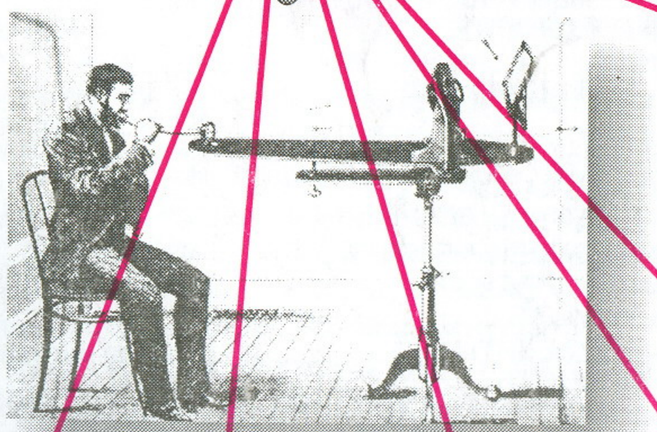
ТЕКСТОВИ - ЗАДАЦИ - ОБАВЕШТЕЊА

млади ФИЗИЧАР

01/02 87 "0"

ИЗДАВАЧ ДРУШТВО ФИЗИЧАРА СРБИЈЕ

YU ISSN 0351-5575



ТЕМА БРОЈА: *Добијање звука ласером - фотоакустички ефекат*

КАКО ТО ДРУГИ РАДЕ: *Антиматерија*

ЗАНИМЉИВОСТИ: *О наочарима*

1976 25 ГОДИНА 2001

ГОДИНА XXV **број 87** **2001/2002**

(YU) МЛАДИ ФИЗИЧАР, Часопис за ученике основних и средњих школа
(GB) YOUNG PHYSICIST, Magazine for elementary and secondary school students
(F) JEUNE PHYSICIEN, Journal pour les élèves des écoles primaires et secondaires
(D) JUNGER PHYSIKER, Zeitschrift für Volks und Mittelschüler
(RUS) МОЛОДОЙ ФИЗИК, Журнал для учеников начальных и средних школ

Свеска "О"

Компјутерска обрада: *Ратомирка МИЛЕР и др Драган МАРКУШЕВ*
Лектор: *проф. др Асим ПЕЦО*
Коректор: *проф. др Јелена МИЛОГРАДОВ-ТУРИН*
Корице и дизајн листа: *др Драган МАРКУШЕВ*

ГЛАВНИ И ОДГОВОРНИ УРЕДНИК

др Драган МАРКУШЕВ

ЗАМЕНИЦИ УРЕДНИКА

проф. др Јелена МИЛОГРАДОВ-ТУРИН
др Душан АРСЕНОВИЋ

УРЕДНИШТВО

проф. др Светозар БОЖИН
проф. др Дарко КАПОР
проф. др Милан ДИМИТРИЈЕВИЋ
др Мирјана ПОПОВИЋ-БОЖИЋ
др Радомир ЂОРЂЕВИЋ
др Борко ВУЈИЧИЋ
др Горан ЂОРЂЕВИЋ
др Љубиша НЕШИЋ
Ратомирка МИЛЕР
Дејан КРУНИЋ
Данило БЕОДРАНСКИ

ИЗДАВАЧ

ДРУШТВО ФИЗИЧАРА СРБИЈЕ
Прегревица 118
11080 Београд-Земун
тел: 011-31-60-260/166
факс: 011-31-62-190
e-mail: dfs@phy.bg.ac.yu

Часопис је ослобођен пореза на промет на основу мишљења Министарства просвете Републике Србије бр. 443-00-14/2000-01 од 29.03.2000.

©Друштво физичара Србије,
Београд, мај 2002

Сва права умножавања, прештампавања и превођења задржава Друштво физичара Србије

Тираж: 1000 примерака

Штампа: Студио Плус, Београд

БИВШИ УРЕДНИЦИ ЧАСОПИСА

(1976/77) Ђорђе Басарић и Слободан Жегарац, (1977/78) Душан Ристановић и Драшко Грујић, (1978/79-1981/82) Љубо Ристовски и Душан Коледин, (1982/1983) Душан Коледин, Драгана Поповић и Јаблан Дојчиловић, (1983/84-1986/87) Драшко Грујић, (1991/92-1993/94) Јаблан Дојчиловић, (1994/95-1996/97) Томислав Петровић, (1997/98) Александар Стаматовић, (1998/99) Душан Арсеновић

УРЕДНИКОВА СТРАНА

Поштовани читаоци!

Овим бројем приводимо крају још једну школску годину. Надам се да сте задовољни са досадашњим радом Редакције нашег заједничког часописа. Трудили смо се да вас разноврсношћу тема и задатака заинтересујемо и проширимо ваше знање из различитих области физике, као и да вас наведемо на размишљање о новим феноменима..

Захваљујући помоћи Министарства просвете и спорта Републике Србије, један број комплета нашег часописа од прошле и ове школске године, биће дистрибуиран основним и средњим школама у нашој Републици. Желимо да вас обавестимо да је и Министарство за науку, технологије и развој Републике Србије такође заинтересовано за овакав вид сарадње и у наредном периоду. Један од критеријума расподеле комплета биће и досадашње активности сваког од вас, везане како за писање чланака и различите сугестије у вези побољшања квалитета часописа, тако и за његову популаризацију, а самим тим и повећање броја читалаца.

О раду и свим активностима Друштва физичара Србије, па и наше Редакције, ускоро ћете се моћи обавестити и на страницама часописа "*Просветни преглед*", који добија свака школа. То је резултат заједничког рада Министарства просвете и спорта и Координационог тела стручних друштава Србије, чији је члан и наше Друштво. Свакако ћемо се потрудити да до краја јуна месеца текуће године отворимо и сајт Друштва, на коме ће и "*Млади физичар*" бити презентован са посебном пажњом. Адресу новоотвореног сајта моћи ћете благовремено да нађете на интернет презентацији Института за физику у Земуну, *www.phy.bg.ac.yu*, као и у горепоменутом "*Просветном прегледу*".

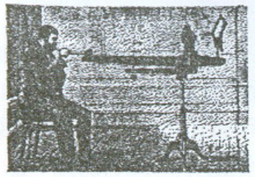
Желим вам да са успехом приведете крају и ову школску годину, са надом да ћемо и убудуће наставити да се дружимо.

Главни и одговорни уредник
часописа "Млади физичар"
др Драган Маркушев

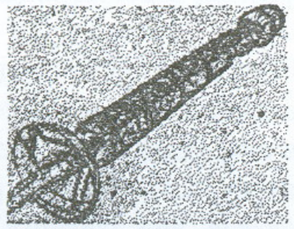
САДРЖАЈ

3 **УКРАТКО**

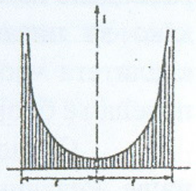
5 **ТЕМА БРОЈА**
5 **Стварање звука ласером - фотоакустички ефекат**
Мира Терзић
ПМФ, Нови Сад



12 **КАКО ТО ДРУГИ РАДЕ**
12 **Водич кроз антиматерију за почетнике**
Рон Коцзор (Ron Koczor)
http://www.firstscience.com
Превео: Владимир Стојановић
Институт за физику, Београд-Земун

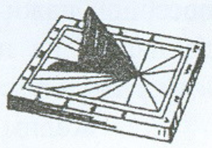


16 **ЗАНИМЉИВОСТИ**
16 **Вртложне струје и "скин" ефекат**
Ратомирка Милер
дипломирани астрофизичар, Београд

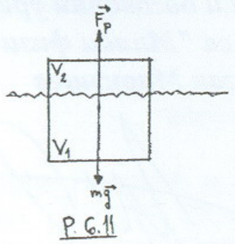


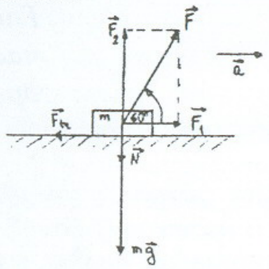
19 **О наочарима**
Јелена Милоградов-Турин
Катедра за астрономију
Математички факултет, Београд

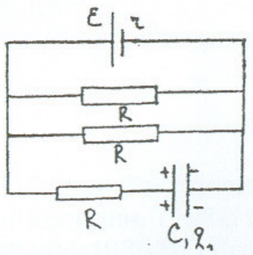
21 **Несхватљиво али мерљиво: време**
Рожа Михајловић, професор физике
ОШ "Дринка Павловић", Београд



26 **РЕШЕЊА ЗАДАТАКА**







УКРАТКО

Метални водоник на видику
10. април 2002

Научници већ дуго очекују да чврсти водоник постане метал када се компримује, али за сада је електрична проводност запажена само у течном водонику. Сада експериментална проучавања чврстог водоника на притисцима до 320 GPa предвиђају да би постао метал на притисцима од 450 GPa - преко четири милиона више од атмосферског притиска.Рене Летулек (*René LeToullec*) са сарадницима у *CEA* у Француској је такође пронашао да чврсти водоник постаје непрозиран, или црн, под притиском. (P. Loubeyre et al, 2002 *Nature* **416**, 613)

Кондензовано стање изван лабораторије
12. април 2002

Физика површина и квантна механика могу да обезбеде вредно сагледавање услова у Земљиној кори, како су два тима научника објаснила на Конгресу Института за физику (*Institute of Physics Congress*) одржаном у Брајтону, Велика Британија. Група са Универзитета у Нотингему (*University of Nottingham*) објаснила је како њихови експерименти са леденим површинама коју да баце светло на ране ступње формирања звезда. У међувремену физичари са University College London објаснили су како предвиђају састав и температуру Земљине коре на основу знања о особинама појединих елемената.

Сребрна површина поспешује суперпроводљивост
1. мај 2002

„Ефекат близине" у суперпроводницима је добро познат: када је суперпроводник у додиру са обичним металом његова суперпроводност је потиснута. Али сада су физичари по први пут показали обрнути ефекат близине код кога се суперпроводност појављује пре када је он у контакту са металом Роберт Дајнс (*Robert Dynes*) и колеге са University of California at San Diego су пронашли да је критична температура суперпроводљивости оловног филма повећана када је обложен сребром. Истраживачи су приписали ефекат јакој вези

PhysicsWeb
Global news and information

која постоји межу електронима у сребру. (O. Bourgeois et al, 2002 *Phys. Rev. Lett.* **88**, 186403).

Светла будућност за LCD
1. мај 2002

Екрани од течног кристала (LCD) се сада праве постављањем течног кристала у сендвич између два парчета стакла али Дик Брур (*Dick Broer*) са колегама из Филипса (*Philips*) у Холандији су показали како се праве LCD-ови који су као отворени сендвич. Они су користили ултраљубичасту светлост да заробе танак филм течност кристала између једног комада стакла и полимерне подлоге. Ова технологија би омогућила велике екране на зидовима или прилагодљиве екране који би били утопљени у одећу. (D. Broer et al, 2002 *Nature* **417**, 55)

Полупроводници попуњују празнину
8. мај 2002

Полупроводнички ласер који производи електромагнетно зрачење фреквенције ван домета постојеће технологије је направљен од стране физичара у Италији и Великој Британији. Произведен од стране Ридегер Келера (*Ruedeger Köhler*) и Алесандра Тредикучија (*Alessandro Tredicucci*) са *Scuola Normale Superiore* у Пизи и колега из Торина и Кембрица уређај ради на 4,4 THz. Зрачење ове фреквенције може се користити у визуелизацији у медицини, астрономији, хемијској анализи и телекомуникацијама (R. Köhler et al, 2002 *Nature* **417**, 156)

Вести за вас одабрао:
Душан Арсеновић
Институт за физику
Београд-Земун

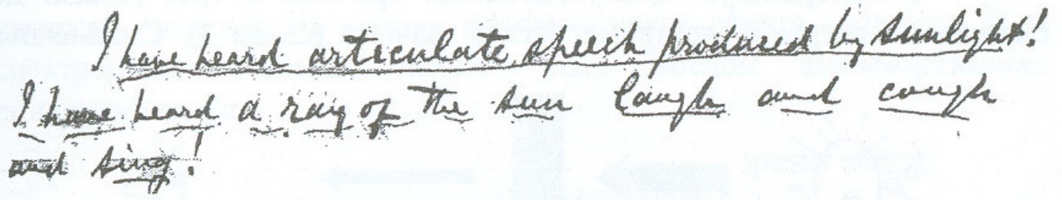
ТЕМА БРОЈА

Стварање звука ласером - фотоакустички ефекат

Мира Терзић
ПМФ, Нови Сад

У интеракцији електромагнетног зрачења са средином долази до појаве различитих ефеката. Један од њих је и побуда акустичких таласа. 26. фебруара 1880. Александар Бел (*Alexander Bell*; 1847-1922) у писму оцу написао је: "*Чуо сам артикулисани говор који је произвела Сунчева светлост. Чуо сам да се зраци Сунца смеју, кашљу и певају!* " (Слика 1). Било је то откриће новог ефекта, данас познатог под именом ***фотоакустички ефекат***.

Александар Бел


I have heard articulate speech produced by sunlight!
I have heard a ray of the sun laugh and cough and sing!

Слика1. Факсимил писма Алаксандра Бела оцу

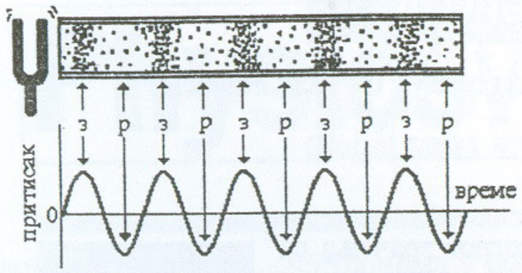
Звук (Акустички талас)

Звук (Акустички талас) је механички талас кога опажамо чулом слуха. Осећај звука изазивају осцилације честица средине чије се фреквенције крећу од 20 Hz до 20000 Hz. Таласи чије су фреквенције мање од 20 Hz називају се *инфразвук*, а веће 20000 Hz *ултразвук*.

За настајање и преношење звука потребан је звучни извор и средина кроз коју се звук преноси. Звучни извор је свако тело које осцилује у средини која га окружује.

Настајање звучних таласа помоћу тела које осцилује

На слици 2. приказано је настајање звучних таласа у гасу помоћу звучне виљушке (тела које осцилује). Осциловање звучне виљушке проузрокује наизменично згушњавање (з) и разређивање (р) честица гаса у правцу простирања звука. Област где долази до згушњавања честица гаса је позната и под именом област високог притиска, а област где је разређење честица гаса назива се и област

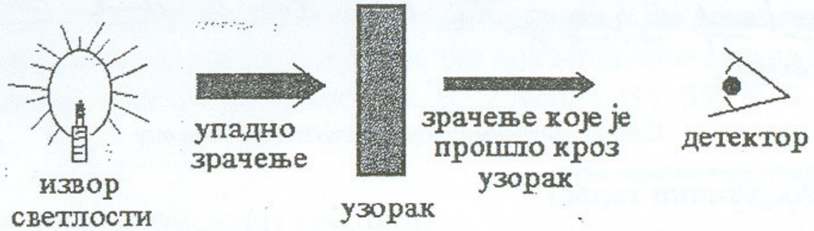


Слика 2. Настајање акустичких таласа помоћу тела које осцилује

ниског притиска. Како се звучни талас састоји од низа понављања области високог и ниског притиска који се креће кроз средину, понекад се звучни талас назива и ***талас притиска***. Детектор за звук, било то човечије ухо или инструмент који је човек направио, детектује промене у притиску када звучни талас доспе на њега.

Настајање фотоакустичких таласа

У интеракцији електромагнетног зрачења и гаса долази до смањивања енергије електромагнетног зрачења (слика 3). Смањивања

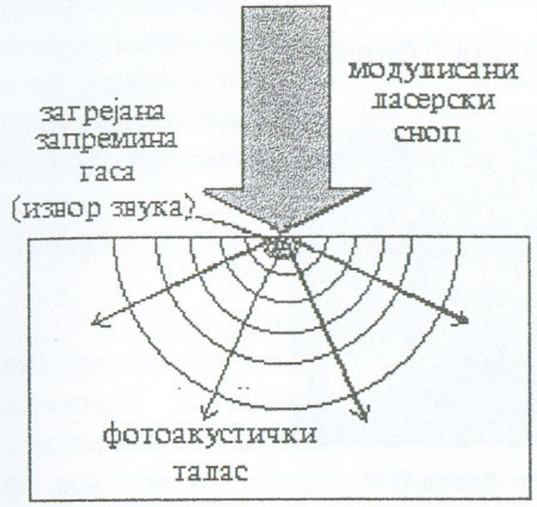


Слика 3. Шематски приказ апсорпције светлости

енергије која наступа услед прелаза енергије електромагнетног поља таласа у друге облике енергије назива се ***апсорпција***.

Апсорбована енергија може прећи у топлотну енергију – енергију кретања атома и молекула. Ово има за последицу пораст притиска у гасу у области где је дошло до загревања (сл. 4). Промене у притиску се распростиру даље од извора, доводећи до наизменичног згушњавања и разређивања честица гаса. Настаје фотоакустички талас (звучни талас).

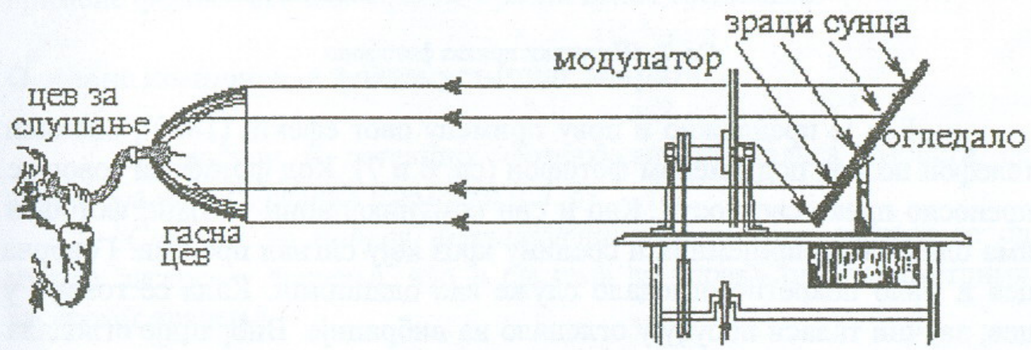
Сама по себи трансформација светлости у топлоту не доводи увек до појаве акустичких таласа у гасу. За то је неопходно да дође до промене интензитета у времену (модулације) светлости. Модулисање светлости доводи до периодичних промена притиска у гасу, што



Сл. 4. Шематски приказ формирања фотоакустичких таласа

резултује појавом звучних таласа у њему. Због начина на који звук настаје у литератури се користи термин ***фотоакустички талас***.

Данас, се за побуду фотоакустичких таласа углавном користи ласерско зрачење. На основу фотоакустичког ефекта развијена је и спектроскопска метода[1] позната под именом ***фотоакустичка спектроскопија.***

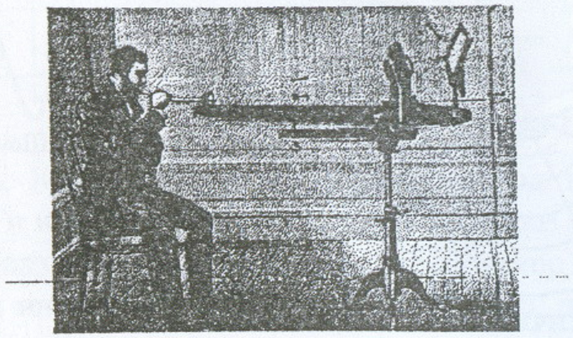


Сл. 5. Шематски приказ апарата помоћу кога је Белл открио фотоакустички ефект

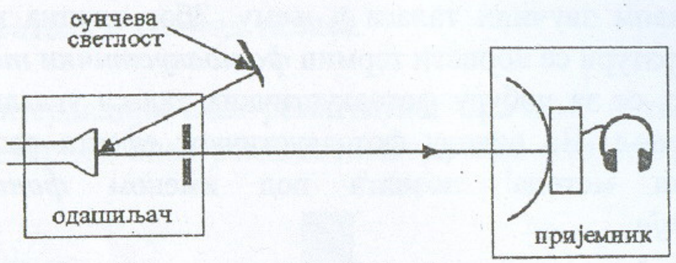
Апарат помоћу кога је Бел чуо зраке Сунца приказан је на слици 5. Сунчева светлост пада на покретно огледало које усмерава светлост у гасну цев. Између огледала и гасне цеви постављен је модулатор. Гасна цев је повезана са цеви за слушање. Помоћу ње је Бел чуо звук Сунца.

[1] Проучавање особина материје преко њене интеракције са различитим таласним дужинама електромагнетног спектра.

Прва примена фотоакустичког ефекта – фотофон



Сл. 6. Белов фотофон из 1880.



Сл. 7. Шематски приказ фотофона

Бел је предложио и прву примену овог ефекта (1880), оптички телефон познат под именом фотофон (сл. 6 и 7). Код фотофона говор се преносио преко светлости. Као и сви комуникациони уређаји, фотофон има одашиљач, пријемник и средину кроз коју сигнал пролази. Говорна цев и мало покретно огледало служе као одашиљач. Када се говори у цев, звучни таласи побуђују огледало на вибрације. Вибрације огледала модулишу сноп сунчеве светлости и рефлектују је у правој линији ка другом пријемном огледалу. Пријемно огледало сакупља светлост и фокусира на селенијум, чији је електрични отпор осетљив на светлост. Отпор селенијума се због тога мења са флуктуацијама гаса, што доводи до промене струје кроз коло. Селенијум конвертује светлост у електричне импулсе и везан је у коло са батеријом и слушалицама. У слушалицама се електрични импулси конвертују назад у звук. Овим апаратом, Бел је успео да пренесе говор на удаљености од 200 m. Био је то један од најранијих светлосно–таласних комуникационих уређаја.

Фотофон се могао користити само на ограниченим даљинама, где је постојала директна линија вида између одашиљача и пријемника. У даљем развитку телефоније фотофон није могао конкурисати његовом

ранијем открићу (1876) – електричном телефону. Мада фотофон није имао комерцијални успех, он је ипак показао да електромагнетни таласи могу преносити људски глас. Главни проблем је била недовољно ефикасна трансмисија светлости кроз ваздух. Данас, се за ефикасан пренос информација помоћу светлости користе светлосни водови.

Кратак историјски осврт на фотоакустички ефект

Убрзо након открића, фотоакустички ефект је био практично заборављен. Разлог тога су слаби акустички сигнали, те их постојећи детектори за звук нису могли детектовати. Развитак осетљивих микрофона омогућио је да се ураде истраживања примене фотоакустичког ефекта у гасним срединама (1938). Она доводе до изградње једноставних, али осетљивих апарата за анализу гасних средина. Међутим, због мале конверзије светлосне енергије у звучну овај ефект нема ширу примену.

Нови бљесак, настаје након открића интензивних светлосних извора – ласера (1960), као и развитком различитих осетљивих детектора за звук. Ово доводи до наглог развоја научне и техничке примене фотоакустичког ефекта у различитим срединама.

Основне компоненте фотоакустичког апарата

За побуду и детекцију фотоакустичких таласа користи се апаратура чији су главни елементи (сл. 8):.

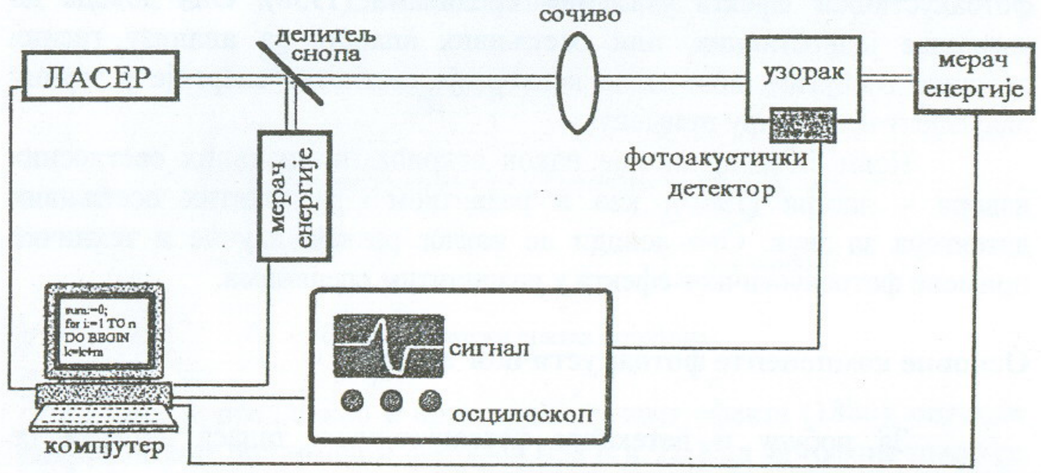
Систем за побуду фотоакустичких таласа састоји се од извора ласерског зрачења, као и система за управљање параметрима ласерског зрачења.

Сл. 8. Основне компоненте фотоакустичког апарата

Акустички део где се формирају фотоакустички таласи и трансформишу у електричне сигнале.

Систем за прикупљање и обраду добијених фотоакустичких сигнала.

На слици 9. приказан је типичан фотоакустички експеримент. Сноп ласерског зрачења помоћу сочива се фокусира на узорак који се налази у фотоакустичкој кивети. Настали сигнали се детектују фотоакустичким детектором повезаним са осцилоскопом. Он дигитализује сигнале и добија се облик фотоакустичког таласа. Из облика таласа се добија информација о величини промена, као и где и када су оне настале. Мерачи енергије мере енергију ласерског зрачења којом се побуђују фотоакустички таласи, као и енергију која је прошла кроз узорак. Компјутером се сакупљају и обрађују подаци. Истовремено он служи и за контролу и управљање радом целог ситема.



Сл. 9. Шематски приказ типичног фотоакустичког експеримента

Примена фотоакустичког ефекта

У многобројним публикацијама демонстрирана је велика осетљивост фотоакустичког метода (нпр. Харен и др., 2000, Терзић и др. 2000) за успешно решавање проблема у различитим областима. Ово укључује проучавање узорака у течним, гасовитим и чврстим агрегатним стањима, као и биолошких и медицинских узорака. Широка примена заснива се пре свега на њеној једноставности и примењивости и у случајевима када се не могу користити конвенционалне спектроскопске методе. Ипак, већина аналитичких фотоакустичких метода односи се на узорке у гасном стању, где посебно место заузима примена за праћење атмосферских загађивача. Разлог је велика

осетљивост појединих молекула у гасним смешама на светлост којом се делује на узорак, те долази до њиховог наглог загревања. У ту сврху до сада су конструисани многобројни фотоакустички спектрометри. Они омогућују да се детектују бројне органске и неорганске супстанце чије су концентрације реда величине ppbV ($1{:}10^9$ запремински). Један фотоакустички спектрометар се налази и у Институту за физику у Београду. Констриусани су и покретни фотоакустички системи помоћу којих се могу пратити амбијентална загађења, а најчешће се користе за анализу ваздуха на прометним местима.

На основу фотоакустичког ефекта развио се и нов правац у микроскопији, фотоакустичка микроскопија.

Литература

[1] Bell, A.G. *Philos. Mag.* **11**, 510 (1881).

[2] Zharov V. P. Lerokhov V. S., "*Laser Optoacoustic Spectrosocopy*", Springer Series in Optical Sciences, Vol 37., Springer, Berlin, (1986).

[3] Lyamshev L.M., *"Laser Tthermooptical Excitation of Sound"*, Nauka, Moskva, (1989).

[4] Harren F.J.M., Cotti G., Oomens J., Hekkert S. L. *"Encyclopedia of Analytical Chemistry"* R.A. Meyers (Ed.) pp. 2203, John Wiley & Sons Ltd, Chichester, (2000).

[5] Терзић М, Курепа-Јовановић Ј., *"Линеарна фотоакустичка спектроскопија – методологија и испитивање молекула"*, Универзитет у Новом Саду, ПМФ, Футура публикације, Нови Сад, (2000).

[6] Jovanović-Kurepa, J., Markušev, D.D. i Terzić, M. *Kvantni svet*, Zbornik radova, Institut za fiziku, (1996), 147.

КАКО ТО ДРУГИ РАДЕ

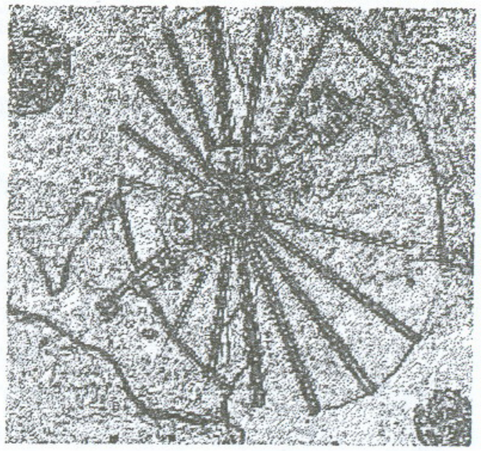
Водич кроз антиматерију за почетнике

Рон Коцзор (Ron Koczor)
http://www.firstscience.com
Превео: Владимир Стојановић
Институт за физику, Београд-Земун

Шта прво помислите кад чујете реч "антиматерија"? Нешто егзотично, нешто нерелално? Нешто што су освојили јунаци серије "Звездане стазе" током битке у некој компјутерској игри или научнофантастичном филму?

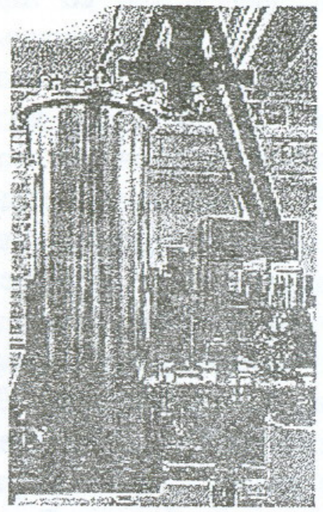
За неке од научника и универзитетских професора, антиматерија може бити основни погон будућих људских путовања кроз свемир. У било каквим разматрањима такве врсте путовања, реакције материја-антиматерија не могу бити заобиђене. Та реакција се своди на основну: када се честица и њена античестица сретну, кажемо да се оне анихилирају, тј. пониште једна другу а њихова комплетна маса се конвертује у чисту енергију. Многи уџбеници физике описују материју као "нешто што заузима простор а има масу". Сваки физички објекат који сте икада видели састоји се од материје. Дакле, ако је све што знамо нарављено од материје, шта је онда антиматерија?

Вратимо се у тридесете године прошлога века где ћемо наћи одговор. Године 1928. британски физичар Пол Дирак (*Paul A.M. Dirac*, 1902-1984) формулисао је теорију за описивање кретања електрона у електричним и магнетским пољима. Такве теорије су већ биле формулисане раније, али оно што је јединствено у вези Диракове је да је она укључила ефекте Ајнштајнове Специјалне теорије релативности. Диракове једначине су радиле изузетно добро, описујући многе карактеристике кретања електрона које претходне једначине нису могле.



Слика 1. Уметнички концепт роботске пробе са погоном на антиматерију која плови поред планета у замишљеном, блиском соларном систему.
(Лабораторија за високе енергије на Пенсилванијском државном универзитету)

Али, Диракова теорија је такође водила до изненађујуих предвиђања да електрон мора имати једну тзв. "античестицу", која има исту масу али позитивно наелектрисање (супротно од негативног наелектрисања електрона): Године 1932. Карл Андерсон (*Carl Anderson*) је посматрао ту нову честицу експериментално, и дао јој име "позитрон". Ово је био први познати пример антиматерије. Године 1955. антипротон је произведен у Беватрону у Берклију, а 1995 научници су креирали први анти-водоников атом у европском истраживачком уређају у ЦЕРН-у, комбинујући антипротон са позитроном (нормални водоников атом се састоји од једног протона и једног електрона). Али када су произведени атоми антиводоника, они су путовали приближно брзином светлости и нису могли да опстану дуго (типично време живота око 40 наносекунди, тј. $40 \cdot 10^{-9}$s).



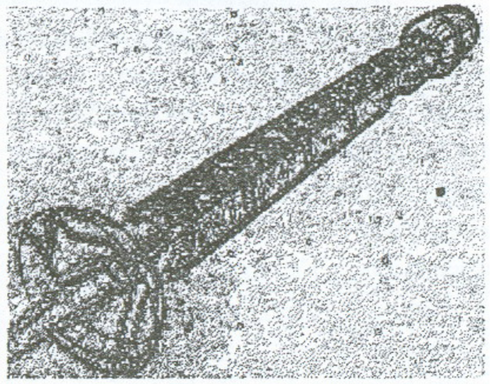
Слика 2. Пенингов трап користи комбинацију ниских температура и електромагнетских поља да складишти антиматерију. Иако трап може једино да складишти невероватно мале количине, трапови ће помоћи да се развију технологије отребне за напредне пропулзионе концепте. (Лаб. За високе енергије)

Диракове једначине су предвиделе да све основне (фундаменталне) честице у природи морају имати одговарајуу "античестицу". У сваком појединачном случају масе честице и античестице су идентичне, док су друге особине скоро идентичне. Али у свим случајевима, математички знаци неких особине су обрнути.

Антипротони, нпр., имају исту масу као протони али суротно наелектрисање. Од Дираковог времена изучавана је и посматрана успешност спаривања тих парова честица-античестица. Чак и честице које немају наелектрисање, као што је неутрон, имају античестице. Они имају друге особине са супротним предзнаком (као што је магнетски момент).

Интересантно је да нема реалне разлике између честице и античестице у теоријама физике честица. Оне су еквивалентне. Многи теоретичри верују да су се у време Великог праска (*Big Bang*) античестице и честице креирале у скоро једнаким бројевима. Али, зашто је онда антиматерија тако ретка данас? Неодређен одговор (он

јесте неодређен, јер се питање односи на текуће истраживање) је у речи скоро. Постојећа теорија сугерише да, ако број честица превазилази број античестица у Великом Праску за само један део на 100 милиона, онда се садашњи Универзум може објаснити помоћу тих екстра честица које нису анихилиране помоћу њихових античестестица. Друге теорије сугеришу да чак и ако су једнаке количине антиматерије и материје креирани у Великом Праску, физика антиматерије и материје је незнатно другачија. Ова хипотетична разлика ће фаворизовати остатак материје, оне која је остала после анихилиране антиматерије.



Слика 3. Уметничка замисао ракетног брода са погоном на антиматерију личи на велики свемирски линеарни акцелератор.

Ето дакле шта је антиматерија. Да ли смо сигурни да није остало више антиматерије у Универзуму? Др Чарлс Меган (*Charles Meegan*), астрофизичар у центру за свемирске летове Маршал (*Marshall Space Flight Centre*), приметио је да су орбитирајуће опсерваторије за гама-зраке мериле у деловима неба, у опсегу енергија које које би могле да детектују обележја која индицирају анихилацију антиматерије.

"Ни један од инструмената који је до данас радио није открио доказе о великим количинама антиматерије у свемиру," каже Меган.

Постоје докази да се догађају реакције у којима се врши велика размена енергије у изолованим тачкама, у централним деловима неких галаксија и квазара, нпр.- које креирају антиматерију која онда анихилира. Али, ипак, и даље се не мисли да постоји нека преостала антиматерија после Великог Праска.

На Земљи сва антиматерија која постоји се приписује индивидуалним атомима. Нискоенергијски позитрони се рутински користе у медицинској терапији техником која се зове томографија позитронске емисије (*Positron Emission Tomography*) као и при студијама материјала коришених у електричним колима. Ови позитрони су резултат природног распада радиоактивних изотопа. Иако су користни у медицини и истраживању материјала, нема довољно ових анти-електрона да обезбеде корисну форму ракетног горива. Високоенергијске честице антиматерије су произведене у великом броју једино у неколико светских највећих акцелератора. Садашњи светска

продукција антиматерије је реда 1 до 10 нанограма годишње (милијардити део грама).

Како ће антиматерија помоћи истраживање свемира?

Одговор лежи у фамозној Ајнштајновој релацији $E = mc^2$. Када антиматерија анихилира са нормллном материјом, сва маса се конвертује у енергију. Излазна енергија по једној честици драстично превазилази ефикасност хемијских реакција као што су сагоревање водоника или кисеоника у моторима "свемирског таксија" Спејс шатла (*Space Shutlle*).

Зато се запитајмо, да ли будућност антиматерије лежи управо у свемирским путовањима?

ПРЕПОРУЧУЈЕМО

CD1- Образовни програм ***Физика 6***, по наставном програму физике за шести разред основне школе.
CD2- Образовни програм ***Физика 7***, по наставном програму физике за седми разред основне школе.
CD3- Образовни програм ***Физика 8***, по наставном програму физике за осми разред основне школе.

***Kvark media*, Београд, Булевар мира 70,**
тел: 011/36 71 554,
e-mail: kvark@EUnet.yu

ЗАНИМЉИВОСТИ

Вртложне струје и "скин" ефекат

Ратомирка Милер
дипломирани астрофизичар, Београд

Познато је да се на крајевима проводника индукује електромоторна сила (E), ако се он нађе у променљивом магнетном пољу. Израз за индуковану електромоторну силу дат је Фарадејевим (*Michael Faraday*) законом (1831. године) електромагнетне индукције:

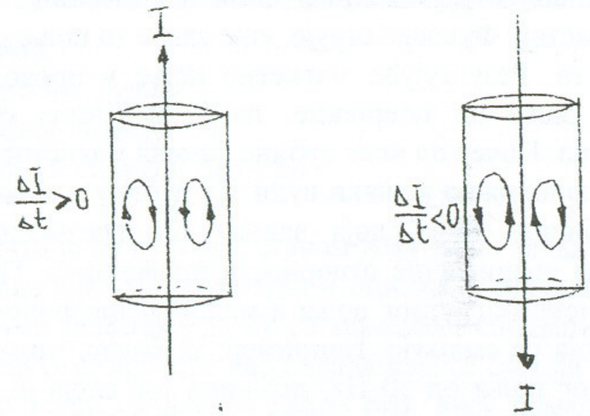
$$E = -\frac{\Delta\Phi}{\Delta t},$$

где је магнетни флукс $\Phi = \mathbf{B}\cdot\mathbf{S}$ (Wb). **B** је вектор магнетне индукције, а **S** вектор површине кроз коју пролазе линије силе магнетног поља.

Ако је проводник везан за неко струјно коло, јавиће се индукована струја која ће бити усмерена самим проводником. Међутим, ако се у променљивом магнетном пољу нађе масиван комад метала, сваки део можемо сматрати као затворен проводник у коме се мења магнетни флукс. Индуковане струје тада неће бити каналисане и њихово кретање се може одвијати у било ком правцу и смеру. Пошто су магнетне линије силе затворене, такве ће бити и индуковане – Фукоове струје (*L. Foucault*), па их због тога још називамо и вртложне (вихорне) струје. Када се ове струје индукују у масивним цилиндричним проводницима, равни ових струја пролазе кроз осу цилиндричног проводника.

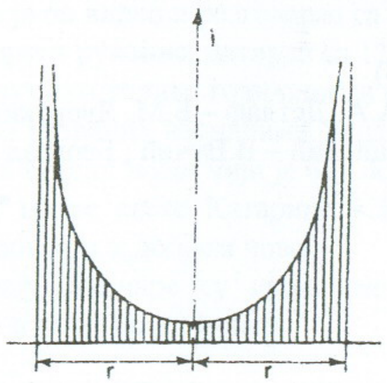
Пошто сваки проводник има одређену електричну отпорност, енергија Фукоових струја прелази у топлоту, а саме струје при томе ишчезавају. Код масивних проводника интензитет ових струја може бити изузетно велики (због мале електричне отпорности), тако да је и ослобођена количина топлоте велика. То је искоришћено у **индукционим пећима** за топљење руда метала. Међутим, најчешће је то непожељан губитак енергије, што се спречава или смањује на разне начине. Код трансформатора например, метално језгро се исече на танке ламеле (повећа се електр. отпорност) које се слепе непроводним лепком ("*ламелирано*" језгро). На тај начин је интензитет Фукоових струја изузетно мали, тако да се топлотни губици могу занемарити.

Фукоове струје се брзо мењају и не продиру у дубину проводника. При протицању наизменичне струје кроз проводник, сопствено променљиво магнетно поље унутар проводника индукује



а) Слика 1 б)

вртложне струје. Њихов смер је одређен Ленцовим (*Lentz*) правилом (које је последица закона одржања енергије). На сликама 1.а и 1.б приказан је смер ових струја при порасту примарне струје I (слика 1.а) у проводнику и при њеном смањивању (слика 1.б). Видимо да индуковане струје имају такав смер да се супротстављају промени струје (магнетног флукса) унутар проводника, а олакшавају њену промену близу површине, тако да јачина наизменичне струје није иста по попречном пресеку проводника (слика 2). Максимална је на површини проводника а минимална на његовој оси. Ову појаву називамо **површински или "скин" ефекат** (*skin* – кожа). Због овог ефекта, при фреквенцијама наизменичне струје већим од 10^3 Hz (високофреквентне наизм. струје), омска отпорност проводника R није иста као у колу једносмерне струје (већа је) и зависи од фреквенције наизменичне струје (код нискофреквентних наизменичних струја тај ефекат је занемарљив).



Слика 2

При уношењу струјног проводника у спољашње променљиво магнетно поље, настају Фукоове струје, које слабе то поље у проводнику тј. "*екранирају*" га. Резултујуће магнетно поље у проводнику је све слабије, што је даље од површине, па је и јачина струје унутар проводника слабија. Почев од неке дубине, јачина магнетног поља као и јачина струје су приближно једнаки нули. Ту дубину називамо *дебљина скин слоја*. Дебљина овог слоја зависи од фреквенције промене магнетног поља и специфичне отпорности проводника. При повећању фреквенције промене магнетног поља и малој специфичној отпорности, дебљина овог слоја се смањује. Например, за бакар, при фреквенцији промене магнетног поља од 50 Hz, дебљина тог слоја је око 1 cm. У области средњих радио – таласа фреквенције 10^7 Hz, дебљина *скин слоја* у бакру је око 10^{-3} cm, а то је доста мала величина, тако да брзо променљиве струје такве учестаности теку практично по површини проводника.

Ако узмемо шупље проводнике , њихова електрична отпорност би била мала. Површина оваквих проводника не сме имати пукотине, бити кородирана или имати неке друге недостатке. Да би се смањили губици енергије, у области радио – фреквенција овакви проводници се прекривају танким слојем сребра (струје теку само по том слоју), а сребро иначе има мању специфичну отпорност од бакра.

При загревању равних проводника високофреквентним струјама, због *скин ефекта,* сва топлота настаје у површинском слоју. То је навело В.П. Вологдина и његове сараднике да разраде методе површинског каљења метала. Ово се примењује при изради зупчаника, брегастих осовина и других делова у машинама који су подложни ударним оптерећењима.

Литература:

[1] "*Квант*" **5**, (1985)
[2] "*Курс физики*" , А.А. Детлаф – Б.М. Яворский, Москва, (1989)
[3] "*Физика 2*", Д.Ивановић – В.Вучић , Београд (1971)

ЗАНИМЉИВОСТИ

О наочарима

Јелена Милоградов-Турин
Катедра за астрономију
Математички факултет, Београд

Познато је да су још у старом веку људи знали за неке оптичке особине сочива, како је то укратко и описано у прошлом броју *Младог физичара.* Има података да су се помагали сочивима за разгледање предмета. Међутим, наочаре као справа која се састоји од чврстог рама који држи по једно сочиво за свако око, нису поменуте у античким списима.

Први писани текст о увећању ликова објеката једноструким сочивима може се наћи код Роџера Бејкона (*Roger Bacon*, 1210-1294) у његовом најзначајнијем делу *Opus Majus.* У том мрачном добу Беконове речи нису наишле на одјек. Не може се рећи да је он изумитељ наочара, иако је схватио да би сочива могла бити од користи за вид.

У вези са наочарима најчешће се помињу два Италијана: Александар дела Спина (*Alexandro della Spina*), доминикански калуђер из Пизе и његов пријатељ Салвино Дармати (*Salvino d'Armati*). О обојици се веома мало зна. Спина је умро 1313. године а на надгробном споменику Салвина Дарматија пише:

Овде лежи Салвино Дармато из Фиренце
Проналазач наочара. Бог нека опрости његове грехе. 1317.

Ђордано де Ривалто (*Giordano de Rivalto*) у својој проповеди 1305. године помиње да није још ни двадесет година прошло од како су наочаре смишљене и да је он видео и разговарао са обојицом људи који су их направили. Један други рукопис, датиран са 1299. годином садржи следећи цитат: "Притиснут сам толико годинама да не могу ни да читам ни да пишем без стакала названих наочарима, недавно смишљеним, на велику добробит сиротих старих људи чији је вид ослабио". Један други рукопис, из библиотеке цркве свете Катарине у Пизи, приписује тај проналазак Спини – "скромном и добром човеку".

У сваком случају, наочаре су пронађене у Италији, негде између 1285. и краја 13. и почетком 14. века.

Наочаре за само једно око – монокл су се показале непрактичним. Њихово коришћење се највише везивало за имућну класу 19. века.

Тек крајем 20. века је направљен корак даље у усавршавању наочара – контактним сочивима.

Наочаре, чак и данашње, по правилу садрже једнострука сочива па стога имају мноштво мана – аберација, која се не примећују јер је кривина површина сочива мала. Покушајте да фокусирањем[2] лика неког далеког предмета на подлогу, на пример лика сијалице на папир, одредите колика је жижна даљина наочара којима располажете. Видећете да је доста велика што значи да је закривљеност слаба.

ПРЕПОРУЧУЈЕМО

"Међународне олимпијаде из физике, I-XXVII 1967-1996, Збирка задатака са решењима", Издање Друштва физичара Србије
Превод и припрема: Борис Грбић, Марко Ђорђевић, Мирјана Поповић-Божић и Марко Стошић
Збирка садржи задатке и решења са свих двадесет и седам међународних олимпијада из физике одржаних између 1967. и 1996. године

Цена: 180 дин. + ПТТ

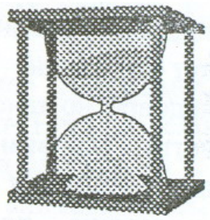
ПРЕПОРУЧУЈЕМО

CD1- Образовни програм *Fizika 1*, по наставном програму физике за први разред гимназије
CD2- Образовни програм *Fizika 2*, по наставном програму физике за други разред гимназије

***Kvark media*, Београд, Булевар мира 70,**
тел: 011/36 71 554,
e-mail: kvark@EUnet.yu

2 Помоћу наочара за далековиде која имају сабирна сочива

ЗАНИМЉИВОСТИ



Несхватљиво али мерљиво: време

Рожа Михајловић,професор физике
ОШ ''Дринка Павловић'',Београд

Наступиће време када ће брижљива истраживања, вођена кроз дуга раздобља, изнети на светлост дана оно што лежи скривено. Један једини живототни век, чак и када би се сасвим посветио природи, не би био довољан да се проучи нешто тако пространо и трајно.. . . и тако ће се то знање расцветати тек кроз дуги низ епоха. Доћи ће тада време када ће наши потомци бити запањени да ми нисмо знали ствари које су њима саме по себи јасне. . . Многа открића су сачувана за времена која тек долазе, када сећање на нас већ буде избледело. . . Природа не открива своје тајне одједном и свима.

Seneca, Naturales questiones, 1 век н. е.

Атински филозоф Сенека је, по Стивену Хокингу, био, наравно, у праву. Много тога је било неоткривено све до нашег доба, јер је природа крила од нас своје тајне. Али, човек је ''растао'', његов ум досезао до неслућених граница и он је све смелије и постављао и одговарао на бројна питања: **шта је време?**

Са гледишта савремене науке (и философије), време је саставни део простора и са њим заједно представља облик постојања материје. Време је као појам нешто познато, присутно, прихваћено, али незахвално за дефинисање. Први ђачки сусрет са појмом времена, а да није везано за метеоролошко време или време учења или време устајања је на првом часу физике на коме се започиње истраживање кретања. Кретање је премештање тела у простору и времену у односу на друга (референтна) тела. Један догађај се дешава овде и сада, а други тамо и после. Време, дакле, са простором има много тога заједничког: Вечно је и бесконачно, али постоји и суштинска разлика- простор се може мерити у свим правцима, а време само у једном.

Данас, на почетку 21. века, доста се поуздано зна да је Свемир настао пре четрнаест милијарди година, Земља пре четири и по милијарди година, а хомо сапиенс се појавио пре двесто педесет хиљада година. Човек је почео да штампа књиге пре отприлике петсто педесет година, пре нешто више од сто година је пронађен радио, пре око

седамдесет година се појавио телевизор, а пре тридесет три године први пут је крочио на Месец. Још од давнина је било јасно да време неповратно тече, тако да се исти догађај никада не може поновити под истим условима. Најпознатији философи су још од античког доба покушавали да схвате време и да га дефинишу. Њутново схватање: . . . *апсолутно, право и математичко време, по себи и по својој сопственој природи, тече једнако без обзира на ма шта спољње и другим именом се назива трајање. . .* (1687. Isac Newton, Philosophiae naturalis principia mathematica) владало је све до почетка 20. века када на научну сцену ступа Алберт Ајнштајн са револуционарним идејама које су објединиле простор и време у четвородимензионалну целину. У суштини, математичку форму јединства простора и времена дао је Херман Минковски, немачки математичар који је радио у Гетингену, одушевљен основним идејама Ајнштајна. На свом чувеном предавању на Осмом конгресу научника и лекара 1908. (последње јавно предавање пре изненадне смрти) Минковски је прорекао:

Господо, погледи на простор и време које желим пред вас да изнесем израсли су на тлу физичких експеримената. Ту лежи њихова снага. Одсад па надаље, простор за себе и време за себе треба да се спусте у сенку и једино њихово јединство може и треба да опстане.

Математички се тај четвородимензионални континуум, познат као простор-време, описује координатним системом у којем је временска оса нормална на сваку од три постојеће координатне осе, а при представљању једног догађаја време се третира као четврта димензија. Основа новог схватања времена је у његовој релативности: **време зависи од референтног система у којем се мери. Сваки систем има своје време.** Сам Ајнштајн је на својим веома посећеним предавањима говорио :

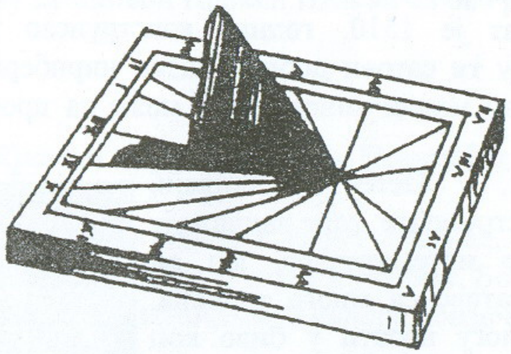
Кад нешто не схватате, ви маштајте. Замислите путника у возу који се креће великом брзином. Његово време тече спорије у односу на време путника који је закаснио на воз и остао на перону.

У астрофизици, једној од најизазовнијих области људског истаживања, време се рачуна од тренутка настанка Свемира. Ако је данашњи Свемир био сконцентрисан у једној тачки онда се та тачка у тренутку експлозије може сматрати просторно-временским координатним почетком, а тачност одређивања старости зависиће од брзине његовог ширења. Тако се може закључити да је у првих сто секунди дошло до настанка протона и неутрона. Наредних милион година формирају се прво лакши, а потом и тежи атоми. Звезде и галаксије настају наредних милијарду година, а треба им пет милијарди

година да се неке формирају, одживе и нестану. Наша планета је настала десет милијарди година после настанка Свемира.

Према оваквој временској скали јасан је смер протицања времена.Супротан смер подразумева враћање у прошлост. Неки модели астрофизике не искључују ни такву могућност, Но, прави одговор на то ће морати да сачека стварање услова, у лабораторијама, сличних онима у најранијој фази стварања Свемира. Дотле се препуштајмо машти писаца (Артур Кларк, Клифорд Симак, Жерар Клајн, Пол Андерсон) који нас вешто воде кроз ходнике времена и наводе да будемо повратници у прошлост, али будимо свесни да је то само (не)научна фантастика.

Ако човек још увек не зна у потпуности да одговори шта је време, веома је рано схватио да треба да га мери. Први покушаји мерења времена везани су за запажања да се поједине природне појаве одигравају периодично. Тако су за прве јединице мере узимани дан и ноћ. Већ најстарији посматрачи неба (Вавилонци) уочили су понављање кретања Сунца и других звезда и зато за њих везујемо настанак првих календара као метода за одређивање и регулисање религиозних обичаја, а касније и регулисања свакодневних догађаја у пословном и приватном животу људи.

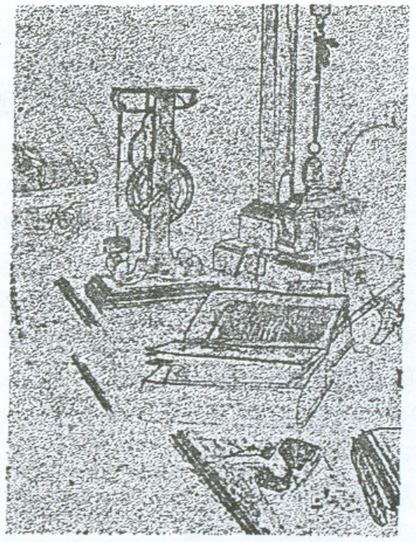


Међу најстаријим инструментима за мерење времена који се заснивају на механичком кретању., сигурно су водени и пешчани сатови. Сунчева сенка се вековима одржала као универзална мера за време - гномон је први показивач времена, но требало је решити велики проблем: како мерити време у мраку?! Вода, та дивна материја омогућила је прве ситније човекове успехе у премеравању мрачних сати. Египћани су направили прве водене сатове, а Грци их усавршили те настаде клепсидра. Онда су се исти досетили да је згодније уместо воде ставити песак.Друга врста распрострањених инструмената за мерење времена су сатови. (први се помињу 1300. године). Но они га не

показују, већ га оглашавају (*clock* на холандском значи звоно). *Данас се с правом може оценити да механички сатови спадају у најзначајније изуме човечанства*. После 700 година суверене владавине и репутације справе које је човек произвео у највећем броју примерака, тек последњих деценија сатови су почели да попуштају пред налетима модерне науке и технологије и лагано се повлаче у прошлост. Пред нама је ера кварцних и атомских сатова и теледиригованог времена у којој ћемо у сваком тренутку и на сваком месту располагати таквом информацијом о текућем времену о којој су наши преци и Сенека могли само да сањају.

Мада је мали број људи без сата на руци, мало њих зна како су настали. Западна Европа, крајем 13. века, колевка је првих сатова и то на торњевима. Први такав сачуван сат, са техничком документацијом, је Астраријум који је настао после шеснаестогодишњег рада професора астрономије Ђованија Дондија 1364. године.

Прекретница у конструкцији механичких сатова настаје 1657. године када је холандски физичар Кристијан Хајгенс конструисао први сат са механичким клатном чиме је постигнута већа тачност. Основни технички недостатак, обавезни вертикалан положај и немогућност преношења, Хајгенс је решио 17 година касније изумевши осцилаторни точкић са спиралном опругом који се користи наредних 300 година. Први хепни сат је 1510. године конструисао Петер Хенлајн из Нирнберга па су ти сатови добили назив нирнберншка јаја. Какву је сензацију изазвао млади конструктор може са проценити из следећег записа:



Младић, Петер Хенлајн, конструише инструменте који задивљују и најспособније математичаре, јер од гвожђа прави сатове са много точкића. Ти сатови се могу носити у било ком положају јер немају тегова, па у џепу од капута или у торби раде по четрдесет сати и још при том избијају време.

Поред настојања да се сатови са торњева црквa најпре пренесу у домове становника, а затим у њихове хепове, интересантно је пратити и непрекидну борбу конструктора да се време што тачније мери.Тачност је, уосталом, чедо часовника! Потреба за што тачнијим

мерењем времена појавила се у време великих путовања морима када су се европски бродови запутили океанима у потрази за новим земљама. За потребе поморства требало је изумети веома прецизне сатове прилагођене тешким условима рада. Да би олакшала оријентацију својих бродова далеке пловидбе, енглеска влада је 1714. године расписала конкурс и награду од данашњих пет милиона долара за одређену тачност сата. Часовничар Хон Харисон је четрдесет година посветио овом проблему и конструисао низ изванредних бродских хронометара. Један сат је чак постигао невероватан резултат: каснио је једну секунду на сваких десет дана! Упркос том успеху, Харисон је, после многих натезања са енглеском владом, једва извукао пола награде.

Астрономске лабораторије су наредних двеста година преузеле примат у великој трци за што тачнијим хронометром ради праћења кретања небеских тела. Све до појаве кварцних часовника, неприкосновено су владали механички сатови енглеског часовничара Шорта и, наравно, неизбежни швајцарски сатови.

Ово је само мали осврт на прошлост сатова, а о садашњости и будућности - можда други пут.

Тек, у напомени да се зна: направљен је атомски сат који ће каснити једну секунду за милион година! Шта би на ово рекао Сенека!?

Литература:

[1] Стивен Хокинг, *Кратка повјест времена*, Отокар Кершовани, Опатија, 1988.

[2] Леополд Инфелд, *Алберт Ајнштајн*, Нолит, Београд, 1979.

[3] *О мерењу*, Зборник радова, Музеј науке и технике, Београд, 1995.

[4] *Зборник предавања на Републичком семинару*, Физички факултет, Београд, 1990

[5] Др Ђорђе Мушицки, *Увод у теоријску физику 2*, Завод за издавање уџбеника, Београд, 1965.

РЕШЕЊА ЗАДАТАКА

VI разред

6.9 Жива и вода стварају укупан хидростатички притисак:

$$p = \rho_1 g h_1 + \rho_2 g h_2 = 1,96 \text{ kPa}.$$

Тело својом тежином такође делује на дно суда, тако да је укупна сила на дно суда:

$$\boxed{F = pS + mg = 19,8 \text{ N},}$$

где је $S = a^2 = 0,01 \text{ m}^2$.

6.10 Према Паскаловом закону, притисак се кроз течности преноси равномерно у свим правцима тј.

$$p_1 = p_2,$$

$$\frac{F_1}{S_1} = \frac{Q}{S_2}, \qquad (1)$$

где су S_1 и S_2 површине клипова. Пошто запремина течности која је истиснута из првог дела мора бити једнака запремини утиснуте течности у другом делу, следи:

$$V_1 = V_2,$$

$$S_1 h_1 = S_2 h_2, \qquad (2).$$

Из једначина (1) и (2) следи:

$$\frac{S_1}{S_2} = \frac{h_2}{h_1}, \qquad (3)$$

$$\frac{F_1}{Q} = \frac{S_1}{S_2}. \qquad (4)$$

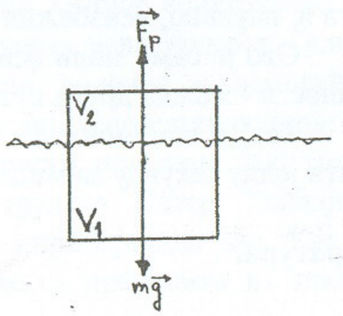
Из једначина (3) и (4) добијамо тражено померање клипа:

$$\boxed{h_2 = h_1 \frac{F_1}{Q}.}$$

6.11 Ако коцка плива на води, значи да је сила потиска (делује навише) у равнотежи са силом земљине теже (делује наниже – види слику Р.6.11).

$$F_p = mg,$$

$$\rho_2 V_1 g = \rho_1 V g,$$



Слика Р6.11

где је

$$\rho_2 = 1000 \text{ kg/ m}^3,$$

$$V = 8000 \text{ cm}^3.$$

Запремина тела у води износи:

$$V_1 = \frac{\rho_1 V}{\rho_2} = 4800 \text{ cm}^3,$$

а изнад воде

$$V_2 = 3200 \text{ cm}^3.$$

Да би коцка потонула до нивоа воде, на њу треба ставити тег чија је тежина једнака сили потиска која делује на запремину V_2:

$$\boxed{Q_1 = \rho_2 V_2 g = 32 \text{ N}}$$

6.12 Према Архимедовом закону, тело потопљено у течност привидно губи од своје тежине онолико колика је сила потиска те течности.

Обележићемо тежину тела у ваздуху са $Q_0 = \rho_t g V$ (занемаћемо силу потиска ваздуха јер је густина ваздуха мала).

У првој течности тежина тела износи:

$$Q_1 = Q_0 F_{p1} = \rho_t g V - \rho_1 g V, \qquad (1)$$

$$Q_1 = gV(\rho_t - \rho_1). \qquad (2)$$

Исто важи и за другу течност:

$$Q_2 = gV(\rho_t - \rho_2). \qquad (3)$$

Поделићемо једначине (2) и (3), тако да добијамо:

$$\frac{Q_1}{Q_2} = \frac{(\rho_t - \rho_1)}{(\rho_t - \rho_2)}.$$

Помножимо унакрсно овај разломак:

$$Q_1 \rho_t - \rho_2 Q_1 = Q_2 \rho_t - \rho_1 Q_2,$$

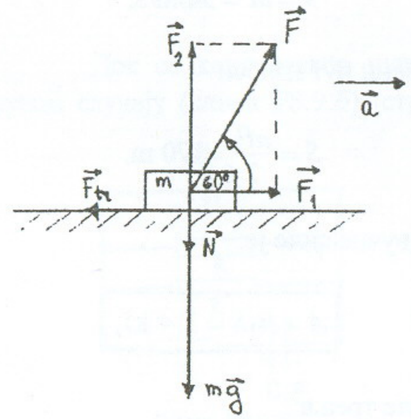
$$\boxed{\rho_t = \frac{(Q_2 \rho_1 - \rho_2 Q_1)}{(Q_2 - Q_1)} = 2700 \text{ kg/m}^3.}$$

Из једначине (1) добићемо запремину тела:

$$\boxed{V = \frac{Q_1}{g(\rho_t - \rho_1)} = 10 \text{ dm}^3.}$$

VII разред

7.9 Са слике Р7.9 види се да је вучна сила компонента силе F која је паралелна са подлогом тј.



Слика Р7.9

$$F1 = \frac{F}{2} = 20 \text{ N}.$$

Сила трења зависи од интензитета резултујуће нормалне силе којом тело делује на подлогу (силе притиска) и коефицијента трења:

$$F_{tr} = \mu N = \mu(mg - F_2),$$

где је

$$F_2 = F\frac{\sqrt{3}}{2} = 34,64 \text{ N}.$$

За силу трења добијамо $F_{tr} = 3,07$ N.

Према другом Њутновом закону резултујућа сила је $\mathbf{F} = m\mathbf{a}$.

$m\mathbf{a} = \mathbf{F}_1 + \mathbf{F}_{tr}$ (векторска једначина),

$ma = F_1 - F_{tr}$ (скаларна једначина).

Убрзање добијамо из скаларне једначине:

$$a = \frac{(F_1 - F_{tr})}{m} = 3,4 \text{ m/s}^2.$$

$$v = at = 34 \text{ m/s},$$

пређени пут износи

$$S = \frac{at^2}{2} = 170 \text{ m}.$$

Рад вучне силе је:

$$\boxed{A = F_1 S = 3,4 \text{ kJ},}$$

а силе трења

$$\boxed{A_{tr} = F_{tr} S = 521,9 \text{ J}.}$$

7.10 Висину тела при израчунавању потенцијалне енергије рачунамо од референтног нивоа до тежишта тела. Самим тим, промена потенцијалне енергије износи:

$$\Delta E_p = mg\left(\frac{h_2}{2} - \frac{h_1}{2}\right) = mg\frac{(h_2 - h_1)}{2}.$$

Висине воде у цистернама налазимо из закона одржања масе:

$$m = \rho r_1^2 \pi h_1,$$

$$h_1 = \frac{m}{\rho \pi r_1^2},$$

$$h_2 = \frac{m}{\rho \pi r_2^2} = \frac{m}{4\rho \pi r_1^2},$$

$$\Delta E_p = \frac{m^2 g\left(\frac{1}{4} - 1\right)}{2\rho \pi r_1^2} = -\frac{3m^2 g}{8\rho \pi r_1^2},$$

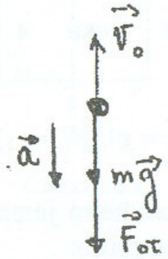
$$\boxed{r_1 = \frac{m}{2}\sqrt{-\frac{3g}{2\rho \pi \Delta E_p}} = 5 \text{ m}.}$$

7.11 Метак се креће равномерно успорено (види слику P7.11) под дејством силе теже (mg) и силе отпора ваздуха. Применићемо сада други Њутнов закон да нађемо то успорење.

$m\mathbf{a} = m\mathbf{g} + \mathbf{F}_{ot}$, (векторска ј-на),

$ma = mg + 0,2mg$, (скаларна ј-на)

$$a = 12 \text{ m/s}^2.$$



Слика P7.11

Укупна енергија једнака је збиру кинетичке енергије, потенцијалне и рада на савлађивању силе отпора:

$$E = E_k + E_p + A_{ot},$$

$$E = \frac{mv^2}{2} + mgh + F_{ot}h.$$

После две секунде тело се налази на висини:

$$\boxed{h = v_0 t - \frac{gt^2}{2} = 776 \text{ m}.}$$

$$\boxed{E_p = mgh = 77,6 \text{ J},}$$

$$\boxed{v = v_0 - at = 376 \text{ m/s},}$$

$$\boxed{E_k = 706,9 \text{ J},}$$

$$\boxed{A_{ot} = F_{ot}h = 15,5 \text{ J}.}$$

То је истовремено губитак енергије.

7.12 Ако лед плива по води, значи да је температура воде 0 °C. То важи и за бакарни суд. Када суду, води и леду буде предата количина топлоте, они ће се загрејати до неке температуре t, с тим што лед мора прво да се истопи ($m_3 q_t$), а затим се загрева и вода добијена при топљењу леда.

$$Q = m_1 c_1 (t - 0°\text{C}) + m_2 c_2 (t - 0°\text{C}) +$$

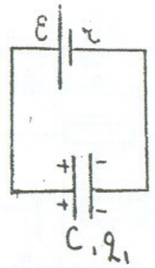
$$+ m_3 q_t + m_3 c_2 (t - 0°\text{C}).$$

$$\boxed{t = \frac{(Q - m_3 q_t)}{(m_1 c_1 + m_2 c_2 + m_3 c_2)} = 19°\text{C}.}$$

Значи да ће се систем загрејати за деветнаест степени, јер је био на 0 °C.

VIII разред

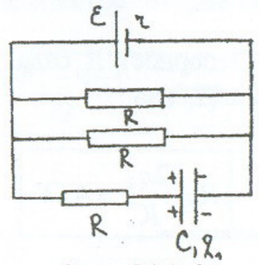
8.9 У првом случају (слика P8.9.*а*), напон на кондензатору биће једнак електромоторној сили тј.



Слика P8.9.*а*

$$E = \frac{q_1}{C} = 20 \text{ V}.$$

Док се кондензатор пуни у другом случају (слика P8.9.*б*), струја



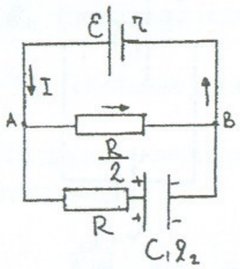
Слика P8.9.*б*

ће бити променљиве јачине, све док се кондензатор не напуни (нестационаран режим кола). Када се он напуни, струја више неће протицати кроз грану где је кондензатор, док ће у осталом делу кола струја бити константна (стационарни режим). Отпорност R у грани кондензатора утиче само на време пуњења. Можемо написати следећу релацију која следи из Омовог закона (види слику P8.9):

$$E = \frac{IR}{2} + Ir, \qquad (1)$$

а напон на кондензатору износи

$$U_{AB} = \frac{IR}{2} = \frac{q_2}{C}, \qquad (2)$$



Слика P8.9

Из релације (1) можемо наћи јачину струје

$$I = \frac{\left(E - \frac{q_2}{C}\right)}{r} = 5\ \text{A}.$$

Отпорност R сада налазимо из релације (2) као:

$$\boxed{R = \frac{2q_2}{IC} = 4\ \Omega.}$$

8.10 Максимална снага и напон на коме отпоник ради, одређују његову отпорност:

$$R = \frac{U^2}{P_{\max}} = 4,8\ \Omega.$$

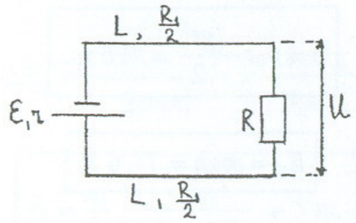
Из Омовог закона за део кола (слика P.8.10), налазимо јачину струје у колу:

$$I = \frac{U}{R} = 45,45\ \text{A}.$$

Ако сада применимо Омов закон за цело коло, добићемо укупну отпорност жица R1:

$$E = Ir + IR_1 + U,$$

$$R_1 = \frac{E - Ir - U}{I} = 1,26\ \Omega.$$



Слика P8.10

Отпорност жице биће:

$$R_1 = \frac{2L\rho}{S},$$

а тежина жице је

$$Q = 2LSg\rho_1,$$

$$S = \frac{2L\rho}{R_1},$$

$$Q = \frac{4L^2 g\rho\rho_1}{R_1},$$

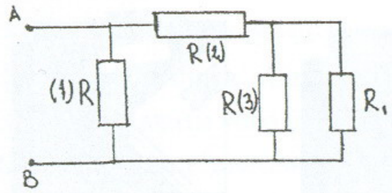
$$\boxed{L = \sqrt{\frac{QR_1}{4g\rho\rho_1}} = 50\ \text{m}.}$$

Значи да је укупна дужина жице 100 m.

8.11 Отпорници отпорности R_1 и $R(3)$ су везани паралелно па можемо написати да је прва еквивалентна отпорност (слика P8.11):

$$R_{e1} = \frac{RR_1}{(R_1 + R)},$$

а овај отпорник еквивалентане отпорности је редно везан са отпорником отпорности $R(2)$, тако да је



Слика P8.11

$$R_{e2} = R + R_{e1},$$

$$R_{e2} = \frac{2RR_1 + R_2}{R_1 + R}.$$

Укупна еквивалентна отпорност износи:

$$R_e = \frac{R(1)R_{e2}}{[R_{e2} + R(1)]},$$

$$R_e = R_1,$$

$$R1 = \frac{(2RR_1 + R_2)}{(3R_1 + 2R)},$$

$$2RR_1 + R_2 = 3R_1 + 2RR_1,$$

$$R = \sqrt{3}\,R_1 = 86,6\ \Omega.$$

8.12 Познато вам је да је узрок настанка индуковане електромоторне силе промена флукса, која је овде настала због промене површине кроз коју пролазе линије силе.

$$\Phi_1 = BS_1,$$

где је

$$S_1 = a^2 = 81\ \text{cm}^2,$$

$$\Phi_2 = BS_2,$$

$$S_2 = a_1^2\frac{\sqrt{3}}{4}.$$

Дужина жице се није променила што значи да су обими квадрата и троугла исти.

$$4a = 3a_1,$$

$$a_1 = 12\ \text{cm},$$

$$S_2 = 62,35\ \text{cm}^2.$$

Сада ћемо применити Фарадејев закон електромагнетне индукције за израчунавање индуковане електромоторне силе:

$$\boxed{E = \frac{(\Phi_1 - \Phi_2)}{\Delta t} = 18,65\ \text{mV}.}$$

Задатке припремила:
Ратомирка Милер
дипломирани астрофизичар, Београд
Рецензент:
др Душан Арсеновић
Институт за физику, Београд-Земун

Рука у тесту - науке у основној школи

Жорж Шарпак

У издању Друштва физичара Србије изашла је књига под насловом "Рука у тесту - науке у основној школи" Жоржа Шарпака, познатог француског научника, добитника Нобелове награде за физику 1992. године. Књига је првенствено намењена наставницима и родитељима који би уз њу требали да схвате да је физику могуће учинити занимљивом и деци узраста од 5 до 12 година, а превео ју је наш колега др Стеван Јокић из Института за нуклеарне науке "Винча" у Београду.

Цена: 100 дин. + ПТТ

Часопис "Млади физичар" излази у **четири** броја током једне школске године. Путем претплате обезбедићете себи нижу цену од оне у малопродаји. Можете се претплатити како за редовне бројеве, тако и за посебне свеске, током читаве године по следећим ценама које важе до 01.10.2002. године:

за школе и установе:

годишња (четири броја)	300 дин
полугодишња (два броја)	150 дин

за појединце:

годишња (четири броја)	280 дин
полугодишња (два броја)	140 дин

Велике погодности наручиоцима са више од пет претплатника. За ближе информације позовите Редакцију. Цене редовних бројева, како за основну ("О"), тако и за средњу школу ("С"), су исте.

Претплата се врши на жиро рачун Друштва физичара Србије:

НОВО **40806-678-5-3077766** НОВО

Копију уплатнице са потпуном адресом и назнаком сврхе уплате (свеска "О", свеска "С" или посебна свеска) обавезно послати поштом или факсом на адресу:

Редакција часописа "Млади физичар"
Прегревица 118, 11080 Београд-Земун
факс: 011-31-62-190
e-mail: mf@phy.bg.ac.yu

За сва питања у вези претплате, и часописа, можете се обратити Редакцији и телефоном 011-31-60-260, локал 166. Часопис можете набавити и у књижари "Студентски трг", тел: 011-185-295.

Издавач задржава право промене цена претплате због поремећаја на финансијском тржишту.