

ISSN 2406-2626

Број 1

# НАСТАВА ФИЗИКЕ



**XXXIII Републички семинар о настави физике  
Зборник предавања, програма радионица,  
усмених излагања, постер радова и прилога**

**Златибор 2015.**



M.K.

*Милош*

## 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.

**ЗЛАТИБОР – 2015**

*Стручни одбор семинара/гостујуће уредништво:*

1. Љубиша Нешић, Ниш
2. Душанка Обадовић, Сомбор
3. Мирјана Поповић-Божић, Београд
4. Андријана Жекић, Београд
5. Стеван Јокић, Винча, Београд
6. Милутин Степић, Београд
7. Маја Стојановић, Нови Сад
8. Вера Бојовић, Београд
9. Марија Крнета Београд
10. Милан Ковачевић, Крагујевац
11. Саша Ивковић Београд
12. Слађана Николић, Београд
13. Татјана Марковић-Топаловић, Шабац
14. Предрог Савић, Краљево

*Организациони одбор семинара:*

1. Саша Ивковић
2. Братислав Обрадовић
3. Иринељ Тапалага
4. Јелена Марковић
5. Ивана Ранчић
6. Бранка Радуловић
7. Иван Крстић
8. Нора Тркља

*Уредник:*

Љубиша Нешић

*Технички уредник:*

Иринељ Тапалага

*Наслов:*

„Настава физике“

*Поднаслов:*

„Зборник радова са Републичког семинара о настави физике“

*Издавач:*

Друштво физичара Србије, Београд

*Штампарија:*

СЗР „Tampon-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 Љубиша Нешић. - 2015, бр. 1- . - Београд :  
Друштво физичара  
Србије, 2015- (Панчево : Tampon-dizajn). - 25 cm

Два пута годишње  
ISSN 2406-2626 = Настава физике  
COBISS.SR-ID 214910476

## Огледи из оптике у школи

Бранислав Јовановић, Милан Ковачевић

*Министарство просвете, науке и технолошког развоја, Београд  
Природно-математички факултет, Институт за физику, Крагујевац*

**Апстракт.** Питања која су људи давно постављали о светлости и даље су актуелна, иако су развијени значајни физички модели (геометријска, таласна или квантна оптика) помоћу којих се траже одговори. У физици и настави физике експериментално проучавање природе је начин стицања знања и искуства о свету и истраживању света. А у данашњем образовању се још инсистира и на његовој лакој адаптивности – прилагођавању различитим потребама различитих учења ученика.

### УВОД

„С обзиром на суштину физике, прва лекција не би требало да садржи ништа, осим експеримента занимљивог за посматрање. Погодан експеримент је сам по себи често вреднији од двадесет формула из наших умова.“

Алберт Ајнштајн

Може се нагађати како је Алберт дошао до еквивалента од 20 формула за експеримент, смисао поруке је очигледан. Истраживачки карактер физике и у настави физике отвара контекст за размену мишљења и конструкцију знања кроз сопствени и тимски рад.

Један од циљева наставе физике у школама је да помогне ученицима да овладају дизајном експеримента и другим процесима истраживања.

Деца могу и уче физику када су заинтересована, када препознају да је то корисно за њих, када су непосредни учесници у одлучивању и другим активностима, када задовољство сазнавања оног што желе да знају чини мотивацију за нове кораке.

### ЊУТНОВИ ОГЛЕДИ СА ПРИЗМАМА, ОСНОВА ЗА ТЕОРИЈУ НАСТАНКА СВЕЛОСНИХ БОЈА

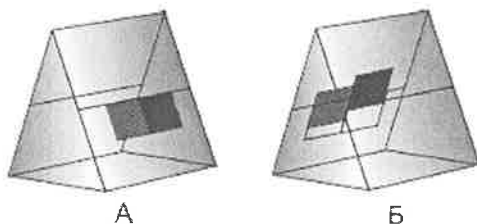
Има више експеримената са светлошћу који би се могли убројити у кључне за даљи развој физике, рецимо:

- Астрономско одређивање брзине светлости 1677, познато и као Ремеров експеримент
- Мајкелсон-Морлијев експеримент 1887, у вези апсолутности брзине светлости
- Њутнови огледи са призмама, основа за теорију настанка светлосних боја.

Њутнови чувени огледи са призмама привлаче пажњу како својим резултатима тако и својом методологијом. Њутн је уместо објашњавања света хипотезама, кренуо путем изношења доказа о својствима света расуђивањем и огледима.

За посматрање светлосних боја призма се користила још у првом веку нове ере. Боје светлости су релативно дуго објашњаване Аристотеловом теоријом - да светлосне боје настају слагањем таме и сунчеве беле светлости. Огледима са призмама, Исак Њутн је оповргао закључке Аристотелове теорије и показао да су боје резултат разлагања сложене (полихроматске) беле светлости на монохроматске компоненте (боје). Извео је више огледа ради истраживања везе између боје и степена преламања светлости (индекса преламања).

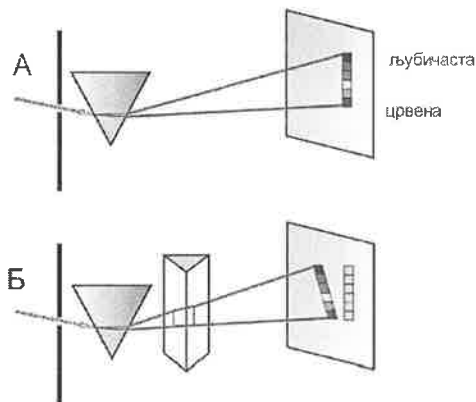
### Оглед 1. Посматрање двеју трака различитих боја кроз призму



**СЛИКА 1.** На слици А је призма на чијој бочној страни су налепљене 2 траке, црвена и плава. На слици Б та призма је окренута за  $180^\circ$ . Запажа се да се светлост прелама и да се плава светлост више прелама (под већим углом) од црвене.

Њутн закључује да светлост која полази од плаве траке (слика 1. Б) и пролази кроз призму трпи веће преламање него светлост која полази од црвене траке.

### Оглед 2. Пролаз светлости кроз укрштене призме



**СЛИКА 2.** На слици А, проласком беле светлости кроз стаклену призму издвајају се зраци различитих боја. На слици Б, бела светлост после проласка кроз прву призму пролази и кроз другу, укрштenu призму. Светлосни спектар на заклону је искошен у односу на правац првобитног. Проласком зрака различитих боја кроз другу призму долази до промене правца али не и промене њихове боје.

Њутн закључује да оглед са једном призмом дозвољава да се установи да зрацима са различитим степеном преламања одговарају различите боје, а оглед са укрштеним призмама доказује обрнуто тврђење - зраци различитих боја имају

различите степене преламања, слика 2. Он додаје и да се преламање појединачних зрака (који пролазе кроз другу, укрштenu призму) врши по истим правилима као и када су зраци заједно - компоненте беле светлости.

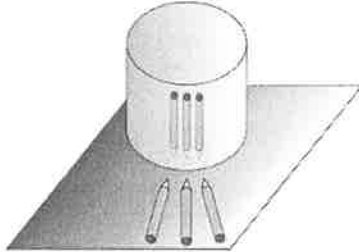
У својим лекцијама из оптике Њутн констатује да се бела светлост састоји из зрака различитих боја не само после проласка кроз призму, него и пре доласка до призме, пре преламања. Разложена светлост на боје се лако може поново помешати помоћу друге призме или сочива и поново добити бела светлост.

## ЈЕДНОСТАВНИ ОГЛЕДИ СА СВЕТЛОШЋУ

Има много огледа којима се могу манифестовати особине светлости, а који се могу извести у школи са лако доступним средствима. Овде су приказана два огледа:

- **Оглед са цилиндром и зракасто распоређеним оловкама**

Потребно је да се испред цилиндра (са површином омотача која у доброј мери рефлектује светлост) зракасто поставе оловке, слика 3. Оглед манифестује својства цилиндричног испушеног огледала.

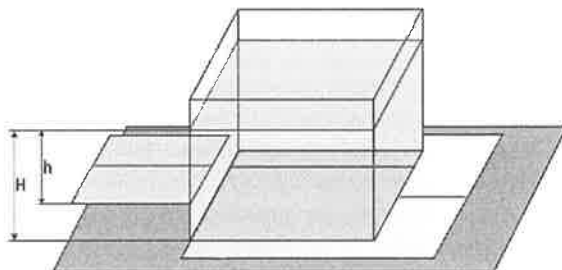


СЛИКА 3. Ако се оловке распореде зракасто око цилиндра, у правцу полупречника кружне основе цилиндра, на омотачу цилиндра се виде њихови паралелни ликови.

Ликови оловака су између обода и центра цилиндра. На светлосне зраке у вертикалној равни цилиндрично огледало делује као равно, нема оптичку јачину.

- **Одређивање индекса преламања светлости за течности**

На слици 4. је приказана стаклена посуда са течношћу. Да би се одредио индекс преламања светлости за течност, на два листа папира треба нацртати по једну дуж. Један лист се ставља испод посуде. Део дужи на листу испод посуде, због преламања светлосног зрака при изласку из воде, се види на другој позицији у односу на стварну (дуж као да је померена). Други лист се поставља са леве стране посуде тако да се правац дужи на њему поклопи са „помереним“ правцем дела дужи на листу испод посуде. Индекс преламања  $n$  је приближно једнак односу дубина  $H$  и  $h$ , стварне и привидне дубине течности:  $n \approx H/h$ .



СЛИКА 4. Посуда са течношћу за коју се мери индекс преламања.

У ствари, однос ових дубина одговара односу тангенса упадног и преломног угла, што је за мале углове слично односу њихових синуса.

### МЕРЕЊЕ КОЕФИЦИЈЕНТА СЛАБЉЕЊА ОПТИЧКОГ ВЛАКНА

Одређивање карактеристика оптичких влакана је од вишеструког значаја за произвођаче и кориснике. Од интереса су преносне и оптичке карактеристике, механичке карактеристике као и отпорност оптичког влакна на утицај околине. У преносне и оптичке карактеристике се сврставају: слабљење, дисперзија, ширина пропусног опсега, профил индекса преламања итд. Механичким карактеристикама се сматрају отпорност влакна на савијање, притисак, увијање, истезање итд. Такође је од интереса и понашање оптичког влакна на утицај околине: промена слабљења услед промене климатских услова, промена слабљења услед деловања енергетских поља и нуклеарног зрачења, пропустљивост воде код оптичког кабла и сл.

Један од најважнијих процеса приликом проласка светлости кроз оптичко влакно је слабљење интензитета светлости. Овај процес дефинише губитке у оптичком влакну. При проласку кроз оптичко влакно снага светлости опада експоненцијално са растојањем:

$$P_L = P_0 e^{-\alpha L} \quad (1)$$

где су  $P_0$  - снага на улазу у оптичко влакно,  $P_L$  - снага на растојању  $L$ , и  $\alpha$  - коефицијент слабљења у  $\text{km}^{-1}$ .



СЛИКА 5. Дефиниција слабљења у оптичком влакну.

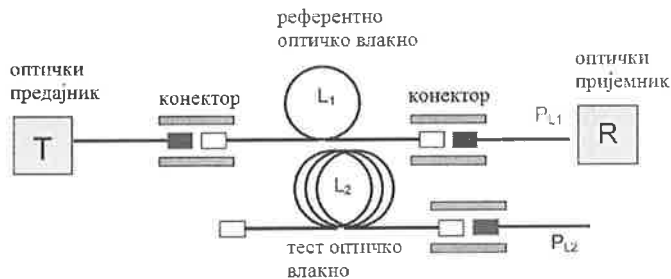
Уобичајено је да се губици у оптичком влакну услед слабљења изражавају у  $\text{dB/km}$  (децибел/километар), па је подужно слабљење у  $\text{dB/km}$ :

$$\alpha = \frac{10}{L} \log \frac{P_0}{P_L} \quad (2)$$

Услед губитака смањује се укупна енергија сигнала на улазу у пријемник. Коефицијент слабљења у оптичком влакну се израчунава на основу односа измерених интензитета

светлости на улазу и излазу оптичког влакна. Мерења интензитета сигнала се могу вршити на појединачним таласним дужинама али и на ширем спектралном опсегу. Постоје различите мерне технике одређивања слабљења, техника унесеног слабљења (insertion loss), метода замене (substitution method), техника сечења уназад (cut-back method), метода мерења повратног расејања (инструмент који користи принцип повратног расејања назива се OTDR – Optical Time Domain Reflectometer).

При одређивању коефицијента слабљења у оптичком влакну методом замене, прво се мери снага на крају референтног влакна дужине  $L_1$ . Затим се референтно влакно замењује влакном веће дужине  $L_2$  и мери снага  $P_{L_2}$  на крају дужег влакна.



СЛИКА 6. Мерење слабљења методом замене.

Коефицијент слабљења се рачуна по формули:

$$\alpha = \frac{10}{L_2 - L_1} \log \frac{P_{L_1}}{P_{L_2}} \quad (3)$$

На слици 6. приказана је поставка апаратуре за мерење слабљења. Опрема и прибор за рад су: хелијум-неонски ласер или LED диода, пластично оптичко влакно дужине 1m (референтно влакно), пластично оптичко влакно 9m (тест влакно), конектори, подесиво напајање, фотодетектор, дигитални оптички мерач снаге.

## ИЗВОЂЕЊЕ ОГЛЕДА СА СВЕТЛОШЋУ ЗА СЛЕПЕ И СЛАБОВИДЕ УЧЕНИКЕ

Од 2000. године у нашој земљи се интензивније ради на промовисању и развијању инклузивног образовања. У инклузивном образовању се сва деца прихватају као различита, а школа и образовни систем се прилагођавају како би одговорили њиховим образовним потребама (за разлику од интегративног образовања, у коме се деца прилагођавају школама).

За ученике са оштећеним видом један од главних проблема са којима се суочавају је недостатак одговарајућег наставног материјала. Како каже Лав Виготски, слепило није само недостатак чула вида, оно изискује поновно распоређивање свих људских способности. Када треба изводити огледе за ученике



са одређеним сензитивним проблемима, важно је обезбедити аналогни модел, модел који се може перципирати другим чулима.

За потребе наставе физике важно је користити ресурсе који подстичу интересовање и активно укључивање ученика. Ласери, различити модели и други тактилни експонати могу да помогну да ученици са оштећеним видом поделе искуство са другим ученицима када се изводе огледи ради испитивања својстава светлости.

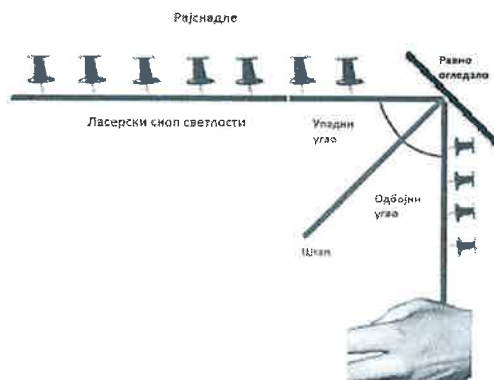
Као извор светлости може се користити сијалица са сочивима ради добијања паралелног снопа у оквиру комплета оптичке клупе или ласер снаге неколико десетина mW, при чему треба поштовати мере безбедности [4].

За утврђивање правца простирања светлости у хомогеној средини може се искористити њено тоplotно дејство на шаку руке [1]. Узастопним детектовањем тоplotног дејства светлости на шаку, обележавањем тог места помоћу рајснадла и померањем шаке, означава се правац простирања светлости, слика 7.



СЛИКА 7. Обележавање правца простирања светлости ради демонстрације праволијског простирања у хомогеној средини, помоћу рајснадла.

Сличним поступком се може означавати и простирање светлости са променом правца, услед одбијања, слика 8. или преламања. Прво се учврсте огледало и штап нормално на раван огледала (помоћу статива и штитаљки).



СЛИКА 8. Обележавање правца простирања светлости ради демонстрације закона одбијања светлости од равног огледала.

Ове практичне активности имају за циљ изградњу модела физичке реалности који треба да помогну у развоју физичке интуиције код ученика. Неопходну помоћ, која је слабовидим ученицима потребна у раду, могу да пруже предметни наставник, други наставник, ученици итд.