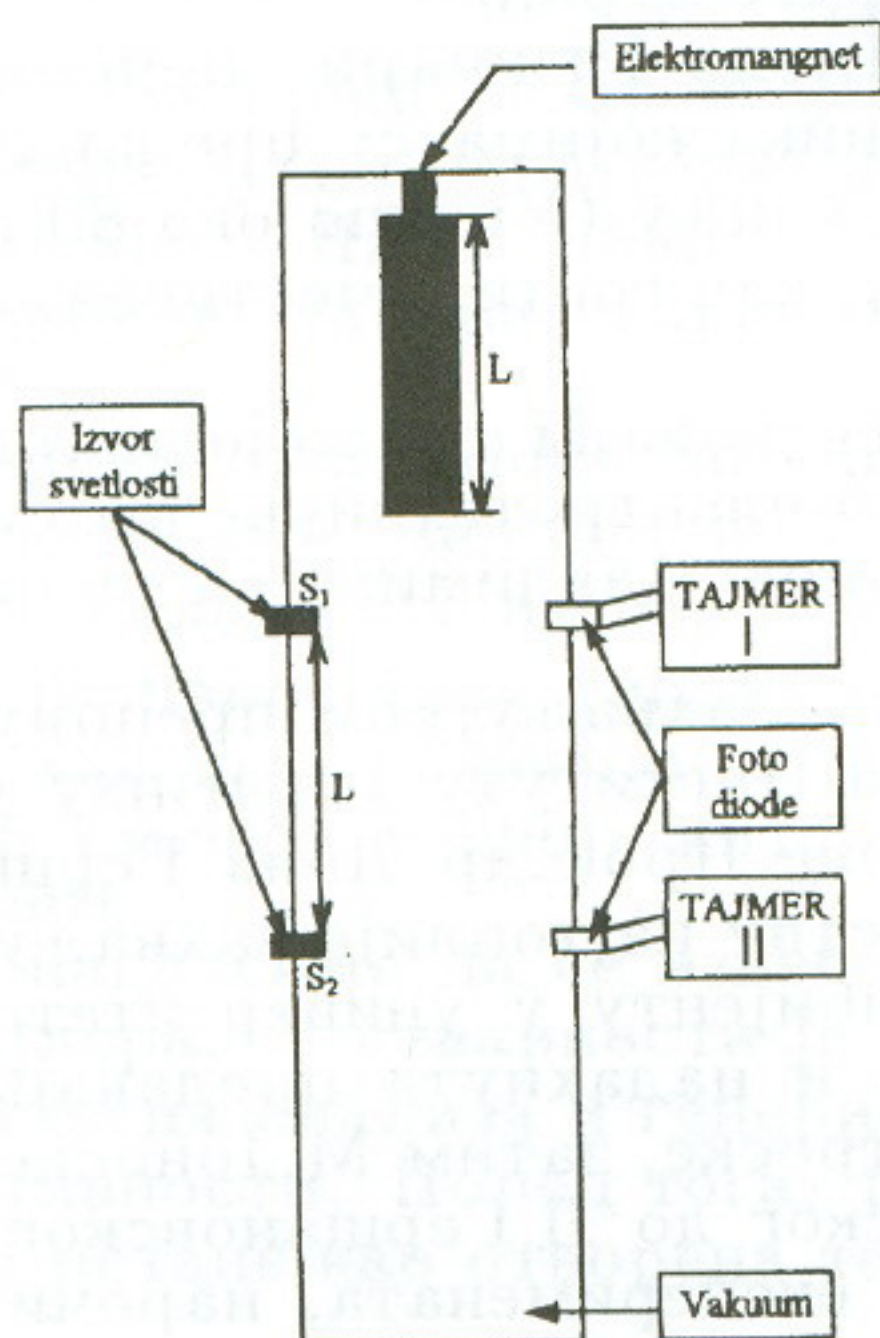
Захваљујући се, својим домаћинима на изузетном гостопримству пожелимо да оваквих дружења буде што више, и не само у Македонији.

Мр Милоје С.Петковић

ШКОЛСКИ ЕКСПЕРИМЕНТ

ЈЕДНА ОД МЕТОДА ЗА ОДРЕЂИВАЊЕ УБРЗАЊА ЗЕМЉИНЕ ТЕЖЕ

У овом чланку изложена је идеја једне методе за одређивање убрзања земљине теже g . Саставни делови уређаја којим се експеримент врши су:



- Електромагнет
- Пластица довољне дебљине, веће од дебљине снопа светлости
- Два ласера или две сијалице, са два сочива за фокусирање њихових зрака
- Две фотодиоде
- Два тајмера*

У комори приказаној на цртежу притисак је реда величине 10^{-5} Ра што се може постићи вакуум пумпом. За мерење убрзања Земљине теже користимо металну плочицу дужине L . Пластица је причвршћена усправно електромагнетом. Мерење времена падања плочице врши се помоћу система извор светлости-фотодиода-тајмер као што је приказано на слици. Фотодиода ради на принципу фотоефекта и пропушта струју у оба смера када се изложи светлости. Одзив фотодиоде је веома кратак и износи $0.1\mu s$ што омогућује велику прецизност при мерењу. Инфрацрвена или видљива светлост из извора фокусира се на прозорчић фотодиоде.

Тајмер мери време од тренутка прекида светлости (диода не пропушта у оба смера) до тренутка њеног поновног успостављања.

Експеримент: Најпре се ваздух из коморе извуче (на пр. вакуум пумпом). Затим се прекине довод електричне струје електромагнету што ће проузроковати пад плочице чија је дужина L . У тренутку када плочица прекине сноп светлости из S_1 при некој брзини v_1 тајмер I почиње да мери време. Када је плочица прешла пут L сноп S_1 се поново успоставља и тајмер I престаје са радом. У истом тренутку тајмер II почиње да мери време, јер је плочица заклонила светлост из S_2 при чему она има брзину $v_2 = v_1 + gt_1$. Када плочица поново пређе пут L сноп S_2 се успоставља те тајмер II престаје да мери време. Јасно је да је за време које је забележио други тајмер (t_2) плочица такође прешла пут L . Користећи познате релације за пређени пут и брзину слободног падања, можемо добити израз који омогућава израчунавање убрзања Земљине теже уколико је позната дужина плочице (прецизност методе зависи од прецизности мерења дужине плочице).

Изрази за пут (L) и брзину (V_2) при слободном падању су:

$$L = v_1 t_1 + \frac{gt_1^2}{2} \quad (1)$$

* Тајмер је електрични, односно електронски хронометар ("штоперица")

$$L = v_2 t_2 + \frac{8t_2^2}{2} \quad (2)$$

$$v_2 = v_1 + gt_1 \quad (3)$$

Комбинујући (2) и (3) добијамо

$$L = (v_1 + gt_1)t_2 + \frac{gt_2^2}{2} \quad (2')$$

Из (1) следи да је

$$v_1 = \frac{L - \frac{gt_1^2}{2}}{t_1} \quad \text{односно} \quad L = \left(1 - \frac{t_2}{t_1}\right) \quad (1')$$

Комбинујући (1') и (2') имамо:

$$L = L \frac{t_2}{t_1} = \frac{gt_1 t_2}{2} + gt_1 t_2 + \frac{gt_2^2}{2},$$

$$L \left(1 - \frac{t_2}{t_1}\right) = g \left(\frac{t_1 t_2 + t_2^2}{2}\right),$$

тако да је

$$g = \frac{2L(t_1 - t_2)}{t_1 t_2 (t_1 + t_2)}.$$

израз за израчунавање g на основу измерених L, t_1 и t_2 .

ученик Марко Башић
Математичка гимназија Београд

ОБАВЕШТЕЊЕ

за наставнике чији се ученици такмиче у решавању задатака

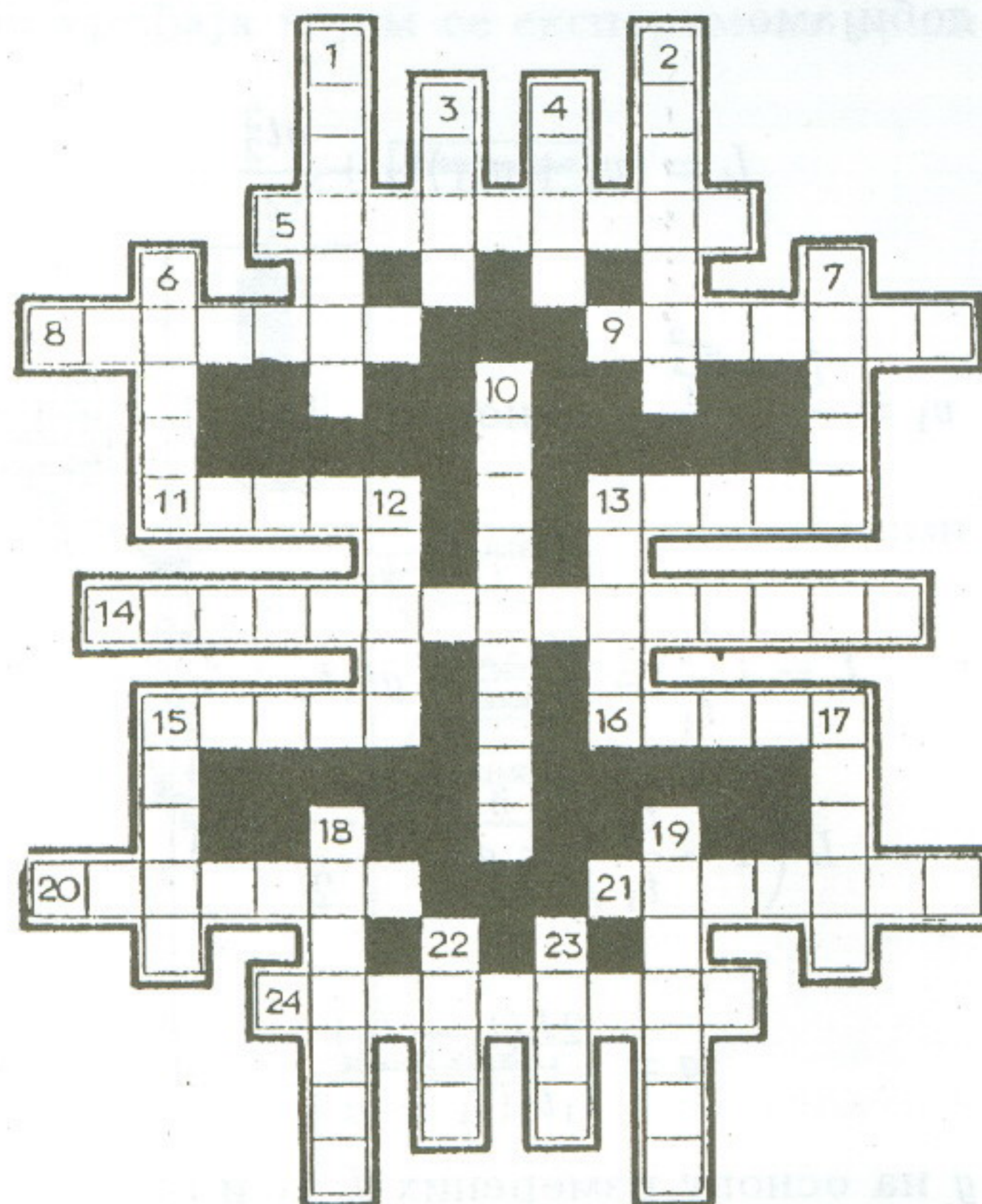
Задаци за такмичење ученика обухватиће градиво закључно са наведеним темама:

ОСНОВНА ШКОЛА

датум	2.3.1996.	23.3.1996.	20.4.1996.	25.5.1996.
разред	општинско	градско	републичко (регионално)	савезно
VI	агрегатна стања	маса и густина	—	—
VII	закон одржања енергије у механици	механичка резолуција	звучна резонанција	општи закон одржања енергије
VIII	деловање магн. поља на проводник	звучна резонанција	целокупно градиво	целокупно градиво

ЗАБАВНА СТРАНА

УКРШТЕНИЦА ЗА МЛАДЕ ФИЗИЧАРЕ



ВЕРТИКАЛНО

1. Уређај у облику левка за појачавање звука /у једном смеру/
2. Презиме енглеског научника (открио законе електромагнетне индукције и законе електролизе)
3. Мањи део хемијског елемента који има сва својства елемента
4. Јединица за апсорбоване дозе зрачења
6. Једно геометријско тело
7. Јединица јачине електричне струје
10. Негативно наелектрисане честице
12. Део енергије
13. Презиме нашег академика /радио заједно са Иреном Жолио -Кири на откривању фисије/
15. Јон који се креће према аноди
17. Део електричног звона
18. Хемијски елемент пете групе Периодног система елемената
19. Мањи део јединице за рад
22. Један облик стрме равни
23. Лако испарљива течност

ХОРИЗОНТАЛНО

5. Справа за мерење притиска гасова и пара у затвореним судовима
8. Скраћени назив постројења за остваривање контролисане ланчане реакције
9. Презиме америчког физичара, добио 1965.године Нобелову награду за физику из области квантне електродинимике (Ричард)
11. Назив за елементарну честицу (у саставу протона, неутрона)
13. Једна страна света
14. Појава спонтаног или вештачког распада неких хемијских елемената
15. Хемијски елемент седме групе Периодног система елемената
16. Назив за угао улице или неког простора
20. Назив честице која је саставни део језгра
21. Хиљадити део јединице за снагу
24. Уређај за убрзавање честица

Т.Сенћански

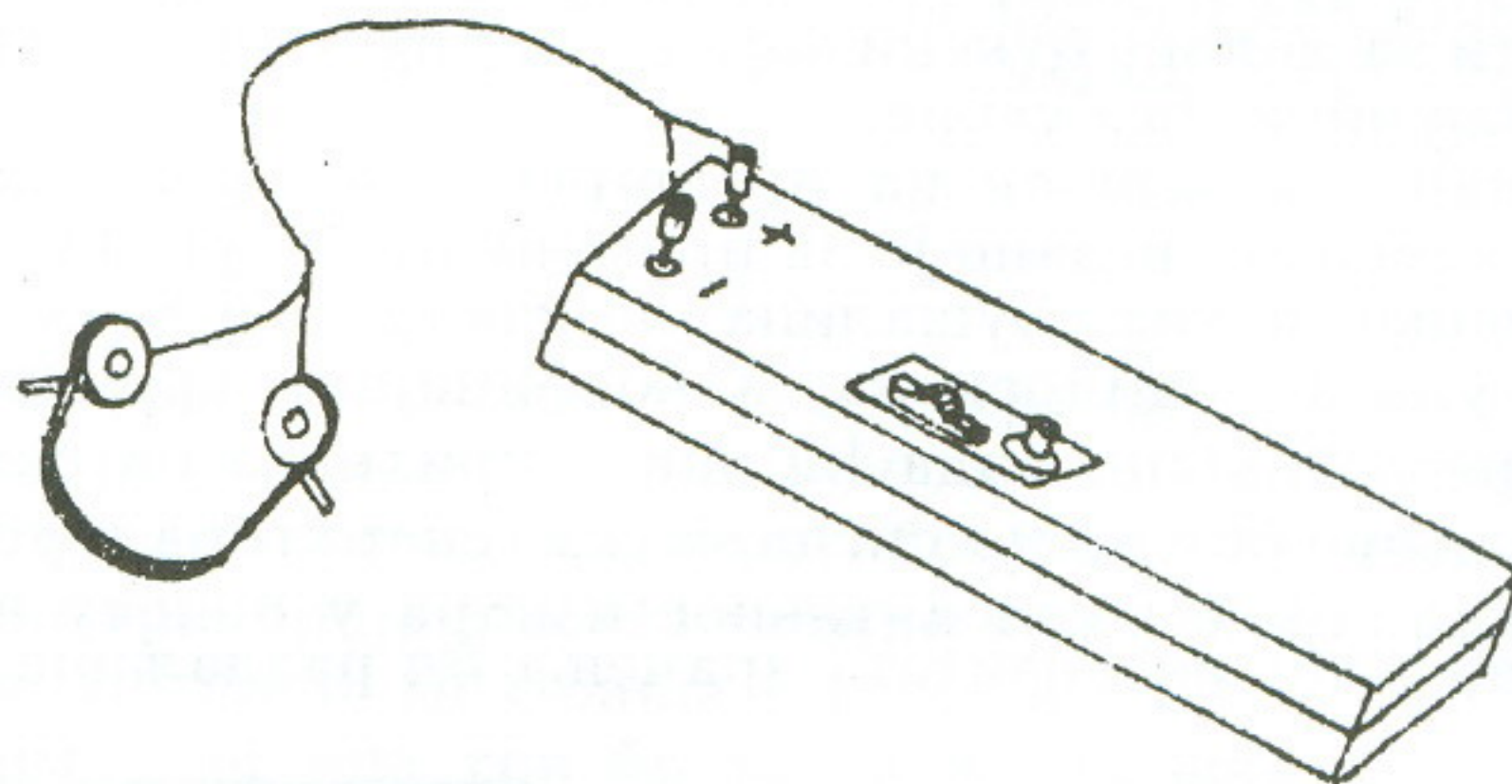
Решење на страни

НАСТАВНИЦИ НАСТАВНИЦИМА

Побољшање демонстрационих својстава детектора радиоактивног зрачења

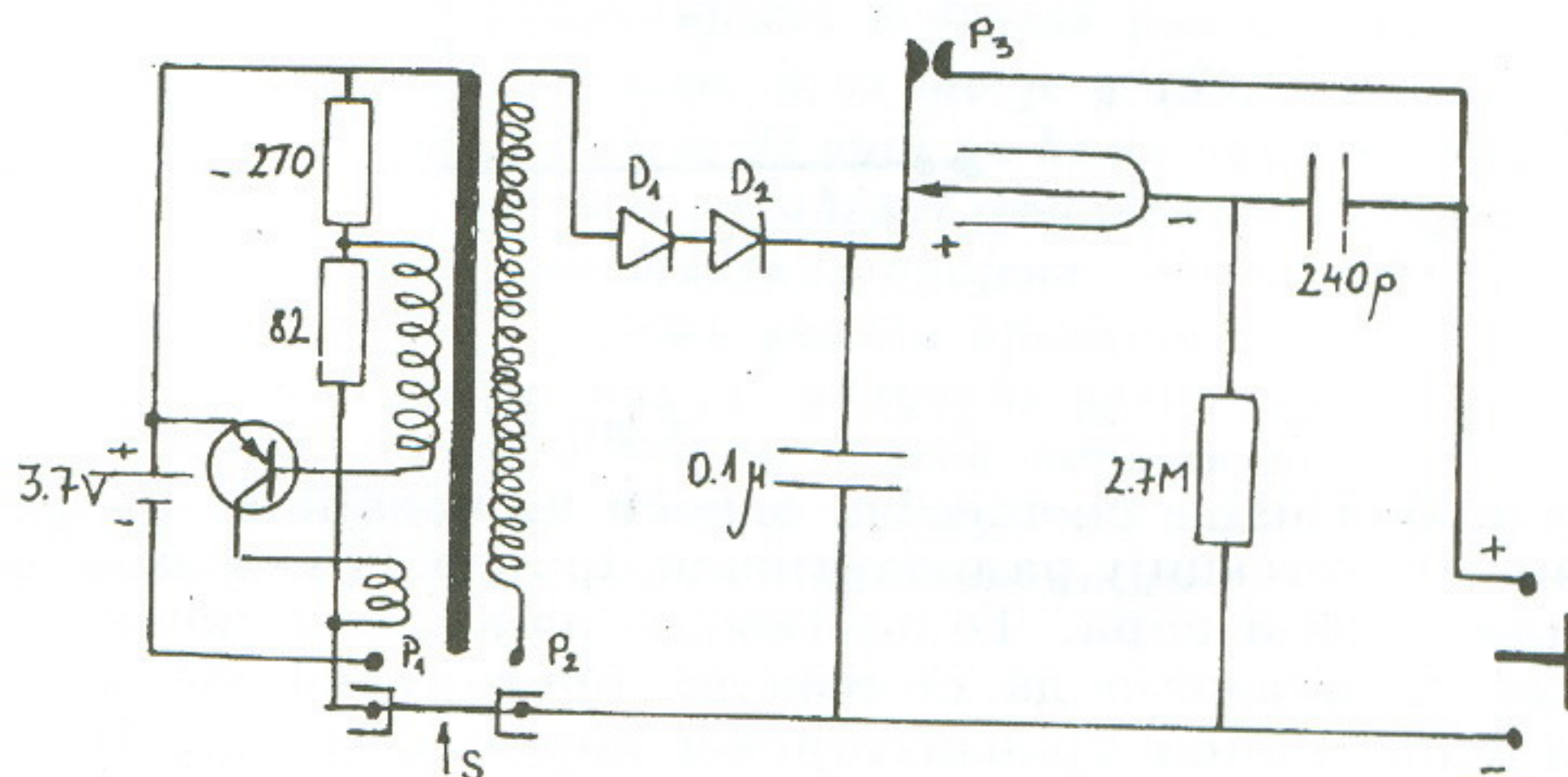
У многим кабинетима физике у средњим школама можемо још увек наћи "Индикатор радиоактивног зрачења" (Електродело, СССР). Овај уређај школе не употребљавају пошто је због фабрички предвиђеног излаза за високоомске слушалице погодан само за индивидуални рад ученика. Недовољан број детектора у школи и напајање извором напона 3,7 V чине додатне тешкоће. Указаћемо како се ови недостаци могу отклонити, односно, како можемо детектор припермити да буде демонстрационо средство намењено фронталном раду.

Делови детектора смештени су у црну бакелитну кутију, на чијој се једној страни налазе отвори за пролаз радиоактивног зрачења, док су на другој прикључци за слушалице и склопка за пуштање уређаја у рад (сл. 1.).



Сл. 1.

Принцип функционисања детектора је следећи: Једносмерни напон од 3,7 V, из батерије која има одговарајуће лежиште унутар бакелитне кутије, после натезања склопке S (сл. 2) у колу трансформатора, напаја претварач напона оствареног по шеми блокинг-генератора са транзистором. Тако се добија повишени напон учестаности 500-1000 Hz.



Сл. 2.

Са трансформатора напон се води на исправљачке диоде D_1 и D_2 , на чијем излазу је кондензатор од $0.1 \mu F$. На кондензатору се добија једносмерни напон од 400 V, који иде на диоду бројачке (Гајер-Милерове) цеви.

У бројачкој цеви је разређен гас. Када радиоактивна честица уђе у бројачку цев, она врши јонизацију гаса услед које настају струјни импулси јонизационе струје. Ти мали струјни импулси проласком кроз високоомски отпор од $2.7 M\Omega$ постају велики напонски импулси, толико велики да у високоомским слушалицама, које се прикључују за буксне означене са + и -, настају звучни удари.

Описани детектор се доводи у радно стање притиском на типку S у трајању 2-3

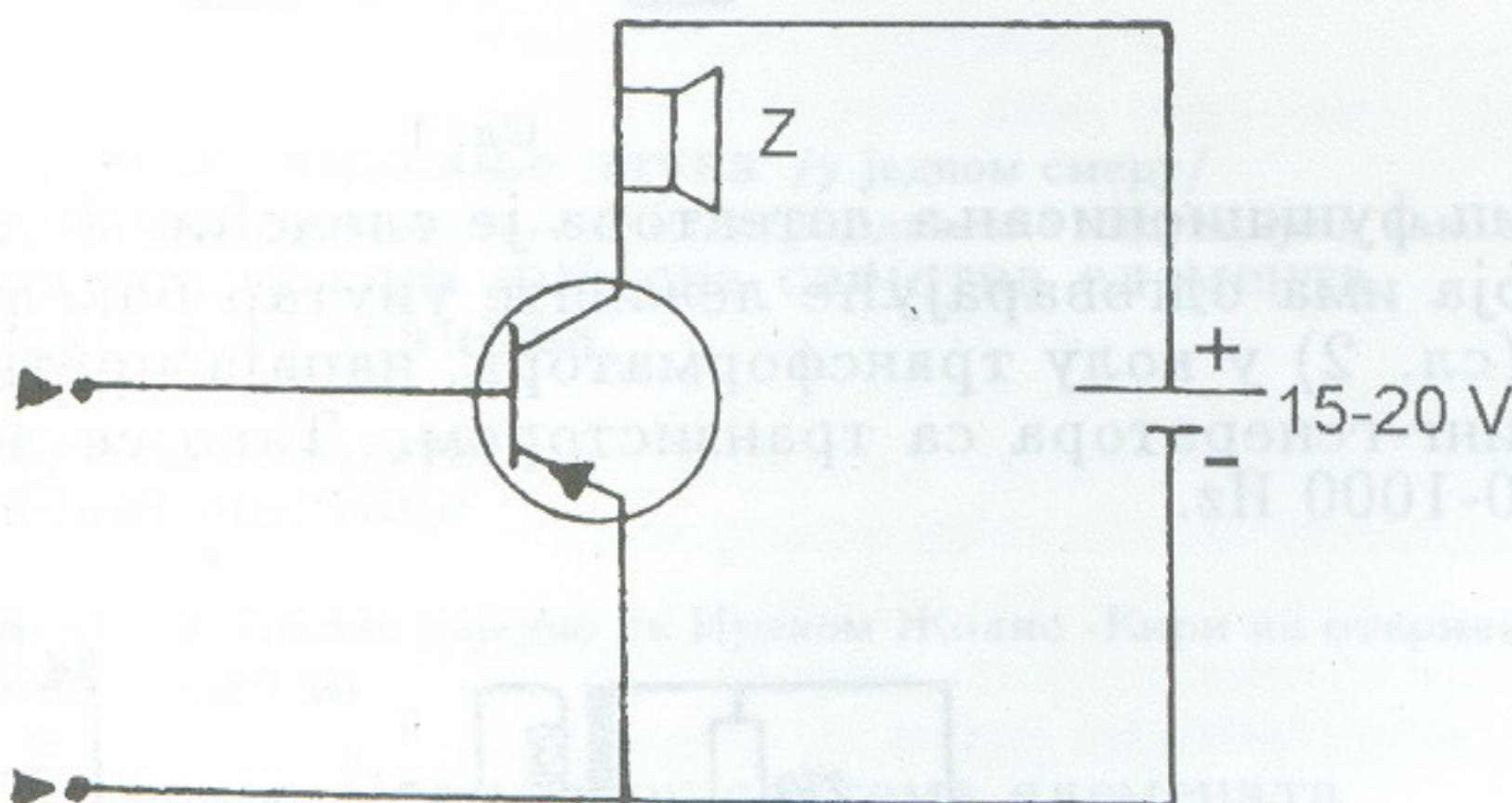
секунде. После тога типка се опусти и коло батерије је прекинуто. Овим искључењем постижу се три ствари:

1. штеди се потрошња батерије,
2. елиминише се појава шума у слушалицама од рада генератора, и
3. прекид струјног кола исправљача спречава пражњење кондензатора преко секундара трансформатора.

Ово последње омогућава да се бројачка цев напаја (одржава напон) на рачун нагомиланог наелектрисања филтер кондензатора ($0,1 \mu\text{F}$). Колико дуго ће моћи да ради детектор са накупљеним наелектрисањем (искључено коло претварача), зависи од интензитета радиоактивног зрачења које улази у бројачку цев. Ако се дуже врши демонстрација или мерење треба поновити укључивање (притиснути типку у трајању 2-3 секунде).

Прво побољшање које предлажемо је замена батерије исправљачем са регулатором напона. Њега сви имамо у кабинету, нужно је само у колу индикатора, са емитера транзистора и са склопке, извести два проводника до најближе бочне стране кутије. На тој страни треба направити отворе и у њих поставити буксне. Проводнике треба залемити за делове буксни који су са унутрашње стране кутије детектора, а исправљач прикључити на буксне.

Друго побољшање се односи на проширење броја ученика који могу да региструју детекцију, односно, везано је за промену врсте уређаја на излазу детектора. Уколико уместо високоомских слушалица, на изводе означене са + и -, прикључимо проводнике са Y-улаза осцилоскопа, а коефицијент временске базе осцилоскопа подесимо на вредност 2ms/cm , онда ће после притиска на склопку S на екрану осцилоскопа бити видљиве обе врсте сигнала (из генератора и услед јонизације). Приближавањем и удаљавањем радиоактивног извора у односу на отворе индикатора, демонстрирамо зависност интензитета зрачења од раздаљине.



Сл. 3.

Треће побољшање се такође, односи на повећање броја ученика којима треба демонстрирати детекцију радиоактивног зрачења као и зависност интензитета зрачења од удаљености извора. То постижемо појачањем сигнала и вођењем на звучник. У ту сврху предлажемо да се изводи, предвиђени за слушалице, проводно споје са улазом једноставног транзисторског појачавача (сл. 3), коме смо у колекторско коло ставили звучник од 4Ω . Може бити било који транзистор, укључењем и, после извесног времена, искључењем склопке S, јасно ће се у целом кабинету чути звучни импулси у моментима када индикатор детектује радиоактивне честице, потекле из радиоактивног извора или из околине.

Нада Станчић
Министарство просвете
Одељење у Сомбору

ПИСАЛИ СУ НАМ ... ОДГОВАРАМО

Слободан Митић, Алексиначки рудници, Катун
Поштовани уредниче, "Наставник сам физике 25 година. Млади физичар примам од првог броја а једино број 45 немам, па ако сте у могућности да ми тај број пошаљете био бих Вам необично захвалан.

У прошлој години сам имао награђене ученике за тачно решавање задатака. Велико интересовање постоји за Млади физичар код деце. Ако сте у могућности шаљите један примерак бесплатно."

Нажалост немемо број 45. Ако неко од читалаца има два примерка овог броја позивамо га да Вам га пошаље.

Тачно је, да је Ваш ђак Драган Павловић из села Ћићани био награђен за решавање задатака у шк. 1993/94, али не и у 1994/95. Слаћемо Вам један бесплатан примерак.

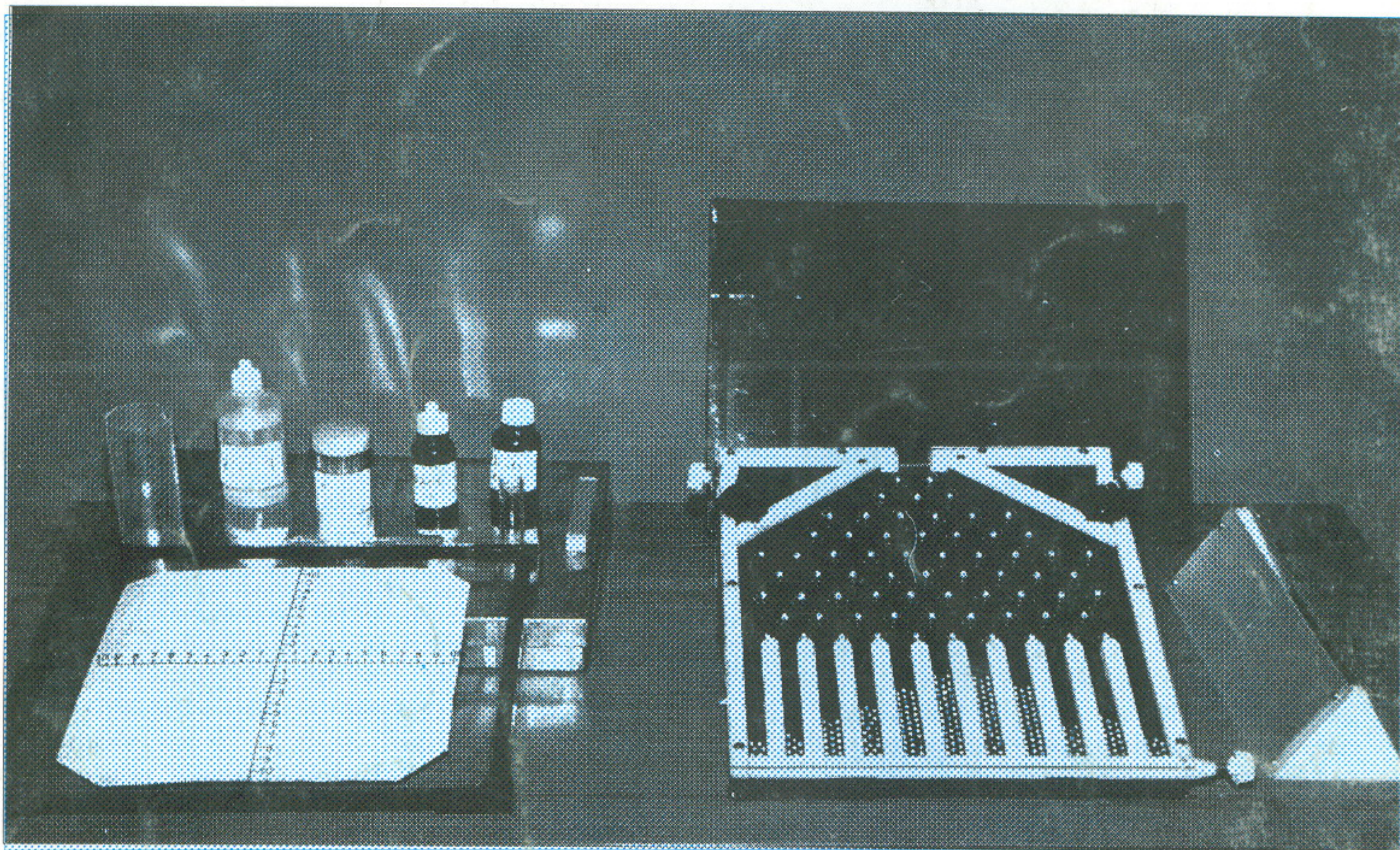
Стакић Борђе, ош. "Боривоје Ж. Милојевић", Крупањ

"Ваш Млади физичар је веома леп и занимљив лист. Већину бројева имам. Мислим да би требало да штампате неке старе бројеве. У школској 1992/93 години штампали сте само три броја уместо четири (45, 64, 47). То ме је мало збунило. Наредне године ће бити 15 година од кад излази Млади физичар, а то је $15 \times 4 = 60$. Међутим, због она три броја, до краја школске године изаћи ће само 59 бројева. Зато мислим, да би идуће године требало да штампате пет бројева Младог физичара."

Борђе, добро је што си нам писао. Једна твоја запажања су тачна, друга нису. Тачно је да су 1992/93. школске године штампана само три броја, али није тачно да се идуће године навршава 15 година од почетка излажења часописа. Први број је штампан школске 1976/77. године па ће у 1996/97. бити 20. година часописа. Та школска година би требало да се заврши са осамдесетим бројем. Тако би било да је часопис редовно излазио. Како због финансијских и других разлога часопис од 1986/87. до 1991/92. школске године није излазио, а уз то је у 1992/93. школску годину штампано само три броја, ми "каснимо" за 21 број па ћемо ову школску годину завршити са 59 бројева. Шесдесети број прогласићемо јубиларним (ванредним) и у њему ћемо штампати избор радова из претходних бројева. Настојаћемо да у 1996/97. изађе пет бројева и да тако компензујемо учињен пропуст.

Што се тиче твојих "задатака из рачунарства" одлучиће уредник одговарајуће рубрике. Он ће предложити да ли их треба или не треба штампати у Младом физичару. Најзад, извињавам ти се што и ти ниси у списку оних који су решавали задатке из часописа. У овој години добићеш сва 4 броја бесплатно.

Уредник



**4. КОМПЛЕТ ЗА ИЗВОЂЕЊЕ
РЕЈЛЕЈЕВОГ ОГЛЕДА**
(основна и средња школа)

ДЕМОНСТРАЦИЈЕ:

- а) Формирање мономолекуларног слоја;
- б) Рејлејева метода одређивања величине молекула

ЛАБАРАТОРИЈСКА ВЕЖБА:

- а) Припрема раствора олеинске киселине;
- б) Одређивање димензије молекула, Авогадровог броја, масе молекула.

**НОВА И
ИНОВИРАНА
НАСТАВНА
СРЕДСТВА
1995
ФФ**

**5. КОМПЛЕТ ЗА ДЕМО-
СТРИРАЊЕ КАРАКТЕРА
СТАТИСТИЧКИХ ЗАКОНА**
(гимназије и факултети)

ДЕМОНСТРАЦИЈЕ:

- а) За дату честицу не важе динамички закони (непоновљивост догађаја)
- б) За скуп већег броја честица не важе статистички закони (поновљивост у понашању колектива)
- в) Нормална (Гаусова расподела)
- г) Максвелова растојања брзина молекула

Лабораторија за наставна средства
Катедра за методику - Физички факултет
Београд