

ISSN 2406-2626

Број 6  
**НАСТАВА ФИЗИКЕ**



**Зборник радова  
са XXXVI Републичког семинара о настави физике**



**Кладово 2018.**

*M. Kovacević*

# НАСТАВА ФИЗИКЕ

Број 6, Мај 2018

ДРУШТВО ФИЗИЧАРА СРБИЈЕ



Часопис *Настава физике* је публикација Друштва физичара Србије. У часопису се публикују радови из методике наставе физике, историје и филозофије физике и прикази дисертација, монографских и уџбеничких публикација из области наставе физике. Намењен је наставницима физике основних и средњих школа, наставницима физике високих школа струковних студија, као и наставницима факултета који се баве истраживањима у области наставе физике.

*Гостујуће уредништво*  
(Комисија за Семинаре ДФС-а)

Саша Ивковић, председник  
Душанка Обадовић  
Андријана Жекић  
Милан Ковачевић  
Стеван Јокић, Београд  
Мирјана Поповић – Божић  
Слађана Николић  
Предраг Савић  
Братислав Обрадовић

*Организациони одбор Семинара*

Братислав Обрадовић, председник  
Нора Тркља  
Иван Крстић  
Никола Цветановић  
Јелена Стошић  
Јелена Марковић  
Јована Милијановић  
Марија Марковић  
Ненад Грозданић  
Бранка Радуловић  
Владимир Марковић

*В.Д Главог и одговорног уредника*  
Ивана Богдановић

*Технички уредник*  
Саша Ивковић  
Иван Крстић

*Наслов:*  
„Настава физике“

*Поднаслов:*  
„Зборник радова са XXXVI Републичког семинара о настави физике“

*Издавач:*  
Друштво физичара Србије, Београд

*Штампарија:*  
СЗП „Tamron-dizajn“ Панчево

ISSN: 2406-2626

Тираж: 300

CIP – Каталогизација у публикацији  
Народна библиотека Србије, Београд

53

НАСТАВА физике : зборник радова са  
Републичког семинара о настави физике / уредник  
Ивана Богдановић. - 2015, бр. 1- . - Београд:  
Друштво физичара Србије, 2015- (Панчево :  
Tamron-dizajn). - 25 cm  
Два пута годишње  
ISSN 2406-2626 = Настава физике  
COBISS.SR-ID 214910476

## Радионица - Иновативне лабораторијске вежбе из физике

Владимир М. Марковић, Милан С. Ковачевић, Ненад Стевановић

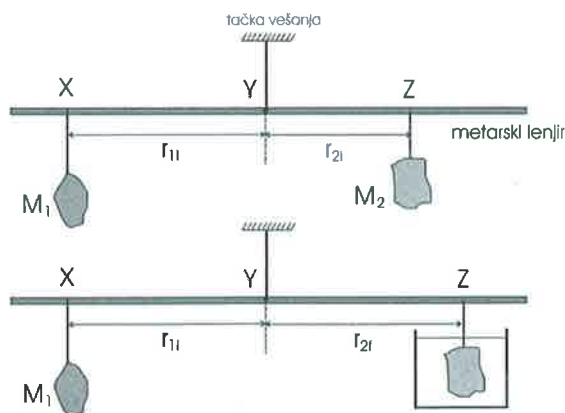
*Природно-математички факултет, Крагујевац*

**Апстракт.** У оквиру ове радионице биће практично реализоване лабораторијске вежбе погодне како за основну тако и средњу школу. Опис за прва два огледа је преузет из часописа *Physic Education*. Остала три експеримента су формирана у лабораторијама Института за физику ПМФ-а у Крагујевцу, и као такви треба да подстакну наставнике физике да и они сами претражују часописе и практично реализују неке експерименте у својим школама.

**Кључне речи:** густина, пермеабилност, електричне осцилације, радиоактивност.

### Одређивање густине чврстог тела без мерења његове масе и запремине

Једноставан метод за налажење густине тела без мерења његове масе и запремине је заснован на равнотежи момента и Архимедовом принципу [1]. Мерење подразумева најпре уравнотежавање равнокраке полуге у ваздуху на коју су обешена два тела непознатих маса  $M_1$  и  $M_2$  са различитих страна ослонца (Слика 1а). Из услова равнотеже полуге налазимо  $M_1 g r_{1i} = M_2 g r_{2i}$ .



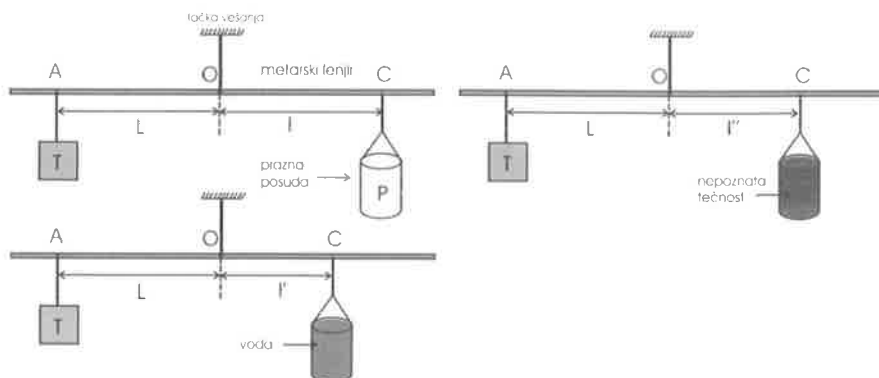
**СЛИКА 10.** Равнотежа полуге у (а) ваздуху, (б) када је тело  $M_2$  потопљено у течност познате густине.

Након тога тело ( $M_2$ ), чију густину одређујемо, урања се у течност познате густине (воду), и поново се врши уравнотежавање полуге. Положај тела  $M_1$  се не мења. Познавајући густину воде, густина тела се одређује мерењем дужине крака

сила када је полука у равнотежи (Слика 1б). У новом положају равнотеже, крак силе  $M_2g$  је  $r_{2f}$  док крак силе  $M_1g$  остаје исти,  $r_{2i}$ . Услов равнотеже момената је  $M_1gr_{1i} = (M_2g - B)r_{2f}$  где је  $B$  сила потиска која делује на тело  $M_2$  док је потопљено у течности, тј.  $B = \rho_1 V_2 g$ , где је  $\rho_1$  густина течности. Коначно налазимо да је  $\rho_2 = \rho_1 / (1 - r_{2i} / r_{2f})$ . Као што видимо, за израчунавање густине тела  $M_2$  захтева се прецизније мерење дужина  $r_{1i}$  и  $r_{2f}$ . Вредност за густину воде на собној температури узети из таблица.

### Одређивање густине течности помоћу метарског лењира

Метод за одређивање густине течности приказан је у раду [2] и заснива се на принципу равнотеже момената сила применом двокраке полуке. Најпре се уравнотежи полука на којој са једне стране се налази тело непознате масе, у нашем случају неки тег, а са друге стране празна тест посуда за течност. Не мењајући положај чврстог тела (тега), тест посуда се напуни са течношћу познате густине, и полука се поново уравнотежи. Поступак понављамо са течношћу непознате густине. Мерењем три растојања која одговарају равнотежи полуке  $l$ ,  $l'$  и  $l''$  може се израчунати густина непознате течности.



СЛИКА 11. Равнотежа полуке (а) са празном посудом, (б) посуда са водом, и (ц) посуда са течношћу непознате густине.

У првом случају, на једној страни полуке је тело  $T$ , а празна посуда са друге стране ослонца  $O$ . Услов равнотеже момената сила даје  $MgL = mgl$ , где је  $m$  маса празне посуде. Посуда се напуни са течношћу познате густине (вода). Услов равнотеже полуке даје  $MgL = (m + M_1)gl'$  где је  $M_1$  маса воде у тест посуду. У трећем случају, када се у посуду сипа иста количина течности непознате густине  $\rho_2$ , услов равнотеже момената даје  $MgL = (m + M_2)gl''$ , где је  $M_2$  маса непознате течности у посуду. Комбиновањем ова три услова долази се до релације помоћу које се може израчунати густина непознате течности:

$$\frac{\rho_2}{\rho_1} = (l/l'' - 1) / (l/l' - 1). \quad (1)$$

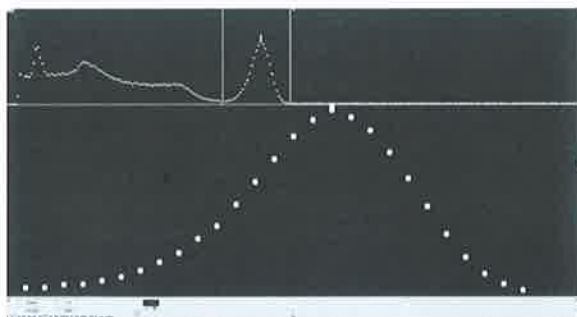
### Закон слабљења снопа гама зрачења

Добро познат и често провераван у средњошколским лабораторијама, закон слабљења интензитета зрачења има врло једноставну формулацију. Када снап  $\gamma$  зрачења пролази кроз материју, његов интензитет опада услед интеракције  $\gamma$  зрачења са материјом. Вероватноћа апсорпције  $\gamma$  зрачења је сразмерна дебљини слоја  $x$ , а коефицијент пропорционалности се зове линеарни коефицијент слабљења зрачења,  $\mu$ . Интензитет зрачења  $I$  при проласку кроз слој материјалне дебљине  $dx$ , ће опасти за  $dI = -I \cdot \mu \cdot dx$ . Интегралњем добија се закон слабљења у облику

$$I = I_0 \cdot e^{-\mu x}, \quad (2)$$

где је  $I_0$  интензитет упадног  $\gamma$  снопа. Вредност коефицијента слабљења се мења са таласном дужином зрачења. Ако се снап састоји из више таласних дужина, за сваку компоненту зрачења једне таласне дужине важи закон дат изразом (2).

За проверу овог закона неопходан је извор зрачења, детектор и као апсорбер најчешће се користе оловне плочице. Уколико се за детекцију зрачења користи ГМ бројач [3], што је углавном случај, мора се водити рачуна да закон слабљења важи само за добро колимисан снап и за мале дебљине апсорбера. Ови ефекти се могу занемарити, уколико се уместо бројача користи гама спектрометар [4]. Зрачење које спектрометар детектује се сортира по каналима одређене енергетске ширине. Укупан број импулса који би регистровали ГМ бројачем, спектрометар дели на импулсе по каналима који одговарају различитим енергијама, тј. спектар. Уколико се као извор зрачења користи радионуклид који има тачно дефинисане енергије зрачења – гама линије, може се посматрати како се мења број импулса са дебљином апсорбера, за сваку гама линију. Тиме се омогућава одређивање коефицијента слабљења за различите енергије зрачења. Извор зрачења  $^{137}\text{Cs}$  је погодан за ову експерименталну вежбу јер емитује гама линију на 661.2 keV. Измерени спектар зрачења спектрометром Atomtex за временски период од 200 s када између извора и детектора нема оловних плочица је приказан на Слици 3.



СЛИКА 12. Спектар  $^{137}\text{Cs}$

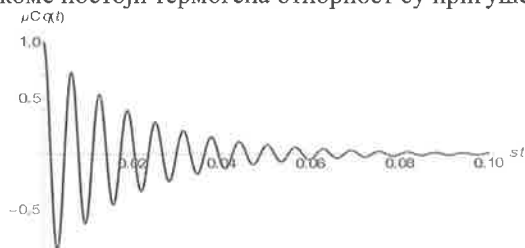
У горњем делу слике 3 је приказан читав спектар, док је у доњем делу увећан пик од  $^{137}\text{Cs}$  гама линије. Да би се одредио интензитет зрачења, потребно је сабрати импулсе по свим каналима испод пика и поделити са временом мерења. Потом треба додавати оловне плоче и мерити интензитет зрачења које пролази кроз различите дебљине олова. Дебљину плочица треба измерити микрометарским завртњем и извршити усредњавање за три независна мерења. Линеаризацијом

израза (2) треба одредити линеарни коефицијент апсорпције за енергију гама линије 661.2 keV-а.

### Експерименти из електричних осцилација

Савремена технологија омогућава једноставну реализацију електронских склопова и пројеката заснованих на микроконтролерима. Микроконтролери су мали рачунари који могу да комуницирају са околином путем сензора и актуатора. Сензори су електронске компоненте које „ослушкују“ околину, док актуатори извршавају одређене акције у физичком свету. Микроконтролери „слушају“ сензоре и „говоре“ актуаторима какву акцију да изврше. Они су ти који одлучују шта ће се извршити на основу програма који је написан. Пример оваквог система је Ардуино платформа која поседује улазе или пинове који могу мерити напон у временском интервалу од око 100 $\mu$ s. На тај начин је омогућено снимање процеса чији периоди трају реда величине милисекунде или више.

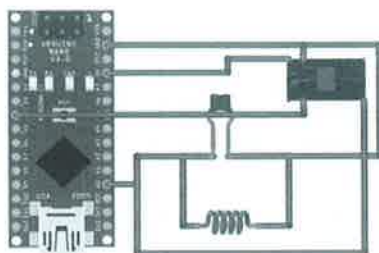
Електричне осцилације унутар  $RLC$  кола, одговарајућим избором параметара, могу трајати довољно дуго како би биле очитане Ардуином, што омогућава проучавање сопствених и принудних електричних осцилација  $RLC$  кола. Сопствене осцилације у колу у коме постоји термогена отпорност су пригушене, Слика 4.



СЛИКА 13. Пригушене електричне осцилације.

Наелектрисање на кондензатору се мења у току времена по закону  $q = q_0 e^{-\alpha t} \cos \omega t$ , где је  $\omega = \sqrt{\omega_0^2 - \alpha^2}$  кружна учестаност сопствених осцилација, где је  $\omega_0^2 = 1/LC$ , а  $\alpha = R/2L$  фактор пригушења у колу. Коришћењем једноставног кола са Сlike 5, ове осцилације се могу снимити [5]. Како фактор пригушења расте са отпорношћу у колу, приликом проучавања осцилација реална отпорност самог калема је довољна да пригуши осцилације. Период осцилација кола са капацитетом од 6 $\mu$ F и индуктивитетом 10–30 mH, са малом омском отпорношћу, је реда милисекунде. Прикључивањем трансформатора градске мреже у коло, можемо реаловати и снимити принудне осцилације, као и сложене осцилације које представљају суперпозицију пригушених и принудних.

Микроконтролер се програмира да напуни кондензатор, доводећи 5 V на његове крајеве и затим се релејем прекида веза између напајања кондензатора. Након тога се на сваких 100 $\mu$ s очитаву напон на кондензатору. Регистровани подаци се шаљу рачунару и интерпретирају програмом који је написан за ову сврху. Анализом података потребно је одредити период осцилација и коефицијент пригушења.



СЛИКА 14. Поједностављена шема за проучавање електричних осцилација.

## МАГНЕТНИ ХИСТЕРЕЗИС

Супстанције које се магнетишу у спољашњем магнетном пољу називају се магнетици. Ако магнетик није намагнетен он не ствара магнетско поље. То значи да су молекулске струје лоциране у њему хаотично, тако да се њихова дејства у збиру поништавају. Ако се магнетик намагнети, положај молекулских струја постаје, делимично или потпуно, уређен.

Магнетско стање супстанције се може у потпуности окарактерисати магнетским моментом јединице запремине, односно вектором магнетизације,  $\vec{I}$ .

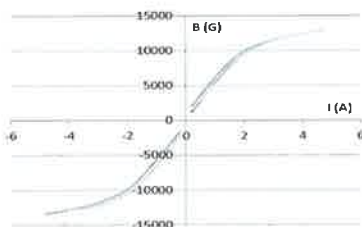
$$\vec{I} = \sum_m \vec{p}_m / V, \quad (3)$$

где је  $\vec{p}_m$  магнетни момент молекула, а  $V$  запремина магнетика. Јединица магнетизације је ампер по метру (A/m). Укупна вредност магнетске индукције у магнетику једнака је,  $\vec{B} = \mu_0 \vec{H} + \mu_0 \vec{I}$ , где је  $\vec{H}$  јачина магнетног поља у магнетику. За изотропне магнетике може важи да је

$$\vec{B} = \mu_r \mu_0 \vec{H}, \quad (4)$$

где је  $\mu_r$  релативна магнетна пермеабилност магнетика. Магнетици који имају  $\mu_r < 1$  називају се *дијамагнетици*, а са  $\mu_r > 1$  *парамагнетици*. Уколико важи да је  $\mu_r \gg 1$  тада је у питању *феромагнетик*.

Зависност магнетне индукције феромагнетика од јачине магнетног поља није линеарна, и назива се магнетни хистерезис, Слика 6, [6].



СЛИКА 15. Магнетни хистерезис (лево) и апаратура за његово снимање (десно).



Јачина магнетног поља је линеарно зависна од струје и хистерезисна петља се може добити и као зависност вектора магнетне индукције од струје  $B(I)$ . У ту сврху неопходна је апаратура која се састоји од извора једносмерне струје са редно везаним соленоидом и магнетиком унутар њих, затим амперметром и тесламетром (Слика 6). Потребно је за различите струје мерити индукцију магнетног поља. Графичка зависност  $B(I)$  је приказана на Слици 6. Ова хистерезисна петља захвата веома малу површину, што значи да су у датом материјалу магнетни губици мали, и да је промена  $B(I)$  периодична функција.

## ЗАКЉУЧАК

За извођење демонстрационих огледа и експерименталних вежби у настави физике није неопходна скупа експериментална апаратура. Ентузијазам и иновативност наставника понекад могу да помере границе при извођењу експеримената и да од постојеће опреме у кабинетима физике креирају сасвим нове и унапређују постојеће експерименте. Из прва два експеримента у овоме раду може се видети да практично никаква наменска опрема није неопходна за извођење интересантних и поучних експеримената.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Mumba F., and Tslge M., Finding the density of objects without measuring mass and volume, *Physics Education* 43-3, 2006, 293-295
2. Chattopadhyay K. N., Finding density of liquid using a metre rule, *Phys. Educ.* 43, 2008, 203
3. Markovic M.V. Apsorpcija gama zračenja, *PMF Kragujevac*, 25.03.2018.  
<https://www.pmf.kg.ac.rs/radijacionafizika/Documents/NuklearnaPMF/Apsorpcija%20gama%20zracenja.pdf>
4. Markovic M.V. Provera zakona slabljenja snopa gama zračenja  $^{137}\text{Cs}$  scintilacionom spektrometrijom, *PMF Kragujevac*, 25.03.2018.
5. <https://www.pmf.kg.ac.rs/radijacionafizika/Documents/NuklearnaPMF/Provera%20zakona%20slabljenja%20scintilacionom%20spektrometrijom.pdf>
6. Марковић В. и Стевановић Н., Методе проучавања принудних и пригушених електричних осцилација, *Зборник радова 6. Међународне конференције о настави физике у средњим школама*, Алексинац, 9-11. март 2018
7. Калашњиков С. Г., *Електрицитет* (превод: В. Бабовић), Наука, Москва 1977

## Workshop – Inovative physics experiments

Vladimir M. Marković, Milan S. Kovačević, Nenad Stevanović

**Abstract:** In this workshop physics experiments for elementary and high school will be presented. First two experiments are taken from *Physics Education*, while other three are designed at Faculty of Science in Kragujevac. The aim of this work is to instigate teachers to search magazines for experiments, to invent new experiments and conduct them.