

ДРУШТВО ФИЗИЧАРА СРБИЈЕ



ЗБОРНИК

**Предавања, програма радионица, усмених
излагања, постер радова и прилога са
XXXII Републичког семинара о настави физике**

ВРШАЦ – 2014

Стручни одбор:

1. Душанка Обадовић, председник
2. Милан Ковачевић
3. Љубиша Нешић
4. Андријана Жекић
5. Мирјана Поповић Божић
6. Стеван Јокић
7. Саша Ивковић
8. Вера Бојовић
9. Предраг Савић
10. Јелена Марковић
11. Слађана Николић

Организациони одбор:

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

Уредници зборника:

Душанка Обадовић
Иван Дојчиновић

Наслов:

„Зборник предавања, програма радионица, усмених излагања, постер радова и прилога са XXXII Републичког семинара о настави физике“

Издавач:

Друштво физичара Србије, Београд

Штампарија:

ДОО „Grafos international“, Панчево

ISBN: 978-86-86169-09-9

Тираж: 300

CIP - Каталогизација у публикацији
Народна библиотека Србије, Београд

371.3::53(082)
53(082)

РЕПУБЛИЧКИ семинар о настави физике (32 ;
2014 ; Београд)

Зборник предавања, програма радионица,
усмених излагања, постер радова и прилога са
XXXII Републичког семинара о настави
физике, Вршац, 2014. / [организатор семинара]
Друштво физичара Србије ; [уредници зборника
Душанка Обадовић, Иван Дојчиновић]. - Београд
: Друштво физичара Србије, 2014 (Панчево :
Grafos international). - 254 стр. : илустр.
; 24 cm

Тираж 300. - Библиографија уз сваки рад. -
Регистар.

ISBN 978-86-86169-09-9

1. Друштво физичара Србије (Београд)
 - а) Физика - Настава - Методика - Зборници
 - б) Физика - Зборници
- COBISS.SR-ID 206957580

САДРЖАЈ

ПРЕДГОВОР	6
-----------	---

ПРЕДАВАЊА

Иштван Бикит, Јована Николов, Кристина Бикит: Стандардни модел и откриће Хигсове честице	8
Милорад Кураица: Примена ласера: од контролисане фузије до рата звезда	22
Драгана Илић: Европски екстремно велики телескоп	27
Дејан Пантелић: Светлост и боје у живом свету	28
Братислав Обрадовић: Колико познајемо дугу?	35
Андријана Жекић, Мирјана Поповић - Божић: Питања из комбинованог теста у интерактивној настави са кооперативним учењем	36
Ивковић Саша: Закон одржања механичке енергије и закон одржања момента импулса – примери примене демонстрационих огледа	46
Снежана Ненадовић, Маријана Петковић, Милутин Степић: Винчине научионице	56
Јовица Милисављевић: Рачунаром контролисана наставна средства, корак даље	66

РАДИОНИЦЕ

Душанка Обадовић, Ивана Ранчић, Марија Бошњак: Концепт мапе и мапе ума у реализацији пројектне наставе	78
Стеван Јокић, Љиљана Јокић: Радионица-изложба: Вода и климатске промене	84
Љиљана Иванчевић, Андријана Жекић: Како наставу физике учинити ефикаснијом	90
Милан С. Ковачевић, Бранислав Јовановић: Изабрани огледи у настави физике	94
Сања Булат, Љиљана Иванчевић, Татјана Марковић-Топаловић, Јовица Милисављевић, Мирјана Поповић-Божић, Горан Стојићевић, Биљана Стојичић: Интерактивна настава у учионици и изван ње	102

УГЛЕДНИ ЧАС

Никола Гледић, Мирко Нагл: Могућност експерименталне провере Хајзенбергове релације неодређености	114
Биљана Живковић, Владан Младеновић: Стварни и виртуелни експерименти у „изокренутој“ учионици (flipped classroom)	122
Гордана Хајдуковић-Јандрић: Пројекат Чувајмо енергију-енергија је живот	126

УСМЕНА ИЗЛАГАЊА

Ивана Круљ, Љубиша Нешић: Пилот истраживање о разумевању односа површине и запремине у топлотним процесима	132
Татјана Марковић-Топаловић, Јелена Радовановић: Извештај са конференције European Geosciences Union General Assembly Vienna, Austria, 27.4. - 2.5. 2014.	142
Момчило Ђирић, Марина Павловић, Милентије Луковић: Проблеми у учењу у настави Физике	146
Драган Димић: Онтолошки проблеми испољавања физичке реалности	152
Сања Булат, Ивана Јокић: Мултидисциплинаран приступ настави физике	162
Владимир Б. Симовић: Маркерски мета-језици у веб апликацијама за потребе форматираног текста у физици	166
Дарко Симић: Биомеханика у настави физике	170
Биљана Стојичић, Владан Игић, Миленија Јоксимовић: Резултати иницијалног тестирања из физике ученика првог разреда средње школе	174
Зоран Костић: Час физике: „Мерење“ – припрема, реализација и анализа	178

ПОСТЕР СЕКЦИЈА

Петар В. Вуца: Одређивање средњег дијаметра еритроцита помоћу ласарске светлости	182
Адријана Сарић: Обрада наставне јединице „Вертикални хитац навише и вертикални хитац наниже“ у основној школи применом научног метода	184
Драгољуб Цуцић, Невена Палић: Одбрана докторске дисертације Михајла Пупина	188
Тамара Пазаркић: Хемијски извори електричне струје	192
Тамара Пазаркић: Пројекат - Направили смо талас	198
Љиљана Судар: Пројекат „Научници у Периодном систему елемената“	204
Душан Мишковић: Од добре информисаности ка ефикаснијој настави	208
Драгољуб Цуцић, Милан Сурла, Слободан Тршек: Трећи научни и едукативни камп „Михајло Идворски Пупин – Идвор, 2013.“	214
Владан Младеновић, Славољуб Митић: Физика у облаку - пројекат "Скајфи"	218

Жељка Томашев Галовић: Експерименти из термодинамике у настави физике за основну школу	222
Ивана Круљ, Драган Ђорђевић: „Галилео“ – Од чега зависи период осциловања клатна	226
Бранка Радловић: Повезивање одговарајућих области физике на примеру површинског напона течности	230
Мирко Нагл и Никола Гледић: Експеримент и искуства у настави физике у Техничкој школи у Шапцу	234
Борица Ћирић: Квиз знања - „Ја ♡ физику“	238
Биљана Вујановић, Матија Бошковић: Соларна енергија и њена примена	242
Лидија Станковић: Час обнављања наставне јединице “Сила потиска у течности и гасу. Архимедов закон”	246
Гордана Радованов: Значај корелације између физике и физикалне терапије	252
ИНДЕКС АУТОРА	256

ПРЕДГОВОР

На основу анализе евалуација са претходних семинара, Стручни одбор XXXII Републичког семинара о настави физике је одлучио да се програмом за ову годину обухвате: предавања по позиву, пет радионица, усмена излагања научно-стручних радова и радова из наставничке праксе, постер секција, презентације различитих активности, као и изложбе наставних средстава, књига и других публикација.

Предавања по позиву обухватају предавање о Нобеловој награди из физике за 2013. годину, затим предавања о савремене примене ласера, занимљивости из астрофизике и биофизике, упознавање са природом дуге, предавања на тему комбинованог теста у интерактивној настави са кооперативним учењем, динамике ротационог кретања и савремених наставна средства која се контролишу помоћу рачунара, као и упознавање са "Винчином научионом" и савременим трендовима геофизике.

Од пет радионица, прва има назив *Концепт мапе и мапе ума у реализацији пројектне наставе*. Друга радионица се односи на *Воду и климатске промене*, трећа радионица даје одговор на питање *Како наставу физике учинити ефикаснијом*, четврта је посвећена *Изабраним огледима у настави физике*, а пета радионица има назив *Интерактивна настава у учионици и изван ње*.

Угледни часови, усмена излагања и радови у постер секцији односе се на активности из наставне праксе, научно-стручне радове, као и бројна искуства наставника везана за унапређивање наставе физике, како у основним, тако и у средњим стручним школама и гимназијама, улози рачунара у настави физике итд.

Београд, 20. април 2014. год.

Стручни одбор

XXXII Републичког семинара о настави физике



ПРЕДАВАЊА

Стандардни модел и откриће Хигсове честице

Иштван Бикит, Јована Николов, Кристина Бикит

*Универзитет у Новом Саду, Природно-математички факултет, Департман за физику,
Трг Доситеја Обрадовића 4, Нови Сад, Србија*

Апстракт. Најновија сазнања о природи материје су систематизована у Стандардном моделу честица и интеракција. У раду су представљени резултати добијени и потврђени на основу великог броја експеримената. Описано је како је експериментално откривен последњи недостајући делић у овом мозаику Хигсов бозон. Показано је такође зашто физика треба брзо да пређе на развој области која се зове “Иза Стандардног модела”.

УВОД

За развој физике посебно за развој нуклеарне и субнуклеарне физике је карактеристична јака интеракција између теорије и експеримента. Експерименти доносе нова сазнања, теорије их систематизују и у тој систематизацији налазе недостатке, чиме стимулишу нове експерименте.

Леп пример за ову интеракцију је Паулијева хипотеза о неутрину. Да би спасао закон одржања енергије у бета распаду он је формулисао хипотезу о неутрину, честици коју не региструју детектори и која односи део енергије распада. Дуго је неутрино егзистирао на физичко – метафизичком нивоу до свог експерименталног открића у временском размаку од 26 година.

Прича о Higgs- бозону је веома слична. Да би објаснио порекло маса честица у стандардном моделу Хигс је постулирао поље које у интеракцији са честицама ствара њихову масу. Ова хипотеза је експериментално потврдјена тек недавно у временском размаку од 49 година у односу на Хигсову претпоставку.

После резимирања основних резултата савремене физике који су систематизовани у стандардном моделу елементарних честица видећемо како је откривена последња коцка у мозаику стандардног модела.

Већ током изградње овог модела као врхунца савремене физике, почеле су се јављати озбиљне пукотине у његовој структури. Један од основних експериментално констатованих проблема стандардног модела је да неутрино има масу за разлику од теоријског предвиђања.

Космолошка осматрања која су показала да материја коју описује Стандардни модел, чини свега 4% енергије свемира, озбиљно су истакла потребу за суштинским проширењем модела.

ОСНОВНЕ ПОСТАВКЕ СТАНДАРДНОГ МОДЕЛА. ЧЕСТИЦЕ И КВАНТИ ПОЉА

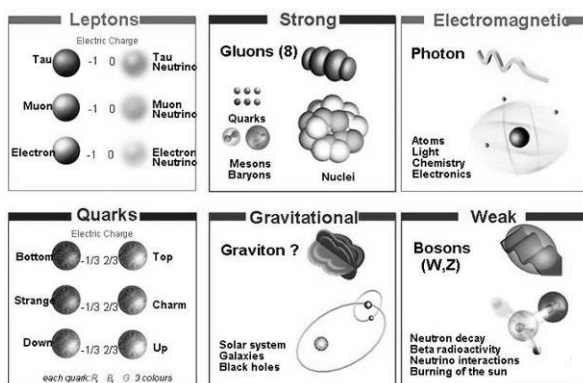
Најједноставније речено, Стандардни модел физике елементарних честица [1,2] је теорија која описује три од познате четири фундаменталне интеракције (јаку, слабу и електромагнетну интеракцију) и честице које у овим интеракцијама учествују. Иако је скоро сваки експеримент изведен од средине 20. века потврдио предвиђања овог модела, Стандардни модел се још не сматра потпуном теоријом јер не описује гравитацију, тамну материју и тамну енергију. Али има врло мало сумње да ће Стандардни модел у неком облику бити део теорија које покушавају да опишу све познате интеракције и појаве у природи (чувене „Теорије свега“). Врло сажет „преглед“ Стандардног модела дат је на слици 1.

Three Generations of Matter (Fermions)				
	I	II	III	
mass →	2.4 MeV	1.27 GeV	171.2 GeV	0
charge →	$\frac{2}{3}$	$\frac{2}{3}$	$\frac{2}{3}$	0
spin →	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	1
name →	u up	c charm	t top	γ photon
Quarks	4.8 MeV $\frac{2}{3}$ $\frac{1}{2}$ d down	104 MeV $\frac{2}{3}$ $\frac{1}{2}$ s strange	4.2 GeV $\frac{2}{3}$ $\frac{1}{2}$ b bottom	0 0 1 g gluon
	< 2.2 eV 0 $\frac{1}{2}$ ν_e electron neutrino	< 0.17 MeV 0 $\frac{1}{2}$ ν_μ muon neutrino	< 15.5 MeV 0 $\frac{1}{2}$ ν_τ tau neutrino	91.2 GeV 0 1 Z weak force
	0.511 MeV -1 $\frac{1}{2}$ e electron	105.7 MeV -1 $\frac{1}{2}$ μ muon	1.777 GeV -1 $\frac{1}{2}$ τ tau	80.4 GeV ± 1 1 W weak force
Leptons				Bosons (Forces)

СЛИКА 1. Стандардни модел физике елементарних честица.

Строже, математички говорећи, Стандардни модел је калибрациона (*gauge*) теорија јаке (SU(3)) и електрослабе (SU(2)×U(1)) интеракције.

За Стандардни модел можемо слободно рећи да је једна лепа теорија света физике елементарних честица, према овој теорији на основу вредности спина (сопственог угаоног момента честица), све честице можемо поделити на **фермионе** и **бозоне**. Фермиони имају полуцелу вредност спина ($1/2, 3/2, 5/2, \dots$) и покоравају се *Ферми-Дираковој расподели*. Бозони имају целобројну вредност спина ($1, 2, \dots$) и за њих важи *Бозе-Ајнштајнова расподела*. Према Стандардном моделу, материја је изграђена од две врсте честица – **лептона** и **кваркова** (Слика 2).



СЛИКА 2. Честице и интеракције у стандардном моделу.

Лептони

Лептони су фермиони и има их 6, деле се на две подгрупе: наелектрисани и ненаелектрисани лептони. Наелектрисани лептони су: електрон (e^-), мион (μ^-) и тау-лептон (τ^-). Наелектрисани лептони имају античестице, односно честицу идентичне масе, спина, али супротног знака набоја интеракције, а то су: антиелектрон-позитрон - e^+ , μ^+ и τ^+ . Електрон и позитрон су стабилне честице, док се миони и тау-лептони распадају са периодима полураспада реда величине 10^{-6} s и 10^{-15} s, респективно.

Наелектрисани лептони су неутрина: електронски неутрино (ν_e), мионски неутрино (ν_μ) и тау-неутрино (ν_τ). Стандардни модел подразумева да су сва неутрина стабилне честице и да немају масу. Они поседују једно интересантно својство а то је лептонски број L . Важна је и чињеница да у интеракцијама у којима учествују лептони мора важити **закон одржања лептонског броја**. По конвенцији, сви лептони (и наелектрисани и неутрини) имају лептонски број $L = 1$, а античестице, односно антилептони $L = -1$. При анализи могућности одигравања неке реакције мора се појединачно анализирати одржање лептонског броја у свакој од лептонских фамилија. Експериментално су одређене само горње границе вредности масе неутрина. Неке особине лептона су дате у Табели 1.

ТАБЕЛА 1. Особине лептона

Лептони	Наелектрисање	L_e	L_μ	L_τ	$L = \sum_{i=e,\mu,\tau} L_i$
	[e]				
ν_e	0	1	0	0	1
ν_μ	0	0	1	0	1
ν_τ	0	0	0	1	1
e	-1	1	0	0	1
μ	-1	0	1	0	1
τ	-1	0	0	1	1

Кваркови

Кваркови су такође фермиони и има их 6. Сваки од 6 кваркова поседује специфичан квантни број који се назива **аромат** (укус), Табела 2. Наелектрисање кваркова је једна од "најчуднијих" особина и износи $-1/3 e$ и $+2/3 e$, где e означава елементарно наелектрисање електрона. Сваком кварку одговара антикварк супротног набоја (при томе се не мисли само на електрични набој).

Кваркови се увек јављају у везаном стању или три кварка или пара кварк - антикварк. Како се јављају увек заједно, резултујућа вредност количине наелектрисања је $1 e$. Наведимо пример протона: протон се састоји од два „up“ кварка која имају количину наелектрисања од $2/3$ елементарног наелектрисања и једног „down“ кварка количине наелектрисања $1/3$ елементарног наелектрисања. Када се саберу количине наелектрисања, добија се да је резултујућа количина наелектрисања $1 e$, што и јесте наелектрисање протона. Најтежи кварк је „top“ кварк, експерименти показују да је маса овог кварка већа од 90 GeV , али тачан податак још није утврђен, а трага се још и за хадронима који садрже овај кварк.

ТАБЕЛА 2. Особине кваркова

Укус	Маса*	Наелектрисање $[e]$
up (u)	1.7-3.3 MeV	+2/3
down (d)	4.1-5.8 MeV	-1/3
charm (c)	1270 MeV	+2/3
strange (s)	101 MeV	-1/3
top (t)	172 GeV	+2/3
bottom (b)	4.19 GeV	-1/3
	4.67 GeV	

Вредности маса кваркова, дате у Табели 2, не требају се узимати као прецизне вредности јер за кваркове важи да се не могу изоловати појединачно како би им се маса прецизно измерила. Наиме, кваркови се увек налазе у везаним стањима **хадрона**, ова појава је позната као „*confinement*“ кваркова.

У зависности од тога да ли је нека честица везано стање три кварка или пара кварк - антикварк, честице делимо на **барионе** (p , n , Δ - они имају полуцели спини спадају у фермионе) и **мезоне** (π^0 , $\pi^\pm$ - они имају цели спин и спадају у бозоне), респективно. Барионе и мезоне, односно везана стања кваркова, једним именом називамо **хадрони**. Захтев за безбојношћу хадрона, односно бариона, у случају протона може бити испуњен само ако имамо комбинацију кваркова све три боје. Спин бариона је полуцели број, па закључујемо да су бариони фермиони. Бариони се карактеришу одговарајућим квантним бројем, такозваним барионским бројем (B). Сви досадашњи експерименти су показали да се у реакцијама и распадима барионски број одржава. Бариони који поред u и d кваркова садрже и друге кваркове зову се **хиперони**. На пример, најлакши хиперон, Λ хиперон, састоји се од три различита кварка: $\Lambda = uds$. Спин **мезона** је цео број што значи да су мезони бозони. **Пиони** су најлакши представници мезона са масом око $140 \text{ GeV}/c^2$. Мезонски број *не постоји*, јер се мезони могу произвољно креирати и анихилирати, ако се при томе не нарушава неки други закона одржања. Најлакши мезони су π мезони или пиони ($\pi^0, \pi^\pm$). Кварковска структура пиона је прилично једноставна:

$$\pi^+ = u \bar{d},$$

$$\pi^- = d \bar{u}$$

Неутрални пион π^0 је линеарна комбинација стања $u\bar{u}$ и $d\bar{d}$: пола времена проводи у стању $u\bar{u}$, а другу половину у стању $d\bar{d}$. π^0 може бити пронађен са једнаком вероватноћом у сваком од ових стања и он је неутрална честица. Маса π^+ и π^- (ови мезони су један другом античестице) је приближно 140 MeV. Најтежи мезони су К мезони и они садрже с кваркове. Честице које садрже овај „strange“ кварк s и називају се **стране честице**.

Хадрони подлежу јакој интеракцији. Експерименти укључују расејање електрона и неутрона на протонима, што је даље показало да протони имају структуру и да им је величина $\sim 1 \text{ fm}$.

$$\text{протон} = u u d$$

$$\text{неутрон} = u d d$$

Још једна специфичност кваркова јесте и та што поседују још један додатни степен слободе, односно набој¹ **боје** - који, нема никакве везе са појмом боје у оптици. Овде се појам боје користи само зато што имамо три кварка у једној честици. Гледано уопштено, сваки хадрон је по набоју боје неутралан, баш као што је и сваки атом по набоју наелектрисања неутралан. Даље, три основне боје (црвена, плава и зелена) равномерним мешањем дају белу боју. Тако, јаком интеракцијом у оквиру хадрона, кваркови различитих боја увек као резултат дају белу боју – на овај начин је „дочарана“ неутралност набоја.

Једна од најважнијих особина Стандардног модела је постојање симетрије између лептона и кваркова. Иако природа те симетрије још увек није објашњена, управо је она указала на постојање тежих кваркова. Експериментално откриће постулираног „top“ кварка, 1995. године, представља један од тријумфа Стандардног модела и показује да се напредак физике елементарних честица базира на истраживању особина симетрије фундаменталних честица и њихових интеракција. Све градивне честице (и кваркове и лептоне) можемо сврстати у 3 генерације (фамилије) као што је приказано у Табели 3.

ТАБЕЛА 3. Подела фермиона у фамилије

I фамилија	II фамилија	III фамилија
ν_e	ν_μ	ν_τ
e	μ	τ
u	c	t
d	s	b

Честице прве фамилије представљају градивне елементе савремене Вационе, она садржи најлакше кваркове, најлакше наелектрисане лептоне и најлакши неутрино. Сва стабилна материја је сачињена од чланова прве генерације, а утицај јаке, слабе и електромагнетне интеракције је једнак, једино се разликује у погледу утицаја гравитације због различите масе. Нуклеони и језгра се састоје из u и d кваркова, атоми садрже и електроне, док електронски неутрино учествује у реакцијама на

¹ Различите "ступене слободе" називамо набојима. Наелектрисање је само један вид набоја, један степен слободе, једно испољавање неке особине. Тако гледано, било би најправилније рећи *набој наелектрисања*. Код елементарних честица имамо још набоја поред наелектрисања као што је, на пример, *набој боје* код јаке интеракције (овде појам боја нема никакве везе са појмом боје у оптици - то је "само" још један степен слободе).

Сунцу и другим звездама. Фермиони друге и треће генерације карактеришу процесе везане за ране стадијуме развоја Вационе.

Бозони

Бозони су преносиоци интеракције између лептона и кваркова. Све интеракције међу честицама могу се објаснити помоћу 4 основне силе: *електромагнетне* (ЕМ), *слабе*, *јаке* и *гравитационе*. Наелектрисани лептони интерагују путем електромагнетне и слабе интеракције. Неутрини (антинутрини) интерагују искључиво путем слабе интеракције, док кваркови учествују у електромагнетној, слабој и јакој интеракцији. Основне особине бозона су приказане у Табели 4.

ТАБЕЛА 4. Особине бозона

Сила	Бозон	Маса [GeV/c ²]	Наелектрисање [e]
електромагнетна	γ	0	0
слаба	$W^{\pm}$	80.385(15) [3]	± 1
	Z^0	91.1876(21) [3]	0
јака	глуон	0	0

Поље јаке интеракције кваркова и антикваркова које на њих делује назива се глюонско поље, а честице које представљају побуђене кванте тих поља су *глуони* и обележавају се са g . Глуони су у истом односу са глюонским пољем као фотони са електромагнетним пољем. Установљено је да попут фотона имају спин једнак јединици $J=1$. Парност глюона, као и фотона је негативна $\pi=-1$. Честице са спином једнаким јединици и негативном парношћу ($J^{\pi} = 1^{-}$) називају се векторским честицама, пошто се при ротацији и рефлексiji координата њихова таласна функција трансформише као обичан просторни вектор. Тако глюони, као и фотони, припадају класи честица под називом *фундаментални векторски бозони*. Теорија интеракције фотона са електронима је *квантна електродинамика*, а теорија интеракције глюона са кварковима је *квантна хромодинамика*. Глуона има 8. Кваркови емитују и апсорбују глюоне и тако међусобно интерагују преко јаке интеракције.

Интеракције

Као што је већ наведено, све интеракције између честица могу се објаснити помоћу 4 основне силе: *електромагнетне* (ЕМ), *слабе*, *јаке* и *гравитационе*. Основне особине ове четири интеракције дате су у Табели 5.

ТАБЕЛА 5. Основне особине фундаменталних интеракција

интеракција	Релативни интензитет	Домет [cm]	Време трајања интеракције [s]
Јака	1	10^{-23}	10^{-23}
Електромагнетна	10^{-4}	∞	10^{-20}
Слаба	10^{-24}	10^{-11}	10^{-9}
Гравитациона	10^{-40}	∞	

ОТКРИЋЕ ХИГСОВЕ ЧЕСТИЦЕ

Стандардни модел елементарних честица омогућава прецизан опис резултата добијених у акцелераторским и неакцелераторским експериментима. Иако су предвиђања Стандардног модела опсежно потврђена, отворено питање остаје како W и Z бозони добијају масу, док фотони немају масу. Пре скоро 50 година предложено је да се спонтано нарушење симетрије у геџи (*gauge*) теоријама може постићи уз помоћ увођења скаларног поља. Примена овог механизма на електрослабу теорију доводи до генерисања W и Z маса, и до предвиђања постојања Хигсовог бозона по Стандардном моделу. Скаларно поље такође даје масу фундаменталним фермионима кроз *Yukawa* интеракцију. Маса Хигсовог бозона није предвиђена теоријом. Међутим, претпостављало се да маса треба бити мања од ~ 1 TeV, док прецизна електрослаба мерења имплицирају да је маса Хигсовог бозона мања од 152 GeV на нивоу поверења од 95%. Током последњих 20 година, директне потраге за Хигс бозоном су се изводиле на LEP сударачу, чиме је стављена доња граница на $m_H > 114.4$ GeV на нивоу поверења од 95%, као и на Теватрон протон-антипротон сударачу, чиме је искључен опсег маса 162-166 GeV на нивоу поверења од 95%, а такође је регистрован вишак догађаја у опсегу 120-135 GeV.

Откриће или искључење Хигс бозона је један од примарних научних циљева LHC-а. Претходне директне потраге на LHC-у базиране су на подацима из протон-протон судара, који одговарају интегралној луминозности од 5 fb^{-1} прикупљених на енергији центра масе од $\sqrt{s} = 7 \text{ TeV}$. CMS експеримент је искључио, на нивоу поверења од 95%, опсег маса 127-600 GeV. ATLAS експеримент је искључио, на нивоу поверења од 95%, опсеге маса 111.4-116.6, 119.4-122.1 и 129.2-541 GeV. Унутар преосталог дозвољеног региона маса, вишак догађаја око 125 GeV регистрован је од стране оба експеримента. У току 2012. године енергија протон-протон центра масе повећана је на 8 TeV, а крајем јуна месеца је регистрована додатна интегрална луминозност вредности више од 5 fb^{-1} од стране оба експеримента, што је довело до знатног повећања осетљивости потраге за Хигс бозоном.

Према подацима прикупљеним у току 2012. године научници из CMS колаборације регистровани су вишак догађаја са масом од око 125 GeV са статистичком значајношћу од пет стандардних девијација (5 сигма) изнад очекиваних позадинских процеса. Вероватноћа да су већ познати физички процеси (фон) произвели такав или већи вишак догађаја је један у три милиона. Стога се сматра да је то последица производње до сада неопажене честице са масом од око 125 GeV.

Такође, у току 2012. године ATLAS колаборација представила је резултате који су добијени комбиновањем претходних потрага ATLAS колаборације са интегралном луминозности од $4.6\text{-}4.8 \text{ fb}^{-1}$ података на $\sqrt{s} = 7 \text{ TeV}$, са новим потрагама за $H \rightarrow ZZ^{(*)} \rightarrow 4l$, $H \rightarrow \gamma\gamma$ и $H \rightarrow WW^{(*)} \rightarrow e\nu\mu\nu$, са $5.8\text{-}5.9 \text{ fb}^{-1}$ подацима pp судара прикупљених на $\sqrt{s} = 8 \text{ TeV}$ током 2012. године. Ова колаборација је презентovala податке који јасно доказују продукцију неутралног бозона са мереном масом од 126.0 ± 0.4 (статистичка) ± 0.4 (систематска) GeV. Овај резултат, са статистичком значајношћу од 5.9 стандардних девијација, што одговара

вероватноћи флукуације фона од 1.7×10^{-9} , сагласан је са продукцијом и распадом Хигс бозона по Стандардном моделу.

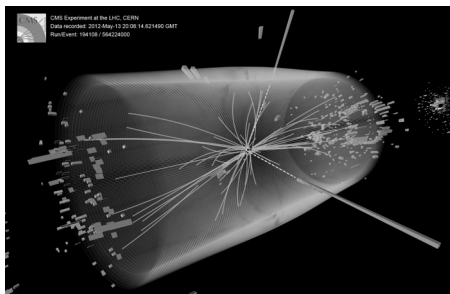
Унутар статистичких и систематских неодређености, резултати добијени различитим каналима потраге су конзистентни са очекивањима за Хигс бозон. Међутим, потребно је више података да се установи да ли нова честица има сва својства Хигсовог бозона или се нека од својстава не подударају, што би указивало на нову физику “изван Стандардног модела”.

Стратегија потраге за Хигсовим бозоном у CMS детектору [4]

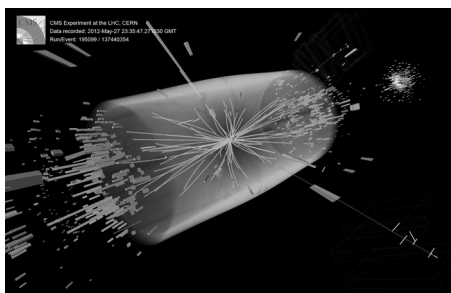
CMS колаборација је анализирала све податке у 2011. и 2012. години прикупљене до 18. јуна 2012. године, што одговара количини података од 5.1 fb^{-1} интегралног луминозитета на енергији центра масе протонских судара од 7 TeV у 2011. и до 5.3 fb^{-1} на енергији од 8 TeV у 2012. години.

Стандардни Модел предвиђа да се Хигсов бозон у врло кратком времену након стварања распадне у друге, добро познате, честице. CMS колаборација проучавала је пет најважнијих канала распада Хигсовог бозона. Три канала резултују у паровима тзв. векторских бозона ($\gamma\gamma$, ZZ или WW), а два канала укључују парове фермиона (bb или $\tau\tau$), где γ означава фотон, Z и W представљају носице слабе интеракције, b означава *bottom* кварк, а τ представља тау лептон. $\gamma\gamma$, ZZ и WW канали су подједнако осетљиви у потрази за Хигсовим бозоном са масом од око 125 GeV, и осетљивији су него bb и $\tau\tau$ канали.

Канали високе резолуције, $\gamma\gamma$ и ZZ , омогућавају мерење масе нове честице. У $\gamma\gamma$ каналу маса се одређује из енергије и смера два високоенергетска фотона измерена кристалним електромагнетним калориметром CMS детектора (ECAL, Слика 3). У ZZ каналу, маса се одређује из парова електрона или миона насталих у распаду Z бозона (Слика 4), који се мере у ECAL-у, детектору трагова и мионским детекторима.



СЛИКА 3. Догађај снимљен CMS детектором у 2012. години на енергији центра масе протонских судара од 8 TeV. Догађај показује својства која се очекују из распада Хигсовог бозона у пар фотона (испрекидане жуте линије и зелени конуси), али може бити и последица већ познатих физичких процеса из Стандардног модела.



СЛИКА 4. Догађај снимљен CMS детектором у 2012. години на енергији центра масе протонских судара од 8 TeV. Догађај показује својства која се очекују из распада Хигсовог бозона у пар Z бозона, који се затим распадају у парове електрона (зелене линије и зелени конуси) и пар миона (црвене линије), али исто тако може бити последица већ познатих физичких процеса из Стандардног модела.

Канал распада у пар W бозона је нешто комплекснији. Сваки од W бозона је идентификован кроз распад у електрон и неутрино или мион и неутрино. Неутрини пролазе кроз CMS детектор неопажени, тако да се Хигсов бозон у WW каналу манифестује као вишак догађаја преко широког подручја маса. Канал распада у пар b кваркова има велики фон која се састоји од већ познатих процеса Стандардног модела, па се у том каналу Хигс бозон тражи у догађајима у којима се производи заједно са W или Z бозонима, а који се практично одмах распадају на електроне или мионе. Канал распада у пар τ лептона користи распада τ лептона у електроне, мионе и хадроне, тако да се мерењем продуката распада покушава закључити да ли постоји Хигсов бозон или искључити вероватноћа његове продукције у протонским сударима.

Сажетак CMS, ATLAS резултата и Нобелова награда

Подаци прикупљени CMS детектором су довољни да се искључи постојање Хигсовог бозона у подручју маса од 110 до 600 GeV, на нивоу поверења од 95%. Након анализе података CMS је искључио постојање Хигсовог бозона у подручјима маса 110-122.5 GeV и 127-600 GeV, на нивоу поверења од 95%.

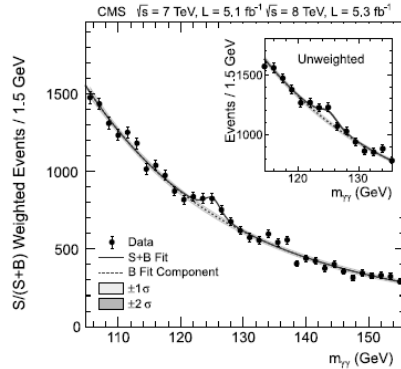
Подручје од 122.5–127 GeV се не може искључити јер је примећен вишак догађаја у три од пет анализираних канала:

1. Канал $\gamma\gamma$: расподела масе два фотона ($\gamma\gamma$) приказана је на слици 5, где се види вишак догађаја на маси од 125 GeV, са статистичком значајношћу од 4.1 сигма изнад фона. Уочавање коначног стања са два фотона значи да је нова честица бозон, а не фермион, тако да нова честица не може имати спин 1.

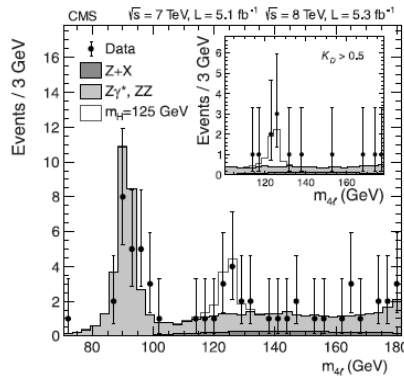
2. Канал ZZ: слика 6 приказује расподелу масе четири лептона (два пара електрона, два пара миона или пар електрона и миона). Узимајући у обзир угаоне расподеле продуката распада, вишак догађаја на маси од око 125 GeV износи 3.2 сигма изнад позадинских процеса.

3. Канал WW: примећен је вишак догађаја од 1.5 сигма преко широког подручја маса.

4. Канал bb и $\tau\tau$: није примећен вишак догађаја.



СЛИКА 5. Распредела масе у каналу $\gamma\gamma$, за податке из CMS детектора прикупљене у 2011. и 2012. години. Пуна црвена линија приказује очекивану криву сигнала и фона; испрекидана црвена линија показује само очекиван фон [4].



СЛИКА 6. Распредела четворо-лептонске реконструисане масе за суму $4e$, 4μ и $2e2\mu$ канала. Тачке представљају податке, испуњени хистограми очекиван фон, а празни хистограм очекивани сигнал Хигсовог бозона [4].

Маса нове честице је процењена на 125.3 ± 0.4 (статистичка) ± 0.5 (систематска) GeV. Измерени ефикасни пресек за стварање нове честице (σ) је конзистентан са очекиваним ефикасним пресеком (σ_{SM}) за Хигсов бозон Стандардног Модела: $\sigma/\sigma_{SM} = 0.80 \pm 0.22$.

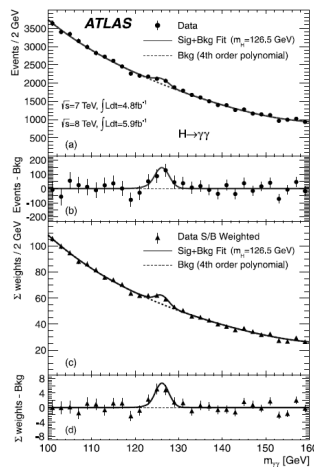
Велика пажња је посвећена разумевању бројних детаља CMS детектора, селекције догађаја, процени позадинских процеса и осталим изворима систематских и статистичких неодређености. Анализа података у 2011. години показала је вишак догађаја на маси од око 125 GeV. Стога, да се избегне евентуална пристрасност у избору критеријума за селекцију догађаја у подацима из 2012. године, што би вештачки могло повећати овај вишак догађаја, анализа података у 2012. години направљена је “на слепо”, што значи да се није гледало у занимљиво подручје све док сви критеријуми анализе нису били посебно проверени у такозваним контролним подручјима и прихваћени од стране CMS колаборације.

Као коначна провера, анализе су биле направљене од барем два независна тима, а уједно и више других опажања повећава поверење у резултате, што је сажето на следећи начин:

- Вишак догађаја примећен је око 125 GeV у подацима како из 2011. године (7 TeV), тако и из 2012. године (8 TeV);
- Вишак догађаја види се на истој маси у оба канала са високом резолуцијом ($\gamma\gamma$ и ZZ);
- Вишак догађаја који се види у WW каналу конзистентан је са оним који би се појавио за честицу од 125 GeV;
- Вишак догађаја се види у коначним стањима која укључују разне честице: фотоне, електроне, мионе и хадроне.

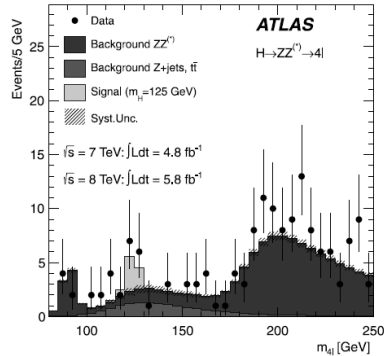
У ATLAS експерименту [5] потрага за Хигсовим бозоном извођена је у $H \rightarrow ZZ^{(*)} \rightarrow 4l$, $H \rightarrow \gamma\gamma$ и $H \rightarrow WW^{(*)} \rightarrow e\mu\nu$ каналима са $5.8\text{--}5.9 \text{ fb}^{-1}$ подацима протонских судара прикупљених на $\sqrt{s} = 8 \text{ TeV}$ током 2012. године. Ови резултати су комбиновани са ранијим резултатима, базираним на интегралној луминозности од $4.6\text{--}4.8 \text{ fb}^{-1}$ прикупљеним током 2011. године на енергији центра масе од 7 TeV, осим канала $H \rightarrow ZZ^{(*)} \rightarrow 4l$ и $H \rightarrow \gamma\gamma$, који су ажурирани са побољшаном анализом на основу нових података.

Хигсов бозон по Стандардном Моделу је искључен на нивоу поверења од 95% у опсегу маса 111–559 GeV, изузев уског региона 122–131 GeV. У овом региону регистрован је вишак догађаја са статистичком значајношћу од 5.9σ . Вишак догађаја је добијен из два канала са највећом резолуцијом масе, $H \rightarrow ZZ^{(*)} \rightarrow 4l$ и $H \rightarrow \gamma\gamma$ као и једнако осетљивим каналом, али мање резолуције $H \rightarrow WW^{(*)} \rightarrow e\mu\nu$. Узимајући у обзир целокупан опсег маса унутар којег је потрага вршена 110–600 GeV, укупна статистичка значајност вишка догађаја износи 5.1σ . Вишак догађаја око $m_{\gamma\gamma} = 126.5 \text{ GeV}$ приказан је на слици 7.



СЛИКА 7. Расподела масе у каналу $\gamma\gamma$, за комбиноване податке из ATLAS детектора прикупљене на 7 TeV и 8 TeV [5].

Расподела четворо-лептонске реконструисане масе m_{4l} у поређењу са очекиваним фоном у опсегу масе 80-250 GeV приказана је на слици 8.



СЛИКА 8. Расподела четворо-лептонске реконструисане масе m_{4l} у поређењу са очекиваним фоном у опсегу масе 80-250 GeV, за комбинацију резултата добијених на 7 TeV и 8 TeV. Очекивани сигнал за Хигсов бозон Стандардног Модела са $m_H = 125$ GeV је такође приказан [5].

Ови резултати представљају доказ за откриће нове честице масе 126.0 ± 0.4 (статистичка) ± 0.4 (систематска) GeV. Параметар јачине сигнала μ има вредност 1.4 ± 0.3 за фитовану масу, што је конзистентно са хипотезом Хигсовог бозона по Стандардном Моделу где је $\mu=1$. Распади на парове векторских бозона чије је укупно наелектрисање једнако нули, доводи до идентификације нове честице као неутралног бозона. Регистровање $\gamma\gamma$ канала у ATLAS експерименту не слаже се са хипотезом о спину једнаком 1. Иако су и резултати добијени у ATLAS експерименту компатибилни са хипотезом да нова честица заиста јесте Хигсов бозон по Стандардном Моделу, потребно је још података како би се детаљно проценила природа ове честице.

Питер Хигс (*Peter Higgs*) и Франсоа Енглер (*François Englert*) добитници су Нобелове награде за физику за 2013.годину (Слика 9), на основу резултата добијених управо у овим експериментима, који потврђују постојање Хигсовог бозона.



СЛИКА 9. Питер Хигс и Франсоа Енглер, добитници Нобелове награде за физику за 2013. годину

Још 1964. године, ова два научника су индивидуално предложила своје теорије, које су 2012. године потврђене у Женеви. Њима је Нобелова награда за физику додељена за теоријско откриће механизма који доприносе разумевању порекла масе субатомских честица, што је и емпиријски доказано у CERN-у.

ЗАКЉУЧАК

Опажена нова честица са масом од око 125 GeV је компатибилна, унутар статистички ограничене прецизности, са хипотезом да се ради о Хигсовом бозону Стандардног модела. Међутим, треба да се прикупи и анализира више података како би се могла измерити својства нове честице, као што је вероватноћа распада у разним каналима ($\gamma\gamma$, ZZ , WW , $b\bar{b}$ и $t\bar{t}$) и коначно њени спин и парност, и на тај начин одредити да ли се стварно ради о Хигсовом бозону или је нова честица резултат физике изван Стандардног Модела.

LHC наставља са прикупљањем података. До краја 2012. године, прикупљено је више него троструко већи узорак података и стога се наставља са испитивањем својстава нове честице. Ако се не ради о Хигсовом бозону Стандардног Модела, CMS и ATLAS ће изучавати нову физику коју то имплицира, што може укључити и нове честице које се могу појавити у LHC-у. Ако се покаже да је ова честица Хигсов бозон Стандардног модела, његова својства ће се детаљно изучавати. У оба случаја, наставиће се потрага за новим честицама и силама које се могу појавити у будућим сударима на LHC-у, на све већим енергијама и луминозитетима.

ЗАХВАЛНИЦА

Овај рад је урађен у оквиру пројекта ОИ171002, Министарства за образовање, науку и технолошки развој, Републике Србије.

ЛИТЕРАТУРА

1. Burcham W.E., Jobs M., Nuclear and particle physics, Longman Scientific & Technical, England, 1995 (ISBN: 0-582-45088-8).
2. Griffiths D., Introduction to Elementary Particle, Wiley-VCH, USA, 2008 (ISBN: 978-3-527-40601-2)
3. J. Beringer et al. "2012 Review of Particle Physics - Gauge and Higgs Bosons". *Physical Review D* 86: 1, (2012).
4. CMS Collaboration, Observation of a new boson at a mass of 125 GeV with the CMS experiment at the LHC, *Physics Letters B* 716 (2012) 30–61.
5. ATLAS Collaboration, Observation of a new particle in the search for the Standard Model Higgs boson with the ATLAS detector at the LHC, *Physics Letters B* 716 (2012) 1–29.

Примена ласера: од контролисане фузије до рата звезда

Милорад Кураица

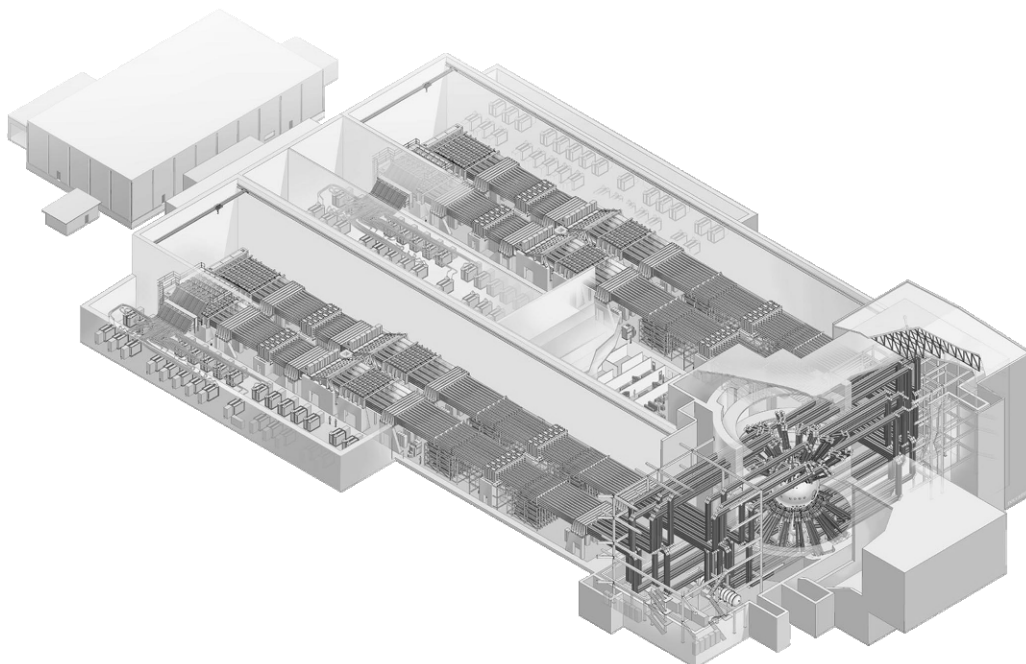
Универзитет у Београду, Физички факултет, Београд

Апстракт. У раду ће бити представљен низ изабраних, атрактивних апликација у којима се користе ласери и то почевши од тренутно најважнијег истраживачког задатка, овладавања контролисаном фузијом, до примене ласера у Регановом програму стратешке одбрамбене иницијативе (Strategic Defense Initiative, SDI), симболично назване “Рат звезда” и оноем што је од тога концепта преживело до данас. Затим ће бити дат кратак осврт на примену ласера у другим областима као што су ласерска спектроскопија, метрологија, изучавање ултрабрзих феномена фемтосекундним и атосекундним ласерима, ласерско хлађење атома и манипулација појединачним атомима, медицине (офталмологија, хирургија, естетска хирургија,...), индустрији (бушење, резање, заваривање), свакодневном животу (бар код читачи, ласерски штампачи, поинтери). И коначно, биће речи о веома распрострањеној, можда најширој области примене ласера и то у војне сврхе, која је била мотор развоја ласерске технике од самог проналаска ласера 1960-те године па до данас.

ЛАСЕРСКА ФУЗИЈА

За разлику од токамака у којима се релативно ретка ($n \sim 10^{14} \text{cm}^{-3}$) и врела плазма одржава у магнетном пољу у току времена које се мери секундама, код концепта инерцијалног конфинирања се иде у другу крајност са идејом да се изузетно густа плазма ($n \sim 10^{26} \text{cm}^{-3}$) одржава у таквом стању што краће време ($t \sim 10^{-11} \text{s}$), а да при том буде испуњен Lawson-ов критеријум $nt = (10^{14} - 10^{15}) \text{s/cm}^3$. Наиме, у овом концепту се куглица са термонуклеарним горивом (смеша деутеријума и трицијума - D-T) сферно симетрично осветљава помоћу моћног ласерског или X-зрачења које на површини куглице формира плазму и тако иницира имплозију DT горива, односно његово компримовање ка центру. Сам притисак светлости, ЕМ ласерског зрачења није довољан за достизање критичне температуре и густине, па се додатно повећање притиска постиже аблацијом, испаравањем материјала капсуле у којој се налази DT гориво, слично као што ради реактивни мотор. Када се у центру куглице достигну и критична температура (реда 10^8K) и критична густина, почињу фузионе реакције које својом ослобођеном енергијом и порастом температуре у центру заустављају имплозију и започиње супротен процес, разлетање плазме, експлозија. Енергетски еквивалент ове експлозије, мале термонуклеарне бомбе, је око 250 kg TNT, а време разлетања плазме за које се заврше фузионе реакције и сагори негде око 30-50% фузионог горива веома кратко, реда $10^{-12} - 10^{-11} \text{s}$. За то време се језгро плазмене кугле разлети и увећа свега неколико милиметара, остајући услед сопствене инерције практично на истом месту, непомерено и далеко од зидова реакционе коморе. Отуда и назив, инерцијално конфинирање (одржавање) плазме.

За тестирања овог концепта и проучавања понашања плазме при екстремним притисцима и температурама, изграђено је неколико инсталација као што су нпр. GECO XXII, CYCLOPS, ARGUS, SHIVA, NOVA, OMEGA, LMJ-CESTA/CEA, NIF (LLNL). Овде ће углавном бити речи о NIF ласерској инсталацији лоцираној у Лоренс Ливермор Националној Лабораторији (LLNL), (видети сл. 1.), не само због тога што је то тренутно најмоћнија ласерска инсталација на свету, формирана на простору који покрива 3 фудбалска игралишта, са тренутном снагом од 414 TW која се помоћу 192 ласерска снопа усмерава на D-T мету, већ због тога што се од овог експеримента очекује потврда концепта и позитиван енергетски биланс [1].

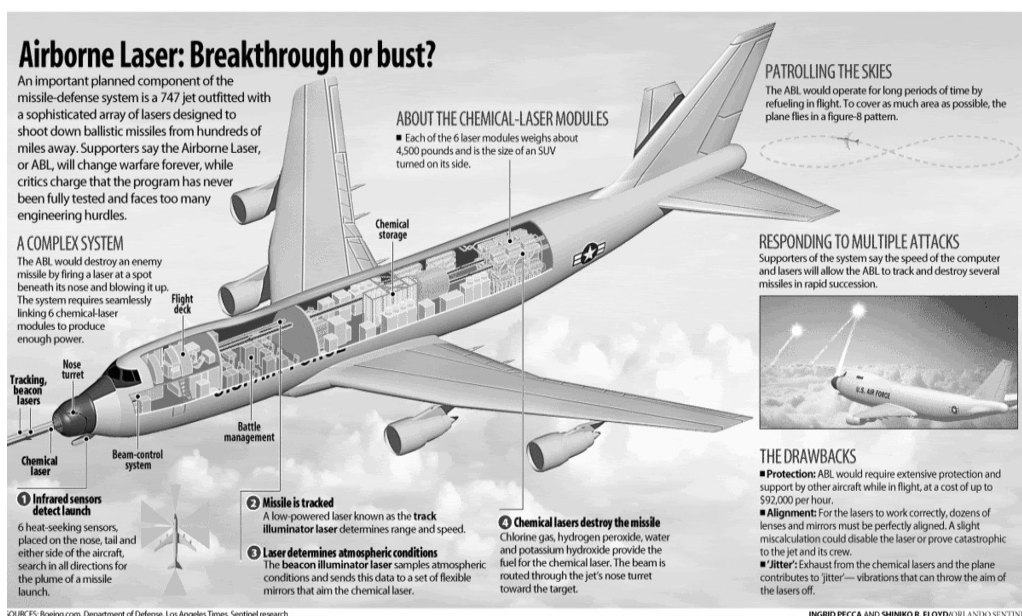


СЛИКА 1. National Ignition Facility, Lawrence Livermore National Laboratory

ВОЈНА ПРИМЕНА ЛАСЕРА

Прво што су војни инжењери учили проналаском ласера је његов велики потенцијал као оружја због кохерентног и усмереног зрачења које се простира брзином светлости. Најснажнији импулс развоју ласерског оружја уследио је 80-тих година прошлог века формулисањем концепта стратешке одбрамбене иницијативе, SDI, односно, одбране северноамеричког континента од интерконтиненталних балистичких ракета бившег СССР-а. По најгорем сценарију, СССР би у истом тренутку лансирао 2000 интерконтиненталних балистичких ракета са нуклеарним бојевим главама. За одбрану од овог масовног напада планиран је кишобран

састављен од 40 ласерских платформи постављених на висини од 1300 km изнад Земље, свака са HF (водоник флуорид) ласером снаге 30 MW и 10 метарским примарним огледалом [2]. Истовремено, на површини Земље (тзв. Ground-Based Laser Architecture) предвиђено је 50 ласерских платформи на бази DF (деутеријум флуорид) ласера, јер се његово зрачење налази у делу спектра који је транспарентан за атмосферу. Тестирајући овај последњи концепт, 1996 године MIRACL ласер, стациониран у бази White Sands Missile Range, NM, оборио је ракету [3], а 1997 сателит, користећи још једно релејно огледало у орбити. Распадоом СССР-а, САД смањује захтеве и преусмерава на одбрану од терористичких ракета, па су за то осмислили и реализовали ласерско оружје на платформи Boeing 747 (Airborne Laser, ABL) користећи при том једни ласер (Chemical Oxygen Iodine Laser, COIL, видети сл.2).



СЛИКА 2. COIL 747

На захтев Израела, после рате са Либаном 1996 године, TRW Corp. је развио ласерски противракетни систем пре свега за уништавање долазећих либанских ракета Каћуша у пречнику од 12 миља (видети сл.3).



СЛИКА 3. Beam Director

За нешто хуманије примене као што су уништавање неексплодираних минско експлозивних средстава од којих углавном страдају цивили, развијен је ZEUS ласерски систем (видети сл.4), који уједно представља прву примену ласерског оружја у ратним условима [4].



СЛИКА 4. Laser ZEUS

ЛИТЕРАТУРА

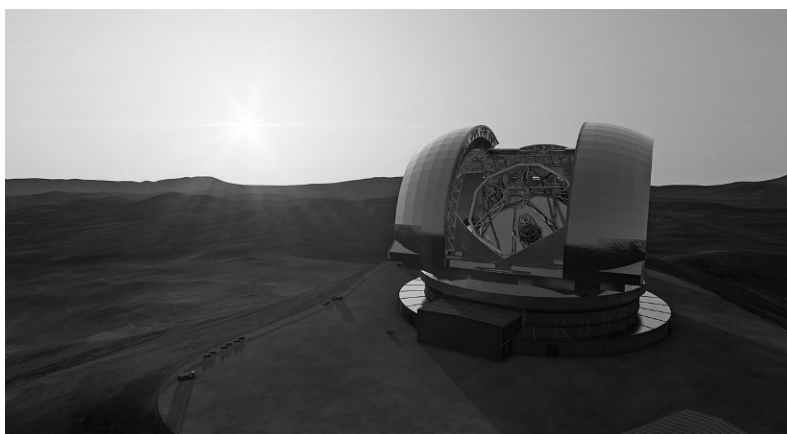
1. <https://lasers.llnl.gov/>
2. American Physical Society Study, *Reviews of Modern Modern Physics*, **59**, 55 (1987)
3. G.E.Forden, *IEEE Spectrum*, **9**, 46 (1997)
4. www.globalsecurity.org/military/systems/ground/hlons.htm

Европски екстремно велики телескоп

Драгана Илић

Катедра за астрономију, Математички факултет Универзитета у Београду

Апстракт. Европска јужна опсерваторија ради на развоју и реализацији пројекта изградње Европског екстремно великог телескопа (*European Extremely Large Telescope – E-ELT*), револуционарног телескопа пречника огледала од 39.3м, који ће нам омогућити истраживања великог броја тренутно нерешених питања о Универзуму, као што су директна детекција вансоларних планета, историја ширења Универзума, структура најудаљенијих галаксија, супермасивне црне рупе и многа друга нерешена питања из фундаменталне физике. Е-ЕЛТ је будући највећи телескоп за посматрања у оптичком и инфрацрвеном делу електромагнетног спектра који ће моћи да сакупи 13 пута више светлости него садашњи велики телескопи и сними слике 16 пута јасније него Хаблов свемирски телескоп. Европски екстремно велики телескоп ће почети са посматрањима Универзума од 2020. године као део Опсерваторије Паранал у Чилеу [1, 2].



СЛИКА 1. Европски екстремно велики телескоп (модел).

ЛИТЕРАТУРА

1. *The E-ELT Construction Proposal*, Minhen: European Southern Observatory, 2012, pp. 1-268 (http://www.eso.org/public/archives/books/pdf/book_0046.pdf)
2. <http://www.eso.org/sci/facilities/eelt/>

Светлост и боје у живом свету

Дејан Пантелић

Институт за физику, Прегревица 118, 11080 Земун, Београд

Апстракт. Светлост заузима значајно место у природи, а организми је користе да би ефикасно преживљавали. Током еволуције природа је искористила различите особине светлости - поларизацију, таласну дужину, дифракцију, интерференцију... Природном селекцијом развијени су фини оптички механизми, какве човек тек сада открива – сочива, оптичка влакна, градијентни индекси преламања, антирефлексионни слојеви, фотонске структуре, детектори... Зато је природа истовремено и лабораторија из које се може учити без икаквих помоћних уређаја, средстава или учила. У том погледу инсекти представљају иванредно занимљив предмет изучавања, одакле можемо штошта научити о природи светлости посматрајући јарку обојеност њиховог хитинског омотача или занимљиве структуре композитних очију.

ОПТИКА У ПРИРОДИ

Живот на земљи је прилагођен веома уском спектралном интервалу електромагнетних таласа – од ултраљубичасте светлости до инфрацрвеног зрачења. Са једне стране светлост се користи као преносник информација о сопственом окружењу. Зато постоји невероватан број различитих типова очију у животињском свету – од сасвим једноставних које се састоје од свега неколико фоторецепторских ћелија, па до оних које у себи укључују веома компликоване оптичке системе [1]. Са друге стране, тело свих организама је способно да селективно рефлектује сунчеву светлост, чиме поприма обојеност карактеристичну за сваку појединачну врсту [2].

У овом тексту ћемо указати на улогу оптичких принципа у свету инсеката и могућност да се оптика учи и изван физичке лабораторије посматрањем крила или очију лептира. Видећемо да је могуће уочити различите дифракционе и интерференционе ефекте, као и расејање или флуоресценцију. Сви они дају зачуђујући лепе боје, које се често мењају са променом угла посматрања.

Укажимо, пре свега, на извесну неодређеност појма боје. Он је везан за специфичности људског ока које региструје само електромагнетно зрачење у веома узаном интервалу таласних дужина, користећи три различита типа фоторецептора за дневно виђење (и само један за ноћно). Стога је боја психо-физиолошка величина и нема једноставну и директну везу са спектром светлости, који једини има физички егзактно значење.

Ово је неопходно имати на уму када говоримо о бојама у природи, јер различити живи организми могу да имају другачије фоторецепторе, чија је спектрална осетљивост другачија од оне која је својствена људима. Све ово је условљено другачијим начином живота и потребом сваке врсте да пронађе себи својствен механизам опстанка заснован на потрази хране, заштити од предатора и неопходношћу репродукције. Свуда је светлост један од најважнијих механизма

који омогућава избор хране, уочавање опасности или потрагу за јединком супротног пола.

Према томе свака врста је развила структуре који манипулишу спектром светлости и дају специфичну обојеност тела. Еволутивни циљеви могу бити разнородни – да се јединка стопи са околином (камуфлажа), да бојом тела упозори да није погодан плен (апосемија), да имитира друге врсте (мимикрија). Код инсеката су ови ефекти посебно лако уочавају, пре свега због њихове свеprisутности као и великог броја различитих врста (по неким проценама неколико милиона).

И структура ока инсеката је фасцинантна. Састављено је од мноштва малих очију постављених у хексагоналном распореду. Могуће их је лако фотографисати употребом савремених и свима доступних дигиталних фотоапарата. Уз мало експериментисања видљива је псеудо-пупила – тамна тачка на површини ока која се помера са правцем посматрања и као да прати посматрача. Она може да представља занимљиву тему за дискусију, кроз коју се могу научити многи појмови везани за конструкцију и функционисања оптичких уређаја и система.

СТРУКТУРНЕ БОЈЕ ИНСЕКАТА

Боје инсеката су веома различите, као и физички механизми који их генеришу [2]. Нејчешће, обојеност је последица селективне апсорпције светлости на честицама различитих пигмената (Сл. 1 на којој је приказан јаркоцрвени лептир пауновац – иначе чест становник наших ливада).



СЛИКА 1. Јарке пигментне боје (црвена и црна) лептира пауновца (*Aglais io*). Мале области плаве боје поседују структурно обојење.

За физичара су, међутим, много занимљивије боје инсеката које настају као последица микронских и субмикронских структура на хитинском омотачу (кутикули). Овде обојеност (која се назива структурном или иридесцентном) настаје као последица дифракционих и интерференционих ефеката. Врсте инсеката, чија је

то одлика, су најчешће обојене различитим нијансама, плаве, љубичасте или зелене боје, која се мења у зависности од угла посматрања.

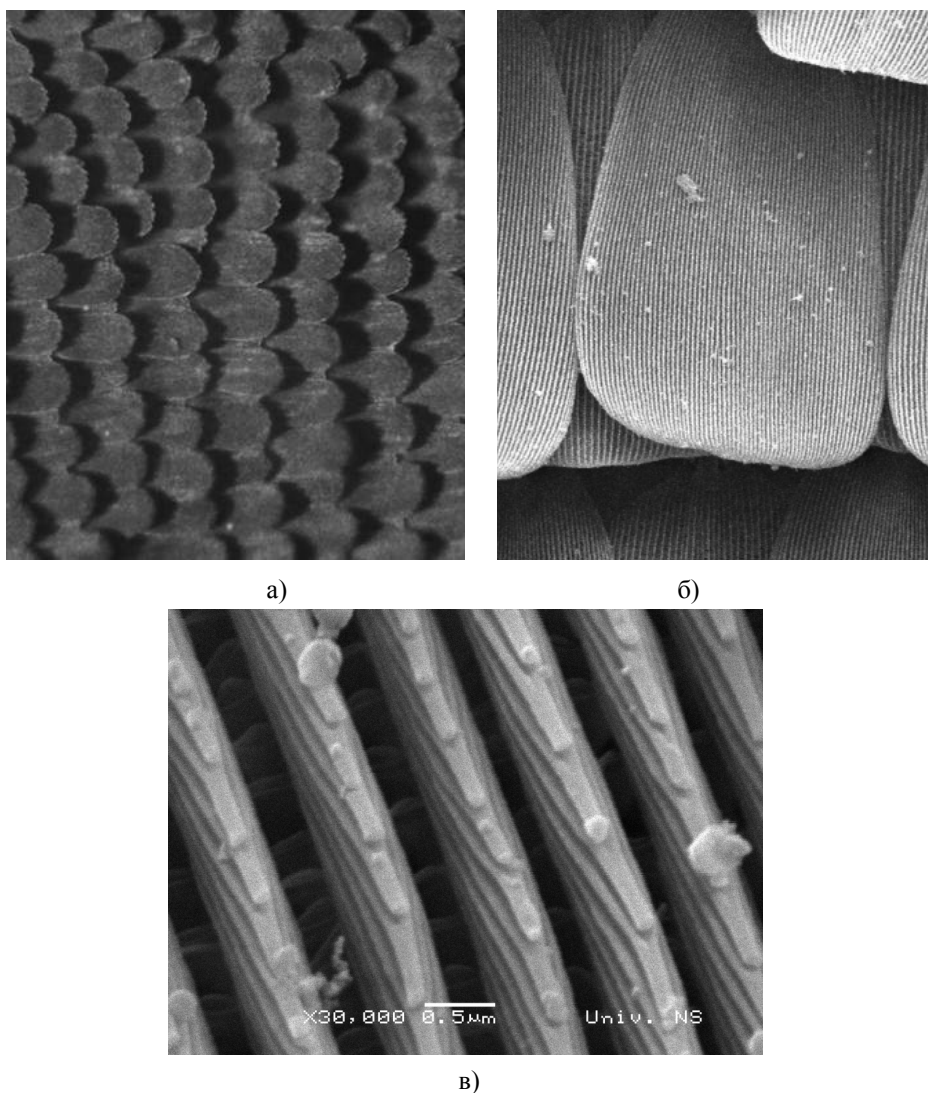


СЛИКА 2. Мали преливац (*Apatura ilia*) - инсект чија крила попримају интензивну љубичасту боју када се посматрају под одређеним углом (структурно обојење).

Посебно су интересантна два дневна лептира: мали преливац (*Apatura ilia* - Сл. 2) и велики преливац (*Apatura iris*). Насељавају читаву Европу, а могу се наћи и код нас лети, у шумским просецима близу река и потока. Одликује их интензивна љубичаста боја крила, која је видљива само под одређеним углом. Посматрана под оптичким микроскопом његова крила изгледају као да су покривена сићушним цреповима – љуспицама (Сл. 3а). Ако се слика додатно повећа електронским микроскопом, уочава се да свака љуспица на себи има низ паралелних линија које чине дифракциону решетку (наравно, биолошког порекла – Сл. 3б). На великом повећању додатно се види да је свака линија дифракционе решетке састављена од неколико слојева који чине запреминску решетку Бреговог типа (Сл. 3в). Тек сада је могуће објаснити карактеристичну љубичасту боју лептира и њену зависност од угла посматрања, као комбинацију просторне селективности површинске решетке и спектралне селективности запреминске.

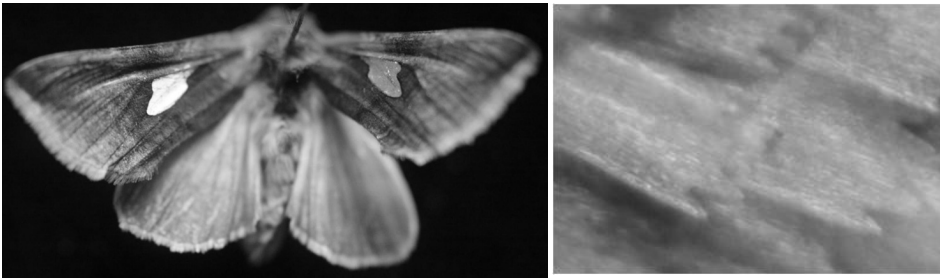
Код нас постоје и друге занимљиве врсте дневних лептира. Поменимо мале лептире небеско плаве боје (припадници под-породице *polyommatae*), који лете нашим ливадама. Њихова плава боја је последица расејања светлости на субмикронским структурама љуспица [3].

Ту су и лептири који на доњој страни крила имају зоне сребрне боје (род *argynnis*). И овде су љуспице на крилима одговорне за овако специфичан изглед. Свакако би било занимљиво дати одговор на питање какве су то структуре које интензивно рефлектују светлост у широком спектралном интервалу, који одговара сребрном изгледу мрља на крилима. Наравно ту је и неизбежно питање биолошког значаја оваквог специфичног обојења.



СЛИКА 3. Љуспице на крилу лептира преливца: а) посматране под оптичким микроскопом, б) под електронским микроскопом и повећањем од 500 пута, в) под електронским микроскопом са повећањем 30 000 пута.

И ноћни лептири могу имати занимљиве структурне боје. *Autographa bractea* (Сл. 4а) има златан “печат” на својим крилима. Посматрано под оптичким микроскопом љуспице из златне зоне откривају структуру дифракционе решетке, а различити делови љуспице рефлектују различите чисте спектралне боје (Сл. 4б). Поменимо и ноћног лептира *Diachrysis chrysis* који има крила интензивно златне боје. Додатне информације о другим занимљивим лептирима могу се наћи на многим интернет адресама – погледати н.пр [4].



а)

б)

СЛИКА 4. а) Ноћни лептир *Autographa bractea*, б) љуспице које сачињавају златну мрљу, посматране под оптичким микроскопом.

КОМПОЗИТНЕ ОЧИ ИНСЕКТА

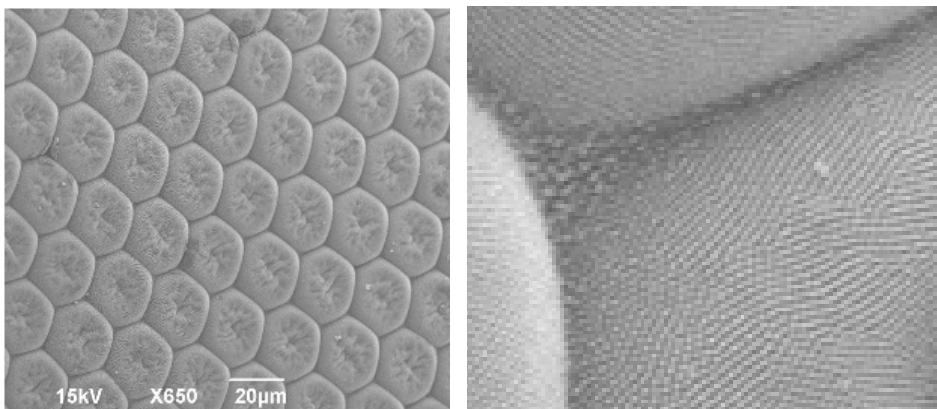
Структура очију инсеката је прилагођена потреби посматрања у широком видном пољу [1], по чему је битно другачија од ока сисара. Макроскопски, очи инсеката представљају две лоптасте структуре симетрично смештене са обе стране главе (Сл. 5). Најуочљивије су тамне зоне које личе на зенице (т.зв. псеудо-пупиле) и које су увек усмерене ка посматрачу, независно од угла посматрања (Сл. 5). Ако се слика додатно повећа, уочава се хексагонални низ минијатурних сочива (димензије неколико десетина микрометара – Сл. 6а). На самој површини ока уочавају се нанометарске структуре (Сл. 6б), за које је утврђено да служе као антирефлексни слој, којим се повећава количина светлости која улази у око.



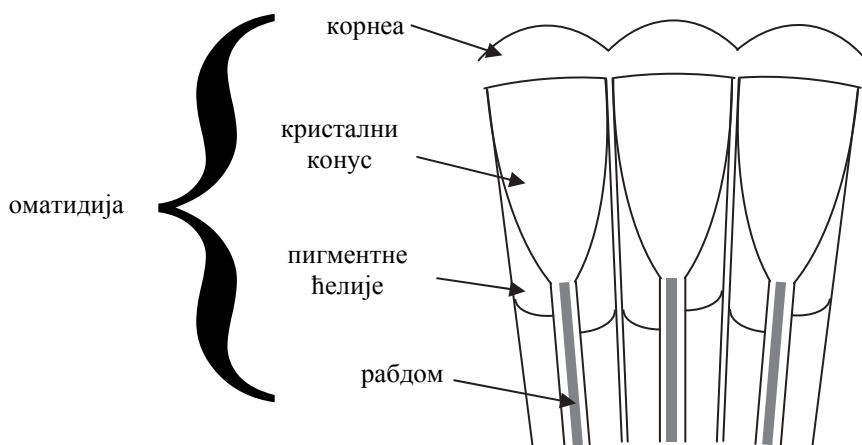
СЛИКА 5. Очи лептира снимљене под два различита угла. Виде се псеудо-пупиле – тамне зоне које личе на зенице и које су увек усмерене ка посматрачу.

Са анатомске тачке гледишта очи инсеката поседују мноштво (и до неколико хиљада) идентичних јединица које се зову оматидије (Сл. 7). Оне се састоје од

неколико основних компонената: корнее, кристалног конуса, рабдома и пигментних ћелија. Корнеа има улогу да преломи светлост према наредној оптичкој компоненти – кристалном конусу. Он додатно фокусира светлост на влакнасту структуру (рабдом) који се понаша као оптичко влакно. Рабдом је испуњен родопсином – протеином који претвара светлост у хемијску енергију и започиње процес генерисања електричног импулса. Коначно, пигментне ћелије обавијају сваку оматидију и служе да утичу на количину светлости која стиже до рабдома (слично пупили код човека).



а) б)
СЛИКА 6. а) Хексагонална структура сложеног ока лептира, б) нанометарске структуре на површини ока, које служе као антирефлексионни слој.



СЛИКА 7. Шематски приказ анатомије сложеног ока инсеката

Савремена истраживања показују да је око инсеката изванредно комплексна структура иако се свака појединачна оматидија састоји од свега двадесетак ћелија.

У конструкцију су укључени напредни концепти оптике, које тек савремена наука открива: антирефлексиони слој на површини корнее, оптичко влакно рабдома, кристални конус са градијентом индекса преламања, поларизациона осетљивост код неких инсеката. Зато не чуди што у последњих десетак година постоје интензивни покушаји да се направе камере које би уместо класичног објектива имале структуру сличну оку инсеката [5].

За крај још да објаснимо постојање псеудо-пупиле. Ради се о томе да је она сигнал да је светлост ушла у оматидију и да је тамо апсорбована. То се дешава само у ограниченом угаоном интервалу (који зависи од оптичке конструкције оматидија) и отуда је псеудо-пупила локализована зона на оку (и зависи од конкретне врсте инсекта).

ЗАКЉУЧАК

Свет инсеката пружа велико богатство ефеката, у које су укључени најнапреднији концепти оптике. Зато инсекти представљају едукативну лабораторију из које могу учити сви – ученици основних и средњих школа, њихови професори, али и искусни истраживачи, биолози и физичари.

ЗАХВАЛНИЦА

Аутор захваљује Министарству просвете, науке и технолошког развоја Републике Србије за подршку кроз пројекате основних истраживања ОН 171038 и ИИИ 45016.

ЛИТЕРАТУРА

1. Land, M.F, Nilsson, D-E., *Animal Eyes*, Oxford University Press, 2012
2. Berthier, S., *Iridescences – the Physical Colors of Insects*, Springer, 2007
3. Kertesz K., Balint Zs., Vertesy Z., Mark G.I., Lousse V., Vigneron J.-P., Biro L.P., Photonic crystal type structures of biological origin: Structural and spectral characterization, *Current Applied Physics* 6 (2006) 252–258.
4. <http://www.lepidoptera.eu/>
5. Lee L.P., Szema R., Inspirations from Biological Optics for Advanced Photonic Systems, *Science* 310 (2005) 1148 – 1150.

Колико познајемо дугу?

Братислав Обрадовић

Универзитет у Београду, Физички факултет, Београд

Апстракт. Опште је познато да се дуга квалитативно може описати као последица дисперзије сунчеве светлости на капљицама кише. Колико посматрача може описати дугу и квантитативно? На којим странама света се може видети дуга? Да ли је дуга кружног облика? Колики је полупречник дуге тј. колики су полупречници појединих боја дуге? Колика је ширина дуге? Колики је полупречник секундарне дуге и какав је код ње распоред боја? Постоје ли и примарна дуга и дуга трећег реда? Где се налази центар дуге? Може ли се дуга састојати од само једне боје? Зашто дуга некад има „оштре“ боје, а некад су боје „дифузне“? Да ли је светлост дуге поларизована? Ако јесте поларизована у ком правцу је поларизована? Да ли је та поларизација непотпуна или потпуна? Какви још феномени слични дуги постоје? Како је са дугом повезан ефекат хало? При којим се метеоролошким условима може појавити хало? Које још појаве сличне дуги и халоу се могу уочити? Како се, најзад, може одговорити на већину постављених питања користећи познавање таласне оптике на средњошколском нивоу?

Питања из комбинованог теста у интерактивној настави са кооперативним учењем

Андријана Жекић¹, Мирјана Поповић - Божић²

¹Универзитет у Београду - Физички факултет, Студентски трг 12, 11000 Београд, Србија

²Институт за физику, Презревица 118, 11000 Београд, Србија

Апстракт. Анализом резултата традиционалне и интерактивне наставе баве се припадници многих професија. Аргументи који потврђују или оповргавају квалитет наставних метода и различитих облика рада су многобројни. Успостављањем везе између интерактивне наставе са кооперативним учењем и одабраних задатака из комбинованог теста аутори овог рада предложу начин рада са ученицима чија би имплементација у наставу фаизике могла довести до успешног исхода.

ФИЗИКА У КОМБИНОВАНОМ ТЕСТУ

Последњих месеци пажњу наставника и ученика окупира једна новина - комбиновани тест који у оквиру матурског испита треба да положи наши "осмаци". Дакле, поред тестова из матерњег језика и математике, које су ученици полагали претходних година, сада ће полагати и тест који обухвата питања и задатке из биологије, историје, географије, физике и хемије. Зашто је комбиновани тест изазвао толико узбуђење? Да ли су наши ученици припремљени за овакву сложену и целовиту проверу знања? Зашто су медији преплављени огласима за припрему ученика? Да ли је реално очекивати да ученици приступе оваквој провери знања као да је рутинска или су заиста потребне опсежне припреме? Да ли смо наше ученике научили да размишљају, анализирају, примењују знања у новим ситуацијама?

У овом раду покушаћемо да сагледамо настале околности и извршимо анализу одабраних примера задатака из физике објављених у Збирци задатака из биологије, географије, историје, физике и хемије за завршни испит у основном образовању и васпитању за школску 2013/2014. годину издавача Министарства просвете, науке и технолошког развоја Републике Србије и Завода за вредновање квалитета образовања и васпитања [1]. Представимо начин рада са ученицима који би могао допринети систематичном усвајању знања и његовом квалитету.

ИНТЕРАКТИВНА НАСТАВА СА КООПЕРАТИВНИМ УЧЕЊЕМ

Бавећи се наставом могуће је препознати популацију ученика која исказује повећано интересовање за поједине области. Њихову посвећеност је потребно посебно неговати и даље је инспирисати, али шта је са просечном популацијом, како њих укључити у процес учења? Они су, као део целине постали инспиратори различитих метода подучавања. Ко је иницијатор имплементације тих метода у наставу остаје нејасно, али када је физика у питању могу се издвојити имена физичара са светски познатих универзитета. Једна од таквих личности је Ерик Мазур, професор курса опште физике са Харварда.

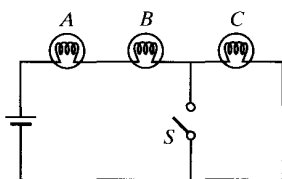
Његов поглед на подучавање променио је деведесетих година прошлог века чланак у часопису *American Journal of Physics* у коме је професор Дејвид Хестенес, такође физичар, изнео своја искуства из наставе. Осмислио је тест којим је проверио разумевање концепта силе на популацији од око хиљаду америчких студената природних и техничких наука. Резултат је био поражавајући јер су студенти показивали дубоко неразумевanje низа концепата. На пример, "рецитовали" су Трећи Њутнов закон, решавали сложене квантитативне проблеме, али их је примена на случај судара камиона и аутомобила искрено водила у заблуду. Многи су са сигурношћу тврдили да камион као масивнији делује силом већег интензитета.

Тестирањем сопствених студената Мазур је дошао до сличних резултата. Студенти, иако завидног теоријског знања, решавали су проблеме рутински према провереним алгоритмима. Почела је да га мучи сумња у квалитет сопственог рада. Прекретница је настала упућивањем студената на међусобну дискусију о проблемима која је резултирала позитивним исходом. У неколико минута међусобног разговора студенти су дошли до тачног одговора. Сматра се да студенти лакше "допиру" једни до других него професори до студената. Наиме, студенти изучавају исто градиво и у исто време, стога имају јаснији увид у теме на којима "запињу", а које су веома често исте. Професорима је у том смислу тешко да направе временски заокрет и сагледају ствари очима својих студената.

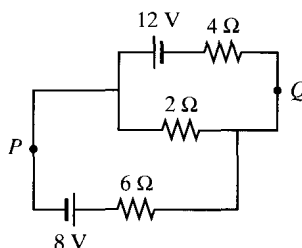
Овај новитет у подучавању развио се у "кооперативно учење" (Peer instruction) [2], метод који је далеко прерастао физику. Фокус се значајно померио са "подучавања" на "помагање студентима да разумеју". Мноштво студија је потврдило да је овакав начин рада веома ефикасан. Акценат је на ономе што ученици заиста раде било у учионици било у неком другом окружењу, а применом оваквог метода постиже се интелектуална активност ученика за време наставе, односно активно учење.

ПАМЋЕЊЕ НАСУПРОТ РАЗУМЕВАЊУ

Анализираћемо следећа два задатка из исте области која су студентима понуђена у истом тесту. Један је једноставан квалитативни задатак а други сложени квантитативни проблем.



Задатак 1



Задатак 2

Анализом првог задатака било је потребно доћи до одговора да ли ће се и на који начин променити јачина струје кроз извор, интензитети светлости из сијалица А, В и С и снага у колу после затварања прекидача S.

У другом задатку било је потребно израчунати јачину струје кроз отпорник отпорности 2Ω и разлику потенцијала између тачака Р и Q.

Први задатак је концептуалан и захтева од студената базична знања за решавање проблема струјних кола. Други захтева способност решавања истог концепта али представљеног у форми конвенционалног нумеричког проблема. Дакле, захтева примену Кирхофових правила, постављање и решавање једначина. Поставља се питање који је од предложених задатака једноставнији за анализу и решавање. Анализа студентских одговора дала је следеће: преко 40% студената је било мишљења да се струја грана у горњем чвору а поново спаја у доњем! Занимљиво је да је без обзира на ову веома погрешну представу већина студената решила коректно други проблем.

Наведени пример је један од многобројних који указује на проблеме у изучавању природних наука. Студенти могу бити успешни у решавању конвенционалних проблема применом проверених алгоритама без разумевања основа физике. Ово, са друге стране, може довести наставника у заблуду о квалитету знања његових студената. И наравно, студенти често подлежу истим заблудама: верују да су овладали знањима и бивају дубоко фрустрирани када схвате да њихови рецепти не функционишу на другачије конципираном проблему.

СКЕЛЕТ ПРЕДАВАЊА

"Кооперативно учење" користи интеракције ученика у току предавања и фокусира их на срж концепта. Уместо традиционалних предавања, часови се састоје из низа кратких презентација са кључним идејама, сваке пропраћене концептуалним питањем из теме о којој се дискутује. Студенти имају на располагању одређено време да формулишу сопствене одговоре а затим о тим одговорима дискутују са колегама. Овакав начин учења усмерава студенте да обликују мишљење на основу чињеница и самим студентима, али и наставницима, пружа могућност да процене разумевање концепта. Дакле, тежиште се помера са предавања на учење/подучавање кроз размену информација, њихово разумевање и усвајање.

У традиционалном приступу, акценат је на размени информација док је остало препуштено студентима. Мазуров концепт управо наглашава значај разумевања и усвајања и због тога је битно претходно упознавање студената са темом

предвиђеном за обраду на часу. Студенти се са темом упознају кроз одговарајућу литературу и кључно је издвајање суштине. О тој суштини се кроз концептуалне тестове разговара у учионици. Суштина је у томе да се студенти "обликују" у оне који решавају реалне проблеме. Ипак, овака приступ наилази на велики отпор међу студентском популацијом која сматра да јој је учење у потпуности препуштено. Да ли се онда подучава само кроз предавање? Ако се осврнемо на изглед наших учионица схватићемо да су оне пројектоване управо тако да у жижи буде предавач. Како променити овакав начин подучавања?

Пресликајмо све ово у нашу школу. Како подучавамо ученике? Углавном предајемо. Обим градива које треба обрадити са ученицима нам намеће овакав начин рада. Активно учење које подразумева да ученици самостално долазе до сазнања, што је у складу са конструктивистичким приступом настави [3], захтева промене у наставним плановима и смањење обима градива. Овакав приступ захтева више времена и одбацивање оног да је "све битно" и да "све мора да се научи одмах". Битно је и мора али у малим корацима. "Колико наши ученици самостално раде?", "Колико припремљени долазе на наставу?", "Колико је добро што им пружамо готова знања?" и "Да ли је примаран страх од теста, незнања или неоперативности усвојених знања?"

Да би час био реализован методом кооперативног учења неопходно је издвојити основне, кључне садржаје који морају бити обрађени. На пример, кључни концепти у предавању о Њутновим законима били би следећи:

1. Први Њутнов закон,
2. Дефиниција силе и масе,
3. Други Њутнов закон и
4. Трећи Њутнов закон.

Након прављења оваквог оквира бирају се питања за сваки наведени концепт. Формулација ових питања је свакако најзахтевнији потез којим се традиционално предавање претвара у форму кооперативног учења. Успех примене методе управо зависи од формулације концептуалних питања која треба да се:

1. тичу једног појма,
2. не могу решити применом једначина,
3. буду недвосмислено формулисана,
4. буду умерене тежине,
5. да не буду "трик" питања и
6. имају више понуђених одговора од којих је довољно да бар један буде у форми честе типичне грешке у одговорима ученика.

Пре доласка на час од студената се захтева да прочитају одређене садржаје који се тичу теме. На почетку часа студенти решавају тест на основу ког се проверава да ли су испунили своје ваннаставне активности. Дакле, на основу овог теста се не врши процена степена разумевања садржаја.

Ради илустрације наведићемо примере:

Пример 1. Који од наведених закона не припада Њутновим законима:

- а) силе којима два тела узајамно делују имају једнаке интензитете, исте правце и супротне смерове,
- б) $F = ma$,
- в) сва тела падају са истим убрзањем,
- г) сва тела која мирују остају у стању мировања и сва тела која се крећу равномерно праволинијски настављају да се крећу на исти начин, ако на њих не делује спољашња сила.

Пример 2. Закон инерције

- а) није обухваћен предложеном литературом,
- б) изражава тенденцију тела да задрже стање кретања,
- в) је Трећи Њутнов закон.

Поједини наставници захтевају од студената да ураде тест пре доласка на час. Циљ израде теста је непромењен а на самом часу студентима и наставнику остаје више времена за обраду кључних појмова. Студенти углавном добро одговоре на постављена питања што доприноси учвршћивању њиховог самопоуздања. Након тога, студенти се упознају са садржајима комбиновањем традиционалног предавања и концептуалних питања.

"КООПЕРАТИВНО УЧЕЊЕ " У ШКОЛИ

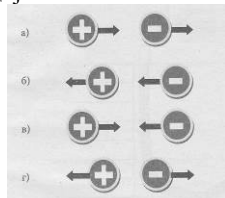
Иако је развијена за факултет, ова метода се може примењивати и у школи. Ученике треба подстицати да тренутним одговарањем на тест питања активирају своје менталне капацитете, а дискусија са колегама и наставником помаже развијању способности анализе и закључивања. Ово би у значајној мери допринело превазилажењу погрешних представа којима се ученици тешко одупиру.

Интересантно је анализирати питања предложена у Збирци задатака [1] за завршни испит са различитих аспеката. На пример, да ли су конвенционална или концептуална, да ли овако формулисана или модификована могу да имају улогу концептуалног питања, шта на овај начин формулисана збиља проверавају, да ли захтевају чисту репродукцију знања којима ученици располажу или имају дубљи функционални карактер. Такође, покушаћемо да сагледамо на који начин би предложени задаци могли бити дискутовани са ученицима у оквирима редовне наставе. Желимо да нагласимо да у овом раду није анализирана усаглашеност задатака са стандардима постигнућа и да је анализа ограничена на мали број примера.

У Збирци задатака за завршни испит од укупно 49 задатака из физике 24 има више понуђених одговора, а 18 захтева самосталну формулацију одговора.

Задатак 178. (8. разред)

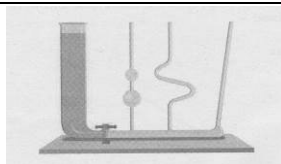
На сликама стрелице представљају силе којима интерагују два наелектрисана тела. На којој слици је ова интеракција правилно приказана? Заокружи слово испред слике са правилно приказаном интеракцијом.



Концептуалан. Односи се на елементарне садржаје из електростатике. Предзнања из ове области ученици добијају у 2. разреду основне школе. Чак и у овом узрасту предвиђено је више огледа које ученици могу да реализују самостално и дођу до извесних знања. Даље, у 8. разреду ученици стучу нова знања. Кроз низ демонстрационих огледа, чију неопходност у настави физике не искључује ниједан метод подучавања, ученици могу да развију знања којима располажу. Дакле, усвајањем појмова наелектрисања, врста наелектрисања и њиховом међуделовању, ученици могу анализом доћи до тачног одговора. Питање на основу ког би се заиста проверило разумевање међусобне интеракције наелектрисаних тела било би питање интензитета сила којима делују једно на друго два тела наелектрисана различитим количинама наелектрисања.

Задатак 180. (6. разред)

На слици је неколико судова различитог облика спојених заједничким дном. Шта се дешава са нивоом воде у судовима када се славина отвори?

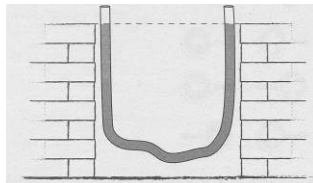


Сама формулација задатка је недовољно јасна. Спојени судови су систем, а не цеви спојене заједничким дном. Овај задатак од ученика не захтева дубљу анализу, већ једноставну репродукцију садржаја, уколико је ученик био спреман да га усвоји. Анализа водовода који ради на принципу спојених судова може бити надоградња у овој теми. Такође је занимљиво питање на који начин би се течности различитих густина, које се међусобно не мешају, распоредиле у систему спојених судова.

Задатак 181. (6. разред)

Зидари су раније често користили провидно црево са водом да би утврдили да ли су зидови хоризонтални (видети слику). Који физички закон они примењују на овај начин?

- а) Други Њутнов закон
- б) Закон инерције
- в) Закон спојених судова
- г) Омов закон



Заокружи слово испред тачног одговора.

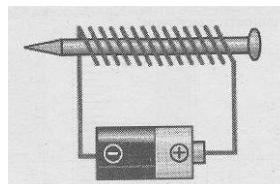
Формулација задатка је непрецизна. Наиме, зидови су вертикални а њихове горње површине треба да буду на истој висини. Црево са водом се користи да би се две тачке нивелисале по Закону спојених судова. Слика која илуструје задатак приказује да су горње површине зидова на истој висини у односу на тло, за које се претпоставља да је равно.

Задатак 185. (8. разред)

Око гвозденог ексера је намотан струјни проводник као што је приказано на слици. Док кроз проводник протиче електрична струја, ексер се понаша као:

- а) наелектрисано тело
- б) неутрално тело
- в) стални магнет
- г) магнетни северни пол
- д) магнетни јужни пол.

Заокружи слово испред тачног одговора.



Концептуалан. Наиме, у 8. разреду су за демонстрацију понашања проводника кроз који протиче једносмерна струја предвиђени многобројни огледи као што је Ерстедов. Имајући у виду да демонстрациони огледи увек имају своју битну улогу у настави физике, без обзира на остале методе са којима се комбинују и облике рада, овај задатак пружа могућност суштинске анализе.

У поставци задатка је наглашено да је намотан "струјни проводник". Сврсисходније би било рећи да је намотана "жица направљена од проводног материјала". То већ захтева размишљање најпре о процесима у колу а затим о понашању ексера унутар проводника кроз који тече струја.

Задатак 186. (8. разред)

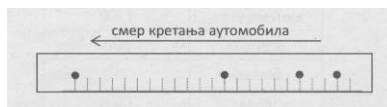
Кроз два паралелна праволинијска проводника протиче стална електрична струја у истом смеру. Да ли се они узајамно привлаче или одбијају?

Конвенционалан. Захтева репродукцију усвојеног садржаја. Реализација демонстрационог огледа којим би се показало како се понаша праволинијски проводник у коме постоји једносмерна струја, уз надоградњу питањем како се понашају два паралелна праволинијска проводника са струјама у истим и у супротним смеровима била би значајна у раду на школском часу. Уколико би ученици били у прилици да самостално анализирају и закључују, концепт постојања магнетног поља око проводника у коме постоји једносмерна струја постао би значајно јаснији.

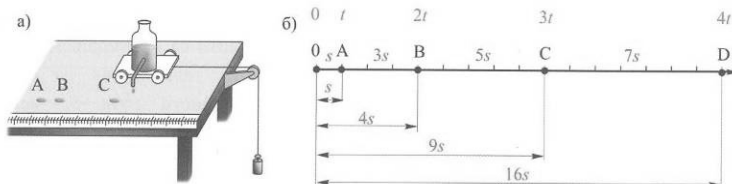
Задатак 202. (7. разред)

Бензин капље из резервоара аутомобила. Сваке две секунде на пут капне по једна кап. На основу трагова капи на путу, приказаних на слици, шта можемо закључити о кретању аутомобила?

- а) Кретање аутомобила је равномерно убрзано.
 - б) Кретање аутомобила је равномерно успорено.
 - в) Аутомобил се креће сталном брзином.
 - г) Кретање аутомобила је неравномерно успорено.
- Заокружи слово испред тачне тврдње.



Слика која илуструје задатак не одговара ниједном од понуђених одговора. Дакле, формулација задатка је погрешна. Наиме, да би се проверила ваљаност формуле $s = at^2/2$ често је у уџбеницима за 7. разред предложен следећи оглед [4]. Боца са капалком, постављена је на колица која се крећу равномерно убрзано под деловањем силе затезања у концу која је једнака тежини тега. Ако прва кап падне у тренутку покретања тела, распоред капи на папиру ће бити као на слици.



Временски интервал између падања суседних капи означен је са t а пређени пут за то време после покретања колица са s . Огледом се показује да пређени путеви у једнаким временским интервалима износе $s, 3s, 5s, 7s$, итд., односно да је однос ових пређених путева једнак односу суседних непарних бројева $1:3:5:7$, итд.

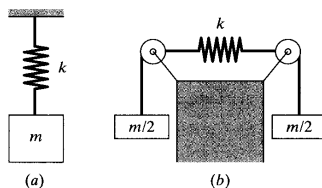
Имајући у виду да је ученицима предложено неколико одговора као потенцијалних решења и да анализа слике не води ни једном од њих, намеће се питање шта овај задатак проверава и на који начин би био вреднован.

Коректно формулисан и илустрован задатак би могао бити концептуалан. Проверавао би разумевање равномерно убрзаног кретања које ученици изучавају у 7. разреду.

Задатак 216. (8. разред)

Када на опругу делује сила од $3N$ она се истегне (продужи) за 2 центиметра. Ако знамо да је истезање опруге сразмерно сили која на њу делује, колико се опруга истегне ако уместо ове силе на њу делује сила од $9N$?

Концептуалан. Занимљиво би било са ученицима анализирати које су последице сабијања опруге али и примере илустроване сликама а) и б). Разматрање би допринело разумевању интеракције међу телима. Мерне јединице у поставци задатка нису коректно означене чиме се оставља утисак небитности правилног обележавања.



Задатак 217. (8. разред)

Електрична отпорност проводника сразмерна је његовој дужини, а обрнуто сразмерна површини његовог попречног пресека. Ако се површина попречног пресека проводника смањи 3 пута онда ће се електрична отпорност:

- а) смањити 3 пута
- б) повећати 3 пута
- в) остаће непромењена
- г) смањити 9 пута.

Концептуалан. О електричној отпорности проводника ученици уче у 8. разреду. Веома илустративан демонстрациони оглед требало би да прати обраду ове наставне јединице. Једноставном анализом ученици могу утврдити како се промена неког од параметара (дужина, попречни пресек, материјал од ког је проводник израђен) одражава на електричну отпорност проводника.

У Збирци је понуђено још неколико задатака чијом би анализом на редовној настави (уз реализацију једноставних демонстрационих огледа) и модификацијом примера могли бити на једноставнији и разумљивији начин усвојени одређени концепти.

Задатак 182. Авион прелети удаљеност од 12 километара за 60 секунди. Колика је средња брзина авиона на том путу?

Задатак 183. Експлозија у каменолому се види издалека. На ком је растојању од нас била експлозија ако смо је чули пет секунди након што смо је видели? Средња брзина звука у ваздуху је 340m/s.

Задатак 184. Растојање од Сунца до Земље је 150 милиона километара. Брзина светлости је 300000 километара у секунди. Колико приближно износи време потребно светлости да стигне од Сунца до Земље?

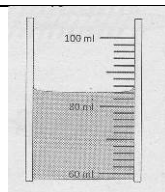
- а) 8 минута
- б) 2000 секунди
- в) 500 минута
- г) 5 сати

Задаци 182 - 184 предствљају конвенционалне нумеричке задатке из области равномерно праволинијског кретања којима се од ученика захтева познавање формула потребних за израчунавање у задацима непознатих физичких величина. Примери су елементарни и обухваћени садржајима који се реализују кроз редовну наставу. Од значаја би била анализа решења јер би ученицима омогућила сагледавање реалних параметара који карактеришу кретање појединих тела. Решење задатка 184 је некоректно јер се претпоставља да је одговор под а) тачан. Међутим, 8 min није 500 s. Мерне јединице у поставкама и понуђеним решењима задатака нису коректно означене.

Мерења су изузетно значајна тематска област не само за физику него и за свакодневни живот. Примери који се тичу мерења обухватају групу од 186. до 195. задатка. Одређивање вредности најмањег подеока на скали мерног имструмента има свој значај и у науци и настави али и свакодневном животу. Задатак 188 је илустрован сликом на коме је приказана скала инструмента који мери јачину струје реда 10^2A . Имајући на уму значај процене реда величине онда овај пример нема смисла јер су ситуације у којима ће ученици мерити струју овако великог интензитета, било у току школовања било кроз професионално опредељење, изузетно мале. Ученицима је значајно истаћи да је струја јачине 1A изузетно велика.

Задатак 189. (6. разред)

Колика је вредност једног подеока на мензури са слике?
Колика је запремина течности у мензури?



Задатак је необичан због скале означене на мензури. Има ли ова мензура дно и где се налази почетак скале? Ако узмемо у обзир психичко узбуђење ученика који је приступио полагању теста, онда је јасно да га илустрација лако може одвести у заблуду. Ипак, правилно читавање мерене вредности са скале инструмента је важно и кроз редовну наставу физике али и кроз садржаје корелисане са другим природним наукама и математиком треба интензивно утврђивати.

ЗАКЉУЧАК

Разноврсни начини рада на школском часу одржавају динамику часа, позитивно утичу на мотивацију ученика за учење. Комбиновање метода традиционалне и интерактивне наставе указујући на значај садржаја који се обрађује омогућава ученицима сагледавање проблема са више различитих аспеката, дубљу анализу и оно што је кључно овладавање таквим знањем које ће знати да примене у непознатој ситуацији. Тада страх од непознатог неће владати учеником јер ће ученик владати знањем.

Предложени начин рада може значајно допринети померању граница разумевања садржаја из физике и треба га лагано уводити у праксу. Биће повећана ангажованост и наставника и ученика али би исход могао бити задовољавајући за оба актера.

ЗАХВАЛНИЦА

Аутори се захваљују др Љубиши Нешићу, редовном професору на Природно математичком факултету у Нишу и наставници физике у ОШ "Вук Караџић" у Београду Снежани Немеш.

ЛИТЕРАТУРА

1. Збирка задатака из биологије, географије историје, физике и хемије за завршни испит у основном образовању и васпитању за школску 2013/2014. годину, Министарство просвете, науке и технолошког развоја Републике Србије и Завод за вредновање квалитета образовања и васпитања, 2014, стр. 53-65
2. Mazur, E., *Peer instruction-A user manuel*, Prentice Hall Upper Saddle River, New Jersey 07458, 1997
3. Нешић. Љ., *Зборник предавања, усмених и постер саопштења са XXXI Републичког семинара о настави физике, 2013*, Друштво физичара Србије, 2013, стр. 29-38
4. Митровић, М., *Физика 7, уџбеник за седми разред основне школе*, Сазнање, Београд 2014, стр.

Закон одржања механичке енергије и закон одржања момента импулса – примери примене демонстрационих огледа

Ивковић Саша

Универзитет у Београду - Физички факултет

Апстракт. У раду су дати примери примене демонстрационих огледа приликом обраде наставних јединица "Закон одржања механичке енергије" и "Закон одржања момента импулса". У првом примеру је показано како се ефекти добијени током реализације веома једноставног демонстрационог огледа, могу искористити за рекапитулацију и утврђивање знања из неколико наставних целина. У другом примеру су предложени демонстрациони огледи који су погодни за реализацију приликом обраде наставне јединице "Закон одржања момента импулса", како на часу обраде, тако и на часовима утврђивања. Приказан је поступак реализације демонстрација и дато одговарајуће тумачење ефеката.

УВОД

Наставна целина "Закони одржања у механици" је, наставним планом и програмом за гимназије, предвиђена за обраду на крају првог разреда [1-3]. За успешно усвајање предвиђених садржаја неопходно је познавање и разумевање претходно изучаваног градива. Такође, како би се заокружила целина и створила основа за стицање трајних и потпуних знања, потребно је да се изврши обнављање, утврђивање и повезивање наставних садржаја из више области. У остваривању ових циљева веома важну улогу има реализација демонстрационих огледа.

У даљем тексту је приказано неколико демонстрационих огледа са одговарајућим методичко-техничким упутством за реализацију и пратећим објашњењем добијених ефеката. Сматрамо да ће реализација предложених огледа значајно допринети разумевању наставних садржаја. Потребна наставна средства су доступна већини наставника или се релативно једноставно могу пројектовати и изградити.

ПРИМЕРИ

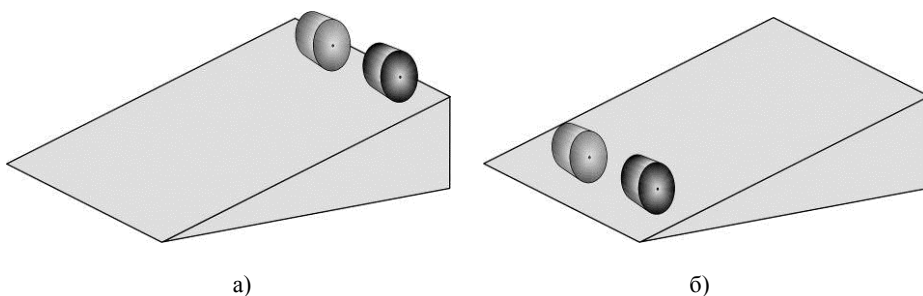
Кретање ваљка и цилиндра низ стрму раван

За реализацију огледа потребно је: стрма раван, пластични и дрвени ваљак истог полупречника основе, дрвени (или пластични) ваљак мањег (већег) полупречника основе, цилиндар истог полупречника основе као један ваљак.

Након обраде наставне јединице **"Закон одржања механичке енергије"**, на часу утврђивања и уопштавања, ученицима се постави питање:

- *"Ако се два ваљка од различитог материјала а истог полупречника основе истовремено пусте са врха стрме равни, који ће пре да стигне до подножја?"* (Слика 1а)

Многи ученици интуитивно одговоре да ће ваљак веће масе бити бржи и први стићи до подножја стрме равни. Препорука је да се не инсистира на образложењу одговора, већ се приступи експерименталној провери. Ваљци се истовремено пусте са врха стрме равни и види се да се крећу истом брзином и истовремено долазе до подножја (Слика 1б).

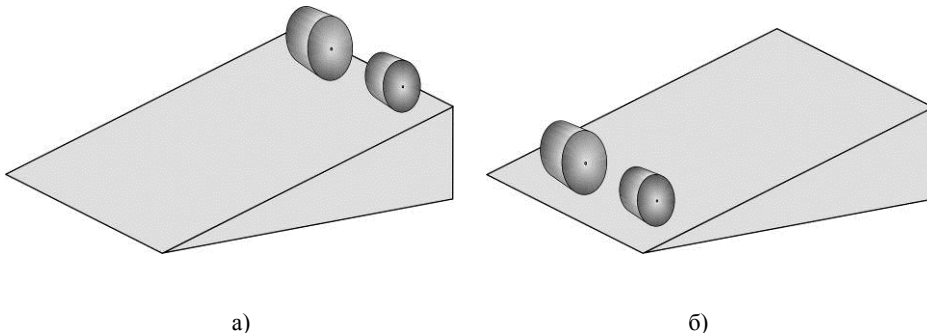


СЛИКА 1. Два ваљка од различитих материјала, истих полупречника основе

Затим се постави следеће питање:

- *"Ако се два ваљка од истог материјала а различитих полупречника основе истовремено пусте са врха стрме равни, који ће пре стићи до подножја?"* (Слика 2а)

Сачека се неколико одговора ученика (без захтева даа се одговори образложеа), а затим приступи експерименталној провери. Ваљци се истовремено пусте са врха стрме равни и види се да се крећу истом брзином и истовремено долазе до подножја (Слика 2б).

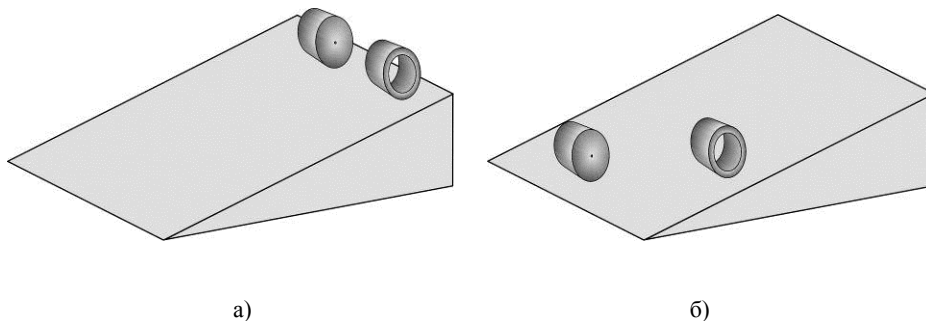


СЛИКА 2. Два ваљка од истог материјала, различитих полупречника основе

На крају се постави питање:

- "Ако се ваљак и цилиндар истог полупречника истовремено пусте са врха стрме равни, који ће пре да стигне до подножја?" (Слика 3а)

Интересантно је да многи ученици одговоре да ће оба тела истовремено доћи до подножја стрме равни. Затим се тела истовремено пусте са врха стрме равни и види се да је брзина ваљка већа и ваљак први стиже до подножја стрме равни (Слика 3б).



СЛИКА 3. Ваљак и цилиндар истих полупречника основе

Објашњење ефеката

Применом закона одржања механичке енергије:

Ако се за референтни ниво узме ниво подножја стрме равни, тело које мирује на врху стрме равни има само потенцијалну енергију, док у подножју стрме равни има само кинетичку енергију. Тело се креће и транслаторно и ротационо, па из закона о одржању механичке енергије произилази:

$$mgh = \frac{mv^2}{2} + \frac{I\omega^2}{2}, \quad (1)$$

где је:

m - маса тела,

g - убрзање Земљине теже,

h - висина стрме равни,

v - брзина тела у подножју стрме равни,

I - момент инерције ваљка (цилиндра) у односу на осу која пролази кроз центре основа,

ω - угаона брзина тела.

Заменом $I = kmr^2$ и $\omega = \frac{v}{r}$, где је r - полупречник основе ваљка (цилиндра) а k

- константа која зависи од облика тела, у претходни израз, добија се:

$$2mgh = mv^2 + kmr^2 \frac{v^2}{r^2},$$

што, после скраћивања и сређивања, даје:

$$2gh = v^2 + kv^2,$$
$$v = \sqrt{\frac{2gh}{1+k}}. \quad (2)$$

Како се из ј-не (2) види, брзина тела на крају стрме равни не зависи ни од масе, ни од полупречника тела, што је и објашњење ефеката добијених у прва два корака демонстрације (Слике 1б и 2б).

За цилиндар танких зидова: $k=1$, док је за ваљак: $k=1/2$. Заменом ових вредности у ј-ну (2), добијају се изрази за брзине ваљка и цилиндра на крају стрме равни:

- брзина ваљка: $v_v = \sqrt{\frac{4}{3}gh}, \quad (3)$

- брзина цилиндра: $v_c = \sqrt{gh}. \quad (4)$

Из ј-на (3) и (4) се јасно види да је брзина ваљка на крају стрме равни већа, што значи да ће ваљак први стићи до подножја (Слика 3б).

Применом једначина кретања:

Препоручљиво је да се, са циљем обнављања и повезивања садржаја из више наставних области, ефекти уочени у експерименту објасне и применом једначина кретања.

Како се ваљак (цилиндар) креће и транслаторно и ротационо, одговарајуће једначине кретања су:

$$ma_{\text{cm}} = mg_{//} - F_{tr}, \quad (5)$$

$$I\alpha = rF_{tr}, \quad (6)$$

где је:

m - маса тела,

a_{cm} - убрзање центра масе,

$g_{//}$ - паралелна компонента убрзања Земљине теже,

F_{tr} - сила трења,

I - момент инерције ваљка (цилиндра) у односу на осу која пролази кроз центре основа,

α - угаоно убрзање тела

r - полупречник основе ваљка (цилиндра).

Заменом $I = kmr^2$, $\alpha = \frac{a_t}{r}$ (a_t - тангенцијално убрзање) и $a_{\text{cm}} = a_t = a$ (кретање је без проклизавања), у претходне једначине, добија се:

$$ma = mg_{\parallel} - F_{tr}, \quad (7)$$

$$kmr^2 \frac{a}{r} = rF_{tr}. \quad (8)$$

Множењем ј-не (7) са r и сређивањем леве стране ј-не (8), добија се:

$$mra = mrg_{\parallel} - rF_{tr},$$

$$kmra = rF_{tr}.$$

Сабирањем претходних израза, после скраћивања и сређивања, добија се израз за израчунавање убрзања ваљка (цилиндра) при кретању низ стрму раван:

$$a = \frac{g_{\parallel}}{k+1}. \quad (9)$$

Дакле, убрзање тела при кретању низ стрму раван не зависи ни од масе, ни од полупречника тела, што је и објашњење ефекта добијених у прва два корака демонстрације (Слике 1б и 2б).

За цилиндар танких зидова: $k=1$, док је за ваљак: $k=1/2$. Заменом ових вредности у ј-ну (9), добијају се изрази за убрзања ваљка и цилиндра при кретању низ стрму раван:

$$\text{- убрзање ваљка: } a_v = \frac{2}{3} g_{\parallel}, \quad (10)$$

$$\text{- убрзање цилиндра: } a_c = \frac{1}{2} g_{\parallel}. \quad (11)$$

Како се из израза (10) и (11) види, при кретању низ стрму раван, убрзање ваљка је веће од убрзања цилиндра и зато ће ваљак први стићи до подножја (Слика 3б).

Напомена: Овај демонстрациони оглед се може реализовати и током изучавања садржаја у оквиру наставне целине "Динамика ротације".

Закон одржања момента импулса

Приликом обраде наставне јединице "Закон одржања момента импулса", помоћу наставних средстава: Прандтлова столица (клуба Жуковског), точак од бицикла, жirosкопски точак и два тега, може се реализовати више демонстрационих огледа.

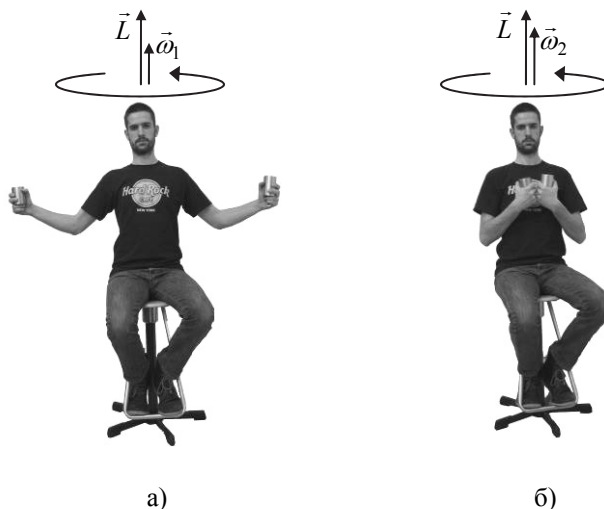
Први оглед:

На почетку часа потребно је извршити обнављање и актуализацију раније стечених знања. Такође, потребно је заинтересовати ученике за садржаје који се на

том часу обрађују. Ово се може постићи ако се у уводном деу часа реализаује једноставан демонстрациони оглед.

Демонстратор (ученик) седи на Прандтловој стплици и у рукама држи тегове (1-2 kg). Демонстратор рашири руке и наставник га заротира, тако да ротира са малом угаоном брзином (Слика 4а). Затим демонстратор полако скупља руке и при томе се угаона брзина повећава (Слика 4б).

Наставник од ученика захтева да наведу величине и релације помоћу којих се описује кретање демонстратора. Ученици треба да знају да се скупљањем руку смањује момент инерције. Такође, уочавају да се са смањењем момента инерције повећава угаона брзина, али не могу да објасне зашто се то дешава. Због тога се, на крају уводног дела часа, ученицима каже да ће уочене ефекте моћи да објасне кад науче закон одржања момента импулса, што је и тема тог часа.



СЛИКА 4.

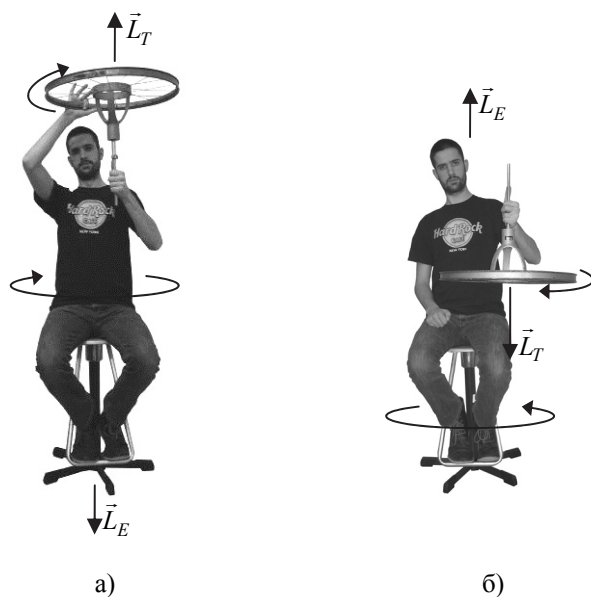
Други оглед:

У главном делу часа наставник упознаје ученике са законом одржања момента импулса - формулација, услови важења, извођење, На крају главног дела часа, са циљем да се практично потврди важење закона одржања момента импулса, погодно је реализовати следећи демонстрациони оглед.

Демонстратор седи на Прандтловој столици и држи жирокопски точак, тако да је оса точака у вертикалном положају. Затим сам демонстратор ротира точак и при томе се и он ротира у супротном смеру, али са мањом угаоном брзином (Слика 5б). Ако се точак окрене за 180° мења се и смер ротације демонстратора (Слика 5б).

Уочени ефекти су у складу са важењем закона одржања момента импулса. Демонстратор се налази у изолованом систему. На почетку, момент импулса система је једнак нули ($L = 0$). Када демонстратор ротира точак, систем ће ротирати

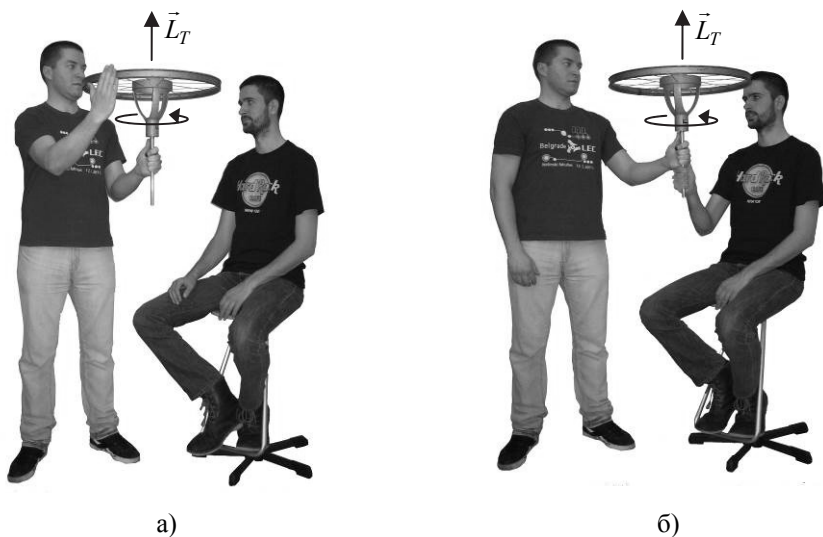
у супротном смеру. При томе је $\vec{L}_E = -\vec{L}_T$, тако да је укупни момент импулса и даље једнак нули.



СЛИКА 5.

Трећи оглед:

У завршном делу часа потребно је извршити понављање, нагласити најважније елементе садржаја и проверити ниво разумевања ученика. У том делу часа, погодно је реализовати следећи демонстрациони оглед.

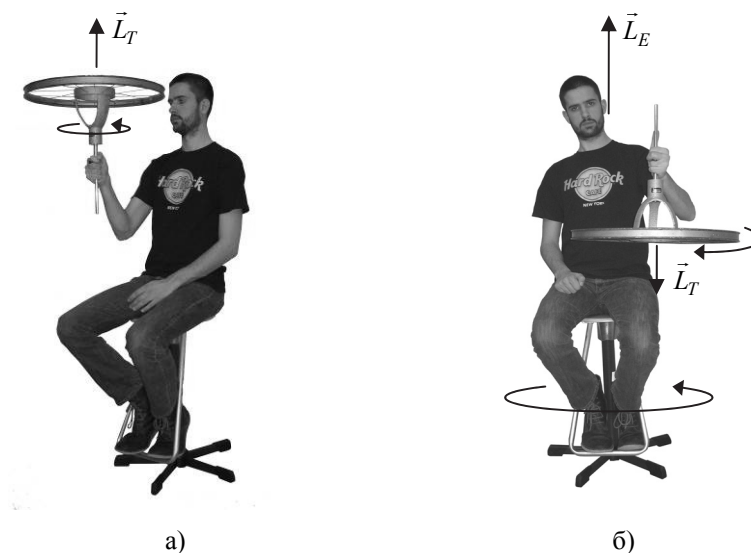


СЛИКА 6.

Један демонстратор седи на Прандтловој столици (демонстратор "А") а други (демонстратор "Б") држи жirosкопски точак, тако да је осовина у вертикалном положају. Ученицима се опише поступак реализације огледа - демонстратор "Б" ће заротирати точак и додати демонстратору "А" (Слика 6). Постави се питање:

"Да ли ће демонстратор "А" почети да ротира кад демонстратор "Б" склони руку са осовине точка?"

Одговор: Неће доћи до ротације (Слика 7а). У овом случају се не може применити закон одржања момента импулса јер, приликом додавања точка, на систем (који чине демонстратор "А", столица и точак) делује спољна сила, што значи да систем није изолован. Закон одржања момента импулса се може примењивати од тренутка кад демонстратор "Б" склони руку са осовине точка и престане да делује на систем.



СЛИКА 7.

Затим се постави питање:

"Да ли ће систем ротирати ако демонстратор окрене точак за 180° ?"

Одговор: Сада је систем изолован и може се применити закон одржања момента импулса. Почетни момент импулса система једнак је моменту импулса точка ($\vec{L} = \vec{L}_T$) и током времена се не мења. Када се точак окрене 180° , систем ће почети да ротира (Слика 7б), при чему је интензитет момента импулса демонстратора $L_E = 2L_T$:

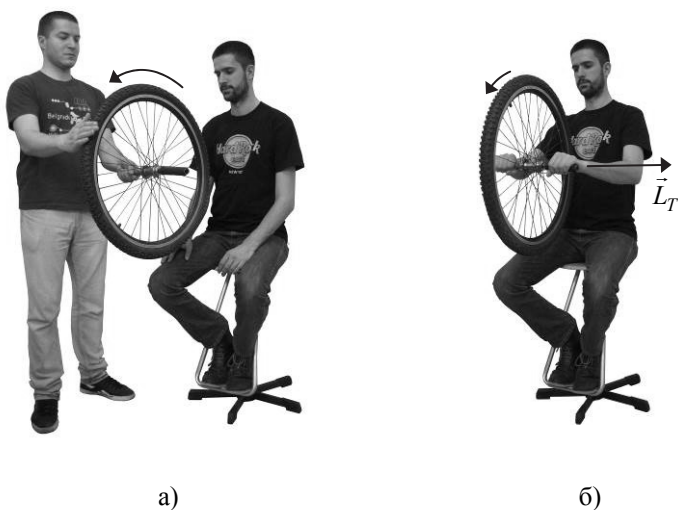
$$\begin{aligned}\vec{L} &= \vec{L}_E + \vec{L}_T = \text{const.} \\ L &= L_E - L_T \\ L_E &= L + L_T \quad ; \quad L = L_T \\ L_E &= 2L_T.\end{aligned}$$

Вожња бицикле

На часу понављања и утврђивања погодно је реализовати оглед помоћу точка од бицикле и Прандтлове столице, којим се показује примена закона одржања момента импулса на појаве из свакодневног живота. Ученицима је познато да је приликом вожње бицикле у кривини, довољно да се нагну на одговарајућу страну (без окретања ручица управљача) и бицикла скреће. Анализом и тумачењем ефеката добијених у експерименту се објашњава зашто је то тако.

Реализација огледа:

Један демонстратор заротира точак, тако да је осовина у хоризонталном положају и дода другом демонстратору који седи на Прандтловој столици (Слика 8а). Уочава се да систем не ротира (Слика 8б). Када се осовина точка изведе из хоризонталног положаја, систем ће ротирати у одговарајућем смеру (Слика 9). Повећањем нагиба осовине точка, повећава се брзина ротације система и највећа је када је осовина точка у вертикалном положају.



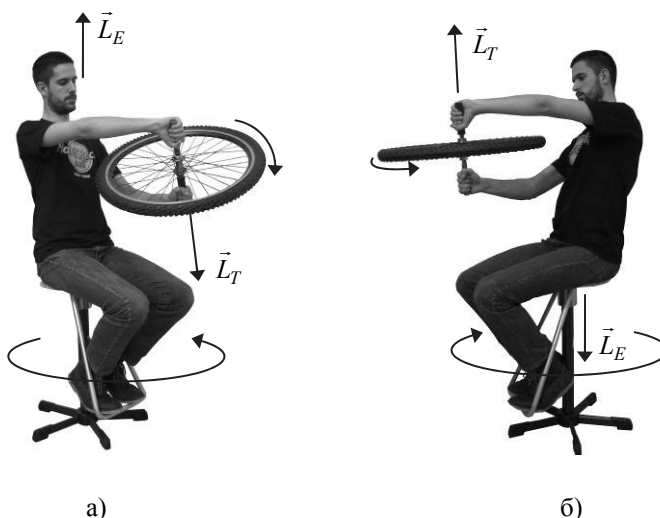
СЛИКА 8.

Објашњење ефеката:

На почетку, кад демонстратор који седи узме точак, систем неће ротирати. При томе, уопште није важно у ком ће положају, приликом додавања, бити осовина точка (погледати објашњење огледа илустрованог на сликама 6 и 7а). У огледу је осовина точка постављена у хоризонталан положај јер се симулира вожња бицикле и због једноставнијег објашњења ефеката.

Систем може да ротира око вертикалне осе која пролази кроз центар столице. У односу на ту осу момент импулса система је нула и током времена се не мења (систем је изолован). Када се осовина точка нагне, јавља се компонента момента импулса точка паралелна са вертикалном осом и систем ће почети да ротира у

одговарајућем смеру (Слика 9). При томе важи: $\vec{L}_E = -(\vec{L}_T)_{||}$ и $L_E = (L_T)_{||}$, где је $\vec{L}_E$ - момент импулса демонстратора, а $(\vec{L}_T)_{||}$ - паралелна компонента момента импулса точка.



СЛИКА 9.

ЗАКЉУЧАК

У раду су приказани примери демонстрационих огледа који се, током обраде наставне целине "Закони одржања у механици", могу реализовати на различитим типовима часова. За сваки оглед је предложена методика реализације, прилагођена типу часа, делу часа одабраног за извођење и циљу који се реализацијом огледа жели постићи. Такође, дата су објашњења ефеката и сматрамо да ће одабрани примери помоћи наставницима приликом обраде ове наставне целине.

ЛИТЕРАТУРА

1. Н. Чалуковић, *Физика 1 - за први разред гимназије*, Београд: Круг, 2004
2. М. Распоповић, *Физика 1 - за први разред гимназије*, Београд, Завод за уџбенике, 2012
3. Н. Чалуковић, *Физика 1 - за први разред математичке гимназије*, Београд: Круг, 2005

Винчине научионице

Снежана Ненадовић, Маријана Петковић, Милутин Степић

Институт за нуклеарне науке „Винча“, Београд

Апстракт. „Винчине научионице“ представљају пројекат за научно образовање ученика средњих и основних школа и студената као и за промоцију и популаризацију научног рада. У овом раду су дате основне информације о пројекту у целини које могу бити од користи свима који су заинтересовани за актуелна истраживања у Институту за нуклеарне науке „Винча“ (ИНН „Винча“). Наведена су и нека од искустава учесника пројекта.

УВОД

Пројекат „Винчина научионица“ је осмишљен крајем 2011. године као природна надоградња Отворених врата ИНН „Винча“ која се одржавају већ шест година заредом и која представљају специфичан фестивал науке у малом. Основна разлика у односу на сличне фестивалске манифестације у оквиру којих се посетиоцима махом представљају једноставни и забавни феномени је та да се посетиоцима ИНН „Винча“ омогућава увид у најсавременија истраживања која су финансирана од стране Министарства просвете, науке и технолошког развоја, Министарства здравља и Министарства енергетике, развоја и заштите животне средине Републике Србије.

Програм „Винчиних научионица“ обухвата организовану посету ИНН „Винча“ и упознавање с темама и методологијом научно-истраживачког рада у Институту кроз припрему за експерименте и учествовање ученика у експериментима (научне радионице). Кроз овај програм, ученици се постепено уводе у основне методе науке и истраживачког рада и пролазе кроз све основне фазе истраживања: теоријска припрема, експериментални рад, обрада резултата, њихова анализа и дискусија и на крају, извођење закључака. Радионице се организују из различитих научних области: хемије, биологије, биохемије, заштите животне средине, енергетике, материјала, нанонаука и физике. Само пријављивање за учешће у радионицама је осмишљено тако да имитира конкурс за радно место. Ученици су према инструкцијама писали мотивациона писма, која су подробно анализирана како би се евентуално уочиле склоности ученика према одређеним научним областима. Потребно је истаћи да су групе ученика за радионице формиране тако да су учесници из различитих школа и градова у Србији. На овај начин смо желели да повежемо ученике који имају слична интересовања.

Поред упознавања с конкретним техникама истраживачког рада, рада на терену и безбедног рада са специфичном опремом, ученици су научили да користе и одређену врсту софтвера. По завршетку радионица, ученици су, заједно са координаторима радионица, припремали постере који су представљени и оцењени на Отвореним вратима Института.

У раду је дат преглед до сада одржаних радионица с нагласком на радионицама из физике, објашњен је значај пројекта како за саме учеснике тако и за друштво у целини и дати су изабрани коментари наставника настали током оцењивања пројекта.

РАДИОНИЦЕ ИЗ ФИЗИКЕ

Како изгледају подаци са АТЛАС експеримента у ЦЕРН: тражење б-кварка

Идеја ове радионице је била да се полазници упознају са контролом квалитета података сакупљених у АТЛАС експерименту коју свакодневно обављају истраживачи из целог света. Ученици су погледали како изгледају подаци сакупљени 2012. године и покушали да анализом сакупљених података закључе да ли су системи детектора намењени идентификацији б-кварка радили номинално.

Ова радионица је била прва међу одржаним радионицама и наишла је на веома позитивне коментаре и оцене ученика-учесника радионице који су имали прилику да наступе и у емисији „Контекст 21“ на РТС 2.



СЛИКА 1. Учесници радионице „Како изгледају подаци са АТЛАС експеримента у ЦЕРН: тражење б-кварка“.

Детекција природног зрачења помоћу маглене коморе

Радионица се састојала из два дела. Први део је био теоретски и у њему су се ученици упознали с јонизујућим зрачењем, при чему је фокус био на природном зрачењу. Такође, упознали су се и са методама детекције јонизујућег зрачења, као и о заштити од јонизујућег зрачења. У експерименталном делу радионице, ученици су имали прилике да направе маглену комору од материјала која су свакодневно доступни (картон, пластелин, пластична чаша, суви лед...).



СЛИКА 2. Посматрање природног зрачења помоћу самостално направљене маглене коморе.

Свет кристала

У оквиру радионице одржано је предавање, видео презентација и експерименти који се односе на процесе кристализације. Учесници су се упознали с различитим кристалним системима и структурама (циркон, цирконија, дијамант ...), растом кристала, као и условима који су неопходни да би дошло до кристализације.

Дифракција светлости

Основа радионице је дифракција ласерског снопа таласне дужине 633 nm на малим прорезима и на решетки. У првом делу радионице ученици су одређивали таласну дужину светлости и период дифракционе решетке а затим су рачунали количину уписаних података на компакт диску. У другом делу радионице су објашњени концепти блиског и далеког поља као и основни концепт Фуријеове трансформације. После краће демонстрације, полазници су уз помоћ координатора радионице конструисали отворе који су генерисали задату дифракциону слику.

Мерење активности радионуклида у животној средини

У овој радионици ученици су се упознали с гама-зрачењем и радиоактивношћу у узорцима из животне средине (т.ј. који радионуклиди су присутни у којим узорцима, њихово порекло и мерење активности). Након детаљног упознавања с принципима рада детектора и обрадом резултата мерења, ученици су узели узорке из окружења (вода, грађевински материјали, земљиште и ваздух) и измерили њихову радиоактивност.

Ласерска модификација материјала

Различити материјали (метални узорци: челик, бакар, танки слој *WTi/Si*) су озрачени пикосекундним *Nd:YAG* ласерским зрачењем таласне дужине 1064 nm. Добијене морфолошке промене су испитиване различитим методама за карактеризацију површина, као што су оптичка и скенирајућа електронска микроскопија (СЕМ) и профилометријска анализа.



СЛИКА 3. Деталј с радионице „Ласерска модификација материјала“.

ТЕМЕ РАДИОНИЦА ИЗ ДРУГИХ НАУЧНИХ ОБЛАСТИ

Област: биологија

У оквиру радионице „*Да ли желиш да видиш своје гене*“ демонстрирана је припрема биолошког узорка за генску анализу. Издвојена је ДНК из ћелија корена косе/крви и извршена провера чистоће и концентрације добијене ДНК. Сprovedена је припрема реакције за генску анализу, умножавање дела гена у епрувети (PCR) и гел електрофореза. Добијене секвенце гена су проверене и извршено је упоређивање гена између две/више особа. Учесници радионице су усликали генетски отисак и анализирали секвенце гена у односу на стандард.

Учесници радионице „*Вируси грипа - из перспективе компјутерског биолога*“ су могли да сазнају: Који су вируси грипа опасни по људе? Кад и где су се десиле најстрашније заразе овим вирусима? Како се може предвидети који вируси ће изазвати нову заразу? Радионица се бави компјутерском анализом еволуције вируса птичјег и свињског грипа. Циљ је био идентификација оних секвенци вируса које имају највећи потенцијал за изазивање нове пандемије.

Полазници радионице „*Детектовање присуства симптома депресије*“ су на моделу пацова соја *Wistar*, где се њиховим држањем у периоду од 3 недеље у изолацији (једна животиња у кавезу) изазивају симптоми депресије, уз помоћ

тестова понашања, као што су тест кликери (за анксиозност) и сахарозни тест (тест за депресију), детектовали присуство симптома анксиозности и депресије.

У оквиру радионице **„Сазнајте како се наслеђују, а како се одређују АБО крвне групе“** ученици су били у прилици да науче више о принципима наслеђивања АБО система крвних група као и да сами решавају задатаке из генетике који се односе на основне принципе наслеђивања АБО крвних група. Ученици су имали јединствену прилику да сами експериментално одређују АБО крвне групе, методом која се заснива на реакцији антиген- антитело.

Саставни део радионице **„Праћење раста канцерских ћелија након третмана цитостатицима или зрачењем“** је било извођење експеримента праћења раста различитих типова канцерских ћелија под деловањем различитих антитуморских агенаса (цитостатика и/или зрачења). Полазници су били у прилици да реализују експеримент применом методе бојења ћелија сулфородаминоом Б, као и да припремају растворе неопходне за експеримент. Такође су видели како се ћелије гаје у *in vitro* условима (ћелијска култура) и припремали су растворе неопходне за рад у ћелијској култури.

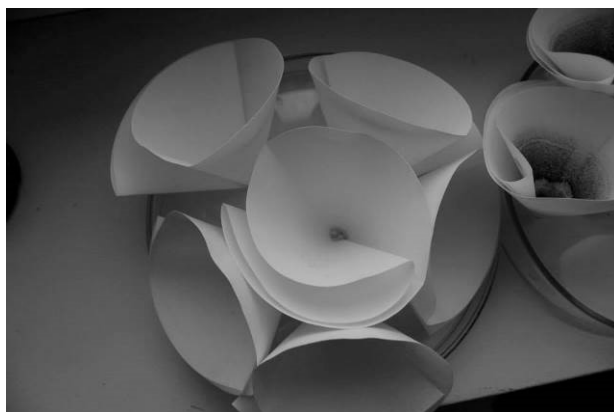
Учесници радионице **„Седативи и антидепресиви-лекови у борби против стреса“** су пратили ефекат физичког стреса принудног трчања на понашање експерименталних животиња. При томе су утврдили да ли акутна примена седатива бенседина и антидепресива флуоксетина смањују негативне ефекте стреса.

Полазници радионице **„Обичан радни дан у животу молекуларног ендокринолога“** су били укључени у свакодневне активности у Лабораторији за молекуларну биологију и ендокринологију и имали су прилику да се „опробају“ у истраживачком послу од осмишљавања и планирања експеримента, преко рада с експерименталним животињама, припреме и реализације биохемијских есеја, до анализе добијених резултата.

Уводни део радионице **„Обичан радни дан у животу молекуларног биолога: апоптоза, RT-PCR“** представља кратко научнопопуларно предавање о трансдукцији сигнала у ћелији- апоптоза. Како, зашто и чему? Учесници радионице су били укључени у свакодневне експерименте у Лабораторији за молекуларну биологију и ендокринологију - припрема и реализација методе за детекцију иРНК апоптотских молекула.

Област: заштита животне средине

У оквиру радионице **„Пут од коске до еколошке метле“** полазници су могли да науче да су животињске кости су богат извор апатита – једињења калцијума и фосфора које веома ефикасно и селективно везује јоне тешких метала из водених раствора. Истраживања су обухватила утицај физичких и хемијских третмана костију на њихова сорпциона својства и могућност примене у процесима пречишћавања вода.



СЛИКА 4. Резултат радионице „Пут од коске до еколошке метле“.

У радионици **„Одстрањивање тешких метала из воде“** ученици су истраживали негативан утицај тешких метала на животну средину, конкретно на слатке воде. Разматрали су питање како да их на што ефикаснији и јефтинији начин уклоне из воде. Учесници су се упознали с природним материјалима и с њиховим адсорпционим способностима који би могли бити одлични филтери.

Полазници радионице **„Да ли желиш да знаш који су то неоргански материјали незапаљиви при високим температурама?“** су имали прилику да се упознају са физичко-хемијским особинама геополимерних материјала као и њиховом применом. У овој радионици су се упознали са новим неорганским полимерима незапаљивим при високим температурама који би у будућности могли да замене постојеће пластике.

Област: хемија

Циљ радионице **„Од масти и уља до сапуна“** је да се испита утицај масних киселина на процес сапонификације.

Радионица **„Мембранска екстракција – примена за уклањање тешких метала из водених раствора“** се састоји из: кратке презентације о течно-течној екстракцији као сепарационој методи, с посебним освртом на мембранску екстракцију и њене предности у односу на класичну екстракцију; увода у експеримент (припрема полазног, воденог раствора тешког метала (Cu(II), Pb(II), Zn(II) или Cd(II)) за екстракцију, припрема органске фазе за екстракцију, припрема мембране) и самог експеримента. Учесници радионице су мерили концентрацију тешког метала у воденом раствору пре и после екстракције применом волтаметријске стрипинг анализе и одређивали ефикасност процеса.

Учесници радионице **„Уклањање тешких уља из воде“** су се након кратке презентације о загађивању вода отпадним материјама и великим катастрофама у живом свету мора и река након изливања великих танкера с уљем упознали с

методама и материјалима (адсорбентима) за уклањање уља из воде. У првом експерименту су припремили различите смеша уља, воде и адсорбента за сорпцију и испитивали утицај величине честица материјала на брзину и ефикасност уклањања уља из воде. Такође су рециклирали уље натраг из материјала. У другом експерименту је рачуната ефикасност уклањања уља из воде и повраћаја уља из адсорбента.

Полазници радионице „**Водонична енергија**“ су учествовали у: припреми раствора (електролита), са и без катализатора, за електролитичко добијање водоника; склапању електролитичке ћелије и пуштање у рад исте; испитивању ефикасности електролитичког издвајања водоника - мерење напона, времена издвајања водоника и израчунавање утрошене енергије за добијање водоника; испитивању кинетике електродних процеса - експериментално одређивање *И-Е* кривих (поларизационих кривих) и њихово теоријско тумачење; припреми мембране и електрода за горивне ћелије; прављењу мембранско-електродног склопа (MEA) и пуштању у рад горивне ћелије и мерење њених струјно-напонских карактеристика.

Радионица „**Супералкални кластери**“ омогућава упознавање с општим појмовима и поделама у области кластера. Учесници радионице откривају како настају нови кластерски материјали и по чему су специфични супералкални кластери који се могу посматрати као трећа димензија периодног система и градивна јединица нових кластерских материјала а у прилици су и да масеноспектрометријски одреде енергију јонизације кластера.

Област: биохемија

У оквиру радионице „**Метри наследног материјала црног лука**“ изолован је препарат ДНК из црног лука применом упрошћеног поступка (модификација тзв. “Мармур” процедуре). Потом је одређена концентрација ДНК у добијеним препаратима, њихова хомогеност у односу на протеине и РНК и испитано понашање добијених препарата ДНК при загревању. Полазници су се упознали са структуром ДНК молекула и са основама сложеног комплекса ДНК с базним протеинима (хистонима), као и другим протеинима и РНК, с освртом на функције поменутих молекула.

КОМЕНТАРИ УЧЕСНИКА РАДИОНИЦА

Мишљење учесника о пројекту се анализира путем анонимне анкете коју сви полазници попуњавају на крају радионице. Резултати анкета су показали да су учесници углавном веома задовољни и заинтересовани за поновно учешће у истим или сличним радионицама. Упечатљиво је да се ученицима највише допао експериментални рад, а као сугестију за побољшање програма углавном су наводили да би радионице требало да трају више дана.

“... Не могу а да не приметим ни социјалне ефекте пројеката, деца са сличним интересовањима склапају познанства и даље заједно учествују у сличним

пројектима. Тимови средњошколаца су састављени тако да чак нису сви из исте школе. Размена искуства, енергије и рада младих људи са младима је данас не тако честа појава...” Даница Цодан, самостални стручни сарадник Секретаријата за спорт омладину града Београда.

“Први сусрет са Институтом Винча имала сам као студент Физичке-хемије, остао ми је неостварен сан да радим у истом... Данас спремам неколико ученика за уписе на факултете а сви имају један циљ да буду једног дана део тима у Институту... Оптимизам запослених у Институту се веома брзо шири, и треба их подржати у намери да се и људи из унутрашњости више укључе.” Александра Ивановић, наставник физике, Машинско-електротехничка школа Гоша-Смедеревска Паланка.

„Сарадници из Института Винча организовали су програм који је за студенте смера Заштита животне средине на Географском факултету обавезна пракса. Искуство стечено у Институту драгоцено је не само за студенте већ и за нас професоре.“ Мишко Милановић, професор Географског факултета.

„Искуство стечено у Винчи је драгоцено ученицима Електро-техничке школе „Никола Тесла“ из Београда. Учешће у научним радионицама из ЦЕРН-а и праћење целог једног процеса је несвакидашњи догађај. И сама припрема за радионицу, мени као наставнику је била изазов...” Светислав Симић, наставник Електротехничке школе „Никола Тесла“ Београд.

„Драгоцено искуство смо стекли радећи са сарадницима Института Винча. Били смо и партнери у пројекту „Винчине зимске чаролије“ и могу само да се подсетим невиђене енергије и оптимизма запослених који су несебично ширили на своју околину... Ми смо им на располагању за сваку будућу сарадњу“. Биљана Васић, наставник Фармацеутске-физиотерапеутске школе.



СЛИКА 5. Детаљ са постер секције манифестације Отворена врата ИНН „Винча“ у мају 2013. године.

УМЕСТО ЗАКЉУЧКА: ЗНАЧАЈ РАДИОНИЦА

У претходне две Винчине научионице се скоро 200 средњошколаца, основаца и студената из скоро свих региона Републике Србије упознало са двадесетак актуелних истраживачких тема из физике, хемије, биологије, здравља, заштите животне средине и нових материјала, као и с основном методологијом научно-истраживачког рада. Основни циљ радионица је да полазници на забаван и једноставан начин упознају практичне стране изабране научне теме. Сем тога, самим начином пријављивања поспешује се њихова самосталност, а заједничким радом са неколико потпуно непознатих ученика развија се тимски дух. Представљање резултата истраживања на постер секцији или, по жељи, на једној од трибина Отворених врата ИНН „Винча“ доприноси каријерном усавршавању младих истраживача. Винчине научионице такође омогућавају упознавање ученика са основама научног рада, остваривање првих контаката са научним радницима у Институту, упознавање са потенцијалним темама за матурске и дипломске радове као и реалним стањем у српској науци. Пројекат је користан и за сараднике Института који уче како да на што разумљивији начин објасне разлоге бављења одређеном тематиком и технике/методе којима се долази до поузданих и поновљивих резултата. Сем доприноса општем подизању свести друштва о значају савремених истраживања, пројекат је у неким случајевима и од помоћи приликом доношења одлуке о професионалној оријентацији што може довести до смањења броја студената који напуштају студије или мењају факултет.

ЗАХВАЛНИЦА

Захваљујемо сарадницима ИНН „Винча“ и Друштва истраживача Винча који су својим несебичним ангажовањем омогућили реализацију пројектних активности у претходне две године. Треће „Винчине научионице“ ће бити одржане у новембру 2014. под покровитељством Ерсте банке и Секретаријата за спорт и омладину града Београда.

ЛИТЕРАТУРА

1. <https://sr-rs.facebook.com/VincinaNaucionica>

Рачунаром контролисана наставна средства, корак даље

Јовица Милисављевић

Математичка гимназија, Краљице Наталије 37, Београд

Апстракт. Дат је кратак историјат рачунаром контролисаних наставних средстава. Описана су њихова основна техничка својства. Презентована су нека инострана искуства и истраживања о њиховом утицају на наставу физике. Описана је употреба неких софтверских алата за обраду података (Microsoft Excel) и програмирање (National Instruments LabVIEW). Описан је прототип даљински контролисане лабораторије за физику Математичке гимназије из Београда.

РАЧУНАР И РАЧУНАРОМ КОНТРОЛИСАНА НАСТАВНА СРЕДСТВА У ШКОЛСКОЈ ЛАБОРАТОРИЈИ

Развој савремених информатичких технологија доводи рачунар и у школске лабораторије за физику. Наши ученици су рођени у свету дигиталних технологија и њима је сасвим природно да рачунаре користе на часовима физике, током извођења обавезних лабораторијских вежби и демонстрационих огледа [1]. Нама, њиховим наставницима, остаје да се прилагодимо новом окружењу и да почнемо да користимо предности савремених технологија.

Развој рачунаром контролисаних наставних средстава

Употреба рачунаром контролисаних наставних средстава траје скоро педесет година! Први пројекат који је омогућио аквизицију података у реалном времену (CALC) реализован је крајем шездесетих година прошлог века у Америци [2]. Коришћени су програмабилни калкулатори уместо компјутера. Десетак година касније су за аквизицију коришћени, у то време, доступни микрокомпјутери. Развијан је наменски хардвер и софтвер и овакви системи су налазили своје место у школама. Током употребе ових система ученици су повољни утицаји на наставу. Због тога је седамдесетих у организацији Америчког удружења наставника физике реализовано више радионица на којима је наставницима представљан нови концепт рада у школским кабинетима за природне науке. Наставници који су се по први пут сретали са оваквим системима наводили су најчешће следеће као недостатак:

1. *Аутоматизација лабораторије – ученик треба само да притисне дугме!* У лоше осмишљеним експериментима ово је стварно случај. Добро осмишљени експериментни користе рачунар и систем за аквизицију као помоћно средство које поједностављује сам процес мерења.

2. *Без муке нема науке!* Без коментара, учење **не сме** да буде мука, већ велико интелектуално задовољство!

3. Ефекат “црне кутије”. Ученицима није јасно како систем функционише! Није ни потребно знати све детаље система да бисмо га успешно употребили. Колико нас зна све детаље везане за функционисање мобилног телефона?

Осамдесетих се овакви системи примењују у великом броју америчких школа. Укључују се реномиране фирме, попут IBM-а које развијају своје системе. Појефтинјење рачунарске опреме деведесетих уводи овакве системе у већину школа у Америци и Западној Европи. Дрastiчан пад цена рачунара, уз побољшање њихових карактеристика омогућио је да се данас у већини школа у развијенијим земљама користе наставна средства контролисана рачунаром.

Искуства стечена током употребе рачунаром контролисаних наставних средстава

Рачунаром контролисана наставна средства се у нашим школама углавном не користе. Тиме се пропушта прилика да се настава физике битно технолошки осавремени, приближи ученицима рођеним у свету дигиталних технологија и учини значајно ефикаснијом. Због слабе употребе оваких наставних средстава не постоје ни адекватна педагошка истраживања која би оправдала или оспорила њихову употребу. Зато ћемо навести податке из неколико иностраних истраживања.

European Schoolnet је организација која окупља Министарства просвете 30 европских држава. Објавила је 2011. године извештај *Impact of data loggers on science teaching and learning* [3]. Истраживан је утицај рачунаром контролисаних експеримената на наставу природних наука. У истраживању је учествовало више од 200 ученика из девет школа из Француске, Немачке, Италије, Шпаније, Турске и Велике Британије. Изабрани су важни експерименти их физике, хемије и биологије који су реализовани уз употребу рачунаром контролисаних наставних средстава.

Закључено је да рачунаром контролисани експерименти у општем случају олакшавају ученицима разумевање појава, ученици лакше схватају научне методе и разумеју важност обраде података добијених мерењем. Ученицима је било једноставније да повежу наставу физике, хемије и биологије са свакодневним животом.

У истраживању је доказано да оваква опрема битно поспешује самостални рад ученика, али да такође позитивно утиче и на тимски рад. Појединцу је једноставније да обради прегледно презентоване резултате мерења и да самостално изведе закључке. Током извођења експеримената неопходан је тимски рад и подела задатака између ученика.

Наставници укључени у истраживање су проценили да употреба рачунаром контролисаних наставних средстава позитивно утиче на ученике, пре свега на мотивацију и заинтересованост за наставу.

Позитиван пример увођења рачунаром контролисаних наставних средстава дат је у извештају: *The Use of Datalogging in Teaching Physics and Chemistry in Second-Level Schools in Ireland* [4]. Описана су искуства из Ирске где су крајем деведесетих година прошлог века оваква наставна средства уведена у све средње школе. Мотив за овакав корак је било сазнање да Ирска не држи корак са другим земљама у коришћењу савремених технологија у образовању. Министарство просвете Ирске је 1998. је опремило шест школа рачунаром контролисаним наставним средствима која су коришћена за извођење експеримената их физике и хемије. Наставници

укључени у пројекат закључили су да оваква опрема има веома повољан утицај на наставу природних наука на свим нивоима. Министарство просвете је затим опремило све средње школе одговарајућим наставним средствима.

Од 1990. године у Финској се систематски ради на подизању нивоа знања ученика из области природних наука и математике [5]. Кључни фактор у наставном процесу је добро обучен наставник. Зато је у Финској више пута спроведено стручно усавршавање наставника чији је основни циљ био унапређивање разумевања структуре физике као науке и наставног предмета. Део програма су били обавезни експерименти у школској лабораторији уз употребу рачунаром контролисаних наставних средстава. На основу каснијих истраживања закључено је да је 17% наставника потпуно променило свој начин предавања тако што су истакли улогу експеримента у настави, док је 54% наставника увело нове елементе у свој рад.

На основу ових позитивних искустава можемо да закључимо да увођење савремених технологија битно унапређује наставу физике. Наравно, то није једноставан и лак процес. Искуства из Сингапура [6] говоре да технологија није довољна, већ да је врло важан елемент у наставном процесу, наравно, наставник! У Сингапур је 2004. спроведено истраживање у коме је учествовало 593 наставника природних наука. Неколико година раније све школе у Сингапур су опремељене наставним средствима контролисаним рачунаром. Закључак овог истраживања је да предности нових технологија нису потпуно искоришћене зато што наставници немају довољно идеја и самопоуздања у примени нове опреме.

Закључак је да без добро обученог и мотивисаног наставника није могуће увести нове технологије на прави начин.

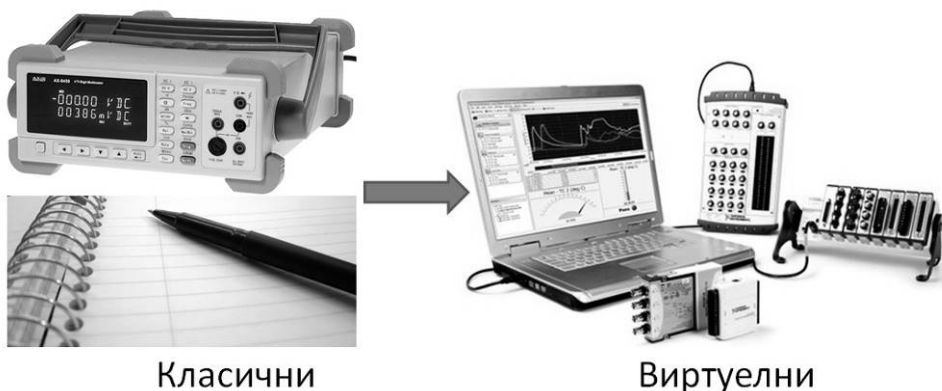
Употреба оваквих система у нашем образовању је још увек реткост. Постоји више наставних средстава развијених у Србији и потпуно прилагођених потребама нашег образовног система. Један од таквих система су „Школице“ савремено, модуларно наставно средство контролисано рачунаром. До сада су развијени модули који омогућавају извођење лабораторијских вежби и демонстрационих огледа из следећих наставних области физике: кинематика и динамика транслаторног и ротационог кретања – мерење времена, термодинамика – мерење притиска и температуре, једносмерне и наизменичне струје – мерење јачине струје и напона, као и генерисање променљивих једносмерних напона и наизменичних сигнала, основи електронике и модули из хемије и биологије. Овим системом могуће је извести више од 100 различитих експеримената из природних наука. Такође је остављена могућност да корисници осмисле своје експерименте.

ПРИНЦИП РАДА РАЧУНАРОМ КОНТРОЛИСАНИХ НАСТАВНИХ СРЕДСТАВА

Намена класичних мерних инструмената је врло јасно одређена. Особине мерног инструмента је дефинисао произвођач и није их могуће накнадно мењати. Резултате мерења је потребно забележити, а затим их обрадити и дати тумачења.

Савремене информатичке технологије дозвољавају другачији приступ. Корисник дефинише свој мерни инструмент који потпуно одговара његовим

потребама. Овакви мерни инструменти користе као основу персонални рачунар и често се називају виртуелним, иако обављају права мерења у реалном времену.

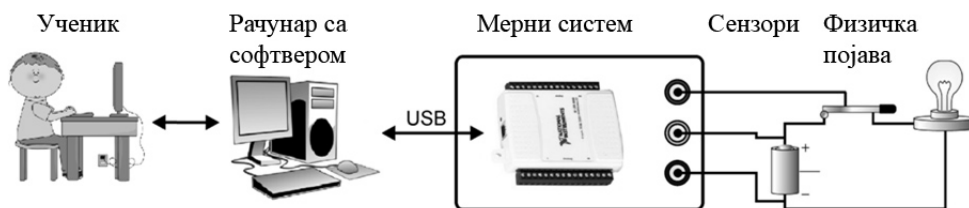


Класични

Виртуелни

СЛИКА 1. Класичан мерни инструмент, корисник не може да мења функционалност и намену инструмента. Виртуелни мерни инструмент, корисник сам дефинише његове особине и намену.

Виртуелни мерни инструменти у школској лабораторији користе се по следећој схеми:



СЛИКА 2. Компоненте рачунаром контролисаног наставног средства.

Наравно, технологија није сама себи сврха. Улога савремене технологије је да побољша наставни процес, а не да отежа ученицима и наставницима ионако тежак пут ка знању. Зато овакви савремени системи морају да буду потпуно прилагођени употреби у настави. То пре свега значи да њихова употреба мора да буде максимално једноставна.

Које су компоненте оваквог савременог учила? На почетку је физика, односно појава коју анализирамо. Током посматраног догађаја вредности неких физичких величина се мењају и потребно их је измерити. Сензори, који су саставни део оваквог система, промене вредности неких физичких величина преводе у промене најчешће напона. Споменимо само неке од сензора: сезор за притисак, температуру, мерење концентрације CO_2 , pH сензор...



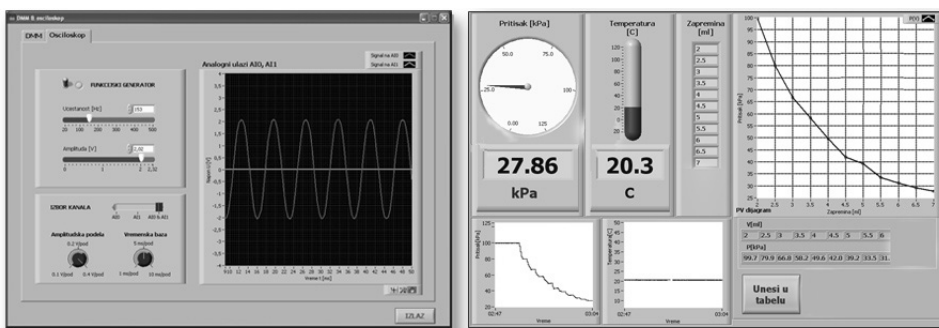
СЛИКА 3. Сензори за притисак, осветљеност, јачину магнетног поља, температуру и pH.

Промене напона на сензору које одговарају променама вредности посматране физичке величине треба „увести“ у рачунар. За то се користе дигитално-аналогни (A/D) конвертори који су саставни део аквизиционих картица [7].

Основне карактеристике A/D конвертора су резолуција и брзина. За примену у образовању потребна је да A/D конвертор има резолуцију од најмање 12 бита (то значи да максимални улазни напон делимо на $2^{12} = 4096$ нивоа), а још боље 14 бита.

Брзина уређаја је јако важна карактеристика аквизиционог хардвера. Изражава се у kS/s (kilosamples per second (хиљада узорака у секунди) и показује колико хиљада пута у секунди A/D конвертор обави мерење). Током лабораторијских вежби и демонстрационих огледа из физике ретко када посматрамо јако брзе појаве. Брзина уређаја треба да је довољна да омогући анализу звука.

Софтвер који се користи при мерењима састоји се из две компоненте, системске која контролише рад и комуникацију уређаја са рачунаром и апликативне која је веза између корисника и остатка система. Апликативни део мора да буде врло једноставан за коришћење и да кориснику олакша употребу система. За нас то значи да поруке кориснику морају да буду на српском језику.

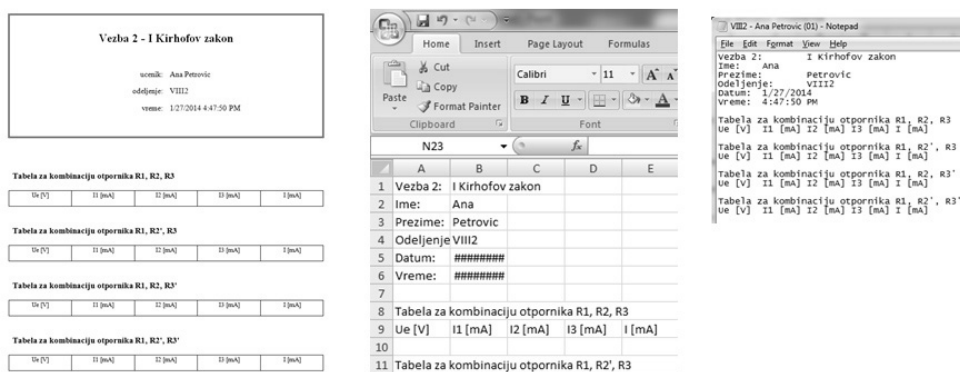


СЛИКА 4. Кориснички интерфејс функцијског генератора контролисаног рачунаром и изглед екрана током провере Бојл-Мариотовог закона.

Предности употребе оваквих система у настави су очигледне. Експерименти се значајно једноставније изводе, мерења су прецизнија, резултати мерења се одмах обрађују и приказују, овакви експерименти су занимљивији ученицима... Час постаје динамичнији, ученици добијају резултате реалних експеримената који се пред њима изводе, а наставник уместо усменог излагања и цртања графикона добија могућност да тумачи реалне резултате. На пример, провера Бојл-Мариотовог закона, уз исцртавање PV дијаграма траје мање од једног минута! Снимање

карактеристике полупроводничке диоде, уз састављање кола траје мање од 2 минута!

Успешно смо извели експеримент контролисан рачунаром. Шта даље? Подаци добијени мерењем могу да се приказују на великим дигиталним дисплејима, помоћу виртуелних инструмената, у табелама или графички. Уз пројектор и дигиталну камеру којом снимамо поставку експеримента то омогућује да буквално сви ученици у разреду виде и учествују у демонстрационом огледу. Податке добијене мерењем треба сачувати за каснију анализу и обраду. Добро осмишљени системи податке чувају у облику извештаја и то у форматима који су познати ученицима и наставницима. У нашем случају то значи да се после завршеног мерења креирају MS Word документ, MS Excel-ов фајл и једноставан тексутални документ са подацим из експеримента.



СЛИКА 5. Word-ов документ, ако су исцртани графици током експеримента биће приказани и у овом документу, Excel-ов фајл и једноставан тексутални фајл са подацима.

ПРВИ КОРАК, ОБРАДА ПОДАТАКА

Став да „без муке нема науке“ је поприлично погрешан. Стицање знања јесте напоран процес, али га не треба додатно отежавати, већ кад год је то могуће олакшати га. Савремене информатичке технологије свакако могу да олакшају процес обраде података добијених мерењем. За то не треба користити специјализоване софтверске алате непознате ученицима. Microsoft-ов производ, Excel, је свакако познат ученицима са часова информатике и могуће га је веома лако применити током обраде података, укључујући и цртање графика.

Ово никако не значи да треба прескочити милиметарски папир и цртање графика на њему. Важно је да ученици обраде податке „ручно“, да пронађу праву величину и исцртају графике на милиметарском папиру. Овај процес свакако доста дуго траје, грешке су сасвим могуће и често се не добијају очекивани резултати. После милиметарског папира и успешне обраде података на класичан начин ученицима треба омогућити употребу рачунара током процеса обраде података.

У следећем примеру подаци су добијени током једноставног експеримента у коме је картонска трака са прорезима на растојањима од по 2 cm слободно падала кроз сноп светлости из оптичког сензора. Фото транзистор је због тога наизменично

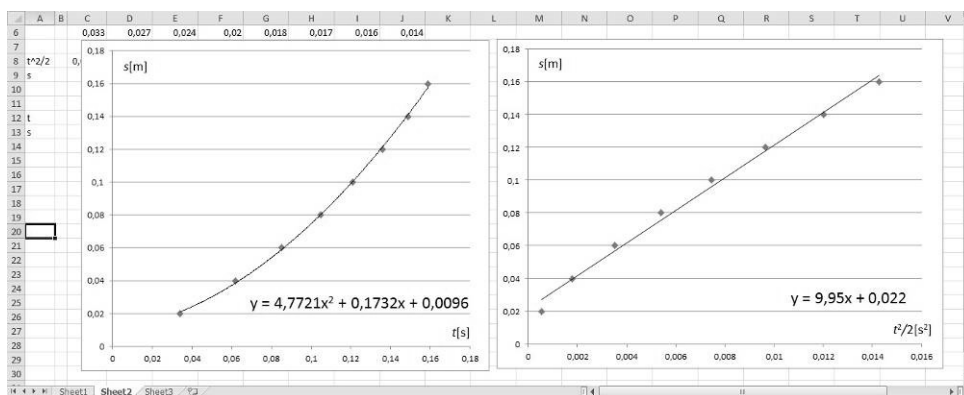
бивао слабије или јаче осветљен. Ова промена у интензитету осветљености је превођена у промену напона, сигнал је одведен до А/D конвертора, а затим прослеђен рачунару. Мерени су временски интервали за које је картонска трака прелазила растојање од 2 cm. По завршеном мерењу подаци су експортирани у Excel-ов фајл. На основу ових података исцртани су графици и одређено је вредност убрзања при слободном паду.

B2 f _x s(t)												
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
1	red.br.	Opis eksperimenta	Broj prolaza	Ttot [s]	T1 [s]	T2 [s]	T3 [s]	T4 [s]	T5 [s]	T6 [s]	T7 [s]	T8 [s]
2	1	s(t)	8	0,159	0,034	0,028	0,023	0,02	0,016	0,015	0,013	0,01
3	2	s(t^2)	8	0,16	0,033	0,027	0,024	0,02	0,018	0,017	0,016	0,014
4												

СЛИКА 6. Део Excel-ове табеле са подацима из експеримента.

На основу података добијених мерењем и познатог растојања између прореза на траци могуће је одредити карактеристике овог кретања.

Ученици се на часовима информатике са Excel-ом срећу већ у основној школи. Упознати су са основним елементима овог софтверског алата и знају да исцртају графике на основу података из табеле. Наравно, помоћ наставника информатике би била свакако добродошла. На наредној слици приказани су резултати обраде и добијени графици зависности пређеног пута од времена и зависности пређеног пута од $t^2/2$ (линеарна зависност, са графика је могуће одредити убрзање тела).



СЛИКА 7. Обрада података и цртање графика у Excel-у. Једноставно је кроз скуп тачака провући линеарну или неку другу функцију и приказати одговарајућу једначину.

Ученици знатно брже обрађују резултате, а наставнику остаје много више времена да заједно са ученицима тумачи резултате и извлачи закључке о посматраној појави.

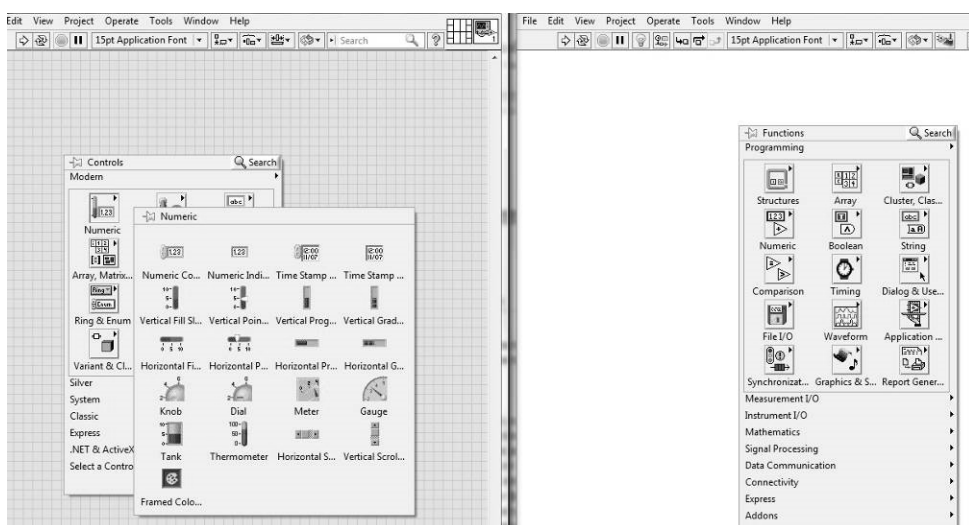
ДРУГИ КОРАК, ПРОГРАМИРАЊЕ

Први утисак је да програмирању нема места на часовима физике. На срећу постоје савремени софтверски алати, као што је National Instruments-ов LabVIEW

(Laboratory Virtual Instrument Engineering Workbench) који максимално поједностављују програмирање рачунаром контролираних наставних средстава. Тиме се избегава ефекат „црне кутије“, ученици преузимају потпуну контролу над уређајем за мерење и дефинишу његове карактеристике према својим потребама.

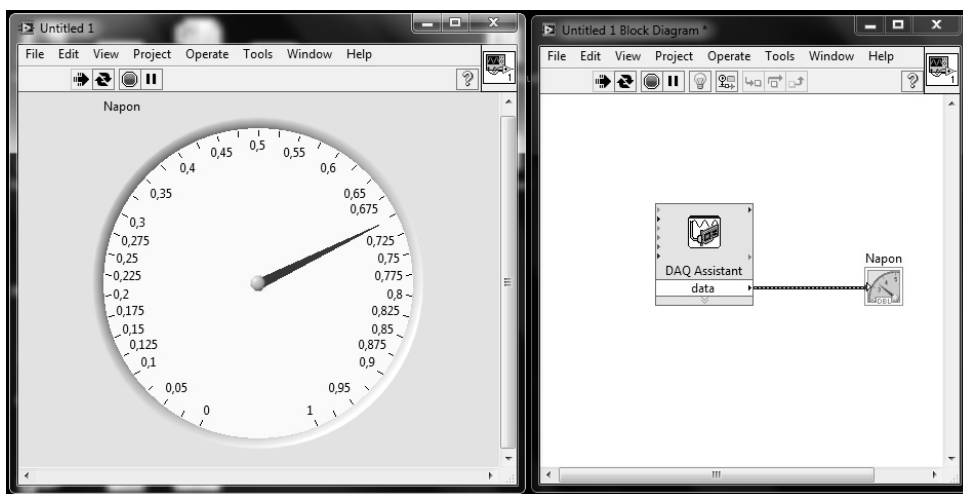
LabVIEW је производ који постоји на тржишту скоро три деценије, од 1986. године. Основна идеја је била да се убрза и поједностави развој апликативног софтвера. LabVIEW је графички програмски језик, код се не куца, већ црта! Програм креиран у LabVIEW-у назива се виртуелни инструмент. Уз одговарајући хардвер виртуелни инструмент постаје прави уређај за мерење.

Виртуелни инструмент креиран у LabVIEW-у састоји се из два дела. Предње плоче инструмента (front panel) на којој се, као и код класичних инструмената, смештају контроле и показивачи, индикатори и блок дијаграма (block diagram) унутрашњости инструмента, на коме су контроле и индикатори повезани и дата им је функционалност. Током програмирања (да не кажемо цртања кода) у LabVIEW-у треба водити рачуна о току података. Сам процес програмирања је, бар на основном нивоу, веома поједностављен. Постоје већ готови подпрограми који корисника воде кроз процес креирања графика или аквизиције података, на пример. Једноставно је исконтролисати и излазе из хардвера и на тај начин добити рачунаром контролисане процесе. Изглед празног виртуелног инструмента дат је на слици 8.



СЛИКА 8. Фронт панел и блок дијаграм виртуелног инструмента са неким од елемената које је могуће употребити.

На слици 9 приказан је волтметар креиран у LabVIEW-у. Искоришћен је DataAcquisitionAssistant, подпрограм који корисника једноставно води кроз процес аквизиције сигнала. Код је врло једноставан, видимо блок дијаграм на левом делу слике. Подаци се из DAQAssistant-а воде до индикатора. Индикатор је у облику класичног инструмента, видимо га на фронт панелу, и приказује податке добијене уз помоћ DAQAssistant-а. DAQAssistant преузима комуникацију са хардвером па су зато подаци добијени као резултат мерења у реалном времену.



СЛИКА 9. Фронт панел и блок дијаграм виртуелног волтметра. Подаци су добијени реалним мерењем.

Употреба LabVIEW-а, бар на овом нивоу, је врло једноставна и ученици могу да основним елементима овладају за неколико школских часова.

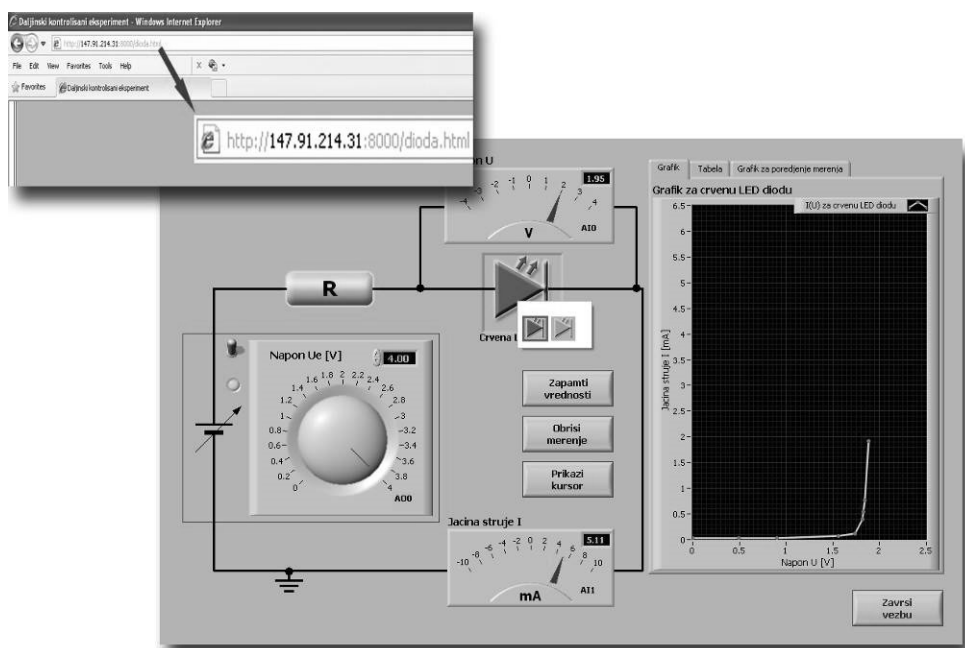
ТРЕЋИ КОРАК, ДАЉИНСКИ КОНТРОЛИСАНИ ЕКСПЕРИМЕНТИ

Ученици треба да што више времена проведу у школским лабораторијама. Физику треба видети и доживети. Теоријска предавања и израда задатака нису довољни за квалитетну наставу физике. Физика је и експериментална наука и експеримент мора да има важну улогу у настави физике.

Неке од експеримената могуће је, уз помоћ савремених технологија, изводити а да ученици не буду поред опреме [8]. Један од таквих експеримената је и снимање карактеристика полупроводничке диоде. Искоришћена је LED диода зато што је провођење повезано са емитовањем светлости, а то снима Web камера. Ученик може да од своје куће приступи опреми у школи, изведе експеримент, сними резултате мерења и то у време које њему одговара. На тај начин врата школске лабораторије постају отворена 24 сата дневно, седам дана у недељи.

Треба бирати експерименте током којих ученик може да добије визуелну потврду преко Web камере. Ученик треба да има приступ интернету, што је данас сасвим уобичајено, било који претраживач (Internet Explorer...) и додатак који се бесплатно добија и лако инсталира.

У школи опрема мора да буде повезана на рачунар који има улогу сервера и доступан је преко инернета. LabVIEW мора да буде инсталиран на школском рачунару. Ученик приступа опреми тако што уноси одговарајућу IP адресу, порт и назив виртуелног инструмента. Захтева од сервера контролу над инструментом, и ако је добије може да изведе одговарајући експеримент.



СЛИКА 10. На ученицима познатој адреси налази се сервер који контролише опрему потребну за снимање карактеристике полупроводничке диоде. Сервер контролише променљиви извор једносмерног напона, волтметар и милиамперметар. Web камера снима макету са LED диодом на тај начин ученик добија визуелну потврду да диода проводи струју.

У врло једноставном експерименту који је могуће даљински контролисати ученици посматрају спектар светлости рачунарског монитора. Једноставан виртуелни инструмент омогућава задавање вредности за црвену, зелену и плаву боју (RGB). Испред монитора је постављен спектроскоп на чијем окулару је монтирана Web камера. На слици 11 виде се црвена и плава линија са спектроскопа, на левом делу, док је на десном делу приказан део виртуелног инструмента и поље на коме је задата боја.



СЛИКА 11. Изглед монитора током одређивања спектра светлости емитоване са монитора

Даљински контролисани експерименти не изводе ученике из школских лабораторија, већ дозвољавају трајни приступ ресурсима лабораторије.

Доносити било какве закључе у овом тренутку је свакако прерано. Оваква опрема се још увек не користи у довољној мери у нашим школама тако да можемо да се ослонимо само на инострана искуства и ентузијазам наставника. Тиме пропуштамо прилику да суштински технички унапредимо наше школске лабораторије увођењем савремених информатичких технологија.

ЛИТЕРАТУРА

1. Милисављевић, Ј. П., „Партнер у учењу“ часопис за наставнике, <http://pilcasopis.wordpress.com> - „Рачунар у школским лабораторијама“, (2012).
2. Tinker, R., *A History of Probeware*, Concord Consortium – www.Concord.org, 2000, http://concord.org/sites/default/files/pdf/probeware_history.pdf
3. M. Le Boniec, R. Gras-Velázquez & A. Joyce, *Impact of data loggers on science teaching and learning*, Brussels: European Schoolnet (EUN Partnership AISBL), 2012,
4. Kennedy, D. *The Use of Datalogging in Teaching Physics and Chemistry in Second-Level Schools in Ireland*, Department of Education, pp. iii, 28-38, (2000).
5. Jauhainen, J., *Physic. Education* 37(2), 128-134 (March 2002)
6. Chwee Tan, D. K., *Datalogging: a unique affordance unrealized?*, Hamilton: ASERA (2005),
7. Дрндаревић, В., Аквизиција мерних података помоћу рачунара, Београд: Институт за нуклеарне науке „Винча“ – Лабораторија за електроник, 1999., стр. 14-99.
8. Filipovic, P. ; TDG Res., USA ; Milisavljevic, J. ; Math. Grammar School, SRB; Kokalj-Filipovic, S. ; Stankovic, N. , *Student initiation to science by computer-aided teachers: A case study*, Ewing, NJ: Integrated STEM Education Conference (ISEC), 2011



РАДИОНИЦЕ

Концепт мапе и мапе ума у реализацији пројектне наставе

¹Др Душанка Обадовић, ²Ивана Ранчић, ¹Марија Бошњак

¹Педагошки факултет у Сомбору, 25000 Сомбор, Подгоричка 4

²ПМФ Департаман за физику, Нови Сад, Трг Доситеја Обрадовића 4

Апстракт. Ове године ће радионица бити посвећена реализацији пројектне наставе путем примене једноставних експеримената, са посебним акцентом на креирање концепт мапа, односно мапа, ума од стране ученика. Наставници ће имати могућност да самостално ураде 5 тема, чији је списак дат на крају овог кратког приказа. Истакнут је значај примене концепт мапа и мапа ума за реализацију наставе физике.

УВОД

На претходним Републичким семинарима о настави физике у оквиру радионице за експерименте типа „Уради сам“ приказано је, на примерима одабраних области физике, како једноставни експерименти могу да се примене да би се формирали и развијали одређени појмови, или да би се реализовала настава применом научног метода, учења путем открића, мини пројеката... Ове године тема радионице је реализација пројектне наставе уз креирање концепт мапа, односно мапа ума.

Савремена настава физике заснива се на примени различитих метода у свакодневној настави у циљу реализације динамичног наставног процеса, као и активног учешћа ученика. Поред разумевања физичких појава и стицања знања примењивог у свакодневном животу, д посебног значаја је систематизација постојећег знања. омогућује Погодан начин за стицање трајног и систематичног знања је креирање мапа ума, које подстичу развој креативности код ученика као и личног стила. Сврха мапирања ума је лакше разумевање и памћење неког градива, или организација одређеног типа знања како би се решио неки проблем или донела нека одлука.

Реализација пројектне наставе може се повезати са формирањем концепт мапа. После поставке проблема и размене искустава и идеја међу ученицима врши се категоризација идеја и формирање прве концепт мапе, односно мапе ума. Концепт мапа је шематског карактера, за разлику од мапе ума у оквиру које ученици уместо писаног текста појмове приказују сликама. Мапа ума је дакле богато илустрована и у боји (уобичајено су заступљене најмање три боје) и користи се за груписање личних искустава према сличности. У првом кораку припреме за реализацију пројекта, ученици, на основу разговора са ученицима из одељења, врше прикупљање података о искуству које су они имали у решавању сличних проблема. Систематизација искуственог, односно стеченог, знања резултује формирањем прве концепт мапе/мапе ума. У другом кораку ученици прелазе на реализацију пројекта уз предвиђање одговора, или резултата експеримента који врше. Реализација појединих фаза пројекта се бележи, фотографише или снима видео камером.

Резултати експеримента пореде се са претпоставкама и представљају моделима, цртежима, графицима... , а потом презентују јавно, пред друговима из разреда. Сумирање резулта пројекта резултује другом концепт мапом/мапом ума, која показује шта су ученици научили приликом његове реализације. У фази евалуације ученици и родитељи одговарају на упитник, на основу ког се процењује њихов напредак, као и стечено знање.

КОНЦЕПТНЕ МАПЕ И МАПЕ УМА

Концептне мапе се користе већ вековима. Први дијаграм налик концептним мапама је креирао Порфирије из Тира у трећем веку. Он је приказао Аристотелове идеје. Семантичке мреже су креиране 1960. године, а творац модерних концептних мапа је Allan Collins. Специфичну врсту концептних мапа и назив „мапе ума“ је увео британски аутор популарне психологије, Tony Buzan, 1991. године. Мапе ума су флексибилније од концептних мапа, а имају следеће карактеристике:

- главни појам, идеја или фокус је приказан у центру слике,
- главне теме излазе и гранају се као огранци из централне слике,
- огранци садрже кључну слику, или кључну реч, која је написана на придруженој линији,
- теме од мање важности репрезентирају се као издanci важнијих грана,
- гране формирају повезану структуру стабла.

Мапе ума (умне, или менталне мапе) су врста концептних (појмовних) мапа. Мапе ума су дијаграми специфичне форме који приказују неко знање, размишљања, или идеје и представљају добар начин да се организују белешке и додатно олакшавају подсећање после неког времена [1, 2, 3].

Мапа ума је опис неког сазнања и садржи речи, реченице, симболичне сличице или цртеже и разне друге знаке који представљају значење тих идеја, или размишљања. У средишту се налази кључни појам, идеја или тема, а око ње се даље гранају остале мисли (асоцијације). Сви делови су међусобно повезани графички, семантички и представљају целину.

Од мапе ума и наставници и ученици имају вишеструку корист. Ученици брже и лакше уче и дуготрајно памте научено, омогућено им је лако обнављање градива, учење им је интересно и забавно, пружају предност визуелног асоцирања, мотивишу ученике, чине их активним учесницима у настави, развијају ликовне вештине и вештину издвајања битног од небитног. Користи које наставници имају од мапа ума су: подстицање креативности и мотивисаности ученика, учење на квалитетнији начин, развијање мишљења путем асоцијација, лакше планирање, лакши рад са ученицима који теже памте, самовредновање, индивидуализација наставе [1, 4].

Предности мапирања ума над уобичајеним прављењем бележака је у томе што бележење искључиво релевантних речи скраћује време потребно за креирање белешке, као и читање и прегледање бележака приликом тражења кључних речи. Мапе ума омогућују правилно усмеравање концентрације, лакше проналажење основних кључних речи, смештање основних кључних речи на једно место, што утиче на лакше присећање, као и повезивање кључних речи са јасним и

сврсисходним асоцијацијама, визуелну допадљивост и прегледност која омогућује мозгу да лакше памти, континуираност и гранање мисли која подстиче нова открића и нова остварења, целовитост знања...

ИЗРАДА МАПЕ УМА

Tony Buzan у свом водичу [1], у којем говори како начинити мапу ума користећи нека основна правила, даје следеће савете:

- почните од средине неким цртежом који карактерише тему на којој радите,
- користите различите симболе и слова различите величине,
- одредите и упишите кључне речи,
- свака кључна реч мора бити самостално записана,
- значење на линијама које „излазе“ из кључне речи мора се односити према значењу кључне ријечи,
- дужина линије, изнад које пишете речи, нека буде једнака дужини речи,
- користите различите боје,
- развијте свој стил израде мапе ума,
- нагласите најважније делове и користите асоцијације,
- нацрт мапе ума направите јасно у зракастој структури.

Такође, наводи законе технике и планирања мапирања ума. Закони технике су:

- користите истицање,
- користите асоцирање,
- будите јасни,
- развијте лични стил,

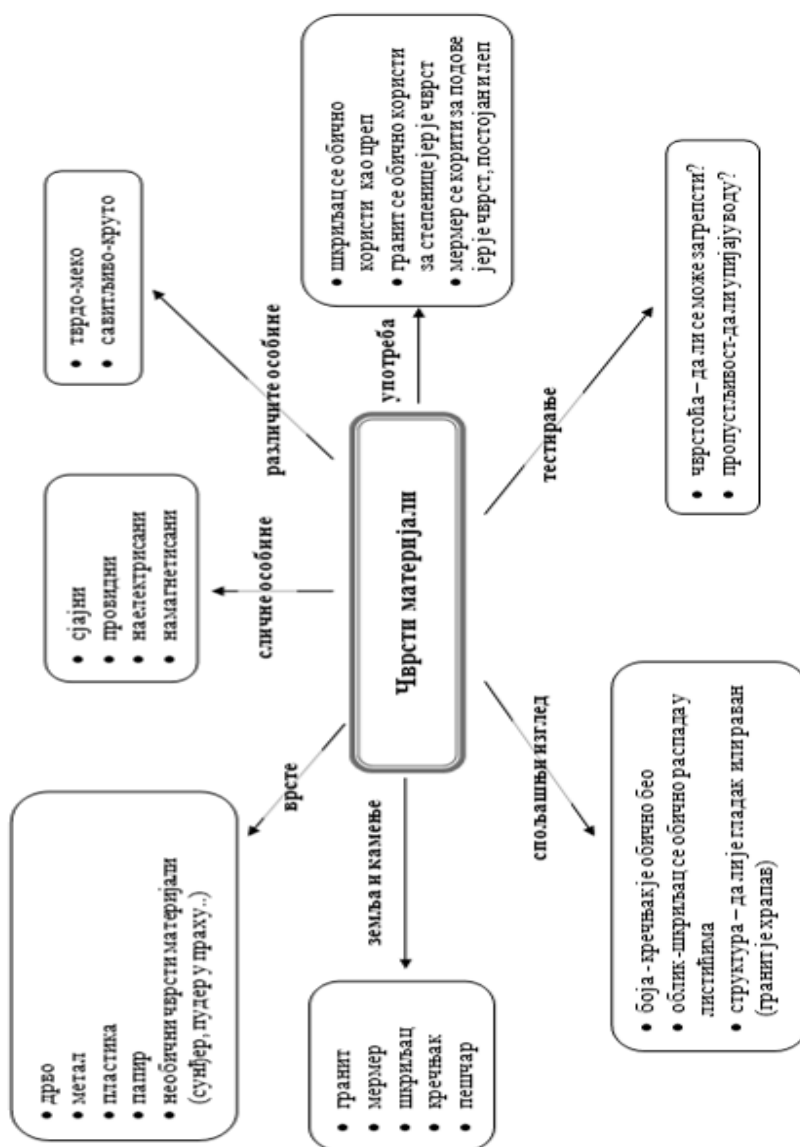
а при планирању:

- користите хијерархију.
- користите нумерички поредак.

Упечатљивост мапе ума се остварује постављањем централне слике уместо централне речи и коришћењем слика уместо речи где год је то могуће.

ПРИМЕР КОНЦЕПТ МАПЕ ЗА ПОЈАМ „ЧВРСТИ МАТЕРИЈАЛИ“

У настави физике могу да се креирају концепт мапе и мапе ума за све појмове који се формирају и развијају. У даљем тексту приказана је концепт мапа коју је могуће креирати при обради и увођењу основних појмова који се односе на карактеристике чврстих супстанција (слика 1).



СЛИКА 1. Концепт мапа за појам „чврсти материјали“

Приказана концепт мапа може ученицима значајно олакшати усвајање појмова у вези са чврстим материјалима.

КРЕИРАЊЕ МАПЕ УМА ПРИЛИКОМ ОБРАДЕ ОДРЕЂЕНИХ НАСТАВНИХ ТЕМА

У оквиру обраде наставних тема које се односе на оптичке особине материјала, особине течности и гасова, мешање и примену материјала предвложени су одређени једноставни експерименти на основу којих ће учесници радионице у оквиру предлога реализације креирати одговарајућих мапе ума. Предложене теме и једноставни огледи за њихову реализацију су:

1. Особине материјала – оптичке
 - Рефлексија од огледала?
 - Сребрно јаје
2. Особине течности – површински напон
 - Одређивање коефицијента површинског напона методом уске пукотине
 - Капиларност
3. Особине гасова
 - Направи свој водоскок
 - Балон у боци
 - Зашто је небо плаво?
4. Промена особина материјала – мешање
 - Мешање материјала
 - Ерупција вулкана
5. Примена материјала
 - Мост

ЗАКЉУЧАК

Креирање концепт мапа односно мапа ума од посебног је значаја за квалитетно усвајање знања, као и добар начин за решавање проблема. Оне омогућују ученицима брже и лакше учење и памћење, уз визуелне асоцијације. Подстичу вишестрано и свеобухватно размишљање ученика, њихову креативност, као и активно учешће наставном процесу.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бузан, Т. и Бузан Б., *Мапе ума*, Београд: Финеса, 1999, стр. 315
2. Eppler, M. J., *Information Visualization* **5**, 202-210 (2006)
3. Davies, M., *Higher Education* **62**(3), 279-301 (2011)
4. Radix, C-A., and Abdool A., *Caribbean Teaching Scholar* **3**(1), 3–21 (2013)

Радионица-изложба: Вода и климатске промене

Стеван Јокић, Љиљана Јокић

Руководилац пројекта Рука у тесту, АКМ Едукација Београд,
sjokic@vinca.rs

Апстракт. Експерименти у овој радионици илуструју на врло једноставан начин неке карактеристике воде које су врло битне при интерпретацији неких феномена у вези климатских промена, начин загађења подземних вода, као и пример коришћења сунчеве енергије као алтернативног енергетског извора. Експерименти, као саставни део Француско-српске изложбе, су припремљени коришћењем материјал са сајта „Рука у тесту“ и искуство на семинарима са наставницима у школама Србије.

ЕКСПЕРИМЕНТИ

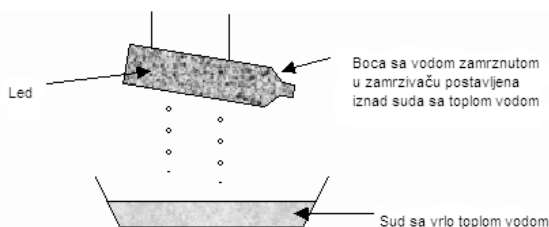
1. Вода у три агрегатна стања

Материјал : пластични суд, стаклена или пластична плоча, топла вода, пластична боца са замрзнутом водом, суд са топлом водом, гумице.

Желимо да опазимо шта се дешава на хладној стакленој плочи постављеној изнад суда са топлом водом. Наставник тражи од ученика да предвиде шта ће се десити, а затим изводе експеримент и цртају оно што су опазили.

-Имају могућност да опазе кондензацију водене паре на стакленој или пластичној плочи и да то повежу са замагљењем прозорских стакала у учионици када је ваздух у окружењу влажан.

-Други експеримент пружа могућност приказа сва три агрегатна стања воде истовремено



СЛИКА 1. Вода у три агрегатна стања

2. Боја и температура: важност ледених санти и снега

Материјал: -3 термометра, парче црне и беле памучне тканине (можете узети и други материјал у црној и белој боји), алуминијумска фолија, сијалица

-Користећи стечена знања у школи и информације које свакодневно добијате, потребно је да покажете како боја неког материјала утиче на повећање температуре неке средине;

- Шта мислите, да ли се при истом излагању сунцу исто загревају ледене санте, снег, глечери и вода у морима и океанима?

	ВРЕМЕ (минута)	ТЕМПЕРАТУРЕ(°C)		
		ЦРНА	БЕЛА	СВЕТЛА
	2			
	4			
	6			
				
				

СЛИКА 2. Три термометра обавијена црном и белом тканином и алуминијум-ском фолијом; б) Табела за приказ температура на термометрима мерених сваких 2 минута (током 20-ак минута)

3. Које су последице топљења леда (санти и глечера)

Материјал: 2 пластичне боце, коцкице леда које би требало да имају улогу ледених санти у десној боци на(Сл.3), иста количина леда у мрежици има улогу глечера и налази се у левој боци, топла вода у боцама, фен.



СЛИКА 3 а) Лед у боци представља модел санти а у мрежици а у мрежици модел глечера, б) ниво воде после топљења леда је повећан услед топљења глечера.

- Користећи стечена знања у школи и информације које свакодневно добијате, као и књигу *Клима моја планета и ја* потребно је да покажете како боја неког материјала

утиче на повећање температуре неке средине <http://rukautestu.vin.bg.ac.rs/klima/> покажите како се мења ниво мора и океана при топљењу глечера и ледених санти

- Да ли ће само овај феномен проузроковати повећање нивоа мора услед предвиђених климатских промена?

Дискутујте са ученицима њихове закључке, уз постављање питања попут: Зашто је ниво воде у десној боци заједно са ледом исти(модел санти) као ниво воде у левој боци изнад које је мрежица са ледом(модел глечера)?

Зашто је у десној боци (модел санти) ниво воде остао исти или се чак снизио?

Које су последице топљења ледених површина на планети?...

Детаљније разматрање можете наћи у секвенци „Које су последице климатских промена“ (стр. 23) и на <http://rukautestu.vin.bg.ac.rs/klima/sekv2.htm>

4. Ширење воде-повишење нивоа океана и мора

Материјал: стаклена боца с избушеним чепом, сламке, кадица заводу, пластелин, кувало.

-Покажите да се вода при загревању шири;

-Да ли се повећање нивоа мора може повезати са загревањем воде услед климатских промена, односно повећања температуре ?



СЛИКА 4. Поставка експеримента за приказ ширења воде при загревању

Овим експериментом показујете да се вода на топлоти шири. У контексту климатских промена то значи да ће до повишења нивоа мора и океана доћи и услед ширења воде, што се овде и експериментално показује!

5. Преношење топлоте струјањем (на примеру воде)

Материјал: 2 мале стаклене боце, боја за храну, парче алуминијумске фолије, пластичне чиније за воду, кувало

Почетна поставка је приказана под а). Бочицу с топлем водом сад поставите над бочицу с хладном водом и извучете алуминијумску фолију тако да су воде различитих температура у непосредном котнакту (б). (Ми смо загревали воду до 70

$^{\circ}\text{C}$ а хладна вода а је била из водовода. При раду са децом у школи можете загрејати воду до 35°C а воду из водовода охладити у фрижидеру. Значи, потребно је да буде разлика температура топле и хладне воде бар 20°C !). Видећете да топла и хладна врло споро мешају, тј., веома је слабо струјање између њих!

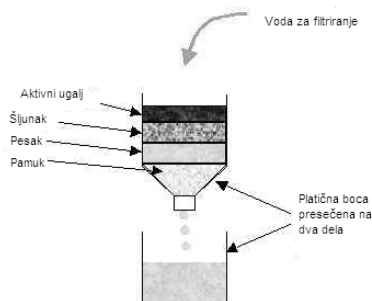
У ситуацији под (в) боцу са топлем водом ставите да буде доле а изнад ње постављате хладну воду. (Практично радите од положаја (а), с том разликом што је боца с топлем водом остаје доле а над њу се поставља боца с хладном водом.). Извлачењем алуминијумске фолије опазите потпуно другачији ефекат: топла вода се пење у вис а хладна пада наниже па се струјање воде јасно уочава и одвија веома брзо (та брзина је већа што је већа разлика температура воде)!



СЛИКА 5 а) боцице с топлом(црвено) и хладном водом (прекривена алуминијумском фолијом, б) боцица с топлем над оном са хладном водом, в) боцица с хладном над боцицом топлем водом

Овим експериментом показујемо да топла вода струји на горе! Топлао ваздух се такође подиже увис на исти начн. Код климатских промена топао ваздух се све више пење увис па се тиме и мења биодиверзидет предела у којим се то дешава. Циљ овог експеримента је управо био да се то и експериментално покаже !

6. Филтрирање воде



СЛИКА 6. Филтрирање воде

Материјал: пресечена пластична боца, посуда са прљавом водом (запрљана земљом и труњем), шљунак, песак, вата (активни угаљ није неопходан јер он одстрањује мирисе!)

Вода и људи : потрошња воде у домаћинству. Како филтрирати природну и коришћену воду? Експеримент са филтрирањем.

Филтрирана вода је наизглед чиста али деци треба нагласити да она још увек није за пиће јер може да садржи неке живе микроорганизме (бактерије, итд.) па је у том погледу још увек неупотребљива. Да би била употребљива за пиће потребно је остварити одговарајући хемијски третман. У овом експерименту: шљунак задржава крупне честице, песак оне средње величине а памук врло fine.

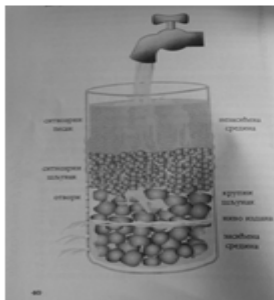
7. Како загађујемо чак и воду у артерским бунарима

Материјал: Пресечена пластична боца са малом рупицом при дну, на дну је крупан шљунак (у унутрашњости земље стене), ситниј шљунак, ситан песак (стављен је у избушену пластичну кесу да не би песак силазио у доње слојеве), флашица воде обојене бојом за храну, боја за храну.

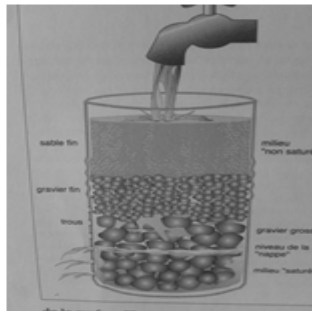
Сматра се да је највећи део подземних вода, чак и артерских загађен разним хемикалијама а поготову антибиотицима које кроз урин убацујемо у канализацију а затим то све с другим отпадом, попут пестицида и других хемикалија, одлази у унутрашњост земље. Овим експериментом вам приказујемо модел који илуструје на врло једноставан начин како све оно што бацамо на површину земље и у водотокове стиже у унутрашњост земље.

КАКО ЗАГАЂУЈЕМО ЧАК И АРТЕРСКЕ БУНАРЕ

ПРИКАЗ СЛОЈЕВА У ЗЕМЉИ



ЗАГАЂИВАЊЕ АРТЕРСКИХ БУНАРА
ОТПАДНИМ ВОДАМА

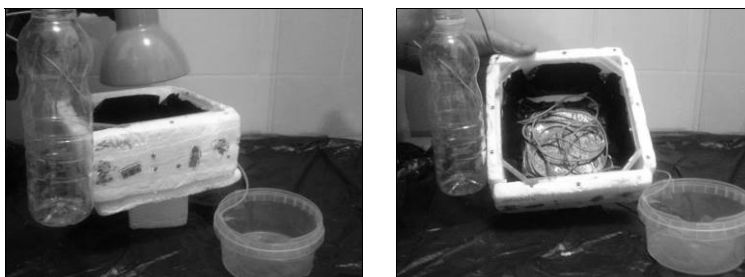


СЛИКА 7

8. Како загрејати санитарну воду конструкцијом соларног бојлера

Материјал: а). Кутија од сладоледа је изолована с поља стиропором а унутрашња страна је обложена црном фолијом; боца игра улогу водоторња односно веза са водоводом; сијалица има улогу Сунца; црево (за инфузију) које повезује боцу (водовод) са „грејачем“, који је уствари то исто црево приказан на (сл.б), а затим

спроводи у суд топлу воду. Термометром ћете измерити температуру воде у бочици а затим и у суду на десној страни (мултиметар).



Слика 8. Конструкција соларног бојлера

Закључак

Овом Изложбом-радионицом желимо да професори физике, у оквиру свог програма, ураде с ученицима одређени број експеримената којим ће моћи да код ученика развију свест о реалности климатских промена. Материјал је доступан и јефтин и омогућује непосредно ангажовање сваког ученика. Изложба је већ почела да се приказује у градовима Србије.

ЗАХВАЛНИЦА

Захваљујемо Француском институту у Београду на штампању постера и реализацији ове изложбе.

Како наставу физике учинити ефикаснијом

Љиљана Иванчевић¹, Андријана Жекић²

¹ОШ "Ђорђе Крстић" Београд

²Универзитет у Београду – Физички факултет, Београд

Апстракт. Циљ школе – квалитетна и функционална знања која ће омогућити развој ученичких компетенција за даље учење, школовање и професионално опредељење.

ШКОЛСКА РЕАЛНОСТ

Савремено друштво ставља пред школу нове изазове који је оријентишу на развијање ученичких компетенција дефинисаних у складу са образовним стандардима. У актуелној пракси доминантна је улога наставника као предавача, учење је оријентисано на усвајање и репродукцију садржаја, а вредновање квалитета рада своди се на праћење и вредновање реализације програма. Новина, екстерна евалуација школа, која се спроводи последњих година још увек није успела да промени профил школе – наставну праксу. У постојећим условима немогуће је променити наставне планове, али је могуће имплементирати различите облике рада уз примену одговарајућих метода. Примена различитих облика рада није ништа ново у садашњој наставној пракси, али је препуштена ентузијазму и креативности појединца. Један од примарних задатака програма целоживотног учења треба да буде оснаживање наставника и развијање њихових компетенција за примену што више различитих облика рада, отвореност за искуства сродних и хуманистичких наука.

Ученици губе интересовање, упадају у невоље, онда када нису мотивисани, ангажовани и укључени. Радећи у групи или тиму ученик промишља о задатку, преузима део одговорности на себе као део групе, подлеже процени осталих и од њега се тражи процена. То су вештине које их нико не може научити већ их сами морају стицати кроз искуства. Таква искуства им се пружају и у школи. Анализирајући и решавајући рачунски задатак, тражећи примере у свакодневном животу за неку тек објашњењу појаву или за примену тек наученог закона, осмишљавајући оглед на основу понуђеног прибора са паром из клупе или са неким из сасвим другог реда је прилика за то.

Кроз различите облике рада (групни, тимски, у пару) развија се сараднички однос, поспешује комуникација, учи самосталном излагању, прихватању туђих идеја, подиже се унутрашња и спољашња мотивација како ученика тако и наставника, идентификују се лидери у вршњачкој групи. Све наведено доприноси развоју компетенција за професионално опредељење по завршетку школовања. Данашњој школи је конкурент савремена технологија која атрактивношћу и динамиком садржаја заокупља пажњу ученика. Ученици очекују сличну динамику и у школи и ако изостане наступа незаинтересованост, апатија – досада из које произилази и агресивност. По старој дефиницији добар наставник није више онај

који може што боље и разумљивије да пренесе ученицима одређено знање, већ онај који зна да укључи ученике у активности на часу у којима ће и сами стицати знања.

ПОТЕНЦИЈАЛИ ФИЗИКЕ КАО НАСТАВНОГ ПРЕДМЕТА

Физика због својих садржаја, атрактивности и апликативности пружа изузетне могућности за примену различитих облика рада, што је базични потенцијал од ког наставник треба да пође у планирању своје наставе и конкретних часова. Наставни садржаји, неопремљеност школских кабинета не треба да буду оправдање за сталну примену фронталног облика рада. Динамиком часа, смењивањем активности и подстицањем чула одржава се пажња ученика, повећава унутрашња мотивација и степен разумевања усвојених знања.

Праћење личног, професионалног развоја наставника дефинисано је Правилником о сталном стручном усавршавању и стицању звања наставника, васпитача и стручних сарадника ("Службени гласник РС" бр. 13/2012) [1]. Формирање портфолиа којим се документује разноврсност, бројност и оригиналност активности наставника у оквиру наставе неминовно ће довести до промена.

ШТА – ЗАШТО – КАКО?

Одговори на питања ШТА се учи и ЗАШТО се учи отварају ново питање за наставника КАКО? Којом методом, којим обликом рада у датим условима ће бити максимално активирани когнитивне и моторичке функције ученика у циљу разумевања и примене нових или већ стечених знања. У савременој методичкој пракси познате су: вераблане (монолошка и дијалогска), текстовно-графичке, илустративно-демонстрационе и методе практичних радова (експерименталне-лабораторијске вежбе) [2].

Критеријуми којима се процењује квалитет школског часа наведени су у листи процене остварених стандарда у области "настава и учење" предложене од Завода за вредновање квалитета образовања и васпитања. Комплетну листу са критеријумима процене учесници радионице добијају као радни материјал.

ТАБЕЛА 1. Сажетак листе за процену часа

1.	Наставник примењује одговарајућа дидактичко-методичка решења на часу (Наставник користи наставне методе које су ефикасне у односу на циљ часа)
2.	Наставник учи ученике различитим техникама учења на часу
3.	Наставник прилагођава рад на часу образовно-васпитним потребама ученика
4.	Ученици стичу знања на часу
5.	Наставник ефикасно управља процесом учења на часу
6.	Наставник користи поступке вредновања који су у функцији даљег учења
7.	Наставник ствара подстицајну атмосферу за рад на часу

Чињеница да су као први критеријум за процену квалитета часа наведена дидактичко-методичка решења (методе и облици рада) указује на њихов значај. Отварањем школа за улазак пројеката Европске уније, као што је Програм професионалне оријентације, којим су обухваћени ученици 7. и 8. разреда, чији се садржаји реализују новим методама (игра по улогама, цедуље са кључним речима, презентација помоћу симбола, бреинсторминг - брзо навођење идеја) које могу бити изазов креативном наставнику за примену у настави физике. На другом месту су технике учења које се врло мало спомињу у наставној пракси. "Обрнута учионица" (кооперативно учење) је концепт учења, који се од скоро спомиње међу наставницима, према коме се ученици код куће припремају за наредну лекцију. На час долазе са одређеним предзнањем и припремљеним питањима. Уместо да се теорија "предаје" на часу, а домаћи задатак ради код куће, процес се обрће. Као и код класичног система подучавања, успешност "обрнуте учионице" у великој мери зависи од отворености наставника за ново, умећа да подстакне комуникацију и да јасне инструкције за рад код куће. Учење "путем открића" када садржај учења није унапред дат, када се од ученика очекује да га открије је наставна ситуација која започиње неким проблемом или осмишљеним питањем. Циљ овог концепта учења обухвата не само вештину усвајања чињеница већ и решавање проблема.

УЛОГА НАСТАВНИКА

Шта је учење, како ученик у школи треба да учи, како треба да организује учење су питања која се стављају, у први план, пред наставника у савременој настави.

О чему наставник размишља када припрема час?

- Шта је циљ учења?
- Шта је садржај учења (тема-појмови)?
- Шта ученици већ знају о томе (корелације)?
- Како треба учити да би се реализовали планирани циљеви (активности учења)?
- Који је минимум знања којим сви ученици треба да овладају (стандарди)?

Полазећи од циља учења наставник планира активности ученика, а садржај (конкретна тема или појам) условљава активност наставника којом ће најбоље презентовати планиране садржаје. Настава реализована на основу наведене припреме подразумева праћење и вредновање наставе и учења на основу праћења и вредновања исхода учења.

СЦЕНАРИО ЗА РАДИОНИЦУ

Тема: Како наставу физике учинити ефикаснијом, применом различитих метода и облика рада

Циљ: Подизање компетенција наставника у примени различитих метода и облика рада као и оснаживање наставника да пробају и креирају различите ситуације за учење.

Исходи радионице: Наставници ће

- упознати различите облике и методе рада у савременој наставној пракси,
- припремити час према унапред одређеном облику рада применом одабраних метода,
- сагледати предности и недостатке применљивости облика и метода које су користили у реализацији понуђених садржаја,
- разменити сопствена искуства,
- добити реализована сценарија.

ТАБЕЛА 2. Временска динамика радионице

Редни број	Активност	Трајање
1.	Уводна активност	15 min
	ПП презентација, резултати екстерне евалуације	15 min
2.	Методе и облици рада	Кратак преглед
3.	Вежба:	40 min
	Припрема, израда сценарија часа, рад у групи	
4.	Извештавање група	35 min
5.	Сумирање резултата рада у групама и дискусија	15 min

Потребан материјал за рад:

- Пак папир-20 комада;
- Фломастери у боји-6 паковања;
- Рис папира (за штампани материјал који ће се поделити учесницима радионице);
- Селотејп;
- Припремљени прилози за учеснике;
- Компјутер и пројектор.

ЗАХВАЛНИЦА

Аутори се захваљују др Мирјани Поповић Божић, научном саветнику Института за физику у Београду и Татјани Илић-Марковић, педагогу ОШ "Ђорђе Крстић" за помоћ и подршку у току писања овог рада.

ЛИТЕРАТУРА

1. <http://www.zuov.gov.rs/>
2. Распоповић, М. О., *Методика наставе физике*, Београд: Завод за уџбенике, 2013.

Изабрани огледи у настави физике

Милан С. Ковачевић¹, Бранислав Јовановић²

¹Институт за физику, ПМФ Крагујевац

²Министарство просвете, науке и технолошког развоја, Београд

Апстракт. У време Лавазије¹ било је научника који су веровали да је вода основни елемент и да се не може разложити. Било је и научника који су веровали да се може претворити у земљу, што су доказивали огледима. Лавазије је показао да су огледи без прецизног мерења безвредни. Данас се сматра да су у многим областима стекли статус незаменљивог истраживачког средства, а и наставног.

УВОД

“Мрско ми је то што ме само учи, а не развија или не оживљава моју делатност.”
J. В. Гете

Настава се и данас сматра основним и скоро јединим катализатором учења у школама. Од времена наглог оснивања школа, у контексту друштвених промена које имплицирају измене захтева школама, школа се адаптира, опстајући и у данашњем времену као „поуздано“ средство за постизање образовних и васпитних циљева и задатака, скоро без алтернатива.

На наставу физике се пресликава сва комплексност учења и овладавања знањем о природи. Од метода теоријског и експерименталног истраживања до филозофских импликација физичких теорија, постулата и појмова. Савремене педагошке и психолошке препоруке као основа за креирање наставе воде остваривању формалних, пребројивих задатака и циљева. Остваривање наставе физике у школама постаје рутински посао без изазова.

„Креативнија“ настава претпоставља више слободе и ризика, у и ван разних стандардизованих оквира, чија је основна сврха да се унифицира мерење њеног „квалитета“. За наставу као контекст учења физике полазне претпоставке обухватају филозофска схватања и улогу физике у свету. Ако је позната улога и значај експеримента у физици, као и код других природних наука, треба га адекватно уважити при обликовању наставе физике. Експеримент, као средство дијалога човека и природе, има свој допринос при проучавању основних појмова и теорија у физици у школама. Ако се физички концепти и методе поштују и примењују и у настави физике, и експериментисање са наставом физике у целини треба да је уобичајена наставна пракса.

¹Antonie Laurent Lavoisier (1743-1794), француски хемичар. Оборио је флогистонску теорију 1775., доказавши да је повећање тежине оксидисане супстанце последица њеног сједињавања с кисеоником (доказао да је вода једињење водоника и кисеоника). Убијен је у току француске револуције.

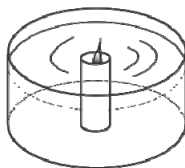
О ОГЛЕДИМА, ПОДЕСНИМ ЗА НАСТАВУ ФИЗИКЕ

Огледи за наставу су изабрани према критеријумима:

- Илустративност за одговарајуће природне појаве
- Једноставност извођења
- Доступност опреме потребне за реализацију
- Фреквентност употребе у настави физике.

Пламен у тунелу

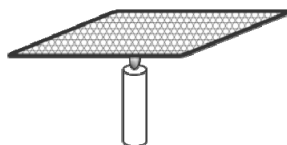
Ако се запали фитиљ свеће он гори, восак око фитиља се топи и свећа скраћује. Међутим, шта се дешава када се свећа прво стави у посуду с незапаљивом течношћу, а после запали фитиљ? Пламен се гаси када свећа догори до нивоа течности (рецимо, воде) или наставља да гори до краја (обликујући тунел у води)? Колико на исход утиче топлотна проводљивост течности?



СЛИКА 1. Свећа која гори у посуду с водом.

Сито и пламен

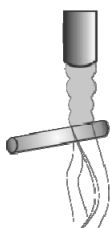
Добра топлотна проводљивост гвожђа (на температури 25°C је $79,5 \text{ W/(m}\cdot\text{K)}$) може се демонстрирати помоћу кухињског металног сита и пламена свеће. Променом висине мрежице долази до промена облика пламена. Да ли пламен пролази кроз мрежицу када се мрежица спусти до пламена? Шта се дешава када је мрежица од материјала мање топлотне проводљивости?



СЛИКА 2. Свећа која гори и мрежица.

Водени млаз или низ капљица

Када се испод танког млаза воде постави хоризонтално прст руке или штап, млаз се дели на два дела. Ако се штап лагано подиже према славини, млаз воде изнад штапа се наравно скраћује, а његова дебљина повећава. Уствари, тај део воденог млаза се структурира. Када је дужина млаза изнад штапа 1-2 cm, у њему се може назрети низ водених капљица.



СЛИКА 3. Млаз воде као низ капљица.

Рам и сапуница-апаратура за демонстрацију површинског напона

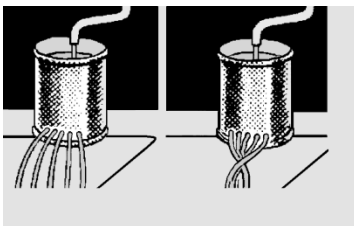
Рам са сапуницом је оглед који се често среће у уџбеницима при објашњавању појаве површинског напона. Међутим, иако једноставан ретко се изводи у настави. Штап треба да је што мање масе, ради лакшег померања дуж рама.



СЛИКА 4. Рам са опном од сапунице и штапом.

Чвор водених млазница

При дну конзерве направљено је неколико отвора, рецимо 5 отвора ширине по 3 mm, на узајамном растојању 6 mm. Када се конзерва напуни водом из отвора истиче вода у независним млазевима. Међутим, ако се преко отвора превуче, рецимо, прст руке, млазеви се „везују“ у чвор.

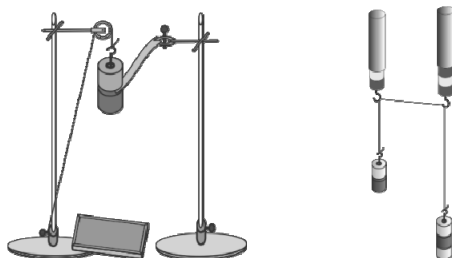


СЛИКА 5. Конзерве са отворима из којих истиче вода.

Установљавање бестежинског стања при слободном паду тела

Можда је и најједноставнији оглед за демонстрацију бестежинског стања при слободном паду, оглед с теговима и папирном траком. Два теге, један изнад другог, од којих је доњи везан канапом, висе на висини, рецимо око 0,6m. Између тегова на задатој висини, се постави папирна трака, чији је други крајучвршћен, рецимо помоћу штапаљке на стативу. При лаганом спуштању тегова трака се кида, а при слободном паду тегова се извлачи и остаје цела.

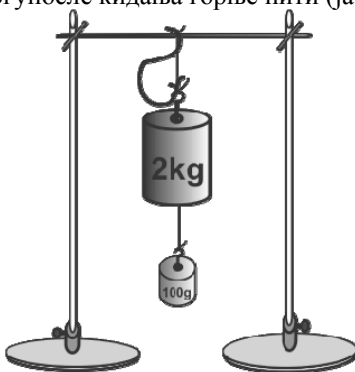
Помоћу мало сложенијег огледа, с два динамометра на стативима и два оптерећења (који могу бити састављени од више тегова) повезана канапом кога „држе“ динамометри, може се испитивати зависност силе затезања канапа (односно тежине тела) од убрзања с којим се тело креће.



СЛИКА 6. На левој страни су тегови с папирном траком између. На десној су два учвршћена динамометра са повезаним оптерећењима.

Маса и инерција

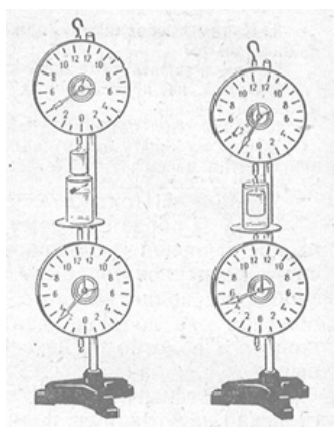
На П-раму окачен јео танку ниттег масе 2kg. Са доње стране тега се налази друга нит о коју је окачен знатно мањи тег, рецимо масе 100g. При постепеном повлачењу доњег тега кида се горња нит, а при наглom (трзају) доња. Добро је осигурати да горњи тег не падне на подлогу после кидања горње нити (јачим канапом).



СЛИКА 7. П-рам са окаченим теговима.

Демонстрација закона акције и реакције

Два динамометрасу причвршћена један изнад другог на истом стативу. На горњи тас доњег динамометрасе постави чаша с водом, а за куку горњег динамометра окачи један тег (тег треба касније да се стави у чашу). Казаљка горњег динамометра показује тежину тега. Када се тег урони у чашу с водом на доњем динамометру, показивања казаљки оба динамометра се мењају, у складу са законом акције и реакције.



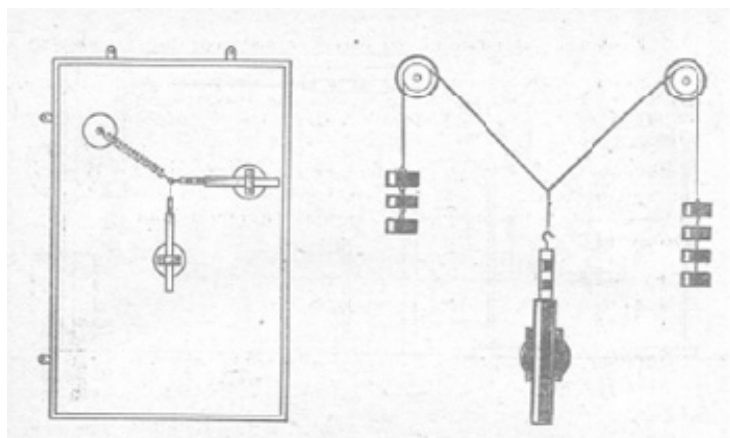
СЛИКА 8. Динамометри на стативу, с тегом и чашом воде.

Сабирање вектора

Метална табла и динамометри с магнетима су релативно погодни за демонстрацију правила сабирања вектора, рецимо на примеру сабирања неколинеарних сила. Оглед треба да покаже, да се вредност резултанте, R збира нормалних сила, F_1 и F_2 , може израчунати помоћу Питагорине теореме:

$$R = \sqrt{F_1^2 + F_2^2}$$

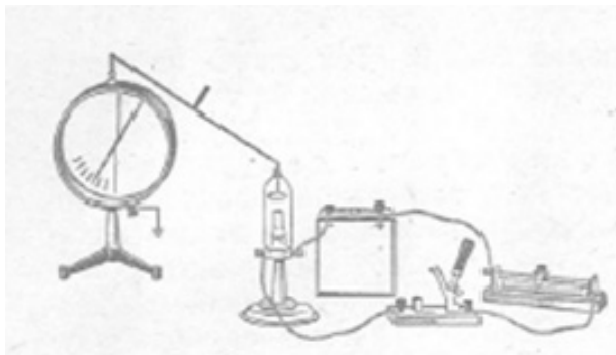
Оглед се може реализовати на више начина, различитим комбинацијама динамометара, тегова, опруга и др.



СЛИКА 9. Две варијанте одређивања резултанте збира нормалних сила.

Термоелектронска емисија

Помоћу демонстрационе диоде може се показати појава термоелектронске емисије. Један од начина је да се прво наелектрише позитивно анода, а то покаже помоћу електрометра. После затварања електричног кола са грејачем катоде, док се електрична струја појачава (до усијања катоде), електрометар ће показивати да се наелектрисање аноде смањује.



СЛИКА 10. Електрично коло са акумулатором, реостатом, анодом, електрометром и прекидачем, за демонстрацију термоелектронске емисије.

Адаптација вишефронталне наставе

Вишефронтални облик наставе Петра Савића иако обелодањен 1932. је по многим елементима:

- о максимално заступљена самосталност ученика
- о ученик је носилац свих догађаја и процеса у одељењу
- о нема слабих оцена
- о објективност оцењивања
- о перспективност оцењивања, оцена(знање) се увек може унапредити
- о трајност, утемељеност и заокруженост знања
- о континуитет учења
- о развој одговорности-управљање сопственим учењем
- о овладавање самоучењем и самодисциплином и др.

испред наставне праксе данас.

У међувремену су се појавили и поједини нови захтеви, у духу савременог схватања света (социјални аспект,...).

Уколико, у складу с поставкама вишефронталне наставе, сваки ученик учи самостално, својим темпом, за сваког ученика посебно треба обезбедити све што је неопходно за савладавање сваке од планираних тема, односно наставних јединица. То би, у општем случају, могло да значи: посебне материјале, задатке, експерименте и сл. у тачно одређено време које одговара сваком ученику појединачно. Дакле, наставник, односно школа, у општем случају би имала веома сложен и обиман задатак да правовремено излази у сусрет потребама сваког ученика.

Други проблем који се јавља код потпуно самосталног учења сваког ученика су последице њихове изражене индивидуалности у раду. То се не може ублажити појачаним учешћем свих ученика при проверама наученог, њиховим излагањима и сл. јер свако од ученика би се бавио „својим“ актуелним садржајима. Дакле, не би било услова за општу размену знања, дискусију о проблемима и појединим темама. Сва размена знања би „пала“ на терет наставника, који би, грубо речено, био у улози средства за верификовање квалитета знања.

Компромис којим се превазилазе ови проблеми би могао да буде на рачун самосталности учења, у коришћењу тимског учења.

Дакле, материјали, огледи, задаци и др. би били припремани за неколико група ученика. Разменом и дискусијама ученика у оквиру група се обезбеђују услови за постизање образовних циљева у социјалној области (комуникација, сарадња, тимски рад и др.), а задаци школе редукују на прихватљивији обим и ниво.

Будућност огледа у настави физике 2050-те

Технолошки напредак који се догодио у протеклих неколико деценија имао је огроман утицај на опрему за експерименте у школама. Проналазак транзистора и полупроводника на бази електронских уређаја као што су рачунар донео је драматичне промене у лабораторијске технологије. Сличан научно-технолошки развој ће свакако и даље бити у будућности. Као и у прошлости, ово ће довести до промене апарата и других ресурса за експерименте који ће бити на располагању наставницима. Шта ће бити будућност коришћења експеримената када је реч о предавању физике у 2050тој? Чланови дискусионе групе (GIREP², Љубљана 2005) деле своје визије у погледу са технолошким развојем и коришћењем и доступношћу старих и нових „алата“ (филмови, ДВД, www, удаљене лабораторије за учење објекте са даљинском контролом експеримената, научни центри и сл.). Дакле,

- 1) Огледи ће наставити да имају централну улогу у учењу физике, међутим, више ће бити базирани на употреби рачунара. Компјутеризовани огледи ће омогућити укључивање и трења и многих других ефеката у једноставним демонстрацијама.
- 2) Огледи ће увек бити потребни да мотивишу ученике.
- 3) Ако пренесете ваш ентузијазам о коришћењу огледа на нове наставнике, огледи ће остати кључни елемент у учењу физике. Дакле, огледи ће остати исти, иако ће се ресурси и материјали који се користе за огледе променити.
- 4) Једноставни огледи ће увек имати своје место у учењу физике.
- 5) Наставници ће остати значајна карика у учењу физике. Резултат учења који проистиче из огледа зависи од три фактора: ентузијазам наставника, спретност наставника и искуства наставника.
- 6) Ми ћемо наставити да користимо сва расположива наставна средства за учење физике, укључујући и нове технологије. Проблеми у вези са учењем физике се неће променити, без обзира на то како ће се променити наставна средства.
- 7) Циљ наставе физике ће и даље бити исти: развој вештина и критичког мишљења.

² “Groupe International de Recherche sur l’Enseignement de la Physique” (“International Research Group on Physics Teaching”) <http://www.girep.org/>.

ЗАКЉУЧАК

Услед просторно временских ограничења описано је 11 (10+1) огледа. Наравно о појединим огледима је занимљивије разговарати него писати, а већину је занимљивије извести. О значају школског експеримента из физике у образовању младих довољно говори једна кинеска изрека: “I hear and I forget, I see and I remember, I do and I understand, I do with self-build apparatus and I never forget” .

ЛИТЕРАТУРА

1. Марголис, А. А., Перфентьева Н. Е. и Иванова, Л. А., *Практикум по школьному физическому эксперименту*, Москва: Просвещение, 1977, стр.117-120.
2. Kraftmakher Y., *Experiments and Demonstrations in Physics*, London: WorldScientific, 2007.
3. Гиреп организација <http://www.girep.org/>
4. Покровски А. А., *Демонстрационный эксперимент по физике в средней школе, часть 1,2*, Москва: Просвещение, 1979.

Интерактивна настава у учионици и изван ње

Сања Булат¹, Љиљана Иванчевић², Татјана Марковић-Топаловић³, Јовица Милисављевић⁴, Мирјана Поповић - Божић⁵, Горан Стојићевић⁶, Биљана Стојичић⁷

¹ОШ Бранислав Нушић, Београд; ²ОШ Ђорђе Крстић, Београд; ³Медицинска школа, Шабац; ⁴Математичка гимназија, Београд; ⁵Институт за физику, Београд; ⁶Центар за стручно усавршавање, Шабац; ⁷Земунска гимназија, Земун

Апстракт. Учесници радионице ће извести експерименте са апаратурама које су изграђене или набављене у оквиру пројекта «Подстицајна околина за учење природних наука – школа као 3Д уџбеник» и користе се у школама и образовним установама које су учесници овога пројекта. Заједно са руководиоцима радионице учесници ће сагледати како се ове апаратуре могу користити у интерактивној настави у којој се користи кооперативно учење као и сарадња наставника више предмета, физике, математике, историје, књижевности, техничког образовања... –

УВОД

Ово ће бити трећа радионица на Републичким семинарима о настави физике коју реализују сарадници на пројекту „Подстицајна околина за учење природних наука” (ПОКО) [1,2]. О настанку, развоју и школама/установама које су носиоци и учесници пројекта одржана су предавања на Републичком семинару 2013. [3] и на међународним скуповима у Љубљани [4] и у Београду [5]. Чланак објављен у часопису *Europhysics News* [6] садржи фотографије и описе инсталација које су постављене у оквиру пројекта ПОКО у Математичкој гимназији у Београду, Центру за стручно усавршавање наставника у Шапцу и ОШ Ђорђе Крстић. Штампана и е-медији посвећују доста пажње развоју овога пројекта, а линкови на многобројне чланке и емисије су дати на Веб сајту пројекта [7].

Фотографија поучне фонтане (слика 1) је објављена у [6] и репродукована у чланку аутора Е. Guyon and М. Y. Guyon [8]. Следеће запажање ових аутора је веома стимулативно за нас: „Водене фонтане са млазевима се непрестано граде и представљају омиљену актракцију за грађане, али, авај, веома ретко се повезују са научним знањем, за разлику од Торичелијеве фонтане на слици 1.” (превод)

ПРОШИРЕЊЕ ПАРКА НАУКЕ У ШАПЦУ КРОЗ САРАДЊУ НАСТАВНИКА ПРИРОДНИХ НАУКА

Већ четврту годину у Шапцу се 26. марта иновира и проширује Парк науке. Ове године, са значајно мање средстава, Парк је допуњен инсталацијама које нису везане само за наставу физике. Укључивањем наставника свих природних наука у граду, постављен је Периодни систем елемената на фасади зграде, затим летња учионица са мотивом графенске шестоугаоне мреже, велики шах на отвореном, два

планетарна модела атома (пасивни и активни), златна спирала, као мотив златног пресека и Фибоначијевог низа, Питагорина теорема са преливним судовима, апаратура за демонстрацију закона одржања момента импулса, велики жичани модел пирамиде са видиковцем и низ оптичких илузија које се тичу пре свега кривљења простора и недостатака људског ока. У току радионице биће приказан снимак демонстрације закона одржања момента импулса на поменутој апаратури, која је веома омиљена међу ученицима.

Избор ових инсталација се одвијао кроз одличан вид сарадње са наставницима природних предмета (биологија, хемија, математика, физика) али и уз компромисе са интересовањима како учитеља и васпитача, тако и деце на предшколском и школском нивоу образовања.



СЛИКА 1. Фонтана у Центру за стручно усавршавање запослених у образовању (ЦСУ) у Шапцу, Србија јасно показује млаз параболичног облика, што је открио Торичели. Показује такође нешто сасвим неочекивано, да највећи домет има млаз који полази из отвора на половини висине стуба а да два млаза из отвора подједнако удаљених на горе и доле од средњег имају исти, али мањи домет. Објашњења су дата на панелу поред фонтане. [8] (превод)

Следећи велики посао који чека ауторе Парка, јесте развој стратегије коришћења Парка у настави. Идеја је да се најпре на акредитованом семинару наставници инспиришу и едукују да користе ове инсталације, као и да уведу изванредан број часова активне наставе која ће се заснивати на наставним средствима у Парку науке. Друго, планира се обележавање значајних датума и годишњица, као што су Дан науке, Светски дан вода, Светски дан планете Земље, енергијских извора, итд. Парк науке ће бити идеално место за активности којима ће ученици, наставници и јавност у Шапцу и околини учествовати у обележавању 2015. Године коју су

Уједињене нације прогласиле за Светску годину светлости и технологија заснованих на светлости. Трећи део ове стратегије јесте ширење идеје Школе као тродимезионалног уџбеника, тако што ће се наставити размена стечених искустава о градњи и коришћењу инсталација у Парку науке у Шапцу и у школама и установама које учествују у пројекту ПОКО као и оних које ће се овоме пројекту придружити. Крајњи циљ је да школске зграде и школска дворишта постану проширене лабораторије на отвореном.

ПАРАБОЛИЧНО ОГЛЕДАЛО КАО ЕЛЕМЕНТ ЗА ПОВЕЗИВАЊЕ НАСТАВЕ МАТЕМАТИКЕ, ФИЗИКЕ, АСТРОНОМИЈЕ, ТЕХНИЧКОГ И ФИЗИЧКОГ

Обзиром да се квадратна функција и парабола детаљно проучавају у оквиру математике, а да се параболочно огледало широко користи у науци и техници, као што је описано у [3], било би веома корисно и погодно да се параболочно огледало искористи за повезивање наставе из предмета наведених у наслову овога одељка. Током ове радионице биће изложене идеје и могућности да се такво повезивање оствари.

Наставницима математике ће се предложити да формулишу ученицима задатке кроз које ће доказати драгоцено својство параболе да упадни зраци паралелни оси параболочног огледала после одбијања пролазе кроз једну тачку-жижу. Обрнуто, зраци који полазе из жиже после одбијања се простиру паралелно оси огледала.

Веома атрактиван инструмент, 3-Д мираскоп, користи управо то стојство параболочног огледала да формира тродимензионалну слику предмета који се налази у темену једног од два идентична параболична огледала, који су постављени једно наспрам другог [3]. Једно од та два огледала има отвор на темену. Овај инструмент је идеалан за наставу о параболичном огледалу а користиће се и у току ове радионице.

Мираскоп је сличан популарној инсталацији која се састоји од пара звучних параболичних огледала, с тим што су звучна огледала радвојена а у мираскопу су оптичка огледала приљубљена.

Сателитске антене су у облику параболичних огледала. Колектори сунчеве енергије све чешће имају облик параболичних огледала, те то треба да буде тема у оквиру предавања о обновљивим изворима енергије. Олимпијска бакља се пали помоћу сунчеве светлости скупљене у фокус параболочног огледала, па се паљење бакље може увести и као пракса у школама на почетку спортских такмичења.

Телескопи се граде у виду огромних параболичних огледала. Развој астрономске интерферометрије и радиоастрономије је заснован на коришћењу параболичних огледала.

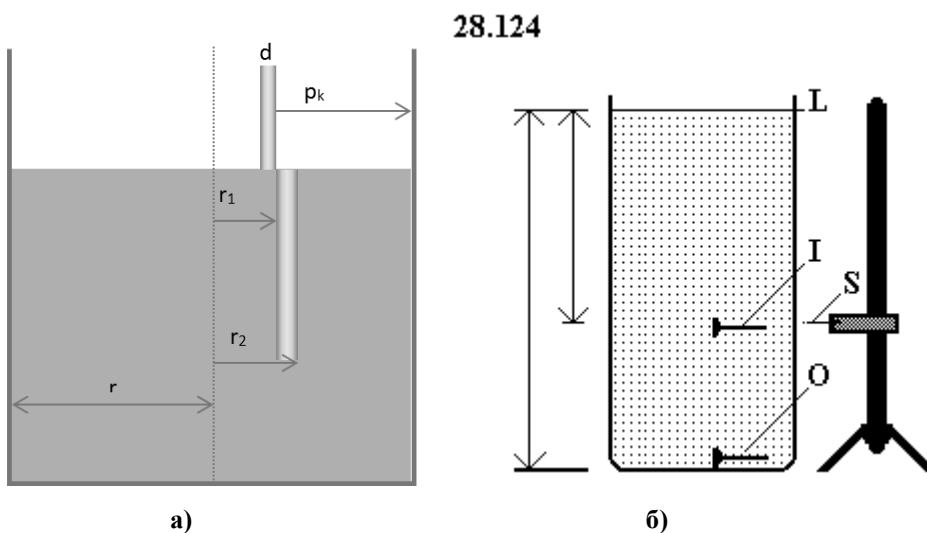
ЗАШТО И КАДА ДОЊИ ДЕО ВЕРТИКАЛНОГ ШТАПА У ЦИЛИНДРИЧНОЈ ПОСУДИ СА ТЕЧНОШЋУ ПОСТАЈЕ НЕВИДЉИВ?

Када се вертикалан штап заронен у течност у цилиндричној посуди помера дуж полупречника који је нормалан на правац који спаја центар посуде и посматрача,

уочавају се интересантне појаве. Чим се помери из центра посуде посматрач види штап као да је преломљен. У једном тренутку десна ивица дела штапа изнад течности лежи у истом правцу у коме лежи лева ивица слике штапа унутар течности (слика 2). На растојањима већим од тог карактеристичног растојања, доњи и горњи део штапа су раздвојени и са удаљавањем штапа од центра доњи део штапа се све више „удаљава“ од горњег дела. На извесном растојању штапа од центра доњи део нестаје из видног поља, и тако остаје са померањем штапа до зида суда.

Учесници радионице треба да размисле и покушају да одговоре на питање зашто и када доњи део штапа постаје невидљив. Детаљно теоријско објашњење ове појаве дато је у чланку [9]. Ту је показано да су растојање l lika веома танког штапа и растојање x штапа од центра повезани релацијом, $l = nx$ под условом да је $x/r \ll 1$, тј. да је штап близу центра. Применимо ову релацију на леву и десну ивицу дебелог штапа у положају приказаном на слици 2а:

$$r_1 = n(r - p_k - d), \quad r_2 = nr_1 \quad (1)$$



СЛИКА 2. Скице два експеримента за мерење индекса преламања течности. а) Скица опажаја, у експерименту са вертикалним штапом у цилиндричној посуди са течношћу, када десна ивица дела штапа ван течности и лева ивица слике штапа у оку посматрача леже дуж исте праве. Гледа се са стране. б) Скице експеримента у коме се одређује привидна дубина предмета (ексера) који се налази на дну посуде. Гледа се од горе.

Узевши у обзир да је $r = r_1 + p_k$, добијамо релацију:

$$n = \frac{r - p_k}{r - p_k - d} \quad (2)$$

Мерењем карактеристичног растојања p_k и знајући полупречник суда r и пречник штапа d , из релације (2) се израчунава индекс преламања течности у суду.

Алтернативан експеримент, у коме се такође одређује индекс преламања течности, приказан је на слици 26 [10]. У овоме експерименту се мери висина $\overline{OI}$ на којој се налази лик предмета (ексера) који се налази на дну суда, тј. на дубини $\overline{OL}$. Индекс преламања је дат једноставном релацијом $n = \overline{OL} / \overline{OI}$.

ЕРСТЕДОВИ И ФАРАДЕЈЕВИ ОГЛЕДИ КАО ДЕО БАЈКЕ О ЕЛЕКТРИЦИТЕТУ

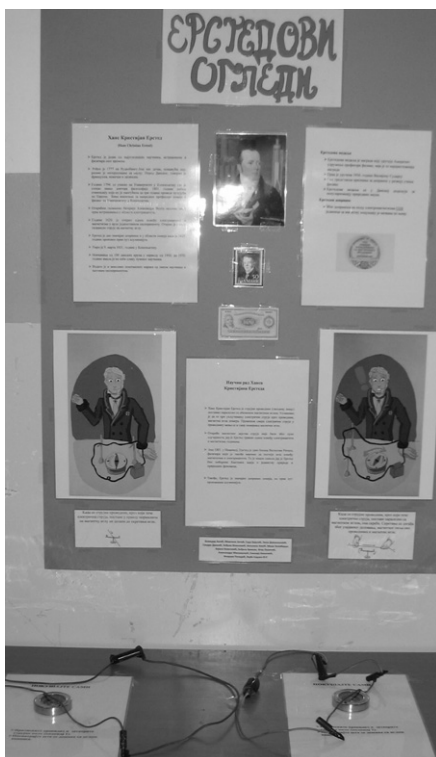
У обиљу примера из праксе издвајају се неки огледи који плене својом једноставношћу, лепотом и изнад свега важношћу за развој физике. Овом приликом биће речи о Ерстедовим и Фарадејевим огледима, који имају све наведене квалитете. Корисно је да знамо шта је о њиховом значају написао Никола Тесла у чланку „Чудесни свет кога ће створити електрицитет“ [11].

„... Следећих четрдесет година је донело још веће плодове. Ерстед је учинио значајан напредак показавши скретање магнетне игле помоћу електричне струје, Араго је направио електро+магнет, Зибек је направио термо-елемент а 1831, као круна свих достигнућа, Фарадеј је објавио да је добио електрицитет помоћу магнета, и тако открио принцип те чудесне машине- динамо машине, и инаугурисао нову еру и у научним истраживањима и у практичним применама. Од тога тренутка, изуми непроцењиве вредности следели су један за другим невероватном брзином. Телеграф, телефон, фонограф и инкандесцентна сијалица, индукциони мотор, осцилаторни трансформатор, Рендгенови зраци, радијум, бежични пренос и многобројна друга револуционарна достигнућа су остварена и сви услови егзистенције су суштински измењени. Током следеће осамдесет четири године које су од тада прошле, суптилни агенти који бораве у ћилибару и магнетиту су претворени у киклопске силе које окрећу точкове људског прогреса још већом брзином, Дакле, то је укратко бајка о електрицитету од Талеса до наших дана. Немогуће се десило, остварено је више него што је ико могао да замисли и зачуђени свет се пита „Шта је следеће на реду?“ (превод).

На темељима Ерстедових и Фарадејевих открића развија се класична теорија електромагнетизма, коју математички обликује Максвел, а Херц експериментално потврђује открићем електромагнетних таласа.

За извођење Ерстедових огледа у школским условима потребна су минимална средства (батерија, каблови, компас, прекидач) [12,13]. Један од начина на који је то могуће урадити показује пример из Земунске гимназије. Оглед смо поставили у ходнику школе. Жеља нам је била да заинтересујемо ученике свих узраста. Поставку је пратио пано са освртом на дело Х. К. Ерстеда и резултате огледа, који је рад ученика. Ученици су слободно прилазили и пратећи упутства изводили огледе.

На клупама су стајала два струјна кола у којима се уочавају супротни резултати у зависности како је проводник постављен у односу на иглу компаса.



СЛИКА 3. Изглед паноа и поставке Ерстедових огледа у Земунској гимназији.

Ово је један од начина да се исприча бајка о електрицитету. Планирамо да на овај начин прикажемо и друге значајне огледе из електромагнетизма. Наравно, све је ово могуће извести и у учионици уз одговарајућу наставну јединицу. Због приступачности и једноставности може се направити више комплекта, тако да ученици сами могу да изведу огледе.

Фарадејеви огледи се такође могу једноставно извести. Потребни су амперметар, каблови, батерија и магнет [12,13]. Могу се образовати два кола, једно са калемом, батеријом и прекидачем, а друго са калемом и амперметром. Промена струје у првом, изазива индуковање струје у другом колу. Други оглед је могуће извести уз помоћ калема, амперметра и магнета. Увлачењем сталног магнета у калема индукује се струја у калему што региструје амперметар. При извлачењу магнета индукује се струја супротног смера.

Оно што је посебно привлачно код ових огледа је да, поред тога што су врло једноставни, отварају велике могућности за анализу. Када се изводе у настави било као демонстарција или за индивидуални или групни рад ученика, неопходно је да их прати низ питања, који би требало да наведе ученике на размишљање о појавама. То у крајњој линији доводи до дубљег разумевања појава.

Активности у оквиру радионице су усмерене на два задатка. Један је да на основу понуђених поставки наставници осмисле сценарио часа у коме би могли да их искористе. Други задатак би се односио на упознавање са начином израде и поставке огледа. Циљ свих активности је да се наставници охрабре за један активнији приступ наставном процесу. Учесници ПОКО пројекта управо теже томе да, кроз све активности у којима учествују, постигну интерактивни карактер наставе.

УЧЕНИЧКИ ПРОЈЕКТ У МАТЕМАТИЧКОЈ ГИМНАЗИЈИ: КОРЕЛАЦИЈА ШИРИНЕ ГОДОВА И МЕТЕОРОЛОШКИХ ПАРАМЕТАРА

Самостални ученички радови су изузетна прилика да ученици практично примене теоријска знања стечена на часовима. Ученици увиђају неопходност примене теоријског знања из разних предмета при решавању реалног проблема (мултидисциплинарност је неопходна у реалном свету, изолована теоријска знања имају малу практичну вредност). У току рада на пројекту ученици су подељени у тимове, тимови обрађују детаљније различите области у оквиру теме, па се васпитни циљ целог пројекта спонтано намеће, а то је неопходност сарадње унутар тима и сарадње између тимова. У току рада на пројекту ученици уче да сарађују и да за то примењују могућности савремених технологија (Интернет, простори на Интернету, истраживања и рад ван школског простора...).

Пројекте је могуће усмерити ка креирању окружења које стимулативно делује на изучавање природних наука. Један од пројеката реализованих у Математичкој гимназији био је „Глобално загревање, локални докази“. Током школске 2008/2009. професори Математичке гимназије Душа Вуковић, Жељко Лежаја и Јовица Милисављевић реализовали су овај пројекат са ученицима, тада првог разреда.

Дендроклиматологија је научни метод који омогућује да се једноставним изучавањем пресека дрвета реконструише клима [14-17]. Овај метод је изразито мултидисциплинаран. Потребна су знања из више научних области: географије, физике, биологије, математике, информатике... Најчешће се изучава ширина година (годишњег прираста) дрвета [15,16]. На годишњи прираст утиче више фактора. Неки од њих су везани за саму природу дрвећа (тима се бави биологија). На радијални раст дрвећа утичу и спољашњи фактори, највише климатски – количина падавина и температура. Ови фактори су предмет проучавања географије. Мерење вредности физичких величина је предмет проучавања физике. У овом случају се мери растојање, односно ширина година. Подаци добијени мерењем морају да се статистички обраде. За то се користе одговарајући софтверски алати [18], чиме се бави информатика и рачунарство.

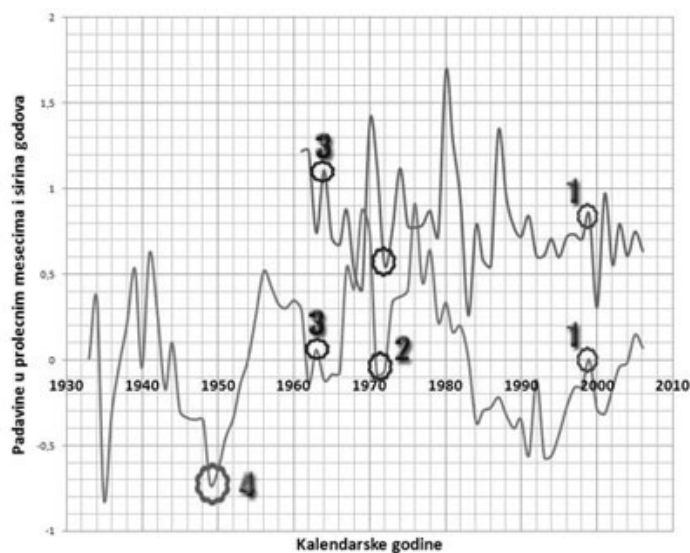
Дендроклиматологија се не изучава у средњим школама, међутим сви потребни елементи се изучавају током редовног школовања углавном у првом разреду. Зато сматрамо да је ово јако добар начин да ученици стекну нова знања предвиђена наставним планом и програмом из информатике, физике, биологије и географија. Рад ученика се презентује, а материјали коришћени током израде пројекта остају у школи. На слици 4 је део пања коришћеног током израде пројекта.

Током радионице на семинару учесници би мерили ширину година помоћу специјализованог софтвера [18] чија употреба је изузетно једноставна. Податке би



СЛИКА 4. Пресек храстовог дрвета чије ширине година су мерене. Сада је трајно смештен у кабинету биологије Математичке гимназије.

обрађивали у познатој апликацији, Мајкрософтовом Ексел-у, и упоређивали би их са подацима добијеним од Хидрометеоролошког завода. Резултат обраде података дат је на слици 5.



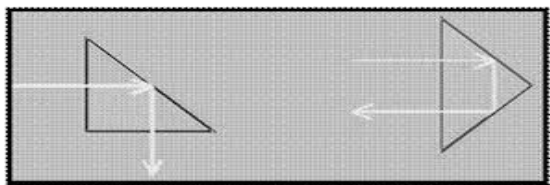
СЛИКА 5. Резултати обраде података – корелација између падавина (доњи график) у пролећним месецима и ширине година (горњи график). Тачке са графика 1. Киша у пролеће 1999. 2. Сушна 1972. Кишно пролеће 1963. 4. Екстремна суша у пролеће 1949.

ЈЕДНОСТАВНЕ ИНСТАЛАЦИЈЕ ЗА ДЕМОНСТРАЦИЈУ ОПТИЧКИХ ПОЈАВА

“Интерактивна настава” заснива се на успостављању везе између три основне компоненте: **шта се учи, зашто се учи и како се учи**. Демонстрацијом појава чије објашњење ће ученику помоћи да разуме појаве са којима се среће у свакодневном животу доприноси смислу и сврсисходности учења физике. Добијањем одговора **зашто нешто учи** подиже се код ученика унутрашња мотивацију за учење.

Уколико наставник покуша да објасни појаву тоталне рефлексije само цртежом на табли или готовом сликом, сигурно неће заинтересовати ученика. Прва асоцијација ће бити математика. Али врло једноставна инсталација, атрактиван ефекат заокупираће ученичку пажњу, чиме је остварен основни предуслов за учење па и разумевање појаве тоталне рефлексije. Узани стаклени акваријум (направљен код стаклорезца), слој воде и слој јестивог уља исте висине и ласер чине инсталацију. Да би појава била уочљивија слој воде се може обојити. Ласер се постави наспрам бочног зида акваријума. Пажљиво се помера, све дотле док преломљени зрак светлости не клизи по граничној површини вода-уље. Упадни зрак ласерског зрака дефинисати као гранични угао. Од ученика се може захтевати да размисли и одговори шта ће се десити ако се настави са повећањем упадног угла (проблем ситуација) или наставник може наставити са демонстрацијом уз објашњење.

Провођење светлости кроз оптичка влакна, промена смера упадне светлости коришћењем призме (делови оптичких инструмената) и „загонетна” фатаморгана су појаве које су последица тоталне рефлексije светлости. Како природа тако и савремена наука на овај начин ће сигурно ученику бити ближа.



СЛИКА 6. Примена тоталне рефлексije за скретање зрака светлости помоћу правоугле призме.

Да су огледала чудесна, да нас могу учинити дебелим или мршавим многи су имали прилике да провере. Оно што не успева савременој науци да „клонира” успевају два огледала. Предмет се постави између два огледала, број добијених ликова ће се умножавати-смањивањем угла између огледала. Објашњење појаве се може очекивати како од средњошколаца тако и од ученика осмог разреда после обраде одбијања светлости. Тајна мноштва ликова чаробне играчке каледоскопа објашњава се променом угла између сићушних огледалаца обртањем цеви.

ЛИТЕРАТУРА

1. Поповић-Божић, М., Слишко, Ј. и Марковић-Топаловић Т., „Подстицајна околина за активно учење природних наука“, *Зборник Републичког семинара о настави физике*, Врање, 2011, Београд: Друштво физичара Србије, 2011, стр. 81-92
2. Воларов, Ј., Иванчевић, Љ., Цуцић, Д., Марковић-Топаловић, Т., Панић, Б., Поповић-Божић, М., Савић, И., Слишко, Ј. и Стојићевећ, Г., „Подстицајна околина за учење природних наука“, *ЗБОРНИК предавања... са XXX републичког семинара о настави физике*, Београд: Друштво физичара Србије, 2012, стр. 75-82
3. Поповић-Божић, М., Иванчевић, Љ., Марковић-Топаловић, Т. и Стојићевећ, Г., „Проширење физичке лабораторије у цео школски простор“, *ЗБОРНИК предавања... са XXXI републичког семинара о настави физике*, Београд: Друштво физичара Србије, 2013,
4. Božić, M., Cusić, D., Ivančević, Lj., Marković-Topalović, T., Sliško, J., Stojićević, G. and J. Volarov, J., „School as a 3D lecture book of natural sciences“, *Book of abstracts SEEMPE 2012, 1st South-Eastern European Meeting on Physics Education*, Ljubljana, September: Faculty of Education, University of Ljubljana, 2012. <http://www2.pef.uni-lj.si/SEEMPE/>
5. Marković-Topalović, T., Stojićević, G., Popović-Božić, M., „The Science Park in Šabac“, *Book of abstracts ISDET 2013: Improvements in subject didactics and education of teachers*, Belgrade: SASA, 2013. <http://www.sanu.ac.rs/English/Odbor-obrazovanje/ISDET.asp>
6. Božić, M., Inspiring learning environment: The school as a three-dimensional textbook, *Europhysics News*, **44** (2) 22-26 (2013)
7. <http://www.poko.ipb.ac.rs>
8. Guyon, E. and Guyon, M. Y., „Taking Fluid Mechanics to the General Public“, *Annu. Rev. Fluid Mech.* **46**, 1–22 (2014)
9. Davidović, M., Božić, M., Sliško, J., Gajić, R. and Dragović, M., „Image positions of a vertical rod in a liquid-filled cylindrical container“, *Eur. J. Phys.* **35** (2014) 025011 (14pp)
10. http://www.uq.edu.au/School_Science_Lessons/UNPhysics1a.html#4.1_23
11. Tesla, N., „The wonder world to be created by electricity“, *Manufacture's Record*, September 9, 1915; <http://www.tfcbooks.com/tesla/1915-09-09.htm>
12. Lucenay Leon, G., *The Story of Electricity*, New York: 1983, Dover publications, Inc.
13. Purcell, E. M., *Electricity and magnetism*, *Berkeley physics course-volume 2*, 1965 Education Development Center, Inc.
14. <http://web.utk.edu/~grissino/> (Детаљне информације о дендроклиматологији).
15. <http://www.ncdc.noaa.gov/paleo/treering.html> (The International Tree-Ring Data Bank – детаљне информације, линкови и подаци из целог света. Ако мерења задовољавају захтеве, могуће их је публиковати и учинити доступним било ком дендроклиматологу).
16. <http://www.ltrr.arizona.edu/index.html> (Једна од лабораторија за истраживање година)
17. <http://www.ncdc.noaa.gov/paleo/paleo.html> (више о дендроклиматологији и другим методама за добијање података о клими кроз историју)
18. <http://www.southalabama.edu/physics/software/plotdigitizer.htm> (PlotDigitizer, софтвер за мерење ширине година)



УГЛЕДНИ ЧАС

Могућност експерименталне провере Хајзенбергове релације неодређености

Никола Гледић¹, др Мирко Нагл²

¹Техничка школа Шабац, ²Шабачка гимназија Шабац

Апстракт. Идеја за експерименталну проверу Хајзенбергове релације неодређености заснива се на појави дифракције и Кирхофове дифракционе једначине, таласно-материјалистичког дуализма, Де-Брољеве релације и Ајнштајнове Опште теорије релативности. Мерењем расподеле интензитета Фраунхоферове дифракције на отворима-прорезима различитих ширина и утврђивање неодређености импулса помоћу дифракционе једначине омогућава експерименталну проверу важења релације неодређености. GN048

ЕКСПЕРИМЕНТАЛНЕ ОСНОВЕ И МОТИВИ ЧАСА

Плодоносна сарадња са др Мајклом Мехлхорном (Michael Mehlhorn) и др Лудолфом Алвенслебеном (Ludolf v. Alvensleben), вођама пројеката за физику Немачке фирме RHYWE [8], резултирала је слањем експерименталних приручника и ЦД-ова. Како су оригиналне апаратуре биле скупе, искористили смо и пролагодили постојеће или направили нове по оригиналним шемама и упутствима из приручника које смо добили [9]. При томе су Мајкл и Лудолф одговарали на наше мејлове и саветовали како да настале проблеме превазиђемо. Успешно смо реализовали низ експеримената као што су: Дифракција на пукотини и оштрој ивици [11], Провера Бабинетове теореме [12], Одређивање специфичног наелектрисања електрона [13], Радерфордов експеримент [14], Потврда Ламбертовог закона [15] и др.

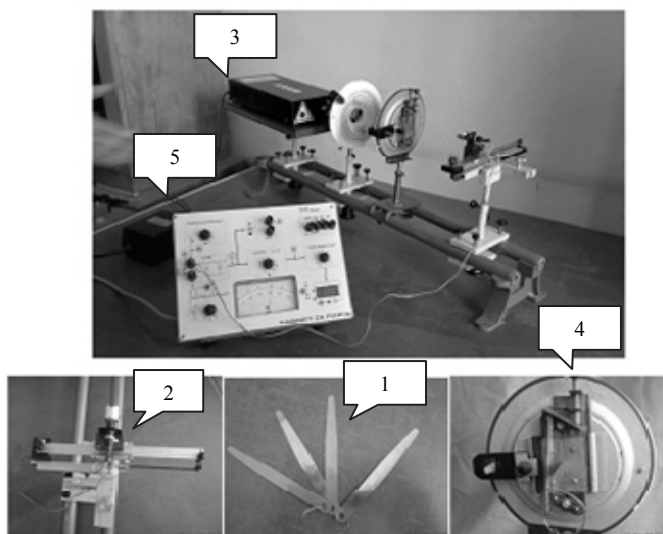
За овај угледни час одабрали смо експерименталну потврду Хајзенбергове релације неодређености [2] која налази упориште у опште познатој појави дифракције и Кирхофове дифракционе једначине, таласно-материјалистичког дуализма материје, Де-Брољеве релације као и Ајнштајнове опште теорије релативности. Де-Брољ је придодео таласна својства честицама, што су Девисон и Цермер доказали експериментом. Комптон је доказао честичну природу фотона, а Ајнштајн је у ОТП предвидео постојање гравитационе-тешке масе фотона. То је индиректно доказано Едингтоновим мерењем 1919. године утицаја Сунчеве гравитације на скретања светлости са звезда при проласку поред њега, затим мерењем гравитационог црвеног помака γ -фотона који потиче са Сунца 1960. године од стране Паунда и Ребке, феноменом гравитационих сочива и сличним експериментима [3]. Неулазећи у теоријска разматрања (јер нам то није циљ) полазимо од таласно-честичног дуализма како за „праве“ честице, тако и за фотоне. Ипак, кориговаћемо оригинални метод из RHYWE приручника [9,10] у делу када се фотон посматра као честица са масом и показати да и у том случају важи Хајзенбергова релација неодређености. То смо урадили мерењем расподеле

интензитета Фраунхоферове дифракције на прорезима-отворима различитих ширина (слика 1, објекат 4.) и одређивали неодређеност импулса помоћу дифракционе једначине што води ка експерименталној провери тачности Хајзенбергове релације неодређености [1,9,10]. Поред стандардне експерименталне поставке која се користи у експерименталном поступку, дате су и компоненте које се могу алтернативно користити за доказ, односно оно што свако од нас може да набави како би показао и доказао тачност релације неодређености. Конструкција било које експерименталне апаратуре, њено коришћење, односно примена у наставном процесу захтева одговарајуће знање физике али и осредњу техничку оспособљеност. У изради свих компоненти које се користе или које су коришћене учествовали су поред наставника практичне наставе и сами ученици. Из наведеног проистиче наша жеља и мотив да се велики труд и рад свих нас уочи и прикаже са циљем да подстакнемо остале колеге-наставнике да на исти или сличан начин успешно реализују експерименте.

ЕЛЕМЕНТИ И СКЛОПОВИ ЕКСПЕРИМЕНТАЛНЕ АПАРАТУРЕ

Прва експериментална апаратура

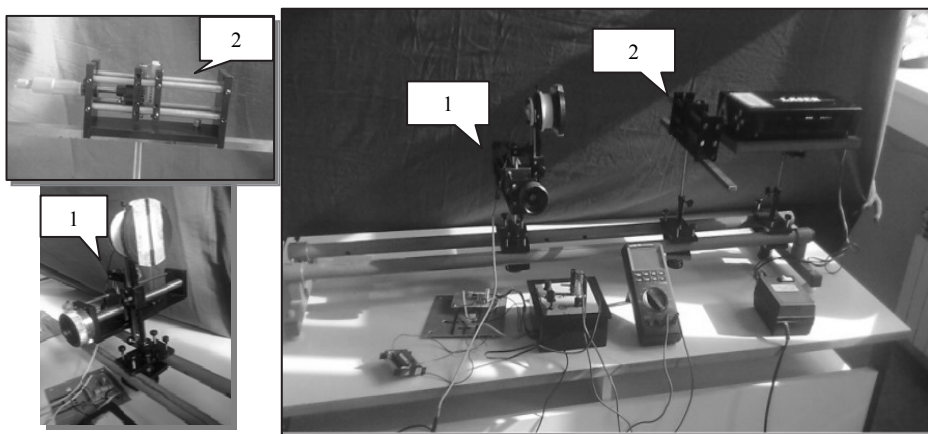
На слици 1. се виде елементи које смо користили на почетку експерименталног рада. Ово су делови који се обично налазе у кабинетима физике, а ако их нема, релативно лако се могу направити или пронаћи, јер су престали да се користе, тако да их можемо наћи на разним местима. Када то кажемо, пре свега мислимо на такозване „шпијуне“ односно плехиће (слика 1, објекат 1.), које су некад користили механичари за штеловање вентила мотора аутомобила. Кљунасто мерило (слика 1, објекат 2.) на чијем нонијусу је причвршћен фото-отпорник, детектује дифракционе максимуме и минимуме, што бележимо помоћу амперметра, мерећи струју (слика 1, објекат 5.), што обично поседују кабинети из физике. Ако немате He-Ne ласер (слика 1, објекат 3), можете користити диодни ласер који се може набавити у свакој кинеској продавници или га имају ваши ученици.



СЛИКА 1. Елементи прве експерименталне апаратуре

Садашња експериментална апаратура

Садашњи експериментални склоп који видите на слици 2, је много прецизнији и далеко тачнији од оне првобитног. Хоризонтални носач фото диоде (слика 2, објекат 1), за разлику од модификованог шублера са фото-отпорником има ход од 0,1 mm што пружа снимање расподеле интензитета дифракције веома тачно, буквално тачку по тачку.

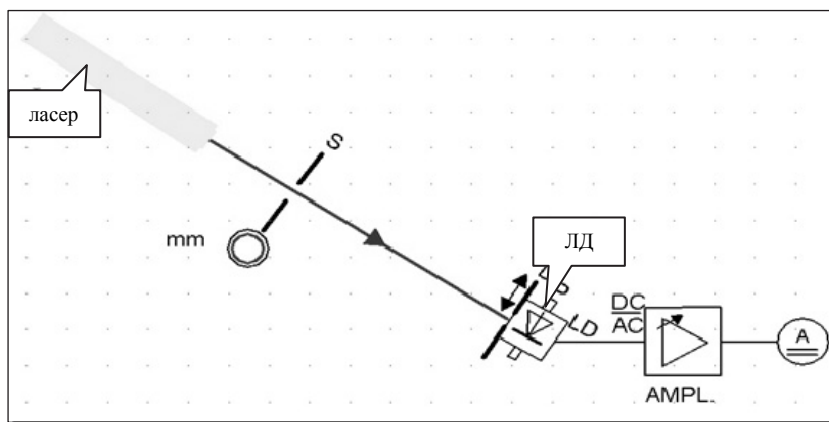


СЛИКА 2. Садашњи експериментални склоп

Експериментални принцип се заснива на мерењу интензитета Фраунхоферове дифракције на отвору различитих димензија (слика 2, објекат 2.) и рачунањем истих помоћу Кирхофове дифракционе једначине долазимо до фотонске дифракционе слике ласерске светлости [4,5]. Коришћењем ове једначине и њеном применом на Хајзенбергову релацију неодређености установљена је неодређеност импулса фотона.

ПОСТАВКА И ИЗВОЂЕЊЕ ЕКСПЕРИМЕНТА

Шема експерименталне поставке је приказана на слици 3 [9,10]. Ласерска светлост је усмерена на отвор S , чија је ширина веома тачно одређена помоћу микрометарског носача (слика 2., објекат 2) и тиме смо дефинисали неодређеност положаја фотона ласерске светлости. За једну ширину прореза сними се ширина главног максимума помоћу хоризонталног носача чији је корак $0,1 \text{ mm}$ (слика 2., објекат 1) и то се понавља за различите величине прореза. Дистрибуција интензитета дифракције мери се помоћу фотодиоде велике осетљивости (слика 3, ЛД),.



СЛИКА 3. Шематски приказ експерименталне поставке

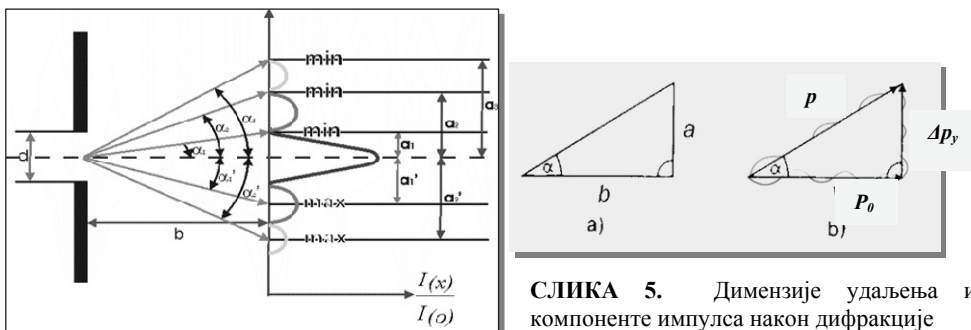
Хајзенбергов квантни принцип неодређености тврди да све канонске бројне величине, на пример, положај и импулс не могу се одредити истовремено и са истом тачношћу [6,7]. Посматрајмо групу фотона чија је вероватноћа налажења описана функцијом $f(y)$ и чији импулс описан функцијом $f(p)$. Неодређеност положаја и импулса дефинисана је преко стандардног одступања које произилази из једначине 1.:

$$\Delta y \cdot \Delta p \geq \frac{h}{4\pi} \dots (1) \quad \Delta y = d \dots (2)$$

(h је Планкова константа и износи $6,62 \times 10^{-34} \text{ J}\cdot\text{s}$). Једнакост ће бити проверена ако се променљиве Δy и Δp замене са природном расподелом интензитета дифракционе

слике из експерименталних мерења. За мноштво фотона који пролазе кроз отвор ширине d важи једнакост 2.

До проласка кроз прорез (пукотину) фотони имају компоненту импулса у правцу x -осе, p_0 , а после проласка кроз прорез скрећу и добијају компоненту p . Неодређеност компоненте импулса у правцу y -осе, Δp_y , дата је помоћу расподеле интензитета дифракције. За дефинисаност неодређености импулса фотона коришћен је први минимум (због велике вероватноће налажења, односно величине интензитета, а сама расподела интензитета дифракције је рађена на претходним часовима вежби са ученицима) и његов угао што се види на сликама 4. и 5а. и 5б.



СЛИКА 4. Дифракција на пукотини

На слици 4. дата је геометрија за дифракцију кроз прорез-пукотину. На слици 5.а. дат је пређени пут светлости без скретања b , удаљење до минимума a , као и угао скретања светлости α . На слици 5.б. дате су компоненте импулса фотона, пре, p_0 и после проласка кроз пукотину, p , као и промена импулса фотона дуж y -осе, Δp_y . Однос-промена импулса фотона после проласка кроз пукотину p и пре p_0 дата је једначином 3. и њоме условљена неодређеност импулса, једначина 4.:

$$p_0 = p \cdot \cos \alpha_1 \dots (3) \quad \Delta p_y = p_0 \cdot \sin \alpha_1 \dots (4)$$

где је α_1 је угао првог минимума, а c је брзина светлости ($c = 3 \times 10^8$ m/s).

Користећи једначину за импулс фотона 5, добијамо једначину 6.:

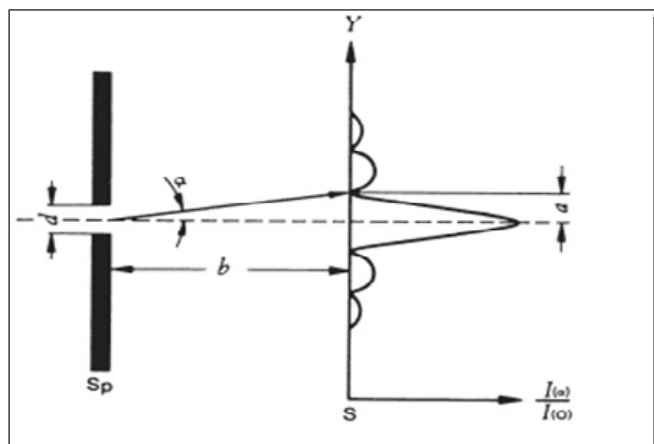
$$E = p \cdot c \wedge E = h \cdot \nu \Rightarrow p \cdot c = h \cdot \frac{c}{\lambda} \Rightarrow p_0 = \frac{h}{\lambda} \dots (5) \Rightarrow \Delta p_y = \frac{h}{\lambda} \cdot \sin \alpha_1 \dots (6)$$

Према услову за путну разлику ΔS за минимум првог реда дифракције ($n = 1$) и користећи једначине 1, 2. и 6. добијамо релацију неодређености 7, дуж y -осе:

$$\Delta S = d \cdot \sin \alpha_1 \wedge \Delta S = n \cdot \lambda \wedge n = 1 \Rightarrow \sin \alpha_1 = \frac{\lambda}{d}$$

$$\Delta p_y = \frac{h}{\lambda} \cdot \frac{\lambda}{d} \Rightarrow \Delta p_y = \frac{h}{d} \Rightarrow \Delta p_y = \frac{h}{\Delta y} \Rightarrow \Delta p_y \cdot \Delta y = h \dots (7)$$

У експерименту је угао α_1 одређен положајем првог минимума слика 4, 5. и 6.



СЛИКА 6. Шема дифракције на пукотини и карактеристичне физичке величине

На слици 7. су дате величине које се експериментално мере да би се потврдила исправност релације неодређености, као и нашег теоријског приступа у доказу дате појаве. Користећи тригонометријске везе и једначину 4, добијамо једначину 8. за неодређеност импулса дуж у-осе:

$$\operatorname{tg} \alpha_1 = \frac{a_1}{b} \Rightarrow \alpha_1 = \arctg \left(\frac{a_1}{b} \right) \Rightarrow \Delta p_y = \frac{h}{\lambda} \cdot \sin \left(\arctg \frac{a_1}{b} \right) \dots (8)$$

Заменом једначина 2. и 8. у једначину 7. добијемо експерименталну једначину 9.:

$$\frac{h}{\lambda} \cdot \sin \left(\arctg \frac{a_1}{b} \right) \cdot d = h \Rightarrow \frac{d}{\lambda} \cdot \sin \left(\arctg \frac{a_1}{b} \right) = 1 \dots (9)$$

Експериментална провера једначине 9. дата је у табели 1, а резултати мерења потврђују последњу релацију унутар границе грешке:

ТАБЕЛА 1. Резултати мерења за потврду Хајзенбергове релације

N	$d(mm)$	$a(mm)$	$b(mm)$	$\lambda \times 10^{-9}m$	$\frac{d}{\lambda} \cdot \sin \left(\arctg \frac{a_1}{b} \right) = 1$
1	0,03	13,25	612	632,8	1,026
2	0,05	7,5	612		0,968
3	0,08	5,3	612		1,094
4	0,095	4,5	552		1,22
5	0,1	4	612		1,032
6	0,12	3,3	612		1,022
7	0,19	2	625		0,961

У горе наведеној табели дати су резултати експерименталних мерења за различита растојања прореза од фото-диоде и за различите вредности отвора-прореза. Можемо уочити да резултати мерења у табели показују исправност теоријског приступа појави, односно, доказују важење Хајзенбергове релације неодређености подразумевајући честичну природу фотона. Мерења су урадили ученици другог разреда Техничке школе (слика 7) током часова експерименталних вежби. Резултата мерења има много више, али смо сматрали да је у овом раду довољно приказати само један мањи број.



СЛИКА 7. Ученици изводе експеримент

ЗАХВАЛНИЦА

Имамо пријатну дужност да се захвалимо др Мајклу Мехлхорному и др Лудолфу Алвенслебену на колегијалној помоћи и предусретљивости, ученицима другог разреда на залагању приликом израде вежби, колегама Макевић Драгољубу, Прица Мирославу, Ристивојевић Петру, Соколовић Браниславу и Маринковић Сретену, на стручној помоћи при изради и реализацији апаратура и господину Чедомиру Смиљанићу, директору Техничке школе Шабац, за материјалну и моралну подршку.

ЛИТЕРАТУРА

- 1.Behrends R., *Laser physics 1*, Göttingen: Phywe, 2008, pp. 9-12, доступно на http://www.nikhef.nl/~h73/kn1c/praktikum/phywe/LEP/Experim/2_7_02.pdf;
- 2.Heisenberg W.: *American Journal of Physics* **43** (5): pp. 389-394, (1975), доступно на <http://adsabs.harvard.edu/abs/1975AmJPh..43..389H>;
- 3.Clifford M. Will. The Confrontation between General Relativity and Experiment. *Living Rev. Relativity* 9, (2006). Available at: <http://www.livingreviews.org/lrr-2006-3> ;

4. Janjić I., *Eksperimentalne vežbe iz atomske fizike*, Novi Sad: Univerzitet u Novom Sadu, PMF, 1976, стр. 152-155;
5. Milojević B. A.: *Talasna optika*, Beograd: Zavod za izdavanje udžbenika, 1970, стр. 202;
6. Platiša M., *Kurs opšte fizike*, Beograd: Naučna knjiga, 1980, стр. 515-517;
7. Supek I., *Teorijska fizika*, Zagreb: Nakladni zavod Hrvatske, 1949, стр. 356-522;
8. http://www.phywe.com/index.php/fuseaction/download/lrn_file/phywe-hochschule-en.pdf
9. http://www.phywe-es.com/index.php/fuseaction/download/lrn_file/phywe-tess-phy-lep-en.pdf, pp.99, pp.100, pp.104, pp.107, pp.204, pp.221;
10. http://www.phywe.de/index.php/fuseaction/download/lrn_file/versuchsanleitungen/P2230105/e/P2230105.pdf; pp.9-12;
11. http://www.phywe.com/index.php/fuseaction/download/lrn_file/versuchsanleitungen/P2230200/e/P2230200.pdf, pp.1-4;
12. http://www.phywe.com/index.php/fuseaction/download/lrn_file/versuchsanleitungen/P2230605/e/P2230605.pdf, pp.17-20;
13. http://www.phywe.com/index.php/fuseaction/download/lrn_file/versuchsanleitungen/P2510200/e/P2510200.pdf, pp. 1-2;
14. http://www.phywe.com/index.php/fuseaction/download/lrn_file/versuchsanleitungen/P2522115/e/P2522115.pdf, pp. 1-6;
15. http://www.nikhef.nl/~h73/kn1c/praktikum/phywe/LEP/Experim/2_4_04.pdf, pp. 1-2

Стварни и виртуелни експерименти у „изокренутој“ учионици (flipped classroom)

Биљана Живковић¹, Владан Младеновић²

¹ ОШ „Вук Стефановић Караџић“ Крагујевац

² ОШ „Иван Вушовић“ Ражань, Алексиначка гимназија, Алексинац

Апстракт. Рад представља приказ часа реализованог применом методе „изокренуте“ учионице (flipped classroom) уз употребу PhET (<http://phet.colorado.edu/sr>) симулација и реализацијом реалног експеримента у учионици. Идеја водила су речи Ерика Мазура (Eric Mazur): It's not about the technology, it's about the pedagogy,

„ФЛИПНУТА“ ИЛИ ИЗОКРЕНУТА УЧИОНИЦА

Предисторија изокренуте учионице

Жеља да се процес учења и преношења знања учини ефикаснијим а само знање трајнијим постоји одвајкада, вероватно и пре појаве школе као институције. Појавом организованог школства те тежње постају још јаче. Ослањајући се на достигнућа педагогије и психологије, током XX века ничу многобројни правци, школе, технике. Следећи радове Пијажеа, Гарднера, Виготског, Брунера, Дјуа и других, преиспитује се наставна пракса широм света. Настава физике и других природних наука није била изузетак. Поменимо нпр. програм из 50-тих година на МИТ који ради велика група научника у оквиру PSSC (Physical Science Study Commitee) а руководи Ф. Фридман (F. Fridman). Из њега је касније произашао пројекат „Hand On“ као и „Physics first“ које су подржавали многи угледни физичари а пре свих Лион Ледерман (Leon Lederman, Нобелова награда 1988). У Европи овакве активности предузимају пре свих у Француској. Заузимањем Жоржа Шарпака (Georges Charpak, Нобелова награда 1992) покренут је пројекат „La main à la pâte“ (Рука у тесту) који је активан и у Србији (<http://rukautestu.vin.bg.ac.rs>). На светском плану многобројни аутори имају значајне искоракe на плану активне наставе : Ерик Мазур (Eric Mazur), Лилијан Мекдермот (Lillian C. McDermott), Вин Харлен (Wynne Harlen)... Сви они покушавају да осмисле методе који ће учинити учење наука ефикаснијим пре свега на основу теорије конструктивизма, већег и садржајнијег учешћа ученика, вршњачког учења и сарадње. (Peer Instruction, Just-in-Time Teaching, Inquiry Based Science Education (IBSE)..)

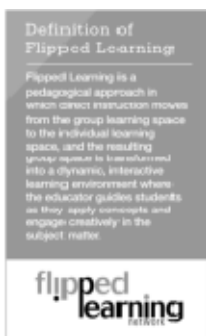
Термин „flipped classroom“

Као аутори термина „flipped classroom“ сматрају се Џонатан Бергман (Jonathan Bergmann) и Арон Самс (Aaron Sams) професори хемије који су 2004-2006 у

Колораду (Woodland Park High School in Woodland Park, Colorado) започели промену начина предавања на основу наведених радова Е.Мазура и других (Maureen Lage, Glenn Platt, and Michael Treglia (2000) "Inverting the Classroom" A Gateway to Creating an Inclusive Learning Environment.")

У наредним годинама активности се шире планетарно пре свега захваљујући новим технологијама (<http://flipped-learning.com>), креира се планетарна мрежа наставника (Flipped Learning Network <http://fln.schoolwires.net>), платформа Софиа (<http://www.sophia.org>), одржавају се многобројне конференије, вебинари, објављују радови.

Свакако да принцип измештања учења ван учионице није ништа ново, да се у теорији и пракси среће у многобројним видовима и да је вероватно „ауторство“ самог термина врло упитно, мора се признати да је ова група учинила много да нове технологије укључи на прави начин у процес учења. Стога ћемо се на овом месту послужити „званичном“ дефиницијом са <http://www.flippedlearning.org>



„Изокренуто (флипнуто) учење је педагошки приступ у коме се директне инструкције и активности премештају из простора групног учења у простор појединачног учења, а добијени групни простор је трансформисан у динамично, интерактивно окружење за учење где наставник води студенте примењујући концепте и укључујући се креативно у учење.“

У нашој литератури срећемо различите преводе термина „flipped classroom“: Флипнута учионица, учионица у огледалу, изврнута учионица, инвертована, Флип-час метода... Тренутно је најприхваћенији термин „преокренута или изокренута учионица“.

СЛИКА 1. Дефиниција „флипнутог“ учења

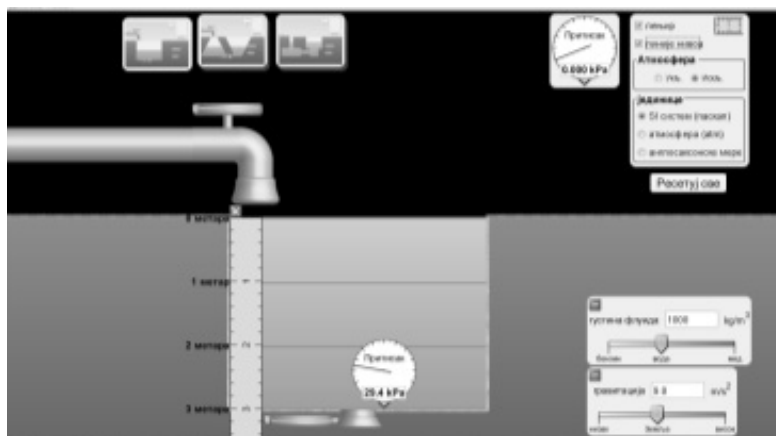
Садржај методе „изокренута учионица“

Концепт овог модела наставе заснива се на принципу да се фронтална настава и обрада новог градива изместе из учионице и рада на часу и замене за домаћи задатак и вежбе код куће, а да се на часовима активно ради у оквиру групе и примени или демонстрира стечено ново знање. Дакле, мења се концепт. Уместо да код куће раде само задатке везане за садржај који је наставник испредавао, ученици сада вежбају и примењују на часу, уз помоћ вршњака из групе, уз минимална упуства наставника, већ стечено знање. Од наставника, који жели да овако преокрене начин рада, очекује се да осмисли ситуацију и образовну корист, коју би ученици имали од оваквог начина рада тј. да одлучи коју би лекцију креирао или пронашао у видео, аудио, текстуалном или графичком формату и упутио ученике да проуче тај садржај код куће. Представивши промену парадигме да наставник више није (пре)носилац знања са централног места у учионици, већ водич ка његовом стицању.

Притисак у мирној течности. Хидростатички притисак. Спојени судови (6. разред)

Покушали смо да, у складу са методом изокренуте учионице али и са принципима истраживачког метода (инквјери метод), осмислимо активности кроз које ученици самостално пролазе прво код куће а затим и у школи. **За све активности ученици добијају прецизна писана и/или усмена упутства или објашњења на интернету.**

1. Активност: ученици, за домаћи задатак, сами уче лекцију из уџбеника, истражују на ПхЕТ симулацији: <http://phet.colorado.edu/sr/simulation/under-pressure> и одговарају на питања да ли хидростатички притисак зависи од дубине, гравитације, густине течности, од облика суда и масе течности у њему.

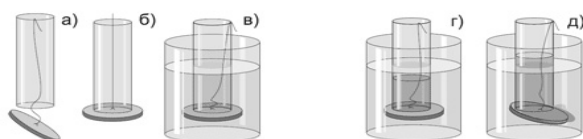


СЛИКА 2. ПхЕТ симулација

2. Активност: У школи, на следећем часу ученици, подељени у хетерогене групе, извлаче један од задатака и презентују одговоре на питања из домаћег уз помоћ видео бима покретањем симулације: <http://phet.colorado.edu/sr/simulation/under-pressure>. Кораци за све експерименте: А) предвиди Б) "експериментиши" ("измери") В) закључи. Тако долазе до обрасца $p = \rho gh$.

3. Активност: ПРИМЕНИ - Ученици примењују свој образац тако што рачунају притисак на дну правоугаоног резервоара, у коме се сада налази морска вода. Приказују цео поступак и проверавају свој резултат „мерењем“ на симулацији.

4. Активност: АНАЛИЗИРАЈ - Ученици изводе и анализирају следећи реални експеримент: Од пластичне фолије направи се цилиндар и обележи скалу у центиметрима. Као поклопац користи се пригодна пластична плочица на коју се залепи канап (а,б). Демонстрира се утицај хидростатичког притиска. Ученици дају одговоре на питање због чега се поклопац не одваја када је цилиндар празан (в) и тражи се да предвиди шта ће се десити када у цилиндар уливамо течности различите густине (г, д) или растресите материјале (песак, куглице, шећер...). Ученици дају предвиђање шта се дешава на различитим дубинама.



СЛИКА 3. Скица реалног експеримента

5. Активност: ОСМИСЛИ- Ученици реализују задатак осмишљавањем начина (експеримента и израчунавања) како да, уливањем песка у цилиндар уроњен до различитих дубина, одреде притисак који доводи до одвајања поклопца и тај резултат упоређују са резултатом добијеним помоћу формуле $p = \rho gh$.

6. Активност: ИЗВЕДИ-Следи покушај реализовања експеримента осмишљеног у активности 5 и заједничко извођење закључка.

7. Активност: ОБЈАСНИ- За крај, као домаћи задатак, ученици пишу есеј о свим активностима кроз које су прошли.



СЛИКА 4. Виртуелни и реални експерименти у учионици

Закључак

Реализовани часови показали су много већу заинтересованост и мотивацију ученика. По њиховим речима, учење код куће, омогућило им је да се боље припреме јер су за то имали довољно времена. Активности на самом часу биле су осмишене и припремљене тако да су ученици носиоци скоро свих активности и да сви ученици узму учешћа у складу са својим могућностима. Приметили смо да им активности, које се тичу вербализације знања (Анализа и Есеј), помажу у томе да им знање постане трајније.

ЛИТЕРАТУРА И ЛИНКОВИ

1. Ивић И., Пешикан А.,: *Активно учење* 2, Институт за психологију, Београд, 2003
2. <http://flipped-learning.com;>
3. <http://www.flipped-history.com;>
4. <http://bit.ly/1oLdTxp;>
5. <http://jonbergmann.com.>
6. <http://phet.colorado.edu/sr/>

Пројекат Чувајмо енергију-енергија је живот

Гордана Хајдуковић-Јандрић
ОШ „Мирослав Антић“, Футог, Раде Кончара 2
gordana.hajdukovic@gmail.com

Апстракт. У раду је приказан час на ком су анализирани резултати ученичког пројекта на тему *Штедња енергије*. Приказано је увођење ученика у процедуру научног метода путем једноставних самосталних истраживања, проблеми који су постављени ученицима као и неки од ученичких радова.

Увод

У циљу упознавања ученика са организацијом, методама и техникама научно-истраживачког рада али и овладавања савременим информационим технологијама, реализован је ученички пројекат на тему *Штедња енергије*. Идеја реализованог пројекта је била да се ученици у што већем броју, кроз самостални истраживачки рад заинтересују али и едукују о значају енергије, енергетској ефикасности као и могућим начинима њене штедње. У овом пројекту учествовало је више од деведесет ученика са преко 400 радова.

Реализација пројекта

Часу посвећеном штедњи енергије претходило је низ активности од децембра 2013. до априла 2014. током којих је ученицима на сајту школе месечно постављан по један проблем на тему енергије као и њеног чувања. Њихов задатак је био да реализују експерименте на задату тему, фотографишу поступак или сниме видео запис, напишу извештај а затим га доставе електронском поштом. Позитиван тренд комуникације на релацији ученик-наставник постигнут је путем електронске поште. Ученици су били у прилици да на овакав начин поставе питање и реше нејасноће било да се оне односе на сам експеримент или технички део посла око сређивања и слања резултата. Наставник је пратио приспела питања као и радове на које је упућивао сугестије у току саме реализације огледа.

Избор огледа је био такав да њихова реализација није захтевала компликовану апаратуру. За извођење огледа коришћени су једноставни материјали који се налазе у сваком домаћинству: термометар, стиropop, пешкиp, тепсија, провидна фолија за паковање хране..... Сваки ученик је имао одређену слободу у осмишљавању одређених делова поступка датог задатка. Посебно је интересантно истаћи њихову креативност у току анализе сваког огледа када су налазили примере добре праксе као и идеје за њихово унапређење.

Извештај у облику powerpoint презентације или word документа, садржао је проблем који је решаван, прибор са којим је он реализован, претпоставке, поступак реализације експеримента, анализу и закључак као и фотографије изведеног огледа. Јасно је да су ово фазе научног истраживања које подстиче како самостално увиђање и решавање проблема тако и интелектуални развој ученика. Пристигли радови су затим анализирани и сваког месеца проглашавани

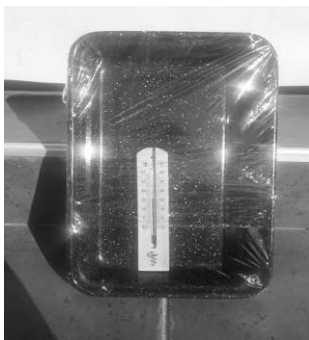
најуспешнији у категорији одређеног разреда који су затим објављени на сајту школе.

Све активности развијале су се у два правца, у правцу штедње енергије и у правцу добијања енергије из обновљивих извора. Први огледи били су посвећени штедњи енергије: *Упоредивање штедне и жарне сијалице*, *Испитивање изолационих особина материјала*, и *Уштеда топле воде*. Пред ученицима су били проблеми: Да ли „обичне“ и „штедљиве“ сијалице производе исту врсту светлости?; Да ли „обичне“ и „штедљиве“ сијалице производе исту количину топлоте?; Који материјали су добри изолатори?; Да ли се више топле воде (енергије) троши при купању или туширању?



СЛИКА 1. Самостално извођење експеримента

Огледи *Направи свој сунчев колектор* и *Енергија из отпада* бавили су се обновљивим изворима енергије: соларном и енергијом биомасе. Ученицима су постављени проблеми: Да ли је енергију Сунца могуће користити у домаћинству?; Може ли се произвести гас из отпада који трули (разграђује се)? Може ли се контролисати количина гаса који настаје при разградњи отпада?



СЛИКА 2. Направи свој Сунчев колектори

Структура часа

Ученици су на претходном часу подељени у групе и добили задатке. Свака од група је имала задатак да на наредном часу представи по један од реализованих

огледа као и закључке до којих су дошли. У уводном делу часа наставник је дао кратак опис свих активности које су претходиле и истакао циљ пројекта.

Затим се прешло на приказивање резултата. Ученици су користећи своје презентације у електронској форми представили фазе кроз које су прошли решавајући постављене задатке, резултате изведених огледа као и закључке до којих су дошли. После презентовања прешло се на дискусију у којој су између осталог ученици поставили и следећа питања: Да ли су штедне сијалице штетне за здравље људи с обзиром да у свом саставу имају живу? Како треба поступати у ситуацији ако се штедна сијалица разбије? Да ли је израда и уградња сунчевих колектора скупа? Да ли употреба сунчевих колектора у домаћинству може потпуно да замени други енергент?

Primer br. 2(moja terasa)

- > Pre nego uradimo analizu oglada i donesemo određene zaključke naveo bih i još jedan primer koji pokazuje snagu energije Sunca i to na primeru moje dvorišne terase(slika na slajdu)
- > Pre tri godine moji roditelji su našu dvorišnu terasu zatvorili providnom ceradom(neka vrsta deblje folije,plastike) kako bi je zaštili i koristili preko zime
- > Drugi dan nakon oglada pri spoljnoj temperaturi od 13°C i sunčanom danu, unutrašnja temperatura je iznosila oko 25°C
- > Prethodnih godina tokom zime se dešavalo da spoljna temperatura bude ispod nule ,a da na terasi bude toplo(sad mi je jasno i zašto)



СЛИКА 3. Примена Сунчеве енергије у домаћинству, из ученичке презентације

У завршном делу часа сваки од ученика, већ у зависности од тога да ли је његова група презентовала оглед из штедње енергије или из обновљивих извора имао је задатак да наведе један начин уштеде енергије у домаћинству или да пронађе предност обновљивих извора енергије као и начине њеног коришћења. На постављен задатак ученици су одговарали појединачно на припремљеним самолепљивим папирићима. Сваки од ученика саопштио је свој одговор лепећи комадић хартије са одговором на припремљен пано. Час се завршава тако што свака група саопштава свој слоган који се затим пише на истом пану. Ево неких:

***Штедња енергије-Троши мање да би имао више.
Обновљиви извори-Планету то не боли јер има на изволи.***

Dobijeni rezultati

	Utrošeno vode za tuširanje(l)	Utrošeno energije(gas m ³)	Utrošeno vode za kupanje(l)	Utrošeno energije(m ³)
MAMA	~ 25 l	0,110 m ³	~ 85 l	0,425 m ³
TATA	~ 25 l	0,110 m ³	~ 85 l	0,425 m ³
BRAT	~ 40 l	0,216 m ³	~ 90 l	0,450 m ³
JA	~ 25 l	0,110 m ³	~ 85 l	0,425 m ³
UKUPNO	~ 115 l	0,546 m ³	~ 345 l	1,725 m ³

Napomena: Pošto je kada ovalna izračunata količina vode je približna cifri upisanoj u tabeli

СЛИКА 4. Резултати огледа „Да ли се више топле воде (енергије) троши при купању или туширању“

Закључак

Ученички пројекти су добар начин унапређења школске праксе. Стечено знање је корисно јер га ученици примењују у решавању свакодневних проблемских ситуација али и подстичу научни поглед на свет и креативно мишљење. Ученици су научили да је време у коме живимо време савремене технологије. Да нам она омогућава да у својим домовима живимо знатно удобније, лакше и лепше него пре 50 или 100 година, али да та удобност подразумева и велики утрошак енергије. Општи закључак реализованог пројекта је да начин на који користимо енергију утиче на наше животе и животну средину а да енергију можемо непотребно расипати или интелигентно користити.

ЛИТЕРАТУРА

1. Д.Обадовић, *Зборник предавања, усмених излагања и постер саопштења са XXXI Републичког семинара о настави физике*, 39-47 (2013.)
2. Д. Обадовић, М. Павков-Хрвојевић и М. Стојановић, *Једноставни огледи у настави физике 7*, Београд: Завод за уџбенике, 2007.
3. Д. Обадовић, М. Павков-Хрвојевић и М. Стојановић, *Једноставни огледи у настави физике 8*, Београд: Завод за уџбенике, 2007.
4. Thomas, J. W., A Review of Research on Project-Based Learning, (2006) доступно са: http://www.bobpearlman.org/BestPractices/PBL_Research.pdf
5. Белавић Д., Пројектна и истраживачка настава у основној школи, *Зборник учитељске академије*, 5 (1) 99-107 (2003)
6. Jedličko J., Izvanučionička nastava prirodoslovlja u osnovnoj školi, *Zbornik Učiteljske akademije*, 5 (1) 109-119 (2003)



УСМЕНА ИЗЛАГАЊА

Пилот истраживање о разумевању односа површине и запремине у топлотним процесима

Ивана Круљ¹, Љубиша Нешић²

¹ОШ „Ђура Јакишић“, Карађорђева 46, Ђуприја

²Универзитет у Нишу, Природно-математички факултет, Вишеградска 33, Ниш

Апстракт. Скалирајући закони је општи назив за низ закона који описују начин промена физичких величина при промени димензија тела. Један од ефеката подстицања анализе, разумевања и примене скалирајућих закона у настави је допринос развоју апстрактног мишљења ученика. Фаза у развоју менталних структура која одговара оваквом типу мишљења код ученика јавља се приближно од 11. године. С обзиром на то, погодно је потпомогнути њен развој одговарајућим (релативно захтевним) наставним садржајима и адекватним приступом њиховој обради. Такав, конструктивистички приступ раду на часу, уз одговарајући избор интердисциплинарних тема, уз овакав ефекат, као веома значајну последицу има и развој одређених међупредметних компетенција ученика. Скалирајући закони су један од природних избора којима је могуће постићи наведене циљеве. У програмским садржајима физике и биологије, у основним и средњим школама, они нису експлицитно наведени али се провлаче кроз одређене наставне теме. То значи да је могуће, у принципу, осмислити тематски приступ настави где би они били једно од везивних ткива садржаја различитих предмета. Стога су аутори у току првог семестра школске 2013/14. године на Природно-математичком факултету у Нишу, у популацији студената са прве године студија биологије спровели пилот истраживање на тему разумевања и примене знања о односу површине и запремине тела у топлотним процесима. У овом раду приказани су резултати тог истраживања које је, пре свега из практичних разлога, уместо на ученичкој урађено на студентској популацији.

УВОД

Међу најједноставнијим законима скалирања је закон који се односи на везу дужине тела и његове површине. Тако, ако се дужина странице квадрата повећа n пута, површина ће му се повећати n^2 пута. Ова једноставна анализа, лако се генерализује на три димензије. Са повећањем дужине странице коцке n пута, површина јој се повећа n^2 пута а запремина n^3 пута. Овај закључак важи генерално, без обзира на облик тела јер је увек површина тела пропорционална квадрату карактеристичне димензије тела, док је запремина пропорционална њеном трећем степену, што се може записати у облику

$$S \propto V^{\frac{2}{3}}. \quad (1)$$

На основу тога следи да, у случају тела истих облика, мања тела имају веће површине у односу на своје запремине, него што је то код већих тела. Неке интересантне последице тога се могу уочити у процесима који се одвијају у органском свету. Тако енергија коју сисари добијају у процесима метаболизма, с обзиром на то да се она продукује на ћелијском нивоу, пропорционална је запремини тела, односно l^3 где је l карактеристична димензија тела. Количина пак топлоте коју тело емитује у јединици времена, у складу са Штефан-Болцмановим законом, пропорционална је његовој површини, односно l^2 . Однос брзина емисије и акумулације енергије сразмеран је, према томе, са l^{-1} , што значи да је брзина одавања топлоте већа код мањих тела [1].

Једноставна нумеричка анализа лако доступних података показује да се димензије тела копнених сисара налазе у распону седам редова величине. Стога чињеница да температура њихових тела има приближно исту вредност (око 37°C), на бази претходне анализе може да делује чудно. Сисари конзумирају храну која им у процесима метаболизма обезбеђује енергију. Ако би количина хране коју конзумирају дневно, за енергетске потребе њиховог организма, била пропорционална величини њиховог тела, тада би и њихова температура била пропорционална њој. Ипак то није тако јер мањи сисари, због бржег хлађења свог тела уносе дневно сразмерно више хране у односу на своју талесну масу него што то чине већи сисари [1-3].

ЦИЉ, САДРЖАЈ И ВРЕМЕНСКА СТРУКТУРА ИСТРАЖИВАЊА

Основни циљеви пилот истраживања били су процена степена трансфера физичких сазнања на биолошки проблем и процена степена формирања закључака применом приказаног приступа. Узорак је чинило 26 студената студијског програма Биологија Природно-математичког факултета у Нишу.

У табели 1. приказане су етапе рада, укупног трајања 90 минута и наведени су временски интервали предвиђени за сваку етапу. У прилогу су дати садржаји радних листова. Рад са студентима је структуриран тако да се у појединим етапама одговара на питања, на припремљеним радним листовима, нумерисаним бројевима од 1. до 6. при чему су те активности при накнадном понављању питања засноване на коришћењу сазнања из изведених огледа, и пружених теоријских тумачења уочених појава. Понављање одговарајућих питања на радним листовима има за циљ отварање могућности анализе нивоа предзнања и увида у оствареност формирања тачних закључака током рада.

У оквиру експерименталног рада коцкице сира различитих дужина страница су биле аранжиране по ободима једнаких тањира, тако да се на свим тањирима налазио исти број коцкица различитих димензија и тако да је на сваком тањиру била по једна коцка одређене дужине странице. Коцкице хомогеног сира (у раду је употребљен сир *Гауда*) димензија 2,1 mm, 1,8 mm, 1,5 mm, 1,2 mm, 0,9 mm, 0,6 mm, 0,3 mm, 0,15 mm, аранжиране су по ободима неколико једнаких керамичких тањира. У перни снаге 200 W, загрејаној на 200°C, тањир са коцкицама сира оставља се на 80 s и додатних 40 s, док се у микроталасној перни снаге 700 W

оставља 6 s и додатних 12 s. Прекиди загревања имају за циљ уочавање почетка процеса топљења на одређеним коцкицама сира. Студенти су о уквиру четворочлане групе у паровима изводили експеримент грејања коцкица сира у електричној, односно у микроталасној рерни, након чега су вршили упоређивања брзине топљења коцкица различитих величина. У оквиру етапе *Теоријског објашњења резултата експеримента* наставник је, путем мултимедијалне презентације теоријског објашњења улоге односа површине и запремине тела у топлотним процесима, процесима загревања, хлађења и топлотним балансима, подстицао анализу експеримента. У осмој етапи, дијалошким методом, наставник је указивао на физичке законитости које су у основи појаве константности телесне температуре копнених сисара [5].

ТАБЕЛА 1. Временска структура непосредног рада са студентима.

Редни број етапе	Активност	Време трајања (min)
1.	Одговарање на питање - Радни лист 1	10
2.	Одговарање на питање - Радни лист 2	5
3.	Оглед	15
4.	Одговарање на питање - Радни лист 3	5
5.	Теоријско објашњење резултата експеримента	25
6.	Одговарање на питање - Радни лист 4	5
7.	Одговарање на питање - Радни лист 5	5
8.	Теоријско објашњење константности температуре тела сисара	15
9.	Одговарање на питање - Радни лист 6	5

ТЕОРИЈСКА ОСНОВА

Након загревања, температура ваздуха у рерни виша је од почетне температуре сира, због чега долази до преношења топлоте. Електромагнетно зрачење зидова загрејане рерне, блиско инфрацрвеном зрачењу, при томе продире у коцкице сира до дубина знатно мањих од димензија коцкица сира тако да се основним видом преношења топлоте може сматрати провођење. Мање коцкице брже апсорбују енергију и њихова температура брже расте због чега прве почињу да се топе.

Када је реч о брзини успостављања топлотне равнотеже у микроталасној рерни, треба познавати принцип загревања хране у њој који се разликује од загревања у „традиционалној“ рерни. Микроталаси генерисани посебним уређајем у рерни имају фреквенцију 2,45 GHz. Молекули воде, распоређени равномерно по целој запремини хране, будући да поседују перманентни диполни момент могу да ротирају под деловањем спрега сила електричног поља електромагнетног таласа. Ова ротација је квантована и управо може да апсорбује зрачење на фреквенцији на којој емитује микроталасна рерна. Тиме се повећава унутрашња енергија хране и

она се загрева, мање-више, равномерно по читавој запремини.¹ С обзиром на то да сисари хемијску енергију хране у процесима метаболизма претварају у своју унутрашњу енергију на ћелијском нивоу, дакле по читавој запремини тела, загревање коцкица сира у микроталасној рерни може се сматрати аналогним са стварањем енергије у телу сисара.

Енергија апсорбована у јединици времена сразмерна је запремини коцкице, односно трећем степену дужине њене странице:

$$\frac{dW_{aps}}{dt} = P_{aps} \propto V = k_1 a^3, \quad (2)$$

где је k_1 кефицијент апсорпције микроталасног зрачења, W_{aps} апсорбована енергија, P_{aps} енергија апсорбована у јединици времена, док је са a означена дужина странице коцке.

Када сир апсорбује енергију, његова температура расте. За извесно време температура сира постаје већа од температуре околине и сир део своје енергије предаје околини, што значи да се истовремено и хлади. Снага ефективног апсорбовања енергије сира тада је:

$$P = P_{aps} - P_{osl}, \quad (3)$$

где је P_{osl} енергија која се у једној секунди ослобађа у процесима провођења, струјања, зрачења и као латентна топлота фазног прелаза. Према Њутновом закону хлађења следи

$$P_{osl} = kS(T_s - T_p), \quad (4)$$

где је k константа која зависи од топлотне проводљивости сира, S површина коцке ($S=6a^2$), T_s температура сира, T_p температура унутар микроталасне рерне.

Када се успостави термодинамичка равнотежа при којој је

$$P_{aps} = P_{osl}, \quad (5)$$

температура сира достиже неку максималну вредност T_{max} . Од тог тренутка она више не расте па ће важит

$$k_1 a^3 = k_2 a^2 (T_{max} - T_p), \quad (6)$$

при чему је $k_2 = 6k$. То значи да је максимална вредност температуре коју достиже једна коцкица сира у микроталасној рерни линеарно пропорционална дужини њене странице. Из претходног израза наине следи

$$T_{max} = T_p + \frac{k_1}{k_2} a. \quad (7)$$

Уколико је температура топљења сира T_t већа од T_{max} неке коцкице сира, димензија мањих од неке критичне вредности a_c , никада се неће отопити у

¹ Ротација „тањира“ микроталасне рерне спречава појаву хладних „мрља“ у храни које се јављају на местима на којима се налазе чворови одговарајућих стојећих (микро)таласа који се формирају у унутрашњости рерне.

микроталасној рерни без обзира на то колико дуго су изложене микроталасном зрачењу.²

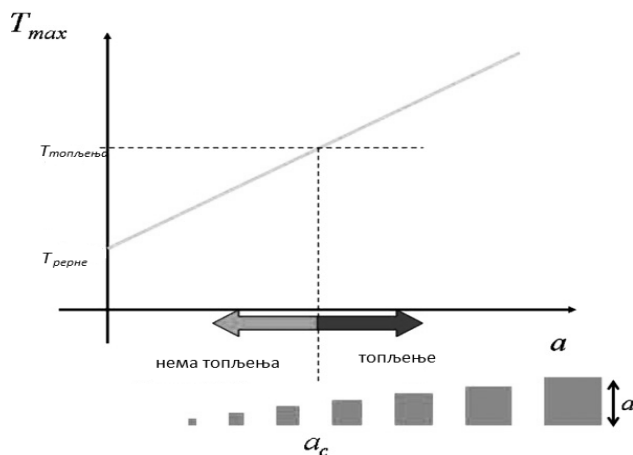
Коцкице сира димензија већих од a_c након кратког временског интервала изложености микроталасном зрачењу почињу да се топе. Како је

$$\frac{S}{V} \propto \frac{1}{a}, \quad (8)$$

односно

$$\left(\frac{S}{V}\right)^{-1} \propto a, \quad (9)$$

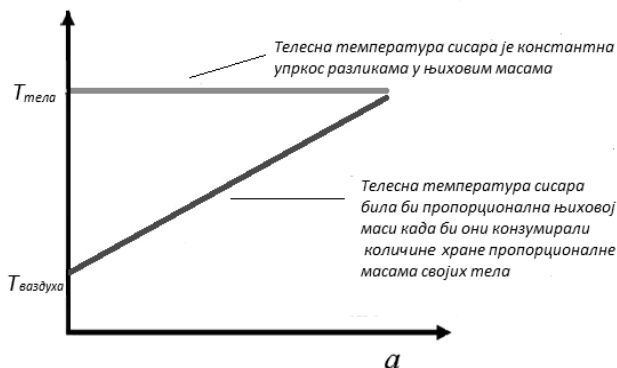
слиеди да максимална температура коју коцкица сира може достићи зависи од односа њене површине и запремине [4,5]



СЛИКА 2. Зависност температуре топлотне равнотеже коцкица сира у микроталасној рерни од дужине стране коцкице сира [4]

² Температура топљења сира износи око 50 °C што одговара температури топљења беланчевина. При продуженом излагању коцкица сира микроталасном зрачењу потребно је у микроталасној рерни поставити чашу воде како би вода апсорбовала енергију коју сир ослобађа чиме би се обезбедила константна температура унутрашњости рерне.

КОНСТАНТНОСТ ТЕЛЕСНЕ ТЕМПЕРАТУРЕ СИСАРА



СЛИКА 2. График зависности темепературе термодинамичке равнотеже тела од димензије тела [4]

У термодинамичкој равнотежи енергија која се у јединици времена генерише у телу сисара у процесима метаболизма, $P_{metabol}$ једнака је енергији која се у јединици времена ослободи кроз површину њиховог тела,

$$P_{metabol} = K \cdot S \cdot (T_{tela} - T_{okoline}) = K \cdot S \cdot \Delta T. \quad (10)$$

K је константа која има исту вредност за све сисаре. Како је запремина тела сразмерна линераној димензији тела, а због сличне грађе ткива средња густина тела сисара, ρ , може се сматрати приближно истом без обзира на врсту, то је и маса тела сисара сразмерна линерној димензији тела. Предходни израз, узимајући у обзир да је $m = \rho V$ као и израз (1), може се приказати и као:

$$P_{metabol} = K \cdot a^2 \cdot \Delta T = K \cdot (\sqrt[3]{V})^2 \cdot \Delta T = K' \cdot m^{\frac{2}{3}} \cdot \Delta T, \quad (11)$$

где је K' константа са вредношћу истом за све сисаре ($K' = K/\rho$). Према изразу (11) енергија која се продукује у јединици времена по килограму телесне масе је

$$\frac{P_{metabol}}{m} = K' \cdot \Delta T \cdot m^{-\frac{1}{3}}, \quad (12)$$

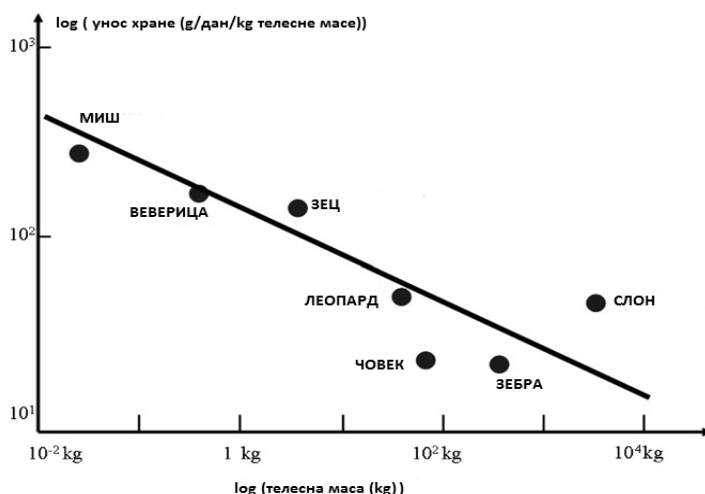
односно

$$\frac{P}{m} \propto \frac{1}{a}, \quad (13)$$

Према изразима (8) и (13) следи да је енергија произведена по килограму масе тела у јединици времена, неопходна за одржавање живота, пропорционална односу површине и запремине тела јединке

$$\frac{P}{m} \propto \frac{S}{V}. \quad (14)$$

Мањи копнени сисари конзумирају више хране дневно у односу на своје телесне масе, него што то чине већи сисари, те иако мањи одржавају своју телесну температуру на вредностима на којима су и температуре већих сисара. [2-4, 6]



СЛИКА 3. Мањи сисари конзумирају више хране пропорционално њиховим телесним масама, него што то чине већи сисари [4]

У екстремним условима живота дошло је до различитих начина прилагођавања. Мали сисари који не могу узимати више хране од износа који уносе имају крзно као термоизолациони слој према спољашњој средини. Слон, због своје величине, не може узимати мање хране, а у условима топле климе, захваљујући разгранатој мрежи крвних судова на ушима заштићен је од прегревања. [1, 3, 5, 7]

ЗАКЉУЧАК

У табели 2. дат је проценат тачних одговора на питања са радних листова.

Анализа одговора студената на постављена питања довела је до следећих закључака:

- Улогу односа површине и запремине тела сисара копнених сисара у одржању њихове телесне температуре, пре него што је она експлицитно била дата, открило је 19, 23% студената.
- Овај податак говори у прилог примени описане експерименталне методе за разумевање зависности температуре термодинамичке равнотеже од односа површине и запремине тела, што потврђује и податак да је 57, 69% студената дало тачно образложење у оквиру другог питања са радног листа број 4.
- Податак да није било тачних одговора на питање са радног листа број 1, указује на могућност неуочавања физичких основа биолошких процеса. Међутим висок проценат тачних одговора на питања са радног листа број 4. и радног листа број 6. указује на важност изучавања скалирајућих закона, и на важност њиховог увођења у програме наставе физике на основношколском и средњешколском нивоу.

ТАБЕЛА 2. Резултати студената у решавању питања на радним листовима

Редни број радног листића / питања на радном листићу	Проценат тачних одговора
1.	0 %
2/1.	88,46 %
2/2.	7,69 % ³
3/1.	92,31 %
3/2.	92,31 % ⁴
4/1.	100 %
4/2.	100 % ⁵
5.	19,23 %
6.	92,31 %

ПРИЛОЗИ

Радни лист 1.

Димензије тела сисара налазе се у широком опсегу вредности, од 2,5 cm, колика је дужина тела маленог слепог миша *Craseonycteris thonglongyai Hill* до 7, 3 m, колика је дужина тела Афричког слона, највећег копненог сисара. Према маси, најмањи сисар са око 2 g масе је Етрурска ровчица, *Suncus etruscus Savi*, док је Афрички слон, са око 7500 kg у пуној зрелости, и према овом критеријуму највећи копнени сисар. Упркос разлици у величинама њихових тела њихове телесне температуре имају приближно исту вредност, и налазе се у уском опсегу од 37 ° C - 38° C . Према вашем мишљењу, које је објашњење те чињенице.

³ Студенти који су тачно одговорили на постављено питање нису дали тачно образложење.

⁴ Упркос великом броју тачних одговора, ни један одговор није садржао тачно образложење.

⁵ 57, 69 % одговора садржало је тачно образложење.

Радни лист 2.

Коцкице сира различитих дужина страница распоређене су на тањирима.

Један тањир биће постављен у електричној рерни загрејаној на 200°C , док ће други бити постављен у микроталасној рерни. Одговорите на следећа питања, према Вашим уверењима и претпоставкама:

- 1. Која коцкица сира ће прва почети да се топи у електричној пећници? Зашто?*
- 2. Која коцкица сира ће прва почети да се топи у микроталасној рерни? Зашто?*

Радни лист 3.

Коцкице сира различитих дужина страница распоређене су на тањирима.

Један тањир је постављен у електричној рерни загрејаној на 200°C , док је други постављен у микроталасној рерни. Одговорите на следећа питања, на основу изведених огледа и Ваших уверења:

- 1. Која коцкица сира почиње прва да се топи у електричној рерни? Зашто?*
- 2. Која коцкица сира почиње прва да се топи у микроталасној рерни? Зашто?*

Радни лист 4.

Коцкице сира различитих дужина страница распоређене су на тањирима.

Један тањир је постављен у електричној рерни загрејаној на 200°C , док је други постављен у микроталасној рерни. Одговорите на следећа питања, на основу изведених огледа и Ваших уверења:

- 1. Која коцкица сира почиње прва да се топи у електричној рерни? Зашто?*
- 2. Која коцкица сира почиње прва да се топи у микроталасној рерни? Зашто?*

Радни лист 5

На основу огледа које сте погледали и тумачили, на основу теоријских објашњења физичких појава, молим Вас да још једном одговорите на постављено питање:

*Димензије тела сисара налазе се у широком опсегу вредности, од 2,5 cm, колика је дужина тела маленог слепог миша *Craseonycteris thonglongyai* Hill до 7,3 m, колика је дужина тела Афричког слона, највећег копненог сисара. Према маси, најмањи сисар са око 2 g масе је Етрурска ровчица, *Suncus etruscus* Savi, док је Афрички слон, са око 7500 kg у пуној зрелости, и према овом критеријуму највећи копнени сисар. Упркос разлици у величинама њихових тела њихове телесне температуре имају приближно исту вредност, и налазе се у уском опсегу од 37°C - 38°C . Према вашем мишљењу, које је објашњење те чињенице.*

Радни лист 6.

Упркос разлици у величинама тела сисара њихове телесне температуре имају приближно исту вредност, и налазе се у уском опсегу од 37°C - 38°C . Како се то може објаснити?

ЛИТЕРАТУРА

1. Галилеј, Г., *Расправе и математички докази о две нове науке које се баве механиком и локалним кретањима*, Издавачка књижарница зорана Стојановића, 68-74 (2013)
2. Barnes, G., *Phys. Teach.* **27** 234–52 (1989)
3. Lin, H., *Am. J. Phys.* **50** 72–81 (1982)
4. Planinšič, G., and Vollmer M., *Eur. J. Phys.* **29** 369-384 (2008)
5. Planinšič, G., and Vollmer, M., *Phys. Educ.* **39** 74–81 384 (2004)
6. Круљ, И., Нешић, Љ., *Скалирајући закони у настави физике*, Зборник радова XII Конгреса физичара, 461-464, (2013)
7. Нешић, Љ., Најдановић-Лукић, М., *О геометријској и динамичкој сличности*, Зборник предавања са Републичког семинара о настави физике, 259-264 (2010)

Извештај са конференције European Geosciences Union General Assembly Vienna, Austria, 27.4. - 2.5. 2014.

Татјана Марковић-Топаловић¹, Јелена Радовановић²

¹Медицинска школа, Шабац; ²Основна школа „Слободан Секулић“, Ужице

Апстракт. Професори природних наука из Србије у октобру 2013. године имали су могућност да аплицирају за Европску конференцију која се бави климатским променама. Њихово учешће потврђено је у децембру и они су крајем априла боравили у Бечу. Конференција је била посвећена како климатским променама на планети Земљи, тако и променама у планетарном и космичком простору уопште. Циљ конференције био је окупљање светских стручњака и научника који се баве сродним темама ради размене искуства и информације, али и подршка младим научницима у њиховим истраживањима, презентацији и дискусији својих радова у областима везаним за геонауке. Један од сегмената ове конференције бавио се и активностима наставника у њиховим земљама које се тичу климе и климатских промена. Нашу земљу је представљало шест професора из различитих научних дисциплина.

УВОД

European Geosciences Union General Assembly, одржана у Бечу у периоду 27.4.-2.5. 2014. (<http://www.egu2014.eu>), једна је од ретких научних конференција која даје простор наставницима различитих профила да међусобно размене идеје са својим колегама из других европских земаља, али и да испрате најновије резултате истраживања презентоване од стране еминентних светских геостручњака. За разлику од претходних одржаних конференција ова је први пут имала тему под називом The Face of Earth. Као и људско лице и наша планета одсликава велики диверзитет у рељефу, флори и фауни. Лице земље заправо прати различитост геонаучних процеса у широком спектру појава и то од срца Земље па до међупланетарног простора. Ова различитост је сврстана у пет подтема на Конференцији 2014. које су назване: Стене Земље, Воде Земље, Живот на Земљи, Атмосфера на Земљи и Вациона и Земља. Конференција је била отворена за научнике свих нација, а службени језик био је енглески.

Секција која се бави наставницима (GIFT workshop of the European Geosciences Union), одржана је у периоду од 27. до 30. априла 2014. године у Бечу и под слоганом „Our Changing Planet“ окупила је 86 наставника из 19 земаља. Наставници су своје радове презентовали у форми постера.

Претходно, наставници су имали обавезу да абстракте својих радова предају до 16. јануара 2014. Осим тога, један од важних задатака сваког учесника јесте презентовање искустава стечених на Конференцији колегама у својој земљи и широј јавности уопште, као и примена нових сазнања у раду са ученицима.

Татјана Марковић је заједно са професором др Мирјаном Божић и Гораном Стојићевићем пријавила рад под називом „Долазак пролећа у Европи и на ДИНГ-у.“ Јелена Радовановић представила је рад под називом „Демонстрација ефекта стаклене баште у основној школи“.

Рад **Татјане Топаловић** се састоји од четири сегмента. Један део рада представља анализу резултата анкете о смени годишњих доба, која је спроведена у средњој медицинској школи, други део се тиче коришћења ДИНГ-а и како ученици на инсталацији у отвореном простору, савлађују смене годишњих доба, али и смене дана и ноћи који се посматрају праћењем осунчавања Глобуса. Кретање Глобуса је синхронизовано са кретањем Земље. Приликом посматрања ДИНГ-а, ученици су вршили мерење за пројекат Greenwave. Мерења основних параметара, као што су дневна температура, брзина ветра, количина падавина су заправо омогућила ученицима да заједно са анализом осунчавања Глобуса на отвореном, дефинишу и разјасне долазак пролећа и узроке овог доласка у својој земљи. Осим мерења и уношења параметара на сајт Зеленог таласа, ученици су пратили и фотографисали биљне и животињске врсте (жабља јаја и ластавица гнезда) као ране индикаторе пролећа. Шабачки тим је заправо корелисао посматрања везана за пројекат и активности везане за осунчавање Глобуса. Посматрањем осунчавања Земље дан за даном, ученици виде како се мења осунчавање Земље током године.

Идеја аутора постера била је да у посматрања везана за Зелени талас инплементирамо, посматрање осунчавања Глобуса на отвореном или глобуса са две осе оријентације, при чему он мора бити оријентисан, тако да његова оса лежи у линији меридијана. Такође кроз постер приказан је рад нашег и светски познатог климатолога Милутина Миланковића. У Миланковићевој теорији климатских промена на Земљи, оријентација Земљине осе у односу на Сунце је суштински параметар. Из овог разлога, сматрамо ДИНГ корисним, поготову у учењу и представљању Миланковићеве теорије. Када бисмо живели довољно дуго могли бисмо пратити на ДИНГ-у промене које су последице секуларних варијација и потврдити Каноне Милутина Миланковића. Али током нашег кратког живота ми само можемо правити кратке опсервације и онда претпостављати како ове промене на ДИНГу утичу на реалне промене на планети Земљи.

Рад **Јелене Радовановић** састоји се из два дела. У првом, уводном делу, укратко су описане активности школе „Слободан Секулић“ у Ужицу усмерене ка популаризацији природних наука. Наиме, у оквиру пројекта „Корак по корак ка школи одрживог развоја“, почев од 2012. године организују се активности у форми научног фестивала чији је циљ да се кроз бројне поставке, радионице и експерименте велики број посетилаца упозна са различитим садржајима из области природних наука и технике. Од прошле, 2013. године, фестивал се организује на нивоу града Ужица и представља одличну прилику за сарадњу ученика и професора основних и средњих школа. На овом фестивалу прошле године представило се 7 основних и 4 средње школе са подручја Ужица, уз велики број посетилаца и значајну медијску пажњу. Једна од тема предстојећег научног фестивала планираног за мај 2014. године су климатске промене, а једна од поставки коју ће релизовати ученици осмог разреда везана је објашњење и демонстрацију ефекта стаклене баште. Предвиђено је да експеримент са анализом и дискусијом најпре реализује у једном одељењу осмог разреда (узраст 14 година), након чега би група ученика из овог одељења на научног фестивалу презентовала стечена знања својим вршњацима и млађим ученицима.

У другом делу рада који је представљен на Конференцији 2014. детаљно су описане активности ученика током овог часа. Час је реализован у сарадњи наставника физике, Јелене Радовановић и наставника биологије Милеве Рогић и Милорада Јањушевића. Кроз рад у пару најпре су активирана знања ученика о климатским променама стечена на часовима биологије након чега је уследила демонстрација ефекта стаклене баште. Иако је сам експеримент једноставан, кроз његово извођење, анализу и дискусију могу се остварити бројни задаци предвиђени наставним планом предмета физика: развијање функционалне писмености; разумевање појава, процеса и односа у природи на основу физичких закона; схватање смисла и метода остваривања експеримента и значаја мерења; схватање повезаности физичких појава и екологије и развијање свести о потреби заштите, обнове и унапређивања животне средине. Реализовање експеримента у оквиру наставе физике прикладно је пошто се ослања на знања о начинима преношења топлоте и светлости уз могућност стицања додатних сазнања о спектру електромагнетног зрачења и висок степен корелације са другим природним наукама.

Захвалница

Татјана Марковић Топаловић се захваљује проф др Мирјани Божић и др Стевану Јокићу на корисним информацијама и сугестијама приликом припреме за Конференцију, а Владимиру Кнежићу и Зорану Јанковићу на техничкој подршци приликом штампања и дизајна постера.

Референце

1. T. M. Topalović and M. Božić, *Physics Education*, **46** (2011) 365.
2. <http://greenwave-europe.eu/>
3. M. Božić, M. Popović, L. Vušković, S. Popović, J. Popović, T. M. Topalović, Day Night Year Globe, submitted to *Science & Education*

Проблеми у учењу у настави Физике

Момчило Ђирић¹, Марина Павловић², Милентије Луковић³

¹ОШ "Танаско Рајућ"-Алексија Миленковића 5, 32000 Чачак,
e-mail: mciro@sezampro.rs

²ОШ "Танаско Рајућ"-Алексија Миленковића 5, 32000 Чачак,
e-mail: psiholog@tanaskorajic.edu.rs

³ОШ "Свети Сава"-Факултет техничких наука, 32000 Чачак,
e-mail: milentije_lukovic@yahoo.com

Апстракт. У овом раду приказани су резултати истраживања проблема у учењу у настави Физике у основној школи, Гимназији и на смеру мехатроника Факултета техничких наука из Чачка. Истраживање је реализовано на пригодном узорку (N=300) испитаника. Познавање проблема у учењу у настави Физике могло би да олакша изналажење мера за њихово смањење а самим тим би могло да (ин)директно утиче на постигнућа на завршном испиту ученика основних школа, код ученика Гимназија на повећање интересовања за студије Физике и техничких наука што је у складу са стратегијом развоја образовања, а код студената на већу пролазност на испиту.

УВОД

Проблеми у учењу који се јављају код ученика предмет су испитивања великог броја истраживача и најчешће су разматрани као аспект процеса учења и наставе.

Једно од новијих истраживања спроведених код нас, а које третира ову проблематику из угла ученика је реализовала Снежана Мирков (2003). У оквиру обимнијег истраживања на узорку ученика основних школа испитивала је њихов доживљај тежине наставних предмета и који су узроци проблема које имају у учењу истих. Узроци тешкоћа у учењу операционализовани су кроз тврдње: недостаје ми претходно знање и не радим довољно (субјективни узроци); обимно градиво, тешко градиво и уџбеник је неразумљив (објективни узроци), није ми довољно интересантни градиво и не одговара ми начин на који наставник предаје (субјективни и објективни узроци) [1]. На поједине резултате добијене у наведеном испитивању, а који су од значаја за проблем истраживања, осврнућемо се у оквиру дискусије.

У овом раду бавимо се проблемима у учењу у настави физике. Питање интересовања ученика за физику као једну фундаменталну науку посебно је актуелно након усвајања стратегије развоја образовања којом је предвиђено повећање броја ученика гимназија и студената техничких факултета, као и увођењем наставног предмета физике у завршни испит на крају обавезног основног образовања [2]. Ова чињеница, као и могућа практична вредност добијених резултата подстакла нас је да спроведемо ово испитивање.

ЦИЉЕВИ ИСТРАЖИВАЊА

Основни циљ овог истраживања, добијање објективне слике о проблемима у учењу у настави Физике код ученика основне, средње школе и студената, дефинисан је кроз посебне циљеве:

- утврдити како испитаници перципирају наставни предмет Физика по критеријуму тежине, корисности за наставак школовања и примењљивости у свакодневном животу;
- утврдити у којој мери одређени фактори узрокују проблеме у учењу у настави Физике;
- утврдити врсте ученичких предлога за унапређење наставе Физике.

Практични циљ истраживања је да се на основу добијених резултата олакша изналагање мера за смањење проблема у учењу у настави Физике.

МЕТОДЕ И ТЕХНИКЕ ИСТРАЖИВАЊА

У овом истраживању коришћена је метода систематског неексперименталног истраживања. У оквиру техника за прикупљање података конструисан је упитник за потребе овог истраживања. После пилот провере инструмента, коначна верзија упитника садржала је 3 дела. У првом делу испитаници су рангирали обавезне наставне предмете по тежини, корисности за наставак школовања и применљивости знања у свакодневном животу. У другом делу на петостепеној скали Ликертовог типа су процењивали тврдње које се односе на могуће проблеме у учењу у настави Физике. У трећем делу инструмента у питању полуотвореног типа (четири поунђене тврдње уз могућност слободног формулисања одговора) испитаници су се изјашњавали о својим предлозима за унапређење наставе Физике. Задавање упитника реализовано је током фебруара 2014. године. Од техника за обраду података коришћена је дескриптивна статистика.

УЗОРАК

Истраживање је обављено на пригодном узорку од 300 испитаника, ученика основних школа, Гимназије и студената Факултета техничких наука из Чачка и то: по два одељења осмог разреда ОШ “Танаско Рајић” и ОШ “Свети Сава” (120 ученика), четири одељења Гимназије (два одељења природно-математичког и два одељења друштвено-језичког смера IV разреда, укупно 120 ученика) и 60 студената Факултета техничких наука смера мехатроника.

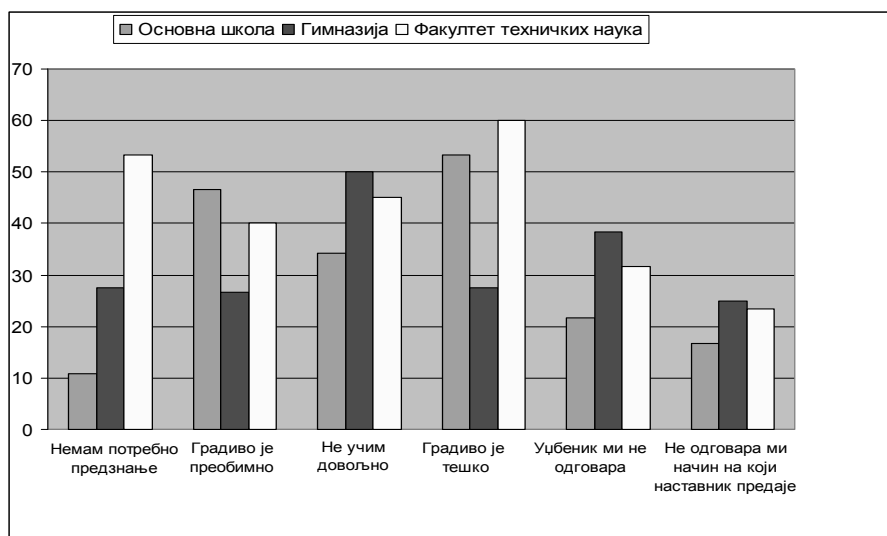
ДОБИЈЕНИ РЕЗУЛТАТИ

У првом делу упитника где су испитаници рангирали наставни предмет Физiku добијени су следећи резултати:

- више од 75% испитаника основношколског узраста рангира наставни предмет Физика на прва три места по тежини у односу на остале

- обавезне наставне предмете (ранг 1- 41,67% испитаника, ранг 2- 20%, и ранг 3- 13,33%);
- гимназијалци не рангирају наставни предмет Физика на прва три места по тежини у односу на остале обавезне наставне предмете;
 - преко 80% студената рангира физику на прва три места по тежини у односу на остале предмете (ранг 1- 33,33% испитаника, ранг 2- 33,33%, и ранг 3- 16,67%);
 - у погледу корисности за наставак школовања 30,83% испитаника из основне школе рангира наставни предмет Физика на једно од прва три места;
 - 40% ученика гимназије рангира наставни предмет Физика на једно од прва три места према корисности за наставак школовања;
 - 21,6% студената из узорка рангира наставни предмет Физика на једно од прва три места према корисности за наставак школовања;
 - 23,3% испитаника основно школског узраста из узорка рангира наставни предмет Физика на једно од прва три места према применљивости знања у свакодневном животу;
 - 27,5% ученика гимназије из узорка рангира наставни предмет Физика на једно од прва три места према применљивости знања у свакодневном животу;
 - 48,3% студената из узорка рангира наставни предмет Физика на једно од прва три места према применљивости знања у свакодневном животу.

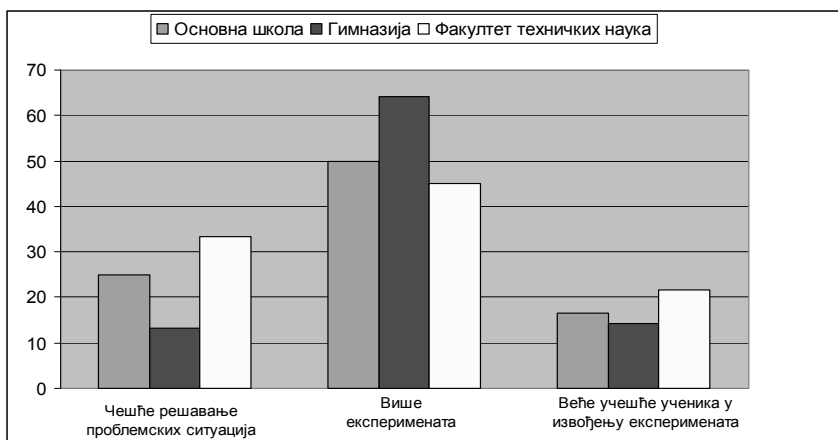
У другом делу упитника где су испитаници на петостепеној скали процењивали у кој мери поједини фактори узрокују проблеме у учењу настави Физике добијени су следећи резултати:



СЛИКА 1. Утицај појединих фактора на проблеме у учењу у настави Физике

- код иситаника основношколског узраста на проблеме у учењу у настави Физике највише утиче тежина градива, на другом месту је обим градива;
- код ученика гимназије на проблеме у учењу у настави Физике највише утиче недовољно учење испитаника, на другом месту су проблеми везани за уџбеник;
- код студената на проблеме у учењу у настави Физике највише утиче тежина градива, на другом месту је недовољно предзнање испитаника.

У трћем делу упитника где су испитаници давали своје предлоге за унапређење наставе добијени су следећи резултати:



СЛИКА 2. Предлози испитаника за унапређење наставе Физике

- код испитаника свих узраста највише је заступљен понуђени предлог више експеримената.

ДИСКУСИЈА И ЗАКЉУЧЦИ

У овом истраживању пошло се од потребе добијања објективне слике о проблемима у учењу у настави Физике код ученика основне, средње школе и студената, при чему нису тражени подаци у каквом су међусобном односу ове три категорије испитаника, да ли постоји значајне разлике између њихових резултата.

Испитаници основношколског узраста се са наставим предметом физика први пут срећу у 6. разреду основне школе, што би могло објаснити зашто наставни предмет Физика рангирају на прво место по тежини, док предзнања из наставног предмета Физика које имају гимназијалци може објаснити резултат да га не рангирају на прва три места по тежини. Студенти Факултета техничких наука долазе најчешће из техничких школа где је наставни предмет Физика заступљен само у прве две године што би могло да објаснити резултат истраживања да рангирају наставни предмет физика као тежак, а да у немању предзнања и тежини градива виде факторе који узрокују проблеме у настави Физике. У истраживању Мирков С. на првом месту од фактора који узрокују проблеме у настави Физике

ученика основних школа је начин рада наставника [1], док резултати нашег истраживања указују да су тежина и обим градива кључни узроци проблема, док је начин на који наставник предаје на последњем месту код све три узрасне групе испитаника.

Резултат да испитаници сва три узраста не рангирају наставни предмет Физика на прва три места по применљивости знања може се објаснити недовољном информисаносћу ученика о могућим применама стечених знања. Студенти факултета техничких наука су се определили за студије мехатронике па виде у већем проценту применљивост знања у свакодневном животу.

Резултат да је код испитаника свих узрасних група највише заступљен понуђени предлог више експеримената може се објаснити, принципима активне наставе, да употреба разноврсних експеримената може у већој мери да заинтересује ученике.

Од предлога испитаника за унапређење наставе физике издвајамо „увођење посете музејима, лабораторијама и сајму науке“ уз посебо занимљиво образложење: „Јер ученици друштвеног смера нису мање вредни, глупи или их физика занима мање“.

Истраживања проблема у учењу у настави Физике тек добијају на актуелности, и ово је мали допринос расветљавању ове проблематике.

ЛИТЕРАТУРА

1. Мирков, С.: Узроци проблема учењу код ученика основне школе, Институт за педагошка истраживања Београд, 151–165(2003).
2. Ћирић, М. Андрић, Д. Павловић, М. Беодрански, Д.: Став ученика о наставном предмету Физика, *Зборника радова* (512–516), XII Конгрес физичара Србије Београд: Друштво физичара Србије (2013).

Онтолошки проблеми испољавања физичке реалности

Драган Димић

ОШ „Милутин Смиљковић“, Лесковац

Апстракт. Дат је историјски преглед развоја теорије сазнања из које су настале две онтологије-онтологија честица и онтологија плenuma. Као допринос разумевању физичке реалности, одређене су линије протока електромагнетне енергије иза непрозирног диска, које су интерпретиране као могуће трајекторије фотона, и дато је таласно-честично објашњење дифракционе слике. Математички и нумерички је показано да Френелова таласна теорија није у супротности са корпускуларном интерпретацијом на примеру Поасон-Арагоове тачке.

1. ОНТОЛОШКИ ЕЛЕМЕНТИ У ОПИСУ ФИЗИЧКЕ РЕАЛНОСТИ

Почетке тражења одговора на питања: Шта је бивствовање? Каква је основна структура света у целини? Шта јесте, на који начин бивствује и како је повезано, налазимо још у старогрчкој филозофији. За Грке је *Космос* био сав видљиви свет, али истовремено је та реч означавала и накит и украс, ред и поредак. Отуда је настало и уверење да суштину света, свега бивствујућег, треба тражити у трајном и уређеном поретку ствари. Са тог становиштва се и пришло проблему структуре света сматрајући да она мора бити симетрична, јер све настаје и пропада, али клица, извор космоса никада не ишчезава потпуно. Из ње се увек рађа нови свет-поредак ствари. Из оваквог, песничко-митског размишљања временом се прешло на рационално размишљање, које је довело до другојачијег прилаза онтолошким елементима у опису космоса. Тако је Емпедокле сматрао да су „корени“ свих ствари четири елемента: вода, ватра, ваздух и земља. Све ствари су настајале спајањем (мешањем) ових „елемената“ а уз помоћ „љубави“ (афинитета), док „мржња“ (репулзивна сила) доводи до распадања космоса, опет на основна четири елемента.

Током средњег века владала је схоластичка форма Аристотелове филозофије и по њој је свака ствар, свако њено својство или квалитет, схватана као одвојена и различита од свих других. Појава механистичке филозофије значила је огромни напредак у односу на овако схватан проблем физичке реалности. Онтолошки елементи механизма су у основи исти као код Леукипа и Демокрита. Таласна теорија светлости је створила основу за касније одступање од механизма и атомистичке онтологије, јер је на основу ње настала теорија поља. Наиме, Њутн је сматрао да се светлост састоји од малих честица које се врло брзо крећу праволинијски, мада се још у његово време почело сумњати да је кретање светлости један облик таласног кретања. Експерименти вршени почетком XIX века почели су да дају доказе да је светлост вид таласног кретања и да се светлост састоји из таласа електромагнетног поља. Дакле, развој теорије светлости су пратиле две различите

онтологије које су и данас присутне у физичким наукама: атомистичка онтологија и онтологија пленума.

1.1. Онтологија честица

Онтологију честица надаље ћемо анализирати у духу механистичке филозофије по којој су недељиви атоми основне јединице из којих се састоји цео материјални свет. Због тога је оправдано задржати се на већ употребљени термин *атомистичка онтологија*, сматрајући атоме за фундаменталне честице. Основни појмови ове онтологије су *маса*, *простор* и *време*. Дакле, сваки атом има тачно одређену масу, заузима одређену запремину у простору и у сваком тренутку времена он заузима тачно одређено место у простору. Кретање атома врши се по једној просторно-временској кривој која се *не може* пресећи са просторно-временском кривом било ког другог атома, тако да се, по овој онтологији, два атома не могу наћи на истом месту у истом тренутку времена. Из атома су саграђена сва тела, почевши од најједноставнијих до најсложенијих, уз услов да се путање њихових конституената не секу, при томе атоме на окупу у телима држе *силе* које обезбеђују просторно-временску стабилност тела. Све особине тела су последица особина њихових конституената-атома из чега произилази сва разноликост облика и својстава тела. Појам материјалности везан је за појам масе, коју је Њутн сматрао као меру количине супстанције, да би тек у новије време маса почела да се сматра мером инертности тела.

С обзиром да су атоми носиоци узрочних веза то су и основни закони у овој онтологији дефинисани на нивоу атома. Ово пружа могућност увођења тзв. почетних услова који дају детерминистички карактер механистичкој филозофији. Наиме, ако су познати почетни услови у наукама заснованим на овој онтологији, онда се може одредити стање физичког система у било ком тренутку времена. Међутим, механистичко схватање се временом морало мењати и прилагођавати потребама објашњавања нових појава које се њоме нису могле објаснити. Постало је јасно да природа располаже безбројним формама квалитета и да само један онтолошки приступ није довољан. Откриће да атоми нису фундаменталне јединице већ да поседују унутрашњу структуру навело је на закључак да се свемир не може објаснити законима кретања атома. Наиме, кретање конституената атома мора бити условљено макроскопским дешавањима што доводи до узајмне и реципрочне везе микроскопског и макроскопског света. Данашња модерна физика, посебно квантна оптика, поново се враћа овој онтологији што само потврђује да разноврсност феномена у природи нужно намеће прилагођавање физичара потребама науке а не тренутно важећим онтолошким тенденцијама.

1.2. Онтологија пленума

Историјски гледано, појмови поља брзине и густине уведени су у хидродинамици у осамнаестом веку, али су она третирана само као начин свеобухватног описивања својстава молекула који сачињавају флуид. Овакво схватање стања материје касније је преузето од стране Фарадеја, Максвела и других научника који су се бавили електродинамиком. Потреба да се објасне закони електрицитета и магнетизма довеле су до закључка да Њутнова схема, по којој су тела локализована у одређеном делу простора, не може да се примени на нове физичке ентитете: електрична и магнетна поља, јер су она схватана тако да су континуално распоређена у целом простору. Тако је настала онтологија пленума којом се претпостављало да електрична и магнетна поља у свакој тачки простора и сваком тренутку времена имају одређене вредности интензитета уз услов да за једно исто поље не могу постојати два различита интензитета у истој просторно-временској тачки. Каснија открића да електрична и магнетна поља нису независна када се мењају са временом довело је до формирања Теорије електромагнетног поља. Законе промене електромагнетног поља формулисао је Максвел својим диференцијалним једначинама. Максвелова теорија је дала велики допринос даљем развоју модерне физике јер се на основу ње претпоставило постојање електромагнетних таласа у којима би осциловале амплитуде електричног и магнетног поља. У то време се сматрало да је простор испуњен „етером“, средином која има унутрашње напоне због чега може вршити таласно кретање. Управо ти унутрашњи напони „етера“ претстављали би електрична и магнетна поља, а постојала је тенденција да се и гравитационо поље опише на сличан начин. Каснији експерименти су показали да није неопходно да „етер“ постоји што је збунило физичаре, јер би се онда светлост и гравитација могли преносити кроз наизглед празан простор. Решење је потражено у претпоставци да поља постоје без обзира да ли етер постоји или не, а поље се може одредити у свакој тачки простора при чему би његове промене у времену описивале Максвелове једначине. Наиме, постојање етера се показало ирелевантно за тада могуће експерименте, па је једино значајно било постојање поља. То је довело до гледишта да су поља само квалитативно нови тип ентитета и њихово увођење је оправдано уколико они доприносе објашњавању разноврсних појава и експеримената које онтологија честица није могла да објасни. Увођење поља је довело до новог појмовног представљања материје и простора и могућност постојања променљивог поља и на оним местима где нема тела како их ми схватамо.

Онтологија пленума постулира принцип *суперпозиције* и *декомпозиције* помоћу којих се стварају квалитативно нова стања поља или се постојеће разграђује. Том приликом треба истаћи да се ови принципи примењују на једну исту просторно-временску тачку, а да је додавање интензитета при суперпозицији само квалитативна промена једне исте просторно-временске тачке; аналогно се објашњава декомпозиција.

1.3. Проблеми спајања онтологије плenumа и онтологије честица

Из датог прегледа двеју онтологија класичне физике види се да је немогуће да се семантички кохерентно говори о укупној физичкој појавности. Очекивало се да ће квантна механика решити проблем спајања двеју онтологија. Међутим Боров принцип комплементарности, који искључује могућност истовременог постојања честице и таласа, ставио је овај проблем као а priori немогућ. У Квантној механици се Хајзенбергов принцип неодређености сматрао објективном нужношћу. Избегавало се да се, сходно историјском развоју физичке мисли, претпостави да је он можда последица недостатка знања о неком, за сада неоткривеном, стварном стању квантомеханичких променљивих. Да би се изашло ван граница Хајзенберговог принципа било је потребно претпоставити сасвим нове врсте физичких процеса које треба тражити у суб-квантомеханичком домену. Тако се јавила потреба за појаву алтернативних интерпретација квантне теорије.

Први такав покушај начинио је де Број [1] увођењем честично-таласног дуализма за електрон, али је због критика неких твораца уобичајене интерпретације квантне теорије, одустао од својих идеја. Тек шездесетих година прошлог века почели су да се појављују радови који су доводили у питање уобичајену интерпретацију [2,3]. Идеја је била у томе да усвајање Бор-Хајзенбергове интерпретације не треба да буде нужност већ да је треба заменити детаљнијом теоријом која би на потпунији начин третирала понашање појединачних система. Дејвид Бом је 1951. године започео тражење таквог модела које је било у духу објашњења које је 1927. године предложио де Број. Бом је теорију развио довољно да побије замерке које су у оно време упућиване де Броју. То је учинило да се сам де Број, подстакнут Бомовом теоријом и Вижијеовим¹ сугестијама врати својим првобитним идејама.

Бомова механика допушта визуализацију и разумевање квантно-механичког понашања честица са масом користећи појам трајекторија, а такође је показано да и електромагнетизам такође допушта хидродинамичку формулацију, при чему се претпоставља егзистенција добро дефинисане таласне функције фотона. На тај начин се обезбеђује алтернативна интерпретација оптичких феномена у појму трајекторије фотона.

Посредством различитих техника које су засноване на употреби снопова појединачних квантона², данас је могуће опазити постепено појављивање интерференционих слика и код честица са масом и код светлости (фотона) [4,5]. Основа ове врсте експеримената је претпоставка да свака тачка на заклону одговара крајњем положају трајекторије остварене од детектоване честице. Ово, пак, одмах води разматрању трајекторијски засноване формулације за објашњење интерференционих процеса, где анализа особина трајекторија честица омогућава динамичко објашњење и интерпретацију процеса. Ове формулације ће саржати механизме који омогућавају да се објасни појављивање прстенова у интерференционим експериментима са квантним честицама (и честицама са масом

¹ Жан Пјер Вижије (1920-2004), француски физичар, следбеник стохастичке интерпретације квантне механике засноване на идејама Л. Де Броја и Д. Бом. Био је и дугогодишњи сарадник Звонка Марића и неколико пута је посетио Институт за физику у Београду.

² Квантони су квантни објекти. Према Бору, то су честице или таласи. Према де Броју то су честице и таласи.

и фотонима). Када се прати велики број појединачних догађаја добијају се резултати који су у сагласности са онима из стандардних, таласно занованих формулација. Значај оваквог прилаза је у могућности да се конституише физички модел у којем су обе, и честичне и таласне особине компатабилне.

2. ИСПОЉАВАЊЕ ФИЗИЧКЕ РЕАЛНОСТИ ПРЕКО ПОАСОН-АРАГООВЕ ТАЧКЕ

Експерименти у оптици, вршени крајем осамнаестог и почетком деветнаестог века, почели су да доводе у сумњу Њутнову честичну теорију светлости. Наиме, праволинијско простирање светлости није могло да објасни феномене интерференције и дифракције светлости. Хајгенсова таласна теорија је све више избијала у први план, јер су експерименти недвосмислено показивали да се светлост при наиласку на препреку реда величине њене таласне дужине понаша као талас. Да би се коначно решио овај онтолошки проблем, Француска Академија наука је 1818. године расписала конкурс са следећом темом:

„Феномени дифракције су били предмет истраживања многих физичара...али истраживање није ипак успешно одредило кретање зрака близу тела, где се промена збива...важно за даље проучавање...физички начин на који се зраци савијају и раздвајају у различите групе...Као резултат тога, Академија предлаже ово истраживање...да буде представљено на следећи начин:

Одредити прецизним експериментима све ефекте дифракције светлосних зрака, упадног и рефлектованог, када они пролазе одвојено или симултано близу ивичних тачака тела...имајући у виду величине ових тела као и удаљеност од светлосног извора одакле се ови зраци емитују.

Одредити из ових експеримената, математичком индукцијом, кретање зрака за време њиховог пролажења близу тела.

Награда ће бити додељена на јавној седници 1819, али конкурс ће бити затворен првог августа 1818. И због тога ... радови морају бити достављени пре овога рока како би експерименти које они садрже могли бити проверени.” [6]

Иако су у жирију који је прегледавао приспеле радове биле углавном присталице Њутнове честичне теорије светлости (осим Д.Ф. Арагоа, који је једини од њих веровао у таласну теорију), победио је француски физичар Френел. Његов одговор на конкурс означио је почетак побијања Њутнове честичне теорије светлости и рехабилитацију Хајгенсове таласне теорије. Френел је развио математичку теорију [6] која је описивала велики број дифракционих експеримената који су сви објашњени истим принципом, а то је да су тамне и светле траке на екрану последица интерференције таласа на свакој од тачака на екрану. Овим је Френелов принцип генерализовао Хајгенсов принцип.

Један од чланова жирија, С. Д. Поасон, пошто је пажљиво проучио Френелову теорију, утврдио је да се, по Френеловој теорији сенке, појављује светла тачка у центру сенке иза непрозирног диска и да то „нарушава здрав разум“. Због тога је оповргавао Френелову теорију. Међутим, Араго је исте вечери потврдио експериментално постојање те тачке, тако да је Френел ипак победио на овом конкурс, што је довело до коначног прихватања таласне и одбацивања честичне теорије светлости.

Интересантно је да је ова светла тачка, данас позната као Поасон - Арагоова тачка, била опажена скоро век раније (1723) од стране Маралдија, који није објавио свој рад.

2.1. Откриће Поасон-Арагоове тачке математизацијом у онтологији пленума

М. Гондран и А. Гондран су приказали расподеле интензитета и трајекторије фотона иза диска полупречника $R = 5 \mu\text{m}$ [7]. Наша је намера да се да одреде расподела интензитета и трајекторије иза диска чије су димензије реда величине Њутновог новчића ($R = 1 \text{ cm}$) односно главе чиоде, јер су то димензије дискова који се уобичајено користе у експериментима. У раду се нумеричком симулацијом показује постојање Поасон-Арагоове тачке у центру сенке непрозирног диска полупречника $R = 0.0005 \text{ m}$, када се осветли монохроматском светлошћу таласне дужине $\lambda = 500 \text{ nm}$ нормалном на раван диска. Урађена је расподела интензитета светлости иза диска у равни детектора који се налази на растојању $z = 30R$ од дифракционе равни.

Разматрања дифракције на диску користе разматрање дифракције на кружном отвору и Бабинов принцип. Посматрајмо под датим условима, раван монохроматски талас светлости који пада на кружни отвор (Сл.1). Означимо са (x_M, y_M) координате тачке M у дифракционој равни а са (x, y, z) координате обсервиране тачке P на детектору. Занемаримо поларизацију светлости и претпоставимо да је упадни талас облика $A_0 e^{ikz}$. Амплитуда $A(P)$ иза препреке, која задовољава Хелмхолцову једначину :

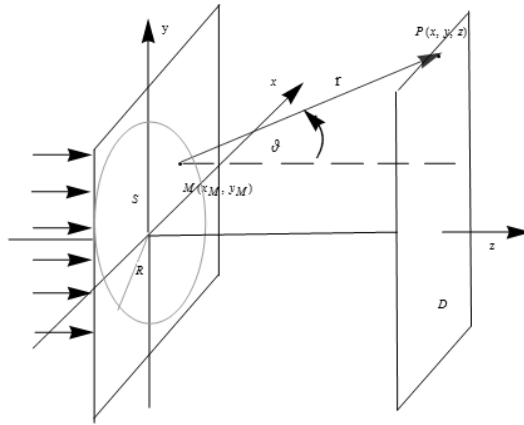
$$\frac{\partial^2 A}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 A}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 A}{\partial z^2} + k^2 A = 0 \quad (1)$$

дата је Релеј-Зомерфелдовом формулом [8,9,10а,7]:

$$A(P) = -\frac{iA_0}{\lambda} \int_S \frac{e^{ikr}}{r} \left(1 - \frac{1}{ikr}\right) \cos \theta dx_M dy_M \quad (2)$$

$$\text{где је : } r = \sqrt{(x - x_M)^2 + (y - y_M)^2 + z^2}, \cos \theta = \frac{z}{r}, k = \frac{2\pi}{\lambda}, \quad (3)$$

при чему се интеграција врши по површини S отвора.

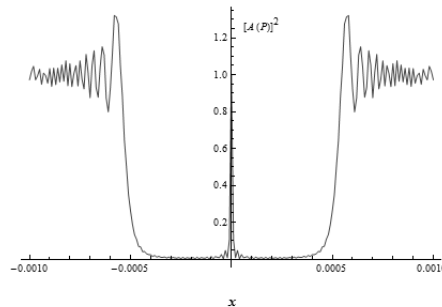


СЛИКА 1. На кружни отвор полупречника R пада раван монохроматски талас. Произволна тачка $M(x_M, y_M)$ на отвору је извор сферног таласа, а амплитуда светлосног таласа у тачки $P(x, y, z)$ је дата Релеј-Зомерфелдовим интегралом (2).

Када монохроматски талас наилази на препреку у облику кружног диска, то је исто као и да пролази слободно минус осветљење те препреке (Бабинеов принцип [106]). Дакле, амплитуда таласа иза кружног диска дата је следећим изразом:

$$A(P) = A_0(e^{ikz} + \frac{i}{\lambda} \int_S \frac{e^{ikr}}{r} (1 - \frac{1}{ikr}) \cos \theta dx_M dy_M) \quad (4)$$

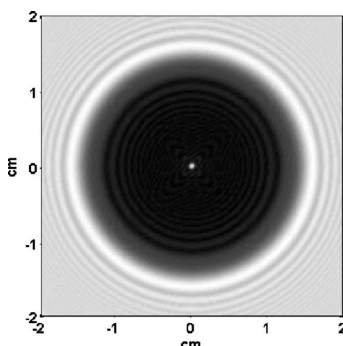
Вредност интензитета се израчунава узимајући квадрат модула амплитуде таласа [12]. Као резултат добијамо график приказан на слици 2.



СЛИКА 2. Расподела интензитета светлости иза кружног непрозирног диска полупречника $R = 0.5 \text{ mm}$ на растојању $30R$ од њега. У средини се јасно види изразит узан

максимум, који одговара светлој тачки наспрам центра диска, која представља Поасон-Арагоову тачку добијену у онтологији пленума.

На Сл.3 показана је дифракциона слика иза диска полупречника $R = 1 \text{ cm}$.



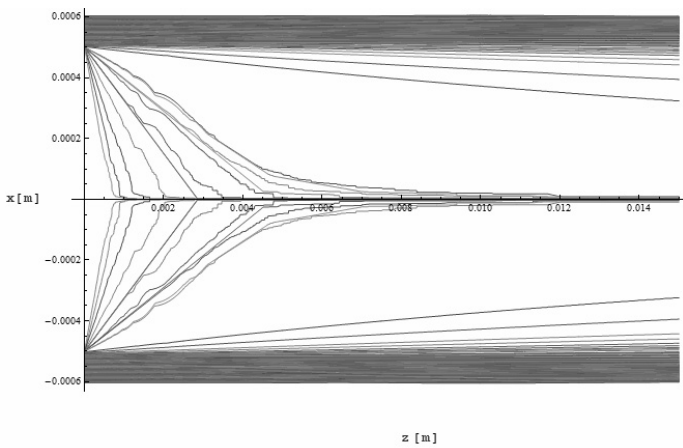
СЛИКА 3. Дифракциона слика иза новчића полупречника $R = 1 \text{ cm}$ на детектору постављеном на растојању од 5 m [76]. Светла тачка у средини је Поасон-Арагоова тачка.

2.3. Објашњење Поасон-Арагоове тачке спајањем онтологије пленума и онтологије честица

Посматрајмо дифракцију на диску под истим почетним условима као у поглављу 2.1. Разлика је само у томе што, уместо расподеле интензитета, сада пратимо линије протока електромагнетне енергије, третирајући их као могуће трајекторије фотона. Под том претпоставком, сваки фотон ће оставити траг на детектору на неком растојању (у нашем случају $30R$) од дифракционе равни. Ако забележимо z – координате фотона у тренутку удара у детектор, уз услов да се трајекторије фотона не секу, можемо пребројавањем броја фотона на интервалима дужине 10^{-5} m направити одговарајући хистограм од броја фотона по 10^{-5} m . Показаћемо да тај хистограм рефлектује расподелу интензитета дату на Сл.2, чиме показујемо да таласна интерпретација Поасон Арагоове тачке није у контрадикцији са честичном.

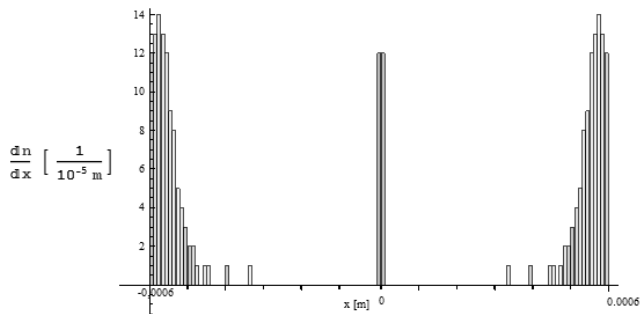
Комплетни математички формализам добијања израза којим се одређују линије тока ЕМЕ као и одговарајући програми потребни за нумеричка израчунавања и цртања графика и хистограма дати су у [12].

Као резултат се добија следећи график:



СЛИКА 4. График трајекторија фотона после дифракције на диску полупречника $R = 0.0005 \text{ m}$ у простору од $z = 0$ до $z = 30R$ иза диска. График садржи 230 трајекторија, од којих су 24 у области Поасон-Арагоове тачке.

А њему одговара следећи хистограм:



СЛИКА 5. Хистограм који показује број фотона по 10^{-5} m који су пали на детектор на растојању $z = 0.015 \text{ m}$ иза диска полупречника $R = 0.0005 \text{ m}$. Посматрана је дифракција монохроматске светлости таласне дужине 500 nm .

Ако добијени хистограм упоредимо са Сл.2, видимо да он доста верно рефлектује дистрибуцију интензитета добијену у онтологији пленума. Дакле, добијени хистограм показује да статистичка расподела фотона рефлектује и таласна и честична својства монохроматске светлости. Овим је математички и нумерички показано да Френелова таласна теорија није у контрадикцији са честичном интерпретацијом.

ЛИТЕРАТУРА

1. L. de Broglie, *The Current Interpretation of Wave Mechanics, A Critical Study* (Elsevier, Amsterdam, 1964).
2. D. Bom, *Uzročnost i slučajnost u savremenoj fizici* (Nolit, Beograd, 1972).
3. P.R. Holland, *The Quantum Theory of Motion* (Cambridge University Press, Cambridge UK, 1993).
4. P.G. Merlin, C. F. Missoroli and G. Pozzi, "On the statistical aspect of electron interference phenomena", *Am. J. Phys.* **44** (1976) 306.
5. T. L. Dimitrova and A. Weis, "The wave-particle duality of light: A demonstration experiment", *Am. J. Phys.* **76** (2008) 137.
6. A. Fresnel, *Oeuvres Complètes*, (Imprimerie Impériale, Paris, 1866), str.XXXVI-XXXVII.
7. M. Gondran and A. Gondran, "Energy flow lines and the spot of Poisson-Arago", a) hal-00416055 version 1-11 Sep 2009; b) *Am. J. Phys.* **78** (2010) 598.
8. G. D. Gillen and S. Guha, "Modelling and propagation of near-field diffraction patterns: A more complete approach," *Am. J. Phys.* **72** (2004) 1195–1201.
9. J. W. Goodman, *Introduction to Fourier Optics*, 2nd edn (McGraw-Hill, New York, 1996) chapter 3.5
10. A. Sommerfeld, *Optics Lectures on Theoretical Physics*, vol 4 (Academic Press Inc., New York, 1954) a) pp.198-201; б) pp. 204-5.
11. M. Born and E. Wolf, *Principles of Optics*, 7th ed. (Cambridge U.P., Cambridge, 1999).
12. Д. Димић, *ОГЛЕД О ФИЗИЧКОЈ РЕАЛНОСТИ ЗВОНКА МАРИЋА*, магистарска теза, УДК: 530.145:001 (Звонко Марић), ПМФ, Ниш, 2013.
13. Z. Marić, *Ogled o fizickoj realnosti*, (Nolit, Beograd, 1986)
14. В. Кораћ, М. Животић и Б. Павловић, *Историја филозофије* (Завод за издавање уџбеника СРС, Београд, 1970).
15. M. Davidović, A. S. Sanz, M. Božić, D. Arsenović and D. Dimić, "Trajectory-based interpretation of Young's experiment, the Arago-Fresnel laws and the Poisson-Arago spot for photons and massive particles", *Physica Scripta* **T153** (2013).
16. D. Arsenović, M. Božić, A. S. Sanz, M. Davidović, "Evolution of the wave function of an atom hit by a photon in a three-grating interferometer", *Phys. Scr.* **T135** (2009) 014025.

Мултидисциплинаран приступ настави физике

Сања Булат, Ивана Јокић

Основна школа "Бранислав Нушић", Београд

Апстракт. Усвајање нових садржаја физике и њихово повезивање са реалним светом и другим предметима увек је било изазов за наставнике. Да је то могуће показали су ефекти успешно реализованог пројекта у нашој школи. Биографији и раду Исака Њутна смо приступили на различите начине како у обради тако и у утврђивању. Садржаји су обрађивани различитим методама, а утврђивани на енглеском језику, користећи елементе драмског приказа и модерне технологије.

ПРОЈЕКАТ HELLO ЊУТН

Пројекат „Hello Њутн“ су осмислиле наставнице физике и енглеског језика. Реализован је у сарадњи наставника и ученика 7. разреда у току школске 2013-2014.године. Мултидисциплинарност овог пројекта огледа се у томе што су садржаји наставе физике презентовани на различите начине. Знања о Њутну и Њутновим законима су усвајана на часовима физике путем мапа ума, истраживачког рада, извођењем огледа и коришћењем методе „Flipped Classroom”(http://en.wikipedia.org/wiki/Flip_teaching, <http://www.knewton.com/flipped-classroom/>).

Неки часови су реализовани у дигиталној учионици где су ученици гледали phet симулације <https://phet.colorado.edu/sr/simulations/category/physics/motion> , анимације и друге видео материјале (туторијале предметног наставника).

Усвојена знања су утврђивана на часовима енглеског језика. Ученици су усвојена знања демонстрирали кроз драмске приказе.

Сва усвојена знања смо објединили у мултидисциплинарној представи „Њутн је закон“ са којом смо учествовали на Фестивалу науке 2013.

Часови енглеског језика

Биографију Исака Њутна и његов рад ученици су утврђивали на часовима енглеског језика. Развијање компетенција за учење страног језика је веома важна у настави. На овај начин ученици се оспособљавају да садржаје који се тичу физике усвајају на енглеском језику, а не само на матерњем. После овог пројекта ученици ће бити оснажени да користе научне сајтове на енглеском језику.

Часови физике

Садржаји пројекта су реализовани на три редовна часа физике.

1.час - је имао наслов “Живот и дело Исака Њутна”. На првом часу смо користили неколико различитих метода. Прва примањена метода је била „Flipped Classroom”(извртнута учионица).

Идеја ове технике је да се обрада наставних садржаја измести из учионице и да ученик сам бира време и место где ће им приступити. Ученици пре часа добијају инструкције о туторијалима које је поставио наставник он лајн. Садржај који се поставља треба да буде делимично ауторског карактера. Ученичке активности почињу још пре часа, упознавањем са постављеним материјалом. У овом случају то је била биографија и пп презентација о Исаку Њутну. Ови материјали се могу видети на следећим линковима.

<http://justpaste.it/ewxe>

<http://www.slideshare.net/sanjabulat54/isak-njutn-32903991>

На часу наставник има функцију координатора и сарадника. Ученици су подељени у групе и свака група је добила додатни материјал. Задатак група је да се детаљније баве неким сегментом рада и живота Исака Њутна, тако да је било 4 групе (1. Оптика, 2. Биографија, 3. Кретање 4. Гравитација). Све групе су своја запажања приказала кроз мапе ума. Мапа ума је техника која се показала одлична за утврђивање, а у неким случајевима и обраду градива.



СЛИКА 1. Договор око прављења мапе ума и демонстрација рада у групи.

2.час је реализован у дигиталном кабинету. То је био час обраде Другог Њутновог закона. Почели смо тако што су чланови сваке група изговарали назив физичке величине, дефиницију, ознаку, мерну јединицу и чиме се мери или како се израчунава. Било је 4 групе (маса, брзина, убрзање и сила). Затим су се ученици приступили фејсбуку где постоји група *Њушићеве природне науке*, где је наставница физике поставила различите линкове и клипове. Клипovi приказују зависност убрзања од времена и масе. Према сугестији наставника ученици су погледали и неке клипове који су демонстрирали Први Њутнов закон. Примери клипова могу се наћи на следећим линковима

<http://www.sophia.org/tutorials/drugi-njutnov-zakon>

<http://www.sophia.org/tutorials/prvi-njutnov-zakon>

На централном рачунару (где су се ученици смењивали) гледали су phet симулације које се односе на кретање и деловање силе. У овим симулацијама ученици су и креатори различитих ситуација у којима проучавају зависност међу физичким величинама. Циљ је био да ученици самостално дођу до закључка на који начин су повезани сила, убрзање и маса. На тај начин је заједнички изведена и математичка формулација овог закона.



СЛИКА 2. Час у дигиталном кабинету.

3. час је реализован по принципу ротационог модела (ученици су подељени у групе и ротирају кроз неколико радних места, наставник одређује групе и време ротације. Кроз сва радна места пролазе сви ученици).

То је био час утврђивања сва три Њутнова закона кроз демонстрационе огледе које изводе ученици. У радном простору су била постављена три радна експериментална места, а у централном делу простора струњаче на којима су ученици седели распоређени у круг. Играли смо игру Ја сам...Један ученик започиње *Ја сам сила*, ученик поред њега наставља *Моја ознака је $ef(F)$* , следећи ученик *Моја мерна јединица ...* Након тога на сваком радном месту је изведено неколико огледа за демонстрирање Првог, Другог и Трећег Њутновог закона. Ученици су били подељени у три групе, а сваки од њих је могао да реализује сваки оглед.

Часови слободних активности

Реализовано је око петнаест часова са слободним активностима ученика.

Један од часова је реализован у аутобусу. Кроз сопствено искуство при наглом кочењу или кретању ученици су осетили последице инерције (у договору са возачем аутобуса). Ово искуство смо снимили камером и тај видео материјал употребили у представи. На следећим часовима смо увежбавали представу “Њутн је закон”. Ученици су својим идејама допуњавали сценарио представе. У представи се на помало комичан начин говори о томе како ми мислимо да је Њутн дошао до својих открића. Представа је мултимедијална, између драмских приказа пројектовани су клипови из учионице у којима ученици демонстрирају Њутнове законе. Део текста

је на енглеском језику, а део на српском. Са представом смо као најмлађи учесници наступали на *Фестивалу науке 2013.* под слоганом *Хероји науке.*



СЛИКА 3. Уживо из СКЦ-а .

Снимак представе можете видети на следећем линку
<http://www.youtube.com/watch?v=FeIF3qgg6qA>

ЗАКЉУЧАК

Вредност оваквог приступа настави видела се још у току саме реализације у расположењу ученика и атмосфери која је владала у свим активностима. Ученици су били веома мотивисани за усвајање садржаја, што се манифестовало личним ангажовањем и трудом. Ученици слабијих постигнућа су били ангажовани и мотивисани да усвајају нове садржаје. Квалитет усвојених знања је утврђиван кроз часове утврђивања, израду контролних вежби и вредновањем постигнућа кроз примену знања у новим ситуацијама.

Ученици показују интересовање за даљим оваквим приступом наставним садржајима физике.

ЛИТЕРАТУРА

1. <https://www.sophia.org/users/sanja-bulat>
2. <https://class.coursera.org/k12blendedlearning-001>
3. Тони Бузан, Бари Бузан, Мапе ума, Финеса, 2013.
4. Марија Крнета, Уџбеник из физике за 7. Разред, Бигз- Београд 2009.
5. <http://www.youtube.com/watch?v=iH48Lc7wq0U>
6. <http://www.youtube.com/watch?v=mn34mnnDnKU>
7. <https://www.sophia.org/flipped-classroom>

Маркерски мета-језици у веб апликацијама за потребе форматираног текста у физици

Владимир Б. Симовић

Мачванска средња школа, Богатић
ОШ „Јован Цвијић“, Змињак/Шабачи

Апстракт. LaTeX спада у једноставније уско наменске маркерске језике а савремена употреба LaTeX синтаксе у настави физике олакшана је како развиконом презентационих веб платформи које га интерпретирају, тако и употребом специјализованих веб апликација за генерисање PDF докумената са форматираним текстом и LaTeX кода (чији типични примери су Sharelatex.com и Codecogs.com).

ЈЕЗИЦИ ЗА ОЗНАЧАВАЊЕ ФОРМУЛА И ВЕБ АПЛИКАЦИЈЕ

Језици за означавање формула као што је LaTeX, захтевају инсталацију посебних софтверских алата за генерисање постскрипт или PDF датотека. (Видети на пример: <http://mat240.wikispaces.com/file/view/MiKTeX+and+TeXNicCenter+installation+guide.pdf>) Међутим као што се може уочити тренд да веб све више преузима и оне услуге за које постоје у основи другачији специјализовани сервиси интернета, тако и саме веб апликације све више инкорпорирају и оне улоге и задатке традиционално намењене десктоп апликацијама. У том смислу посао око форматирања формула постаје лакши пошто користимо серверске капацитете путем веба, уместо да инсталирамо потребни софтвер.

Када говоримо о математичком представљању физичких законitosti – обрасци односно формуле у физици се углавном приказују у растерском облику битмапираних слика (као у следећем примеру са портала Wikipedia.org).

<dd>

The image displays a mathematical formula for the derivative of a vector function. It is written as $\frac{dy}{dt} = -f(t) dt$. The variables y and t are in bold, and the function f is also in bold. The formula is presented in a standard black font on a white background.

$$\frac{dy}{y} = -f(t) dt$$

СЛИКА 1. Овде видимо да су формуле на Википедији писане у LaTeX-у ($\frac{dy}{y} = -f(t), dt$) иако су приказане битмапама, слике су само аутоматски генерисане.

Ворд и подршка за MathML

Класичан ворд документ може укључити (уграђивањем које се заснива на технологији Object Linking and Embedding - OLE) скалабилну MS Equation Editor графику (ограничену везију MathType) или - од верзије Office 2007 делимично (као OMML - Office Math Markup Language односно OOXML) а касније потпуно - користити мета језик за опис математичких формула MathML.

Ево на пример како изгледа формула $v = v_0 + a t$ генерисана програмом Word 2007:

```
<mml:mi>v</mml:mi><mml:mo>=</mml:mo><mml:msub><mml:mrow><mml:mi>v</mml:mi></mml:mrow><mml:mrow><mml:mn>0</mml:mn></mml:mrow></mml:msub>  
> <mml:mo>+</mml:mo><mml:mi mathvariant="italic"> a t</mml:mi></mml:math>
```

што ипак још увек није у потпуности компатибилно са MathML-ом.

MathML се може илустровати следећим примером:

```
<math xmlns="http://www.w3.org/1998/Math/MathML">  
  <mrow>  
    <mi>v</mi>  
    <mo>=</mo>  
    <msub>  
      <mi>v</mi>  
      <mn>0</mn>  
    </msub>  
    <mo>+</mo>  
    <mi>a</mi>  
    <mo>&#x2062;</mo>  
    <mi>t</mi>  
  </mrow>  
</math>
```

Алтернативни и само донекле функционални начин је куцање формула искључиво употребом форматираног текста у ворду.

На пример (Word 2003):

$v = v_{[}$ за доњи индекс истовремени притсак на CTRL и +] $0_{[}$ за излазак из режима доњег индекса - поново истовремени притсак на CTRL и +] $+ a t$

И овде се наравно у позадини користи мета језик за опис форматираног текста што се лепо види када се на пример документ сними у RTF формату,

```
{\insrsid6357250 v = v}{\sub\insrsid6357250 0}{\insrsid6357250 + a t}
```

или у HTM(L) формату,

`<p class=MsoNormal>v = v<sub>0</sub> + a t</p>`

LATEX СИНТАКСА

Једноставност обраде текста у LaTeX-у не заснива се на употреби WYSIWYG ("what you see is what you get") текст процесора (иако такви постоје), већ пре свега на интуитивном и логичном опису како самих формула тако и форматираног текста уопште. Због јасне потребе да математичке формуле буду описане на једноставан и компактан начин LaTeX је као језик структуриран синтаксно сасвим независно од маркерских језика изниклих из SGML концепта (HTML, XHTML, XML и на XML-у засновани MathML), који су пре свега намењени аутоматизованој рачунарској размени података. (LaTeX је развијен као проширење верзије језика TeX коју је осмислио физичар Доналд Кнут (D. E. Knuth).)

Постоји разлика између писања текста и писања формула у LaTeX-у. Формуле се могу уградити у текст употребом маркера за почетак и крај формуле \$ и \$ (нпр. `$v=v_0+at$`) или одвојити ван текста употребом `$$` и `$$` или `\begin{equation}` и `\end{equation}`, као у следећем примеру

```
\documentclass[12pt]{article}
\usepackage{amsmath}
\usepackage{graphicx}
\usepackage[utf8]{inputenc}
\usepackage[T2A]{fontenc}
\usepackage[serbian,english]{babel}
```

```
\title{Проба \LaTeX{} документа}
\author{Владимир Б. Симовић}
\date{\today}
```

```
\begin{document}
\maketitle
```

Текст документа у LaTeX-у.
Формуле се могу писати ван текста:

```
\begin{equation}
v = v_0 + at
\end{equation}
```

Или на следећи начин:

```
$$
v = v_0 + at
$$
```

```
\end{document}
```

Ево још неколико примера формула које би се могле означити знацима `$$` и `$$`

```
\large v=v_0 \pm at
```

$$v = v_0 \pm at$$

```
\large v^2=v_0^2 \pm 2aS
```

$$v^2 = v_0^2 \pm 2aS$$

$$\nu_L = \frac{u \pm v_L}{u \mp v_S} \cdot \nu_S$$

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g}}$$

али исто тако се могу писати и у оквиру текста као $v = v_0 + at$ на пример.

ГЕНЕРИСАЊЕ LATEX КОДА И PDF ДОКУМЕНАТА

Као што је већ речено од интереса може бити употреба специјализованих веб апликација за генерисање PDF докумената са форматираним математичким текстом (на пример www.sharelatex.com) чиме се замењује десктоп инсталација софтвера, односно употреба алата (на пример: <http://www.codecogs.com/latex/eqneditor.php>), у којима се формуле лако могу дизајнирати помоћу графичког интерфејса.

Проба L^AT_EX документа

Владимир Б. Симовић

April 11, 2014

Текст документа у L^AT_EX-у. Формуле се могу писати ван текста:

$$v = v_0 + at \quad (1)$$

ЗАКЉУЧАК

Употреба L^AT_EX синтаксе олакшана је како развитком веб платформи које га интерпретирају (L^AT_EX код се уноси између предефинисаних маркера, на пример за Wordpress: $v = \frac{S}{t}$ \$, Edmodo: $v = \frac{S}{t}$ [/math], MOODLE и Piazza: $v = \frac{S}{t}$ \$\$), тако и употребом специјализованих веб апликација и алата за генерисање L^AT_EX кода, као што је на пример поменути Codecogs.com

ЛИТЕРАТУРА

1. Душко Латас, Научи L^AT_EX у пет корака: 1 и 2, <http://takmicenja.ipb.ac.rs/?p=1191> и <http://takmicenja.ipb.ac.rs/?p=1247>
2. Ronald Knapper, L^AT_EX Symbol Reference for High School Level Mathematics Using Edmodo <http://edmodoteacherhub.wikispaces.com/file/view/LatexEdmodoVersion4.pdf>

Биомеханика у настави физике

мр Дарко Симић

Основна школа "Чегар", Ниш

Апстракт. Рад представља покушај да се применом савремених бимеханичких метода проучавања кретања људског тела ученицима визуелно приближе појмови и величине механике. На основу временских зависности физичких величина може се извршити анализа кретања целог тела као и појединачних сегмената тела. Једноставним прибором ученици су подстакнути да сами врше сличне експерименте и проучавају механичке законитости кретања људског тела.

БИОМЕХАНИКА КАО НАУЧНА ДИСЦИПЛИНА

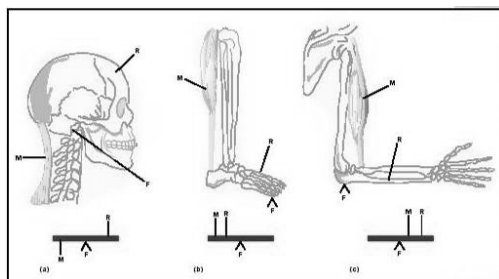
Биомеханика представља област биофизике која изучава механичка својства и понашања људског организма и његовог кретања. Она својим садржајем сједињује механику и анатомију људског тела. Задатак биомеханике је анатомско-механичка анализа одређених ставова или положаја (статика), односно одређених кретања (динамика) човечијег организма, утврђујући узроке и последице дејства како спољашњих, тако и унутрашњих сила, водећи рачуна о свим специфичностима апарата за кретање [1].

Ради проучавања покрета људског тела неопходно је забележити његово кретање. То се врши обично камерама које могу да забележе велики број фрејмова у секунди. Зато се овај метод испитивања у биомеханици зове кинематографски метод. У овом раду је за обраду видео записа покрета људског организма коришћен програм SkillSpector.

КОРЕЛАЦИЈА СА НАСТАВОМ ФИЗИКЕ

Узајамна веза физике и биологије временом је изнедрила нове научне дисциплине као што је управо биомеханика. Тиме је омогућено да се дубље схвати суштина сложених биолошких система и појава, као и да се изнађу одговарајуће методе проучавања.

У биомеханици људског тела могу се израчунавати многе физичке величине коришћењем претходно задатих параметара кретања. На основу нумеричких или графичких резултата истраживања неке врсте покрета, може се доћи до конкретних закључака о кретању тела. Коришћењем једноставнијих биомеханичких техника у настави физике ученици могу створити јаснију представу о неким физичким величинама и законитостима. Тиме су задовољена бар два дидактичка принципа наставе: јединство теорије и праксе и очигледност.



СЛИКА 1. Неке од полуга у људском организму.

Критеријум на основу кога се може верификовати свака тврдња у физици је експеримент. У условима лоше опремљености наставним средствима, биомеханичко проучавање има минималне захтеве (дигитална камера или фотоапарат, рачунар). Наставне теме које су изучаване на часовима обраде градива могу се ефикасно визуализовати биомеханичким проучавањем кретања тела. Ученици сами могу вршити различита истраживања и дати своје закључке. Тиме је испуњена потреба да све представе и појмови који се формирају у свести ученика буду засновани на перцепцијама које су добијене у току непосредног изучавања предмета[2].

Циљ савремене наставе физике није само да ученици овладају одређеним обимом знања него и да стекну вештину и навику да то знање самостално примењују у пракси, што доводи до развоја индуктивног и дедуктивног мишљења. Увођење метода и облика рада са употребом савремених техничких средстава омогућава брзу и ефикасну трансмисију знања[3]. Биомеханички експеримент и анализа резултата су средство које може помоћи у бољем сагледавању физичких законитости кретања.

РАД СА ПРОГРАМОМ SKILLSPECTOR

Апликација SkillSpector базира анализу кретања на видео запису. Положај тела се израчунава помоћу ДЛТ алгоритма (Direct Linear Transformation) заснованом на калибрационом објекту који се задаје на почетку анализе [4]. Знајући положај тела у сваком фрејму видео секвенце могуће је израчунати вредности брзине, убрзања, енергије, момента инерције, положај центра маса, итд.

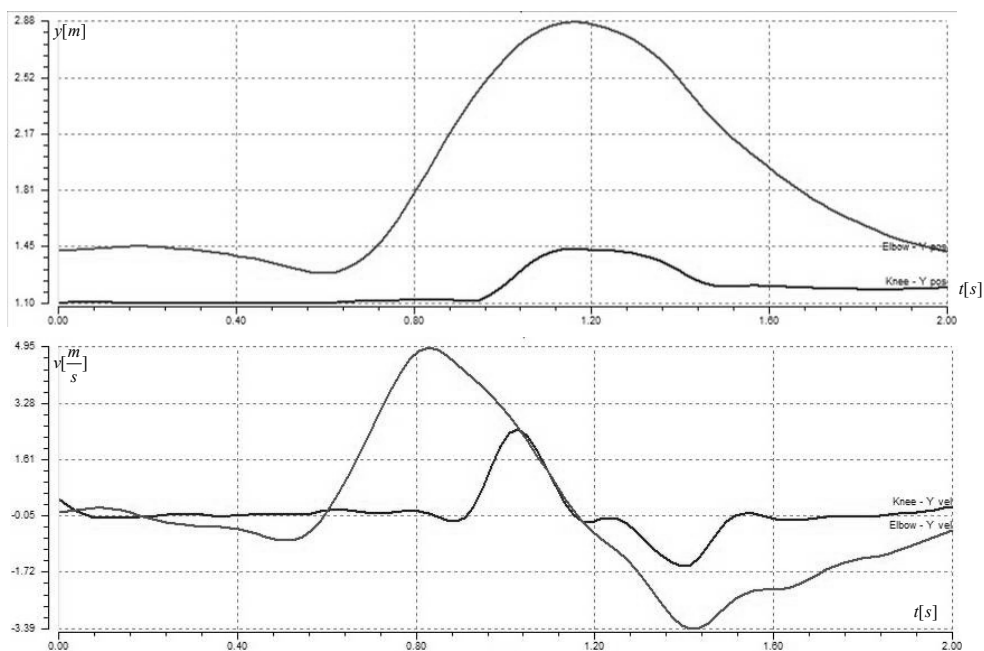


СЛИКА 2. Изглед модела људског тела са сегментима.

У овом раду коришћена је 2Д анализа покрета. То је једноставна механичка анализа код које је потребно снимити покрете тела само из једног угла. Важно је да се камера постави нормално на посматрано тело и да кретања оних делова тела које посматрамо не излазе из оквира снимка. Даље је потребно да се људско тело поједностави у модел састављен од сегмената као што су нога, рука, надлактица, итд. За ово истраживање коришћени су следећи сегменти: ножни прст, глежањ, колено, кук, раме, лакат, ручни зглоб, врхови прстију, брада и чело (слика 2).

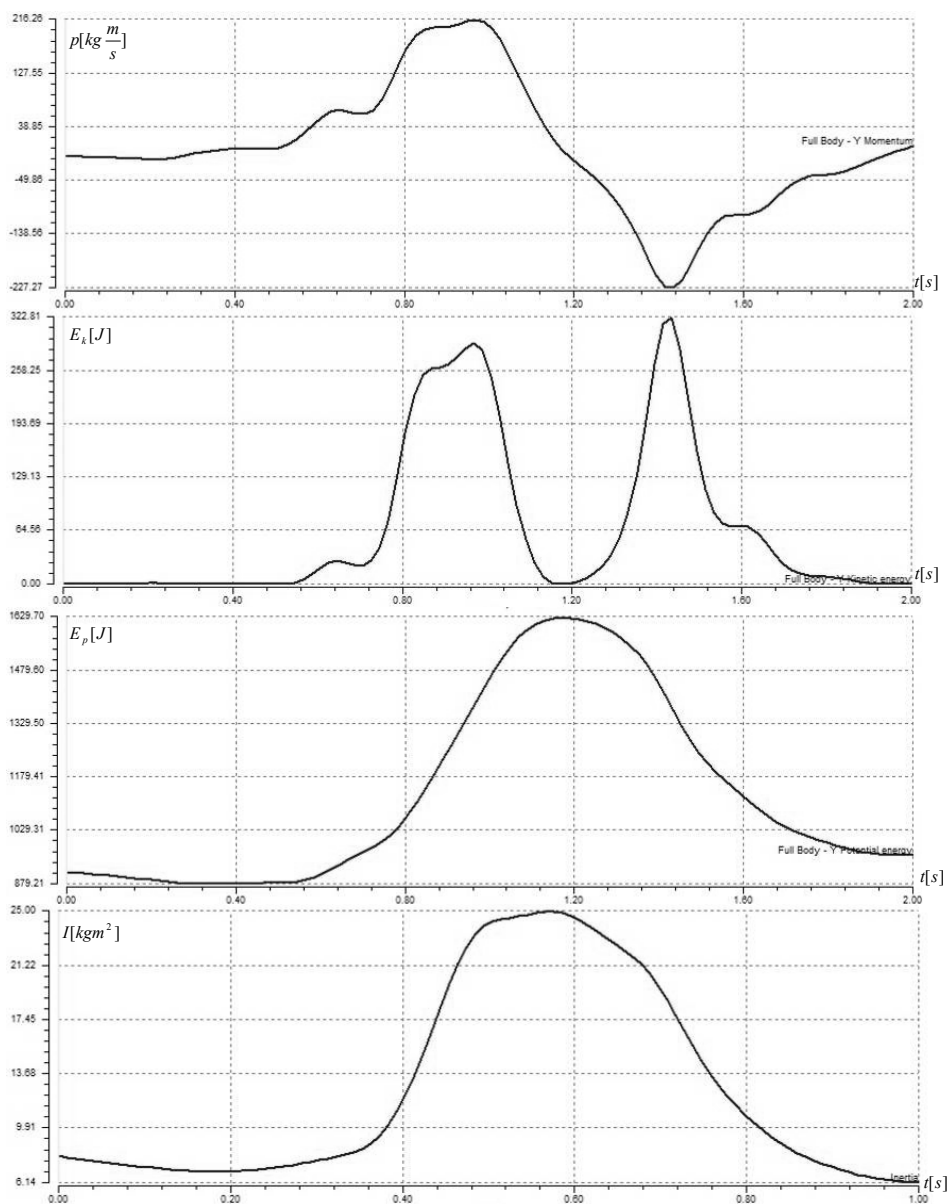
За сваки од фрејмова у видео запису се одређује положај сегмената тела. Конкретно, посматран је скок из места. Поред тога, потребно је унети калибрациони видео запис којим се дефинишу четири значајне тачке објекта. У оваквом упрошћеном моделу, једини параметар је маса тела, коју такође уносимо у програм.

РЕЗУЛТАТИ АНАЛИЗЕ КРЕТАЊА



СЛИКА 3. Положај и брзина колена и лакта.

На сликама 3 и 4 приказане су промене различитих физичких величина током изведеног скока из места. Посматрањем и анализом ове временске зависности, могу се дати закључци о промени потенцијалне и кинетичке енергије тела, као и о брзини и положају одређених сегмената људског тела. На тај начин се стиче јаснија слика о карактеристикама кретања тела и стичу визуелни доживљаји изучаваних физичких величина што олакшава њихово разумевање. Тиме се отварају могућности за извођење самосталног експеримента и синтезе целукупног градива механике у једну јаснију слику.



СЛИКА 4. Импулс, кинетичка и потенцијална енергија тела, момент инерције.

ЛИТЕРАТУРА

1. Oravsky, P., *Основи биомеханике*, Београд: Научна књига, 1971.
2. Басарић, Ђ., *Методика наставе физике*, Београд: Научна књига, 1979.
3. Распоповић, М., *Методика наставе физике*, Београд: ЗУНС, 1992.
4. <http://video4coach.com/images/SkillSpector%20D%20Intro%20ENG.pdf>

Резултати иницијалног тестирања из физике ученика првог разреда средње школе

Биљана Стојичић¹, Владан Игић¹, Миленија Јоксимовић²

¹Земунска гимназија, Земун, ²Хемијско прехрамбена технолошка школа, Београд

Апстракт. У раду су приказани резултати иницијалног тестирања обављеног у другој недељи септембра 2013. године у Земунској гимназији и Хемијско прехрамбеној технолошкој школи. Циљ заједничког рада је упоређивање резултата добијених у ове две школе. Одлучили смо да исту групу ученика тестирамо и на крају првог полугодишта.

УВОД

Иницијални тест знања, као мерни инструмент, има функцију да утврди квалитет и квантитет знања ученика стеченог у току претходног школовања. Резултати оваквог теста помажу наставнику у планирању и извођењу наставе.

Тестови су креирани као нестандардизовани, са задацима објективног типа, ослањајући се на Образовне стандарде за крај основног образовања. Задаци су на основу поделе из Образовних стандарда из следећих области: Сила, Кретање, Електрична струја, Мерења, Енергија и топлота, Математичке основе физике и Есперимент. У оквиру Образовних стандарда дат је изврстан број примера који нам је послужио као модел. Треба имати у виду да ће се композитни тест на крају основног образовања радити тек у јуну 2014. године, па нисмо имали ширу базу задатака.

ИНИЦИЈАЛНИ ТЕСТ У ЗЕМУНСКОЈ ГИМНАЗИЈИ

Тест је радило 307 ученика. Састављено је 12 задатака основног нивоа, 24 средњег нивоа и 12 напредног нивоа, па је њиховом комбинацијом, уз минималне измене (промена бројних вредности, измену захтева најмање и највеће, промена редоследа итд) формирано 8 група по 20 задатака. Критеријум при састављању је био: 5 задатака основног, 10 средњег и 5 напредног нивоа.

Задаци су бодовани са по једним поеном, тако да је максимални број поена 20. Резултати су на крају изражени у процентима. Тест није оцењиван.

Из добијених резултата може се проценити успешност ученика, како појединачно, тако и на нивоу одељења. Резултати су бољи у одељењима природниг смера. Најважнији резултат је процена нивоа усвојених знања. Поређењем очекиваних резултата на основу стандарда и добијених у одређеном задатку, уочена су одступања у 11 задатака (3 основног нивоа и 8 средњег нивоа).

ТАБЕЛА 1. Резултати задатака основног нивоа код којих је уочено одступање од очекиваних

Задатак	Број ученика који је радио задатак	Број ученика који је тачно урадио задатак	Проценат успешности
1	92	53	58
2	169	90	53
3	61	16	26

Очекивано постигнуће за задатке основног нивоа је да их уради 80% ученика.

Задатак број 1: Ученицима су понуђена три одговора од којих они бирају један. Текст: Осцилаторно кретање је кретање: а) детета на љуљашци, б) листа на ветру, в) казаљке на сату. (Стандард ФИ.1.2.1.)

Задатак број 2: Ученици су добили слику амперметра чији најмањи подеок вредо 0,2А. Текст: На слици је приказана скала амперметра. Колику јачину струје показује казаљка? (Стандард ФИ.1.4.1.).

Задатак број 3: Ученицима су понуђена три одговора од којих они бирају један. Текст: Мера инертности тела је: а) сила, б) маса, в) брзина.

ТАБЕЛА 2. Резултати задатака средњег нивоа код којих је уочено одступање од очекиваних резултата

Задатак	Број ученика који је радио задатак	Број ученика који је тачно урадио задатак	Проценат успешности
4	124	44	24
5	307	142	46
6	92	39	42
7	61	23	38
8	90	34	38
9	201	89	44
10	124	68	38
11	124	38	30

Очекивано постигнуће за задатке средњег нивоа је да их уради 50% ученика.

Задатак број 4: Ученици користе Омов закон. Текст: Одредити напон, ако су познати јачина струје и електрични отпор у електричном колу (Стандард ФИ.2.3.4.).

Задатак број 5: Различите групе имале су различите слике, али сви задаци су се односили на исти стандард. Текст: Бензин капље из резервоара аутомобила. Сваке две секунде на пут падне по једна кап. На основу трагова капи на путу, приказаних на слици, шта можемо закључити о кретању аутомобила? Заокружи слово поред тачног тврђења: а) кретање аутомобила је равномерно убрзано, б) кретање аутомобила је равномерно успорено, в) аутомобил се креће сталном брзином, г) кретање аутомобила је неравномерно успорено (Стандард ФИ.2.2.1.).

Задатак број 6: Ученици су требали да допуне реченицу. Текст: Убрзање је.....у јединици времена (Стандард ФИ.2.2.2.).

Задатак број 7: Ученицима су понуђене четири слике. Они морају да одаберу слику која одговара захтеву задатка. Ивана има три батерије од по 1,5 V. Треба да их веже тако да добије извор са напоном од 4,5 V. На којој слици је приказано везивање које би Ивана требало да изабере? (Стандард ФИ.2.4.3.).

Задатак број 8: Ученици су добили график зависности брзине од времена и требали су да са графика одреде за колико се променила брзина у неком временском интервалу. Текст: Камсион креће са паркинга. Промена његове брзине је приказана на графику. За колико се променила брзина камиона од почетка кретања до краја четврте секунде? (Стандард ФИ.2.6.3.).

Задатак број 9: Текст: Претвори запремину изражену у l у m^3 (Стандард ФИ.2.4.2.).

Задатак број 10: Ученици су од понуђених одговора требали да одаберу тачан. Притисак у гасу је обрнуто сразмеран запремини гаса ако је температура гаса стална. Ако се запремина гаса повећа 4 пута, а температура остане стална, притисак ће се: а) смањити 4 пута, б) повећати 4 пута, в) смањити 16 пута, г) повећати 2 пута (Стандард ФИ.2.6.1.).

Задатак број 11: Ученицима је дата слика еластичне опруге у вертикалном правцу о коју је обешено тело. Њихов задатак је био да нацртају правац и смер еластичне силе (Стандард ФИ.2.1.1.).

Код задатака напредног нивоа није било одступања.

ИНИЦИЈАЛНИ ТЕСТ У ХПТ ШКОЛИ

Тест је радило 73 ученика, образовних профила: хемијско технолошки техничар, техничар за индустријску фармацеутску технологију, техничар за козметичку технологију, хемијски лаборант. Ученици долазе из основних школа са шире територије Београда, а оцене из физике су им углавном биле двојке и тројке, само двоје су имали петице. При избору задатака узета је у обзир корелација физике са стручним предметима (практична настава, технолошке операције итд.), а узета је у обзир и информација о претходном успеху ученика. Због наведених разлога задаци су основног и средњег нивоа. Максималан број бодова на тесту је 15, ученици су унапред знали да се тест не оцењује, али да ће добити резултате и анализу теста, као и упутство о даљем раду. Резултати теста су следећи:

од 73 ученика, 15 ученика (20,5%) су имали више од 5 бодова, а нико није имао максималних 15 бодова.

Задатак у коме је требало претворити (km/h) у (m/s) урадило је 11,3% ученика, а 8,4% ученика су знали однос мерних јединица, али нису урадили тражене рачунске операције

Задатак у коме је требало међу наведеним појмовима издвојити физичке величине (пример: *међу наведеним појмовима подвуци физичке величине: енергија, трење, температура, сила, полуга, снага*), решили су 33,8% ученика. Задатак у коме је требало поред назива мерних инструмената написати одговарајуће физичке величине, решили су: 34,3% ученика знају шта мери вага, 50% ученика знају шта мери термометар, 11,3% ученика знају шта мери барометар, 8,3% ученика знају шта мери динамометар; 5,7% ученика знају шта мери хронометар; 41,7% ученика знају шта мери амперметар и 5,7% знају шта мери волтметар.

Задатак у коме је требало препознати формуле (пример: *дата је формула $ma=F$, очекивани одговор је производ масе и убрзања једнак је сили која убрзава тело*), решили су: 19,4% ученика препознају формулу за брзину $v=s/t$ и за густину $\rho=m/V$, 2,8% ученика препознају формуле за тежину $Q=mg$, механички рад $A=Fs$ и Омов закон $I=U/R$; формулу за притисак $P=F/S$ ученици нису препознали.

Добијени резултати ученике нису узнемирили, али наставнику су показатељ одакле треба почети и да је неопходна допунска настава. Упоређујући овај тест претходним искуствима, резултат је слабији.

ЗАКЉУЧАК

У Земунској гимназији овакво тестирање је урађено први пут. Наредних година база задатака ће се проширивати, а искуство овог тестирања ће олакшати свако наредно. Резултати у целини не изискују корекцију плана у првој години, али свакако дају смернице на шта треба обратити посебну пажњу током рада.

Уочена је веза између успешности решавања задатака и времена када је садржај обрађен у основној школи (на пример: наставни садржаји који се обрађују у осмом разреду су слабије усвојени). Задаци број 3, 5, 6 и 11 одговарају градиву седмог разреда. Посебно је интересантан задатак број 5, јер су га радили сви ученици, а успешно решило 46% ученика. Треба имати на уму да се очекивани ниво постигнућа од 50% односи на целокупну популацију ученика који завршавају основно образовање. У гимназије се уписују најуспешнији ученици из основних школа, што треба имати на уму када се анализирају остали задаци.

Резултати тестирања у Земунској гимназији и ХПТ школи се могу поредити, али само ако се узме у обзир структура уписаних ученика. Заправо, овде је исправно говорити о допуњавању резултата.

У обе школе физика се у првом разреду изучава два часа недељно, са сличним наставним садржајем (без обзира на различиту структуру и потребе ученика), па су исти ученици тестирани на крају полугодишта. Резултати полугодишњег теста обављеног у Земунској гимназији се могу видети на линку <http://justpaste.it/ex2r> а, резултати тестирања у Хемијско прехрамбеној технолошкој школи на линку <http://justpaste.it/ex2s>.

ЛИТЕРАТУРА

1. <http://www.ceo.edu.rs/> (Образовни стандарди)

Час физике: „Мерење“ – припрема, реализација и анализа

Зоран Костић

ОШ „Јосиф Костић“, Лесковац

Апстракт. У овом раду приказана је припрема, реализација и анализа угледног часа на наставну тему „Мерење“ и наставну јединицу „Мерење – систематизација теме“.

ПРИПРЕМА ЧАСА

Желећи да практично проверим колико су моји ученици савладали предвиђено градиво из наставне теме „Мерење“ одлучио сам да уместо фронталне методе испитивања или тестирања, ученицима једног одељења дам практичне задатке мерења. Школа нема кабинет за физику, нема апсолутно ништа од потребних средстава за извођење лабораторијских вежби тако да све што се је искористило на часу донето или од стране ученика или од стране наставника. Разговарао сам са ученицима планираног одељења и они су са одушевљењем прихватили ову идеју.

Планирани циљ часа је био да ученици радом по фрупама понове, утврде и практично увежбају поступке мерења различитих физичких величина.

Образовни задаци су били: утврђивање правила мерења мерилима и израчунавање појединих величина, упознавање са начином лабораторијског рада по групама и повезивање наученог градива са градивом из предмета српски језик, ТИО и математике.

Функционални задаци су били: увежбавати запажање и бележење важних чињеница, развијати способности пажње, заједничког рада и одговорности, увежбавати формулисања и изражавања критичког мишљења у лабораторијском раду и развијање вештина мерења, уочавања, препознавања и повезивања научних чињеница, побољшавати писано и усмено изражавање ученика.

Васпитни задаци су били : подстицати ученике на рад и учење, навикавати ученике на заједнички рад, поделу задатака и обавеза у оквиру групе, подстицати ученике на сарадњу развијати радозналости и радних навика и вештина у лабораторијском раду.

Образовни стандарди који су били проверавани садржавали су сва три нивоа, а покушао сам да што више дам ученицима активности у погледу мерења појединих физичких величина. Такође желео сам да повежем ово градиво са задацима из математике који су ученици осмог разреда имали на претходном завршном испиту и који су показали, у доброј мери, да задаци баш из ове групе представљају највећи проблем при решавању (посебно са претварањем мерних јединица запремине).

Направио сам шест различитих тестова са по два задатка, експерименталним и рачунским и ученике поделио у шест група. Групе су направљене тако да су у свакој од њих били ученици различитог нивоа знања и различитих оцена. Свака група је добила свог руководиоца (обично оног који је имао одличну оцену) и који

је био задужен да испред групе презентује рад своје групе на крају часа. Остали ученици у групи су све резултате мерења и запажања писали у своју школску свеску, а руководиоца групе је писао то исто на једном већем листу папира. Тражио сам да се цртежи и искотирају по правилима котирања како би ученици ово градиво повезали са градивом предмета ТИО коју се радили у овом и у претходном разреду.

На часу стручног већа наставника природних наука у школи представио сам овај рад и позвао све заинтересоване колеге, стручне сараднике, родитеље и директора школе да присуствују овом часу. Позив је био истакнут и на огласној табли за родитеље у холу школе и у наставничкој канцеларији

РЕАЛИЗАЦИЈА ЧАСА

Договореног дана ученици су сами пре часа припремили групе и учионицу за предвиђене активности. Мотивисаност ученика је била велика. Руководиоци група су одмах на почетку извукли по један лист са задацима (Варијанта А до Е).

Варијанта А и једна група је имала практични задатак мерења дужине и ширине школске клупе, израчунавање грешке мерења и теоријски задатак са претварањем вредности дужине из једних мерних јединица у другу који сам узео из Збирке задатака за припрему завршног испита из математике за основне школе.

Варијанта Б и друга група ученика имала је практични задатак мерења површине.

Варијанта В и трећа група ученика имала је један практичан задатк мерења запремине школског акваријума и теоријски задатак узет из наведене збирке за завршни испит.

Варијанта Г и четврта група ученика је имала мерење времена падања. Ова група је свој задатак радила ван учионице, на спрату школе при чему су тела пуштена да слободно падају на приземље. Њима сам припремио и малу „замку“ да би видели како падају тела различитих тежина и да ту појаву покушају да објасне.

Варијанта Д и четврта група (свега њих двоје) је увежбавала је мерење дужине помоћу нонијуса по упутству из уџбеника и да решавала је теоријски задатак са правилним попуњавањем празног текста одговарајућим мерним јединицама.

Варијанта Е и шеста група ученика је мерила запремине чврстих тела помоћу мензуре и теоријски задатак из збирке за завршни испит у коме је требало децилитре, центилитре и милилитре претварати у литре, а потом израчунати њихов збир.

Види се да су предвиђени задаци били разноврсни, динамични и да су захтевали излазак из учионице и мерења по школи. Ово је резултирало већом активношћу и мотивисаношћу ученика оних група које су имале те задатке. Али, истовремено ови су се задаци показали и као њима најинтересантнији јер су видели да физика није само „бубање“ појединих формула и закона него нешто се треба и мора знати и применити у свакодневном животу. Сталном сам надгледао рад група које су у учионици дајући им тражена упутства, али нисам желео ни на који начин да им помажем и исправљам евентуалне грешке. Групе које су имале да мере у школском ходнику биле су у пратњи ученика старијег разреда који су добили потребна задужења и упутства за рад. Ученици су вршили мерења, израчунавања и резултате

бележили у своје школске свеске. Руководиоци група су у завршном делу часа представили редом своје радове на табли уз анализу и објашњавање шта су све требали да ураде. Ја сам са осталим ученицима пратио њихова излагања и давао потребне коментаре, не упуштајући се у детаљније објашњавање. Направио сам и већи број фотографија које ћу презентовати на самом усменом излагању. (Овде не желим да их стављам поштујући Закон о заштити приватности).

АНАЛИЗА ЧАСА

Анализа часа је одржана на више нивоа. Најпре сам хтео да проверим мишљење ученика. На наредном часу сам тражио од ученика да узму по један лист папира и да се једне стране напишу „Шта ми се је свидело на претходном часу?“ а са друге стране „Шта ми се није свидело на претходном часу?“.

Позитивна мишљења су говорила о могућности и предностима заједничког рада, о подели задужења унутар група и о занимљивости задатака који су решавани. Негативна мишљења су била да су неки ученици радили више него други.

Анализа је потом извршена са наставницима и стручним сарадницима који су присуствовали часу. Опште мишљење је да час био добро осмишљен и припремљен, да су ученици могли да нешто практично ураде и виде практичну примену стеченог знања из ове наставне теме. Негативна страна се је показала у погледу временске артикулације часа. Наиме, руководиоци група нису имали довољно времена да у потпуности изнесу сва своја запажања и резултате рада. Требало им је дати или мање задатака или ово реализовати у два наставна часа. Овде се је показао и низак ниво способности усменог изражавања ученика у формулисању њихових запажања.

Ја сам видео из резултата које наставне јединице ученици нису добро схватили и то сам током наредног периода понови обрадио и допунио њихово знање.

ЛИТЕРАТУРА

1. Милан Распоповић, *Физика са збирком задатака и лабораторијским вежбама* за 6. разред основне школе, Београд: Завод за уџбенике, 2010,



ПОСТЕР СЕКЦИЈА

Одређивање средњег дијаметра еритроцита помоћу ласерске светлости

Петар В. Вуца

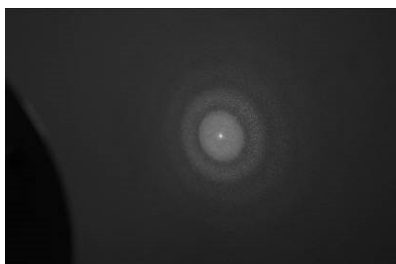
Филозофски факултет, Источно Сарајево

Апстракт. У раду је наведено упуство за школски експеримент са ласерском светлошћу. Одређена је бројна вредност пречника еритроцита.

УВОД

Користећи ову технику могу се приметити различите морфологије еритроцита. Величина и облик крвне ћелије се обично одређује помоћу микроскопа. Овај метод је по прилично досадан и дуго траје, и не може се применити на велики број узорака и ћелија.

У погледу на овај метод постоји има једноставан и брз начин за одређивање просечне величине и облика крвних ћелија помоћу дифракције ласерске светлости. Узорци крви се узму од здравих пацијената и пацијената који пате од различитих типова болести (рака). Метода ласерском дифракције ласерске светлости је веома брза и једноставна за процену просечне величине и облика крвних ћелија. Нови софистицирани метод помоћу ласерске технике је развијен за одређивање величине еритроцита, а апаратура се састоји од узорка (стаклена плочица са премазом), ласера и застора (екрана) на коме се мери полупречник хуманих еритроцита. Узорак, размазана кап крви (танак слој) на стакленој плочици, постави се између ласера и екрана. За дифракцију се користи He-Ne ласер снаге $P=2\text{MW}$. Ласерски зрак приликом проласка кроз крв на екрану образује дифракциону слику, слика 1. Препарат са једнослојним еритроцитима добијен је из болничке лабораторије „ Коста Средојев Шљука " у Кикинди. Када се постави на оптичку клупу, између ласера и заклона, размаз треба да је окренут према извору светлости. Препарат се помера све док се не добије јасна слика дифракционих прстенова и онда мери полупречник, r , првог (и другог) дифракционог круга, као и растојање од ласера до застора, L . Угао дифракције израчуна се на основу $\tan\theta = r/L$. Средњи пречник d крвних ћелија се израчунава узимајући за таласну дужину ласерске светлости $\lambda = 632,2\text{nm}$.



СЛИКА 1. Дифракција на еритроциту урађена у кабинету физике у гимназији „Душан Васиљев“, а фотограф Владимир Петровић

На основу Рејлијевог израза (Vilijam Strat) пречник, d , хелије може се написати као $d = 1.22 \lambda / \tan \theta$. Заменом за $\tan \theta$ добија се израз за пречник еритроцита d :

$$d = n \cdot \lambda \cdot L / r$$

где је r -полупречник круга, L -растојање између стаклене плочице и застора, λ -таласна дужина ласерске светлости. За прстенове се узима $n = 1.22, 2.23$. Ми смо користили ручни ласер производње *МТТ ИНФИЗ* снаге 5mW, таласне дужине $\lambda = 670 \text{ nm}$. На основу израза 1 израчунат први пречник еритроцита $d_1 = 7.31 \mu\text{m}$, а за пречник другог дифракционог круга $d_2 = 2.23 \lambda \cdot L / r_2 = 7.37 \mu\text{m}$.

ЛИТЕРАТУРА

1. Р. Крсник. Сувремене идеје у методици наставе физике. Школска књига. Загреб, 2008.
2. И. Јањић. Физика II део Нови Сад 1971.
3. Квант. Научно-популарни физичко-математички журнал. 1989.
4. Ј. Симовић, Д. Коледин. Практикум из биофизике, Медицинска књига. Београд-Загреб, 1991.
5. C. Ramakrishna Rao, Kaleemed Jaleeli¹, B.S. Bellubbi¹ & Adeel Ahmad¹ Department of Radiation Physics, M N J Institute of Oncology & Regional cancer Centre, Hyderabad -500 004, India. ¹Biophysics Unit, Department of Physics, Nizam College (Autonomous), Osmania University, Hyderabad -500 001, India. A Study on Size and Shape of Erythrocytes of Cancer Patients using Laser Diffraction Technique

Обрада наставне јединице „Вертикални хитац навише и вертикални хитац наниже“ у основној школи применом научног метода

Адријана Сарић

ОШ “Мирослав Антић“, Футог, Раде Кончара 2
adrijana.saric@gmail.com

Апстракт. У раду је испитиван ниво постигнућа усвојености градива код ученика применом научног метода у односу на традиционални метод. У испитивању су учествовали ученици 7. разреда приликом обрада наставне јединице "Вертикални хитац навише и вертикални хитац наниже".

НАУЧНИ МЕТОД

Научни метод који се примењује у обради наставне јединице користи се са циљем да се код ученика подстакну способности посматрања, уочавања, повезивања и логичког размишљања при изучавању природних појава. Ученици би требали да у наставном процесу самостално истражују, траже одговоре на постављена питања и задате проблеме, анализирају и интегришу знање, закључују и формулишу, саопштавају и образлажу резултате својих сазнања. Примена научног метода подиже степен заинтересованости ученика, повећава ниво постигнућа као и трајност усвојених знања и умења.

Елементи научне методе: дефинисање проблема (проблем се мора састојати из неког питања из чијег одговора очекујемо да научимо нешто ново. На то питање ученици не знају одговор унапред, поставља се фронтално, а ученици дискутују заједно са наставником док га не реше); прикупљање података (врши се прикупљање података о детаљним особинама и начину понашања дефинисаног проблема интересовања); формулација хипотезе (на основу прикупљених података поставља се хипотеза. Најважнији елемент научне методе је формулисање хипотезе, јер из ње произилази добар експеримент); посматрање (експеримент) (вршењем експерименталног рада постављена хипотеза се може или потврдити или оспорити. Потврдом хипотезе налазимо се на путу проналажења одговора, а ако експеримент покаже супротно, морамо поставити нову хипотезу); тестирање хипотезе (да ли је постављена хипотеза тачна проверавамо анализом експерименталних резултата); закључак (на основу постављених хипотеза, доноси се закључак о постављеном питању, који може да послужи за формулисање нове теорије).

Предности научног метода огледа се у томе што ученицима олакшава запажање, разумевање, памћење, подстиче их на рад и учење, доприноси развоју знања, вештина и способности. Експерименталним радом се заједнички истражује, доказују и потврђују научни принципи и законитости. Успоставља се позитивна релација у комуникацији између ученика и наставника, као и међу самим

ученицима. Подстиче ученике на самостално увиђање и решавање проблема као и интелектуални развој. Смањује се тензија на самом часу и „крута“ атмосфера, ученици слободније размењују своја запажања и мишљења. Постављени задатак се решава са више различитих аспеката.

Примена научног метода у обради наставне јединице „Вертикални хитац наниже и вертикални хитац навише“

Дефиниција проблема: Вертикални хитац навише и наниже

Прикупљање података: Ученици имају новчиће и покушавају да одреде како почетна брзина утиче на висину и брзину кретања новчића, као и време кретања новчића.

Формулација хипотезе:

- *Код хица навише, уколико новчићу саопитимо већу почетну брзину, висина до које ће се попети је већа, а време које за то потребно је мање.*
- *Код хица навише, уколико новчићу саопитимо мању почетну брзину висина до које ће се попети је мања, требаће му више времена.*
- *Код хица наниже, уколико новчићу саопитимо већу почетну брзину, пре ће пасти на под, а време које за то потребно је мање*
- *Код хица наниже, уколико новчићу саопитимо мању почетну брзину требаће му више времена да падне на под.*

Експеримент: Ученици имају колица са опругом, новчић, лењир и штоперицу. Пре почетка огледа одредили су почетну брзину новчића преко формуле за променљиво кретање:

$$v_0 = \frac{2s}{t}$$



Потом су ученици окренули колица навише и избацивали новчић када је опруга до пола затегнута и када је опруга натегнута до краја, при чему су мерили висину до које се попне новчић и време које му је за то потребно (хитац навише).

После тога ученици су исто то урадили, али су колица била окренута надоле и на тај начин су проверавали хипотезе код хица наниже.

Тестирање хипотезе: На бази резултата огледа закључује се да су постављене хипотезе тачне.

Закључак: Брзина и висина код вертикалног хица навише и наниже зависе од почетне брзине, као и од почетне брзине зависи и максимална висина до којег ће се тело попети као и време за које ће то извести.

Обрада резултата

У овом испитивању учествовали су ученици два одељења седмог разреда, а градиво које се обрађује је „Вертикални хицац навише и вертикални хицац наниже“. Једно одељење је узето за огледно (у њему су се предавања вршила применом научног метода), а друго одељење је контролно и у њему су се предавања вршила применом традиционалне методе.

На почетку примене научне методе извршено је иницијално тестирање ученика у којем је испитано усвојено знање предходног градива. На основу добијених резултата закључено је да ученици располажу са уједначеним предзнањем.

Следећи резултати приказују успех ученика који су постигли након примене научне методе (огледно одељење) и успех код ученика код којих је примењена традиционална метода (контролно одељење) након завршене обраде наставне јединице „Вертикални хицац навише и вертикални хицац наниже“. Резултати су обрађени и према задацима и према оценама.

ТАБЕЛА 1. Приказ резултата завршног теста по задацима

бр. задатка	огледно одељење				контролно одељење			
	тачно	Т (%)	нетачно	Н (%)	тачно	Т (%)	нетачно	Н (%)
1	21	88	3	12	18	75	6	25
2	20	83	4	17	19	79	5	21
3	21	88	3	12	17	71	7	29
4	19	79	5	21	17	71	7	29
5	19	79	5	21	18	75	6	25
6	14	58	10	42	13	54	11	46
7	15	63	9	37	11	46	13	54
8	13	54	11	46	10	42	14	58
9	9	38	15	62	7	29	17	71
10	6	25	18	75	5	21	19	79

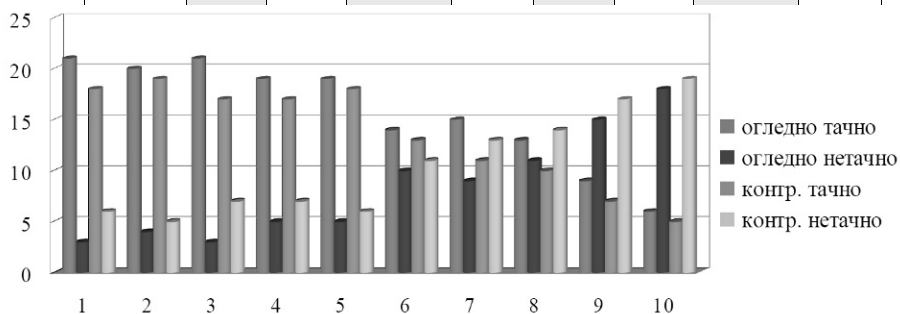


ГРАФИК 1. Приказ обједињених резултата завршног теста по задацима за огледно и контролно одељење

ТАБЕЛА 2. Приказ резултата завршног теста по оценама

оцене	Огледно одељење	%	Контролно одељење	%
5	7	29	4	17
4	6	25	5	21
3	5	21	3	13
2	4	17	7	29
1	2	8	5	21

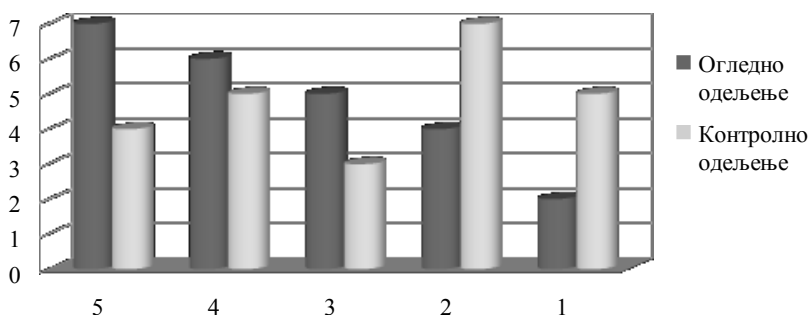


ГРАФИК 2. Приказ обједињених резултата завршног теста по оценама за огледно и контролно одељење по оценама

ЗАКЉУЧАК

На основу добијених резултата можемо закључити да примена научног метода у настави физике кроз наставну јединицу „Вертикални хитац навише и вертикални хитац наниже“ доводи до бољег разумевања и схватања ученика што је показано кроз резултате завршног теста.

Физика је експериментална наука и научни метод је њен саставни део. Усвајање научног метода кроз садржаје физике има велики значај пошто омогућава ученицима примену метода и у другим наукама, али и примену у свакодневном животу. Тада настава омогућава ученику да се сналази у истим или сличним ситуацијама и омогућава ученику да реши проблем водећи га ка исправном решењу.

ЛИТЕРАТУРА

1. Душанка Ж. Обадовић, Милица Павков-Рисојевић, Маја Стојановић, *Једноставни огледи у физици за 7. разред основне*, Београд: Завод за уџбенике, (2007.)
2. Ф. Константин, *Учим на огледима*, Загреб: Техничка књига, (1972.)
3. Јован П. Рајчића, Дарко В. Капор, *Физика за 7. разред основне школе*, Београд: Завод за уџбенике, (2009.)
4. Др Ј. Јањић, Др И. Бикит, Др Н. Циндро, *Општи курс физике, I део*, Београд: Научна књига, (1987.)

Одбрана докторске дисертације Михајла Пупина

¹Драгољуб Цуцић, ²Невена Палић

¹Регионални центар за таленте „Михајло Пупин“, Панчево; ²Berlin Mathematical School, Phase I, Берлин, Немачка

Апстракт. Михајло Пупин је боравио на докторским студијама у Берлину од 1885. до 1889. године. Ментор на дисертацији *Осмотски притисак и његов однос према слободној енергији* био му је Херман Хелмхолц. 15 јуна навршава се 125 година од како је Михајло Пупин одбранио своју докторску тезу. У овом раду ће бити анализиран сам чин одбране тезе и коментари чланова комисије: Хермана Хелмхолца, Аугуста Кунта, Лазаруса Фухса и Едуарда Целера.

УВОД

О одбрани докторске дисертације Михајла Пупина писали су Херберт Хорц и Ахим Сидов у раду *Пупин у Берлину*,¹ Иванка Холцлајтнер-Антуновић, у раду *Пупин и физичка хемија* из 2004 и Сњежана Кршић у дипломском раду 2006. године. Оно што су написали био је подстицај за ауторе овог рада, да се потруде да дођу до документа са одбране дисертације, и да га представе у целисти мњењу физичара. У овом раду су, по први пут, показане јавности документоване белешке чланова комисије са одбране докторске дисертације Михајла Пупина.

МИХАЈЛО ПУПИН У БЕРЛИНУ

Михајло Пупин уписао је постдипломске студије на Универзитету Фридрих Вилхем (Friedrich Wilhelm) у Берлину.² По ономе што је написао у аутобиографији, његово основно место, током студија, био је Физички институт. Одлуку да докторске студије настави у Берлину донео је за време студија мастера у Кембриџу, 1883-85. године. За боравак у Берлину добио је Тиндалову стипендију. О свом доласку у Берлин, и сусрету са Хелмхолцом, Михајло Пупин у аутобиографији пише:

“У Берлин сам отишао да учим експерименталну физику код Хермана Фон Хелмхолца ...

Професор Артур Кениг, десна рука Хелмхолцова и најстарији инструктор у физикалном институту, повео ме је у звање Екселенције Фон Хелмхолца и претставио ме као "Хер" Пупина, ћака из Америке ...

¹ *Живот и дело Михајла Ивовског Пупина*, (1985), стр. 127.

² Данас се зове Хумболдт Универзитет (Humboldt University, Humboldt-Universität zu Berlin)

Примио ме је врло љубазно и много је посветио пажње мојим плановима о учењу. Својом појавом падао је необично у очи. Тада је већ био у шездесетчетвртој, али је изгледао много старији. ... Када сам му рекао да никад нисам имао прилике да радим у лабораторији за физику и да сам се искључиво бавио математичком страном физике, он се насмеши и саветова: да што пре надокнадим овај недостатак. "Неколико срећно испалих опита обично уроде много значајнијим плодовима него све математичке теорије," рече ми он том приликом. ...³

Херберт Хорц (Herbert Hörz) и Ахим Сидов (Achim Sydow) пишу да се он као студент у Берлину води од октобра 1885. до марта 1889. године. Код њих двојце се може пронаћи да су му следећи професори предавали одговарајуће предмете: Херман Хелмхолц (Hermann Ludwig Ferdinand Helmholtz, 1821-1894): *Експериментална физика, Аналитичка механика, Увод у математичку физику и Математичка физика*; Густав Кирхоф (Gustav Robert Kirchhoff, 1824-1887): *Теорија електрицитета и магнетизма*; Аугуст Кунт (August Adolf Eduard Eberhard Kundt, 1839-1894): *Теорија еластичних и чврстих тела, Динамика, Електромеханика, Теорија светлости и Физичка хемија*; Алфред Прингсхајм (Alfred Pringsheim, 1850-1941): *Интерференција и поларизација светлости*; Саломон Калишер (Salomon Kalischer, 1845-1924)⁴: *Примена електроанализе*; Карл Вајерштрас (Karl Theodor Wilhelm Weierstraß, 1815-1897): *Елиптичне функције, Парцијалне и диференцијалне једначине, Рачун варијација*; Лазарус Фухс (Lazarus Immanuel Fuchs, 1833-1902) и Леополд Кронекер (Leopold Kronecker, 1823-1891): *Увод у теорију диференцијалних једначина*; Вилхелм Дилтај (Wilhelm Dilthey, 1833-1911): *Логика теорије спознаје*.

ОДБРАНА ДИСЕРТАЦИЈЕ

О разлозима зашто се определио за тезу *Осмотски притисак и његов однос према слободној енергији* Михајло Пупин пише у аутобиографији:

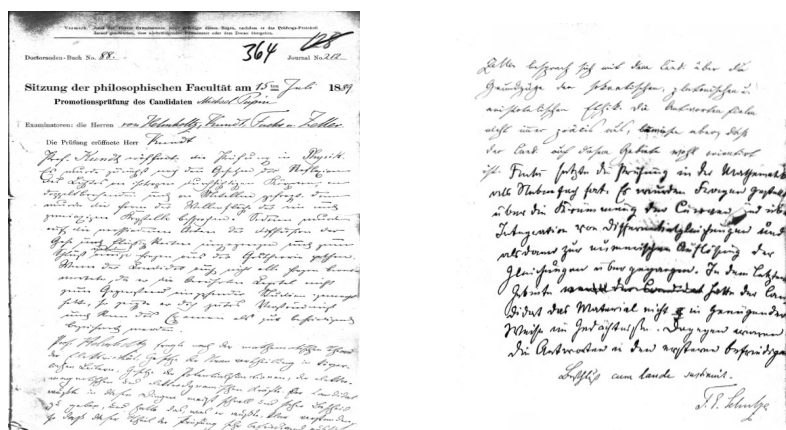
"У то време у Немачкој је на себе привлачила велику пажњу једна нова наука, наука о физикалној хемији. Она је врло много занимала Хелмхолца. Прочитао сам његове последње расправе о том предмету и оне ме много потсећаху на оно што сам видео у Максвеловој књизи о топлоти о Виларду Гибсу са университета Јел. Убрзо се уверих да је Гибс бар за десет година претекао немачке осниваче ове науке. Имајући на уму Де Токвилову тврдњу да америчка демократија није никад ништа допринела апстрактним наукама, добро прибележих овај мој проналазак. Моје је мишљење било да је то право откриће, а с тиме се сложи и сам Хелмхолц, па ми напомену да би у томе могао

³ Пупин, М (1929).

⁴ Наша је претпоставка је да се ради о Саломону Калишеру (Хорц и Сидов никог не наводе као професора *Примене електроанализе*), зато што на једном месту у аутобиографији, Михајло Пупин, наводи како је "предавања о примени електрицитета" слушао на Политехничкој школи у Берлину (Која се у то време звала Техничка висока школа, у Шарлотенбургу а где је радио Калишер).

наћи грађе за своју докторску расправу. Једва дочеках тај предлог, те се одмах дадох на опитна испитивања, проучавајући у исто време и Гибсово и Хелмхолцово учење о хемији, као и учење осталих научњака, већином Немаца."⁵

Михајло Пупин је писање дисертације завршио “у рано пролеће”,⁶ након чега је послао свом ментору Херману Хелмхолцу. У “докторантској књизи” број 88 види се да је кандидат Михајло Пупин полагао 15. јула промоцијални испит. Чланови испитне комисије били су: Херман Хелмхолц, Аугуст Кунт, Лазарус Фухс и Едуард Целер (Eduard Gottlob Zeller, 1814-1908). Коментари у „књизи“ писани су готицом. Рукописи су прилично исписани и нечитки. У документу се може прочитати да је Кунт отворио испитивање у физици и да је професор Хелмхолц пропитивао кандидата о математичкој теорији електрицитета и написао је да је тај део испита био „врло задовољавајући“. Целер је испитивао Пупина о основама Сократове, Платонове и Аристотелове етике и није био у потпуности задовољан Пупиновим одговорима. Фухс је последњи разговарао са кандидатом, о кривама и интеграцији диференцијалних једначина. На крају стоји: „Усаглашено само са оценом *cum laude* (са похвалом)“ и потписан је Т. Г. Шуце.



СЛИКА 1. Документ са одбране докторске дисертације Михајла Пупина.⁷

Јавну докторску промоцију Михајло Пупин имао је 20. јула. На насловној страни дисертације, као опоненти на одбрани,⁸ наводе се Аугуст Рапс (August Raps, 1865-1920)⁹, Артур Гордон Вебстер (Arthur Gordon Webster, 1863-1923)¹⁰ и Владимир Михельсон (Владимир Александрович Михельсон, 1860-1927)¹¹. О одбрани докторске тезе, Михајло Пупин пише у аутобиографији:

⁵ Пупин, М (1929).

⁶ Пупин, М. (1929).

⁷ Власништво архива Хумболтовог универзитета у Берлину.

⁸ Скуп стручних особа који су опонирали (супротстављали се), приликом одбране дисертације.

⁹ Физичар, радио је једно време као асистент код Кундта, касније је био професор електротехнике на Техничком универзитету Дрездену и члан Извршног одбора компаније “Сименс и Халске”.

¹⁰ Колега са докторских студија, са којим ће 1899. године основати Америчко друштво физичара.

¹¹ Руски докторант и колега.

“По старом немачком обичају, сваки ђак који се спрема за част доктора филозофије, мора обрадити и јавно одбранили на испиту три питања. Та три моја питања износим овде да би се видели моји коначни назови, постали под утицајем мога школовања у Европи.

I.- Учење физике у припремним школама мора, што је више могуће, бити практично.

II.- Термодинамични методи Гибса, фон Хелмхолца и Планка сачињавају најпоузданију подлогу за испитивање оних физичких процеса које нисмо у стању анализирати на основу обичне динамике.

III.- Електромагнетична теорија о светлости заслужује више пажње него што јој је до сад указивано на предавањима на универзитетима.”¹²

ЗАХВАЛНИЦА

Захваљујемо се господину Зорану Ћирићу за превод текста документа, што није био нимало лак посао.

ЗАКЉУЧАК

Ове године навшава се 125 година од како је Михајло Пупин докторирао. Као један од најзначајнијих научника српског порекла, слободно се може рећи да се мало зна о детаљима који су значајни у његовом развоју.

У овом раду смо се бавили самим чином одбране дисертације, а не и темом саме дисертације. Комисија и ментор комисије, пред којом је Михајло Пупин бранио дисертацију и данас изазива поштовање.

Чињеница да се Михајло Пупин приликом образовања нашао у самом „епицентру“ физике свог доба, из којег је „понео“ знање и енергију да покрене у САД оно што се до његове појаве није дешавало је веома битна и заслужује детаљну анализу. Ово је рад чији је циљ да потпомогне у стварању „слике“ о значају.

ЛИТЕРАТУРА

1. Пупин, М., *Са пашњака до научењака*, Велики Бечкерек: Матица Српска, штампа М. Јевтић, (1929). стр.
2. Холцлајтнер-Антуновић, И. Д., *Зборник радова научног скупа (Нови Сад – Идвор, октобар 1979.) Живот и дело Михајла Идворског Пупина*, Покрајинска конференција ССРН Војводине, Нови Сад, (1985)
3. Cahan, D., *An Institute for an Empire: The Physikalisch-Technische Reichsanstalt 1871-1918*, Cambridge, New York, New Rochelle: Cambridge University Press, 1989, 93, 96-7, 101.
4. Pupin, M. I., *The Electrical World* **24**, 541-542 (1894)
5. Pupin, M. I., *Journal of the Optical Society of America* **6**, 336-342 (1922)

¹²

Пупин, М (1929).

Хемијски извори електричне струје

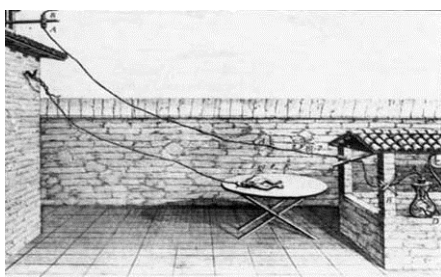
Тамара Пазаркић

Основна школа „Јован Јовановић Змај“, Сремска Каменица

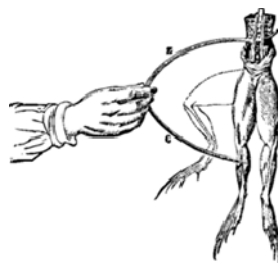
Апстракт. Хемијски извори електричне струје били су први генератори који су у дужем временском периоду могли да одржавају усмерено кретање наелектрисања. Временом, ова врста извора електричне струје се усавршавала. Данас смо сведоци њихове широке употребе, а на часу у учионици можемо показати да извор струје могу бити чак и плодови воћа и поврћа.

КРАТКА ИСТОРИЈА ЕЛЕКТРОХЕМИЈЕ

Италијан Луиђи Галвани, професор анатомије, приметио је 1780. године да се краци мртве жабе грче када их је спојио са два комада различитих метала. Електрохемијске особине цинка и бакра који су коришћени у експерименту, у контакту са електролитом ткива стварају електрични импулс који изазива грчење мишића. Галвани је ову појаву назвао „животињски електрицитет“. Иста појава је касније по овом научнику названа галванизам.

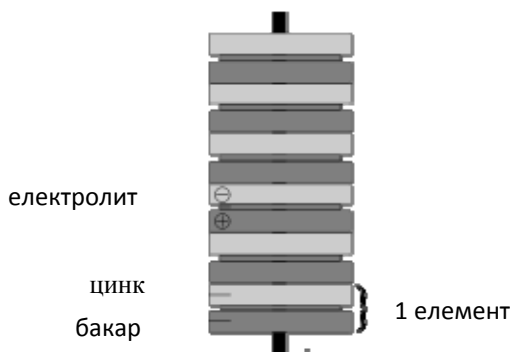


СЛИКА 1. Галванијев оглед са жабљим крацима



СЛИКА 2. Грчење мишића

На основу Галванијевих истраживања, Александро Волта је касније направио прву батерију, познату под називом Волтин стуб. Он је наизменично ређао плочице од бакра и гвожђа а између њих је стављао комаде папире намочене у раствор соли.



СЛИКА 3. Волтин стуб

Откриће Волтиног стуба покреће лавину нових открића међу научницима. Енглески хемичари Вилијам Николсон и Ентони Карлисл 1800. године успевају да електролизом разложе воду на водоник и кисеоник. Независно од њих, до истог открића долази и немачки физичар Јохан Ритер.

Енглески хемичар и проналазач Хамфри Дејви је дошао до закључка да је електрицитет настао у једноставним електролитичким ћелијама резултат хемијске комбинације супстанци супротних наелектрисања. Вршећи електролизу, Дејви је 1807. године открио калијум. То је уједно и први метал издвојен електролизом. Касније је помоћу електролизе Дејви открио натријум, магнезијум, бор и баријум.

Немачки физичар и хемичар Валтер Херман Нернст развија 1888. године теорију електромоторне силе галванске ћелије и објављује једначину по којој се може израчунати зависност електромоторне силе од концентрације:

$$E_{\text{oks/red}} = E_{\text{oks/red}}^{\circ} + \frac{RT}{nF} \ln \frac{a_{\text{oks}}}{a_{\text{red}}}$$

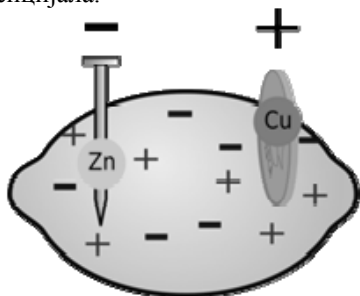
Након тога, научник Фарадеј објављује законе електролизе.

ЕЛЕКТРОХЕМИЈСКИ ИЗВОРИ СТРУЈЕ

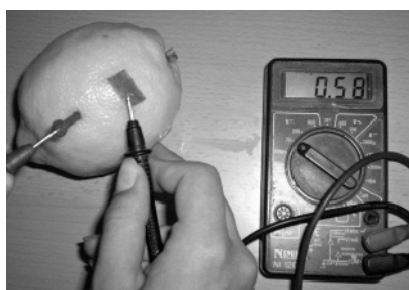
Данас користимо многе изворе једносмерне струје који су потомци претходно поменутих проналазака. Само неки од њих су Лекланшеов елемент или батерија чији је напон 1.5V, акумулатор који се користи у аутомобилима, Ni-Cd (никал-кадмијум) батерија која представља прву широко прихваћену пуњиву батерију опште намене, NiMH батерије које су већег капацитета од никал-кадмијум батерија, Li-Ion батерије које се користе у мобилним телефонима, Li-polymer батерије...

Поред поменутих, као извори слабе једносмерне струје могу послужити и неки плодови воћа и поврћа. То су плодови богати воћним киселинама које су електролити. Идеални за то су плодови лимуна, јабуке и кромпира.

„Воћна батерија“ се прави тако што се у нпр. плод лимуна забоду спајалица или ексер и комад бакарне жице или новчић. На аноди (спајалици) ослобађају се електрони, који путују према катоди (бакарној жици). Тако настаје разлика потенцијала.

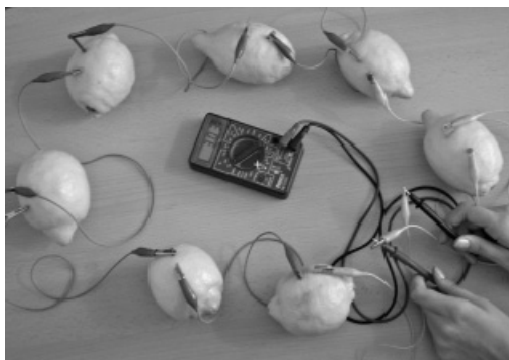


СЛИКА 4. Електроде различитих метала у лимуну



СЛИКА 5. Мерење напона

Помоћу напона више редно спојених лимуна можемо произвести довољно јаку струју да засветли диода.



СЛИКА 6. Мерење напона на крајевима редне везе

Повећањем броја повезаних плодова, повећава се и напон на крајевима везе. Осим од броја плодова у редној вези, напон зависи и од концентрације јона у воћној киселини плода. При истом броју плодова могу се добити различите вредности напона. У ТАБЕЛИ 1 дате су вредности само једног експерименталног мерења.

ТАБЕЛА 1. Зависност напона од броја плодова лимуна

Број плодова лимуна	U(V)
1	0.58
2	1.16
3	1.74
4	2.32
5	2.9
6	3.48
7	4.06



СЛИКА 7. Лимун као батерија за часовник

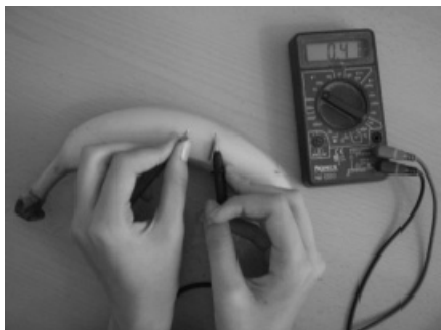
Поред лимуна, за демонстрацију исте појаве могу послужити плодови јабуке, банане, кромпира, поморанџе, кивија, парадајза...



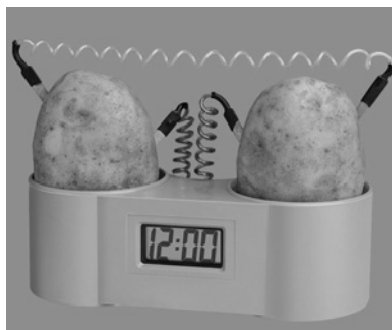
СЛИКА 8. Мерење напона јабуке



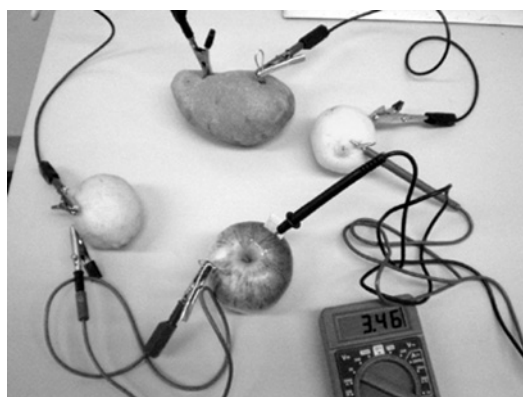
СЛИКА 9. Мерење напона парадајза



СЛИКА 10. Мерење напона банане



СЛИКА 11. Часовник са батеријом од кромпира



СЛИКА 12. Различити плодови воћа и поврћа као батерија

ЛИТЕРАТУРА

1. М. Распоповић, Б. Никић, Д. Ивановић, Д. Капор, Ј. Томић, *Физика за 8. Разред основне школе*, Београд: Завод за уџбенике и наставна средства, 2003.
2. Александра Хабуш, Дубравка Стричевић, Сњежана Либер, *Опћа хемија – уџбеник за 2. разред гимназије*, Загреб: Профил Интернационал, 2010.
3. Др Рожа Халаши, Др Мирко Кеслер, *Методика наставе хемије и демонстрациони огледи*, Београд: Научна књига, 1976.

Пројекат - Направили смо талас

Тамара Пазаркић

Основна школа „Јован Јовановић Змај“, Сремска Каменица

Апстракт. Ученици осмог разреда су направили сталке са клатнима чије осциловање може да покаже зависност узајамних положаја клатана од њихове дужине и помоћу којих се могу демонстрирати трансферзални и лонгитудинални таласи.

ОСНОВНА ЗАМИСАО

Како би ученицима основне школе физика била што занимљивија, између осталог, често добијају домаћи задатак који раде само ако желе. Такви домаћи задаци најчешће подразумевају израду једноставних апаратура помоћу којих може да се демонстрира појава о којој се претходно учило на часу.

Једна од таквих је и сталак са куглицама помоћу којег се може показати осциловања тела различитих фреквенција и осциловање честица средине при таласном кретању.

Основна идеја је да се кретање честица материјалне средине при таласном кретању посматра кроз осциловање више клатана различитих дужина, због чега она имају различите фреквенције. Ова појава се може демонстрирати помоћу сталка на који су једно поред другог окачена клатна различитих дужина.

За израду сталка са клатнима потребно је:

- Две дашчице димензија 4cm x 40cm (постоље)
- Две дашчице димензија 2cm x 70cm
- Једна дашчица димензија 2cm x 50cm
- Једна дашчица димензија 4cm x 60cm (за покретање клатана)
- Нееластичан конач
- 13 једнаких лаких куглица печника 1-2cm

ПОСТУПАК

Од дашчица направити сталак ширине 50cm и висине 70cm, ослоњен да дашчице димензија 2cm x 40cm;

1. Да бисте одредили дужину највећег клатна, треба да одлучите колики ће бити његова фреквенција и период осциловања. Ми смо одлучили да клатно за 30 секунди направи 20 осцилација. За те вредности времена и броја осцилација израчунали смо период и фреквенцију осциловања су:

$$T = \frac{t}{n} = \frac{30}{20} = 1,5s \qquad \nu = \frac{1}{T} = \frac{1}{1,5} = 0,67Hz$$

2. Дужина клатна добија се из $T = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}}$, уврштавањем претходно израчунате бројне вредност за период осциловања:

$$l = \frac{T^2 g}{4\pi^2} = 0,56\text{m} = 56\text{cm}$$

Дакле најдуже клатно ће имати дужину 56cm мерено од тачке вешања до центра куглице.

3. Дужину сваког следећег клатна одредили смо помоћу израза:

$$L_{n+1} = L_n \left(\frac{N}{N+1} \right)^2$$

где је L_n дужина претходног клатна, а N број осцилација које изврши претходно претходно клатно за 30s.

Добијене вредности дужине дате су у ТАБЕЛИ 1.

ТАБЕЛА 1. Дужине клатна

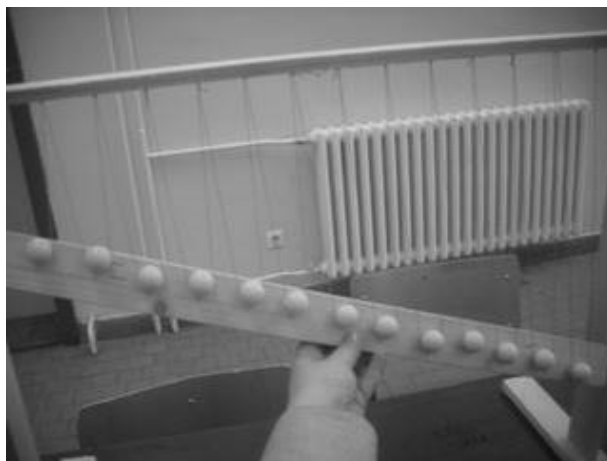
Редни број куглице	1	2	3	4	5	6	7
	56cm	49.9cm	45.5cm	41.6cm	38.2cm	35.2 cm	32.5 cm
Редни број куглице	8	9	10	11	12	13	
	30.2cm	28.1cm	26.2cm	24.5cm	22.9cm	21.4cm	

Конечан производ приказан је на слици 1.



СЛИКА 1. Клатно

Сада преостаје једино да се клатна покрену. Да бисмо то урадили, користимо дашчицу димензија 4cm x 60cm. Дашчицу ставимо иза куглица, тако да све буду ослоњене на дашчицу и привучемо их ка себи под углом од око 45° .

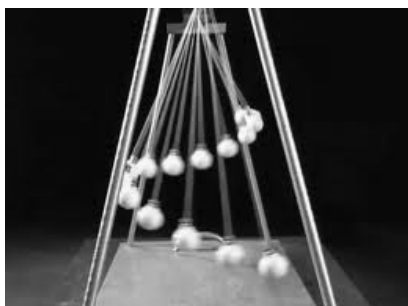
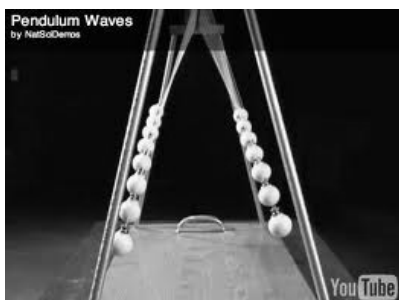


СЛИКА 2. Покретање куглица

Можемо посматрати узајамне положаје које куглице заузимају током времена.

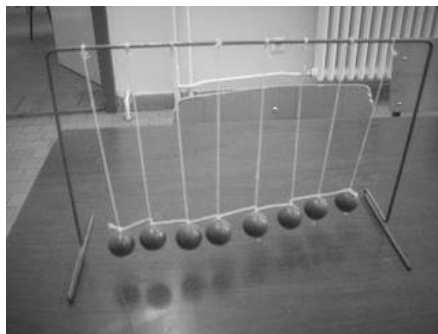


СЛИКА 3. Осциловање куглица



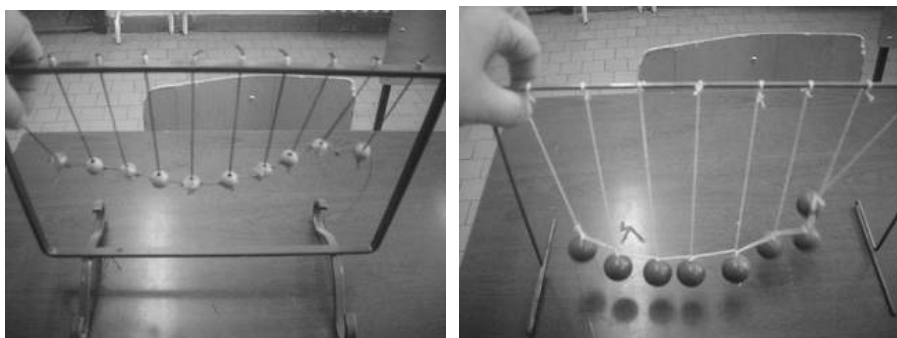
СЛИКЕ 4. и 5. Анимација на основу које је урађен пројекат
www.youtube.com/watch?v=yVkdfJ9PkRQ

Поред овог, ученици су направили још неколико сталака са куглицама, таквих да су све куглице окачене о нити једнаке дужине. Куглице су такође међусобно повезане танким неистегљивим нитима. Помоћу ових система куглица може се демонстрирати кретање честица код лонгитудиналних и трансферзалних таласа.



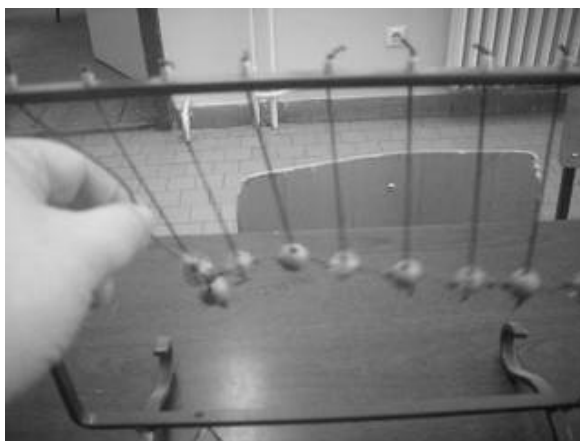
СЛИКЕ 6. и 7. Сталци за демонстрацију осциловања честица средине при таласном кетању

Када желимо да покажемо осциловање честица при стојећем (трансферзалном) таласу, прву куглицу у низу на сталку померамо нормално на правац нити која повезује куглице.



СЛИКЕ 8. и 9. Демонстрација трансферзалног таласа

Да бисмо демонстрирали кретање честица код уздужног (лонгитудиналног) таласа, прву куглицу у низу померамо у правцу нити која повезује куглице, те видимо места на којима су куглице (честице) више набране и места где су оне разређене.



СЛИКА 10. Демонстрација лонгитудиналног таласа

ЗАКЉУЧАК

Током израде апаратуре ученици су показали изузетно интересовање за процес: постављали су питања, покушавали да реше сваки проблем на који су наишли, размишљали су, консултовали се са наставницима, што је оставило трага и у њиховом даљем раду. Осим повећане активности на наредним часовима, такође су боље усвојили градиво из области „Осцилације и таласи“.

ЛИТЕРАТУРА

1. Др Душан Поповић, Мр Милена Богдановић, Др Александар Кандић: ФИЗИКА 8, Уџбеник за осми разред основне школе са збирком задатака и лабораторијским вежбама, ЛОГОС, Београд 2012.
2. www.youtube.com/watch?v=yVkdfJ9PkRQ

Пројекат „Научници у Периодном систему елемената“

Љиљана Судар

Медицинска школа, Лесковац

Апстракт. Рад садржи опис и реализацију пројекта „Научници у Периодном систему елемената“ у оквиру физичке секције Медицинске школе, као и предлог имена 118. елемента у Периодном систему.

РЕАЛИЗАЦИЈА ПРОЈЕКТА

Листајући бројеве „Младог физичара“ (у електронском облику), у броју 71 наишла сам на чланак Томислава Сенћанског „Имена физичара у Периодном систему елемената“ и дошла на идеју да се са ученицима уради на пану Периодни систем елемената у коме би уместо симбола елемената били ликови научника по којима су елементи добили име и да се поред особина тих хемијских елемената на пано ставе и основни подаци о тим научницима.

Периодни систем елемената је створио руски научник Дмитриј Менделјејев (рус. Дмитрий Ива́нович Менделеев, Тоболск, 8. фебруар 1834. – Санкт Петербург 2. фебруар 1907.). Менделјејев није једини научник који је покушао да класификује познате елементе.

Први је, још у XVII веку, тачније 1661. године покушао Роберт Бојл (енг. Robert Boyle; 1627–1691) да тада познатих 13 елемената поређа по растућој релативној атомској маси. Како се током времена број познатих елемената повећавао, све више се наметала потреба њихове класификације. Менделјејев је 1869. дао прву верзију периодног система са 63 тада позната елемента, а 1871. Менделјејев даје другу, реформисану верзију јер је приметио да су особине хемијских елемената периодичне функције њихових редних бројева.

Менделјејев систем елемената је омогућио да се предскажу нови елементи и њихове особине. Тако је, на пример, Менделјејев одредио релативне атомске масе, дао називе елемената и оставио празна места у табели за: ека-бор, што значи први до бора (ека, санскритски–један, први), ека-алуминијум и ека-силицијум. Предвидео је и постојање елемената који су касније названи: техницијум, ренијум, полонијум, астат, францијум и радијум.

Неки од елемената у Периодном систему добили су име по: планетама или географским појмовима, неки по својим особинама, неки по митским личностима, а неки по научницима.

У табели 1 су наведени хемијски елементи који су добили име по научницима.

Требало је још испитати да ли за израду паноа постоји интересовање ученика. У заказани термин физичке секције окупили су се „млади физичари“ и пао је договор да се та идеја реализује. Подељена су задужења уз договор да се до одређеног

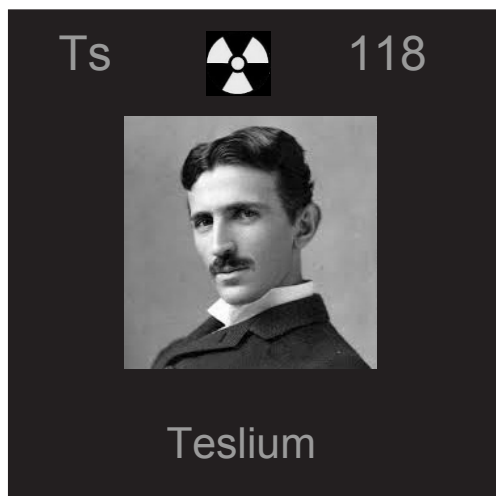
термина доставе биографије научника са сликом, потписом (ако могу да нађу) и назначеним изворима информација како би све то могло и да се провери.

ТАБЕЛА 1. Хемијски елементи који су добили име по научницима

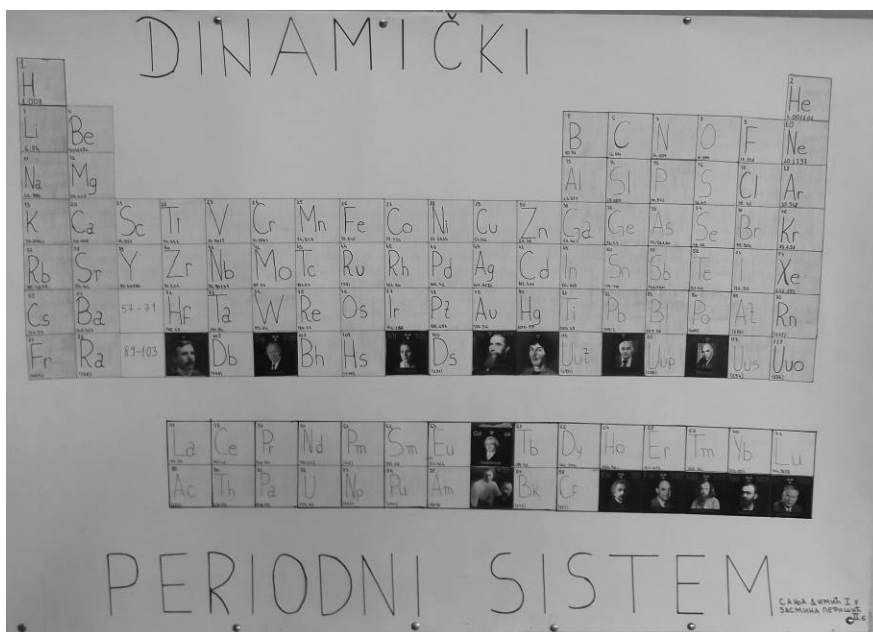
Редни број	Име	Ознака	По коме је добио име
64	гадолинијум	Gd	Јохан Гадолин
96	киријум	Cm	Марија и Пјер Кири
99	ајнштајнијум	Es	Алберт Ајнштајн
100	фермијум	Fm	Енрико Ферми
101	мендељевијум	Md	Дмитриј И. Мендељејев
102	нобелијум	No	Алфред Нобел
103	лоренцијум	Lr	Ернест Лоренц
104	радерфордијум	Rf	Ернест Радерфорд
106	сиборгијум	Sg	Глен Т. Сиборг
107	боријум	Bh	Нилс Бор
109	мајтнеријум	Mt	Лиза Мајтнер
111	рендгенијум	Rg	Вилхелм К. Рендген
112	коперницијум	Cn	Никола Коперник
114	флеровијум	Fl	Георгиј Н. Флеров

Резултат рада се види на приложеним фотографијама 2 и 3, док је на четвртој фотографији екипа ученика која је реализовала пројекат са предметним професором. Пано је постављен у физички кабинет како би био доступан свим ученицима. Постоји и могућност да се реализује јавни час на коме би се говорило о научницима у периодном систему, мада то захтева додатно ангажовање ученика.

Током рада на пројекту јавила се идеја, која је сада наш заједнички предлог, да се покрене акција да се 118. елеменат у Периодном систему, по Николи Тесли назове ТЕСЛИЈУМ (Ts).



СЛИКА 1. То би било још једно признање нашем, али и светском генију Николи Тесли.



СЛИКА 2. Периодни систем елемената са ликовима научника.



СЛИКА 3. Основни подаци о научницима по којима су елементи добили име. Поред њих су основне особине хемијских елемената.



СЛИКА 4 Екипа ученика који су реализовали пројекат са предметним професором

ЛИТЕРАТУРА

1. Томислав Сенџански, Имена физичара у Периодном систему елемената *Млади физичар* 71 „О“, година XXII, Друштво физичара Србије, Београд, стр. 15-16 (1998/99), доступно на интернет страници <http://aktivfizicaranis.wordpress.com> и <http://issuu.com/smitic/docs/mf71>
2. Веселин Вашчић, *Таблица у глави, недоумица на столу*, доступно на интернет страници <http://www.politikin-zabavnik.rs/2006/2858/02.php>
3. Интернет стране Википедије http://sh.wikipedia.org/wiki/Periodni_sistem_elementata
4. Интернет стране Википедије http://sr.wikipedia.org/sr/Марија_Кири,
5. http://sr.wikipedia.org/sr/Алберт_Ајнштајн, http://sr.wikipedia.org/sr/Дмитриј_Менделјејев,
6. http://sr.wikipedia.org/sr/Алфред_Нобел, http://sr.wikipedia.org/sr/Ернест_Лоренц,
7. http://ru.wikipedia.org/wiki/Сиборг_Гленн_Теодор, http://sr.wikipedia.org/sr/Нилс_Бор,
8. http://sr.wikipedia.org/sr/Лиса_Мајтнер, http://sr.wikipedia.org/sr/Вилхелм_Конрад_Рендген,
9. http://sr.wikipedia.org/sr/Никола_Коперник,
10. http://ru.wikipedia.org/wiki/Флѐров_Георгий_Николаевич
11. Интернет стране Универзитетске библиотеке „Светозар Марковић“ Београд <http://www.unilib.bg.ac.rs/repozitorijum/ostalo/2.0/f/Fermi.pdf>

Од добре информисаности ка ефикаснијој настави

Душан Мишковић

Гимназија „Вељко Петровић”, Сомбор

Апстракт. Уобичајено је да на првом часу сваке школске године ученици буду усмено упознати са наставним програмом, начином рада, обавезама и правима. Ове информације ученици убрзо забораве, па често постављају питања у вези предстојећих активности. У свом раду, већ тринаест година, користим писано информисање ученика у облику **«Водича кроз часове физике»**. Овакав начин информисања је знатно умањио недоумице ученика, а примедбе родитеља више не постоје. Централни део информатора је детаљно објашњење о формирању закључне оцене, које омогућава да ученици и њихови родитељи у сваком тренутку знају тренутну оцену и начину како да је поправе.

УВОД

Нема сумње да је систематичност у раду веома важан чинилац добре организације наставе и осталих активности у оквиру образовно – васпитног процеса у школи. Сазнања из психологије и педагогије указују да је правовремена информисаност свих учесника у процесу рада веома важан мотивациони чинилац. Оно што није довољно истражено и што није детаљније обрађено у педагошкој и методолошкој литератури је начин информисања ученика. У овом раду приказујем пример информисања који примењујем више од десет година*. Мада није очигледно, искуство показује да су закључене оцене у складу са Правилником о оцењивању, а бивши ученици су исказали став да им је овакав начин оцењивања помогао при разумевању система бодовања који се примењује на студијама.

ВОДИЧ КРОЗ ЧАСОВЕ ФИЗИКЕ (за IV₄ и IV₅) школске 2013 / 2014.

ОРГАНИЗАЦИЈА ОДЕЉЕЊА

Одељење се дели на групе у којима се налази до пет ученика.

Разлози за овакву поделу одељења су:

- олакшавање одвијања појединих сегмената наставе (држање предавања, понављање градива, увежбавања задатака, извођење експеримената...)
- увежбавање тимског рада
- подстицање такмичарског духа међу ученицима.

* Терминологија која се користи у Водичу, често није стручна, већ је прилагођена ученицима

МЕТОДЕ РАДА

- **класична предавања (*ex cathedra*)** – наставник излаже градиво уз коришћење табле, креде, рачунара или пројектора
- **решавање рачунских проблема на часовима** – када, у зависности од тежине и значаја, проблеме решавају наставник или ученици
- **експерименталне вежбе** – ученици припреме за извођење, експерименталну вежбу кући, па на часу изводе вежбу уз помоћ наставника или сами, у зависности од сложености вежбе и стања апаратуре која се користи
- **радионице** – када ученици подељени по екипама решавају рачунске, теоријске или практичне проблеме
- **домаћи рад** – када ученици решавају рачунске проблеме, припремају експерименталне вежбе или реферате код куће
- **додатни часови** – се организују за ученике који желе, више знања, боље оцене и(ли) се припремају за такмичење из физике
- **допунски часови** – се организују по потреби за ученике који теже савладавају градиво
- **додатни и допунски рад преко интернета** – ученици могу постављати питања или слати задатке и добијати одговоре, односно решења

ОБЛИЦИ ПРОВЕРЕ ЗНАЊА УЧЕНИКА

1. Писмено

- а) Тест подразумева писмено одговарање на кратка питања која се односе на најзначајније појмове, дефиниције и законе из одређеног дела градива или целог градива;
- б) Контролни рад подразумева одговарање на теоријска питања и решавање рачунских проблема везаних за поједине области.

2. Усмено одговарање

Ученик се добровољно јави или се прозове у оквиру понављања и утврђивања градива;

3. Кратка питања и одговори

- а) Ученици, при понављању последњих лекција или унапред најављеног дела градива, дају кратке одговоре на постављена питања;
- б) Ученик, због ометања часа, бива прозван да одговори на неко питање везано за градиво које се тог тренутка обрађује.

За овај вид провере знања добија се плус или минус, а могуће је и да се не добије ништа, ако одговор није потпун.

4. Извештаји са експерименталних вежби

Ученици имају обавезу да у посебној свесци пишу извештаје са свих експерименталних вежби које се раде на тим часовима вежбе. Наставник ће прегледати ову свеску најкасније пред закључивање оцене. Ученици се могу консултовати са наставником о ваљаности својих извештаја на сваком часу који је предвиђен за експерименталне вежбе или на допунским часовима. Оцењују се тачност, комплетност и уредност извештаја.

5. Домаћи рад

Ученици који раде домаће задатке у посебој свесци, за сваких десет уредно урађених задатака из области која се обрађује, добија плус. Максималан број плусева добијених израдом задатака за једну област се подудара са оценом добијеном на контролном, осим у случају петице када је број плусева који се признају неограничен.

6. Посебан труд

Ученик за решавање сложенијих проблема може добити плус или пет.

7. Посебни успеси

Ученици који учествују на такмичењима из физике имају прилику да за освојених 30 или више бодова добију пет или да за сваких десет освојених бодова добију плус.

Нешто више о контролном раду

Контролни рад је најчешћи и најважнији облик провере знања из физике. Ученици га раде након сваке пређене области градива. У већини случајева се састоји од пет питања и то два која се односе на теоријски део пређеног градива и три која подразумевају рачунско решавање проблема. За свако питање постоји различит број максималних поена, а оцене се на основу збира поена изводе на следећи начин:

број поена	оцена (број бодова)
0 - 7	недовољан, 1 (0,50)
8 - 13	недовољан, 1 ⁺ (1,00)
14 - 16	довољан, 2 ⁻ (1,66)
17 - 20	довољан, 2 (2,00)
21 - 23	довољан, 2 ⁺ (2,33)
24 - 26	добар, 3 ⁻ (2,66)
27 - 30	добар, 3 (3,00)
31 - 33	добар, 3 ⁺ (3,33)
34 - 36	вр. добар, 4 ⁻ (3,66)
37 - 40	вр. добар, 4 (4,00)
41 - 43	вр. добар, 4 ⁺ (4,33)
44 - 46	одличан, 5 ⁻ (4,66)
47 - 50	одличан, 5 (5,00)

Формирање закључне оцене

Закључна оцена из физике се формира помоћу следеће табеле:

закључна оцена	услови
1 (недовољан)	$0 < Z < 1,50$
2 (довољан)	$1,50 \leq Z < 2,50$
3 (добар)	$2,50 \leq Z < 3,50$
4 (врло добар)	$3,50 \leq Z < 4,50$
5 (одличан)	$4,50 \leq Z$, ако ученик нема непоправљену недовољну оцену и има оцене из свих предвиђених области.

Z се рачуна на основу следеће формуле:

$$Z = \frac{1}{n+m} \left(\sum_{i=1}^n B_i + \sum_{k=1}^m OO_k + \sum_j EB_j \right).$$

Где су:

- n – број области у оквиру градива, који одговара броју контролних радова (списак дат на последњој страни водича). Ученик може да остане неоцењен из неке области само ако је био оправдано одсутан са наставе две или више недеља. **Једино тада му се умањује број n .**
- B_i – Број бодова за једну област из градива физике. Рачуна се помоћу следеће формуле:

$$B_i = O + 0,33P - 0,16M.$$

- O - је број бодова за редовни, поновљени контролни рад или усмени одговор, у зависности од тога која је од ових оцена већа;
- P - је број плусева које ученик добије у оквиру те области;
- M - је број минуса које ученик добије у оквиру те области;
- OO_k – Остале оцене (оцена за свеску са извештајима са експерименталних вежби и оцена за тест су обавезне, а могуће су и оцена за успех на такмичењима или квизовима из физике и оцене за усмени одговор).
- m – Број осталих оцена (најмање две такве оцене).
- EB_j – Екстра бодови се добијају за следеће случајеве:
 - За сваких десет добијених бодова на било ком такмичењу из физике (општинском, окружном и државном), осим ако није добио оцену за то такмичење, ученик добија плус, тј. 0,33 бодова.
 - За посебна ангажовања нпр. у оквиру секције физике, на квизовима из физике или неки други начин, а према најављеном случају, ученик може добити плус, тј. 0,33 бодова.
 - За учешће у тиму: 0,99 бодова за најуспешнији тим, 0,66 бодова за други тим и 0,33 бода за трећи тим.

Оквирни распоред провере знања

област	оквирни термин
усмено одговарање (најмање два пута)	током целе године
тест понављања градива претходних разреда	почетак септембра
релативистичка физика	почетком октобра
тоplotно зрачење и увод у квантну физику	почетком новембра
увод у атомску физику	средином децембра
увод у физику чврстог стања, молекуларну и физику ласера*	фебруар 2014
нуклеарна физика и природна радиоактивност	март 2014
вештачка радиоактивност и физика елементарних честица	середина маја 2014
реферат из астрономије	2014 - договор
извештај са експерименталних вежби	крај маја 2014

* Овај контролни је искључиво теоријски – без рачунских задатака.

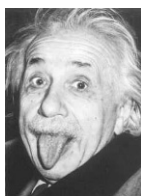
** Поред наведених оцењивања сваки ученик, током школске године, добија оцену за однос према раду. Овом оценом се вреднују активност на часу, редовност долазака на часове, контролне, израде домаћих задатака и доношење потребног прибира (свеска, калкулатора, збирке, уџбеника...).

Додатне напомене:

- Ученик добија минус уколико се утврди да није спреман за час: нема одговарајући прибор-уџбеник, збирку или калкулатор, нема домаћи рад или не зна најзначајније делове лекција обрађених на претходним часовима.
- За три минуса током једног класификационог периода добија се јединица.
- Плусеви за урађене задатке се рачунају само ако је писан редован контролни.
- Ученик који не пише редован контролни рад пише контролни на првом часу на којем се појави.
- Свако треба да има најмање дванаест оцена на крају школске године.

КРАЈЊА НАПОМЕНА:

Наводи из овог водича могу бити кориговани у случају благовременог договора између наставника и ученика или у случају већег поремећаја у остваривању наставног плана и програма (болест наставника, штрајкова...).



СЛИКА 1. АЛБЕРТОВА ПОРУКА ЗА КРАЈ

ЗАХВАЛНИЦА

Захваљујем бившим ученицима на примедбама и предлозима у вези изгледа и приказивања «Водича кроз часове физике».

Захваљујем се и колегицима Лидији Неранџић Чанди (српски језик и књижевност) и Маји Павићевић (математика) на рецензији.

ЛИТЕРАТУРА

1. Др Томислав Петровић, Дидактика физике – теорија наставе физике, друго, исправљено издање, Београд, Физички факултет, 1994, стр. 142 – 160.
2. www.slideshare.net/sajberuca/moja-prezentacija-ocenjivanje-ucenika-finalnebojisa-trajkovic
3. www.skolapkb.edu.rs

Трећи научни и едукативни камп „Михајло Идворски Пупин – Идвор, 2013.“

¹Драгољуб Цуцић, ²Милан Сурла, ³Слободан Тршек

¹Регионални центар за таленте „Михајло Пупин“, Панчево; ²Телескин д.о.о., Београд;
³Машинска школа, Панчево.

Апстракт. Група за Физику при Регионалном центру за таленте "Михајло Пупин", Панчево, постоји више од десет година. Трећу годину, заредом, организује се летњи камп у Идвору, родном месту Михјала Пупина. Тематски, камп је дефинисан да се ради примењено програмирање у физици. Ученици су бирани по критеријуму успешности на такмичењима из физике, програмирања и математике, и сви су били са територије АП Војводина. Боравак на кампу, за све учеснике, био је бесплатан.

УВОД

Регионални центар за таленте *Михајло Пупин* из Панчева основан је децембра 1998. године. Суоснивачи Центра су СО Панчево и Републички центар за таленте. Регионални центар за таленте *Михајло Пупин* из Панчева налази се у систему Регионалних центара за таленте Републике Србије. Прве активности Центра започеле су априла 2000. године.

У Регионалном центру за таленте *Михајло Пупин* ради се у групама са мотивисаним ученицима. То подразумева: *Сталну школу Центра*, која се одржава викендом током школске године; *Менторски рад*, ради се припрема ученика за Регионалну и Републичку смотру истраживачких радова; *Колоније (кампови)*, организују се током школске године и распуста; *Семинари*, за: ученике, предаваче и стручне службе; *Организовање ликовног, литерарног и филмског конкурса; Издавачка делатност; Стручне једнодневне екскурзије*, као и посете ученика атрактивним догађајима (изложбама, фестивалима...).

У кампу су боровили најбољи физичари одређене школске генерације, и са њима се радила физика на начин како нису радили у матичним школама.

3. НАУЧНИ И ЕДУКАТИВНИ КАМП „МИХАЈЛО ИДВОРСКИ ПУПИН, ИДВОР 2013.“

Десетодневни 3. научни и едукативни камп „Михајло Идворски Пупин – Идвор, 2013.“ одржан је од 12. до 21. јула. У кампу је боровило 19 ученика, 2 ментора и координатор кампа. Ментори су били Слободан Тршек и Милан Сурла. Обојца су предавачи у РЦТ *Михајло Пупин* из Панчева. Координатор кампа био је др Драгољуб Цуцић, директор РЦТ *Михајло Пупин* из Панчева. Камп је организован по позиву, и био је бесплатан за учеснике. Критеријум за одабир полазника био је успешност на републичким такмичењима из физике, програмирања и математике

(учесници кампа освојили су укупно 25 награда на републичким такмичењима). Највише је било ученика који су завршили осми разред и неколико средњошколаца.

Учесници кампа били су смештени у ОШ *Михајло Пупин* у Идвору. Часови су држани у информатичком кабинету школе и у библиотеци Дома културе. Гостујући предавачи су предавања одржавали у Народном дому, који је за такву намену изградио Михајло Пупин. Поред предавања организовани су: квиз такмичење, спортска такмичења, одлазак на базен и обилазак музеја у Ковачици.

Са полазницима је рађен програмски језик Јава, кроз примере у физици, и представљен је пројект „Хипатија“. Циљ рада у кампу био је да се начини синтеза између софтверског знања и физике и да се ученици науче да сами праве симулације једноставних физичких појава. Ученици су савладали софтверски алат „Netbeans“, који спада у најпопуларније „open source“ програме за програмски језик Јава, а за симулације у физици су коришћени примери из пројекта „Open Source Physics“. Пројекат „НУРАТИА“ је представио гостујући предавач Душан Вудраговић, докторант и истраживач сарадник у Институту за физику, који је и члан пројектног тима (Циљ овог пројекта је да омогући ученицима средњих школа да заједно са професорима изучавају елементарне честице и њихове интеракције анализирајући визуелни приказ продуката распада честица приликом судара).

Гостујући предавачи у кампу били су: проф. др Иван Аничин (два дана је полазницима предавао о материји и елементарним честицама, чиме је начињен увод за представљање пројекта „Хипатија“), Душан Вудраговић и мр Јован Јовић, запослен у Електромрежама Србије, који је заједно са сарадницима представио *Скада систем* за даљинско управљање. Некадашњи учитељ у школи, Драгиша Матић, је један дан ученицима био водич у обиласку спомен куће и музеја, при чему је ученике упознао са животом и постигнућима Михајла Пупина.

РЕАЛИЗАЦИЈА АКТИВНОСТИ НА КАМПУ

Петак 12.07. (дан 1.)

Од 15 до 16.45 часова – *Увод у основе програмског језика Јава* – С. Тршек. (На овом предавању су представљени општи принципи програмирања: изворни код, преводјење програма у извршни код и покретање програма. Такође представљени су основни елементи Јава програмског језика: Јавина платформа СДК, виртуелна машина, инсталација програма, подаци, променљиви и константни, литерали, једноставне наредбе, распоред кода унутар класе. Представљен је алат за програмирање NetBeans кроз израду једноставних примера.)

Од 17 до 18.30 часова – *Компјутерске симулације у Физици* – М. Сурла. (На овом предавању је представљена важност компјутера у физици, природа компјутерских симулација и важност графика и визуализације. Употребу компјутера у физици можемо поделити у 5 категорија: Нумеричка израчунавања, Симболичка манипулација, Симулација, Скупљање и нализа података, Визуализација. Главни циљ овог предавања био је да се дочара природа компјутерских симулација, да се покажу случајеви када се користе компјутерске симулације и каква им је улога. Рецимо нелинерани феномени су погодни за компјутерску обраду, као и системи са много променљивих или много степени слободе. Најинтересантнија употреба компјутерске симулације је компјутерски експеримент.)

Субота 13.07. (дан 2.)

Од 9 до 10.45 часова – *Класе и објекти. Типови података* – С. Тршек. (Представљени су основни принципи објектно-оријентисаног програмирања: појам класе и објекта. Циљ предавања је био да се покаже сличност објеката у природи и софтверских објеката. Представљање класе као типа податка за објекте. Атрибути класе и методе класе. На предавању су показани примери креирања објекта који представља материјалну тачку у природи и примена овог објекта у кинематици). Дефинисање метода за равномерно убрзано кретање честице у једној димензији

Од 11.00 до 12.30 часова – *Класа „Math“. Кинематика. Једнодимензионално кретање, једноставни примери* – М. Сурла. (Ученицима је представљена јава класа Матх за манипулацију математичких функција. Обнављање основних појмова кинематике: референтни систем, материјална тачка, пут, путања, брзина, убрзање са примерима једнодимензионалног кретања, који су решавани помоћу јава програма.)

Од 16 до 18 часова – проф. др Иван Аничин.

Недеља 14.07. (дан 3.)

Од 9 до 10.45 часова – *Наслеђивање, апстрактне класе и интерфејси* – С. Тршек. (На овом предавању су објашњени појам и принципи наслеђивања класа кроз примере из математике и физике. Такође је показана употреба апстрактних класа у наслеђивању и примена интерфејса кроз примере слободног пада честице, одређивања резултантне силе, и косог хитца)

Од 11:00 до 12.30 часова – проф. др Иван Аничин.

Од 17 до 19 часова – предавање „Михајло Идворски Пупин“, обилазак Музеја Михајло Пупин и гледање филма „Мој деда Миша“.

Понедељак 15.07. (дан 4.)

Од 9 до 10.45 часова – *Циклуси и гранање програма. Низови* – С. Тршек. (наредбе: if, if-else, if-else if-else, switch, for, while, do-while)

Од 11 до 12.30 часова – *Примене у динамици. Сила* – М. Сурла. (Појмови у динамици: маса, сила, Њутнови закони.)

Од 15 до 16.30 часова – *Дводимензионално кретање* – М. Сурла. (Дводимензионо кретање, основни појмови, представљање кретања у Декартовом координатном систему. Обрађивање хоризонталног и косог хица и њихово представљање примерима у јави. Обрађено је равномерно кружно кретање.)

Од 15 до 16.30 часова – *Графички интерфејс* – С. Тршек. (Израда једноставне графичке апликације у Јави коришћењем swing пакета. Креирање објекта класа: JFrame, JPanel, JLabel, JTextField, JButton. Започете апликације за симулацију вертикалног хитца и кружног кретања)

Уторак 16.07. (дан 5.)

Од 10:00 до 13.00 часова – **ЈП ЕМС** – Представљање СКАДА система.

Од 16 до 18 часова – *The Open Source Physics Library and Graphical Input* – М. Сурла. (Представљање Open source physics library, која својим библиотекама омогућава једноставније и брже решавање физичких задатака и проблема. Развој графичког интерфејса помоћу ОСП библиотеке.)

Среда 17.07. (дан 6.)

Од 9 до 10.45 часова – *Графички интерфејс 2. део. Догађаји* – С. Тршек. (Догађаји: клик дугмета, рад са мишем и догађаји тастера тастатуре. Наставак започетих примера вертикалног хитца и кружног кретања-имплементација интерфејса: ActionListener, MouseListener, KeyListener)

Од 11 до 12.30 часова – *Равномерно убрзано кретање* – М. Сурла. (Употреба ОСП библиотеке кроз конкретне примере решавања задатака из равномерно убрзаног кретања.)

Четвртак 18.07. (дан 7.)

Од 9 до 10.45 часова – *Кретање у једној димензији. Аплети* – С. Тршек. (Цртање графика на панелу употребом paint методе, употреба догађаја тајмера за прављење анимација на започетом примеру вертикалног хитца)

Од 11 до 12.30 часова – *Осцилације и анимациони интерфејс* – М. Сурла. (Симулација осциловања математичког клатна и графички приказ зависности угла од времена.)

Од 15 до 18 часова – гостујуће предавање – Душан Вудраговић. „Хипатија“ софтвер – практичне вежбе са ученицима.

Петак 19.07. (дан 8.)

Од 9 до 10.45 часова – *2Д и 3Д графика у Јави* – С. Тршек. (AffineTransform објекат и његова примена на translацији и ротацији. Довршавање примера кружног кретања. На предавању презентовани су и примери симулација: кретање небеских тела Земља око Сунца и Месец око Земље, математичко клатно. Показано и неколико 3Д примера.) Од 11 до 12.30 часова – *Дводимензионе путање и њихов графички приказ* – М. Сурла. (Приказ анимације дводимензионог кретања, хоризонтални и кос хитац коришћењем ОСП библиотеке.)

Субота 20.07. (дан 9.)

Од 9 до 12.30 часова – програмерска радионица: *Пројекат – завршни задатак – поставка и анализа*. Од 15 до 18 часова – *Пројекат – завршни задатак – израда*.

ЗАХВАЛНИЦА

У реализацији кампа помогли су: Покрајински секретаријат за спорт и омладину, Град Панчево, Општина Ковачица, Електромреже Србије, Фонд „Младен Селак“, МЗ Идвор, Дом културе *Михајло Пупин* из Идвора и ОШ *Михајло Пупин* из Идвора, Душку Белићу, Стевану Капунцу и мр Јовану Јовићу.

ЗАКЉУЧАК

Три лета се већ одржава камп у Идвору. Чињенице да је у Идвору рођен Михајло Пупин и да је Идвор место које је равномерно удаљено од Београда, Новог Сада, Панчева и нешто мање од Зрењанина, веома је значајна да баш Идвор буде „средиште“ догађања описаних у горњим редовима. Тема која у кампу, примена јаве у физици, профилисала се, током претходне три године.

Данас је примена програмерских знања у физици једна од најпродорнијих и најзахтевнијих области. Она подразумева врхунску „писменост“ и из програмирања и из физике. Тешко је данас замислити било који високобуџетни пројекат из физике без те врсте знања. Један од важнијих циљева овог кампа био је да се ученицима дочара и покаже да рачунари у физици не служе само за обраду података, него да је могуће урадити симулације физичких модела, тестирање хиптеза, што значи да је могуће да се компјутерска симулација употреби као физички експеримент.

Физика у облаку - пројекат "Скајфи"

Владан Младеновић¹, Славољуб Митић²

¹ОШ "Иван Вушовић" Ражањ, Алексиначка гимназија

²Гимназија "Светозар Марковић" Ниш, ОШ "Бубањски хероји" Ниш

Апстракт. Организовање бесплатне онлајн додатне наставе и припрема за такмичење из физике за ученике основних школа из целе Србије.

Убрзани развој технике и технологије намеће све веће захтеве пред савремену наставу. Методе и облици рада се свакодневно мењају. Од наставника и ученика се све више тражи да осим основних вештина и знања, користе савремене алате за учење који ће им омогућити активну примену стечених знања. Стална жеља да се настава физике осавремени коришћењем разноврсних наставних средстава, метода и облика рада навела нас је на идеју да покренемо пројекат Физика у облаку "Скајфи".

Пројекат се реализује преко Мудл платформе за електронско учење. Мудл (Moodle) је акроним од **M**odular **O**bject-**O**riented **D**ynamic **L**earning **E**nvironment, односно Модуларно Објектно-Оријентисано Динамичко Образовно Окружење и представља софтверско решење за организовање онлајн учења. То је бесплатна и моћна веб апликација која омогућава лако организовање квалитетних онлајн образовних садржаја.

Физика у облаку "Скајфи" је намењена ученицима шестог, седмог и осмог разреда са целе територије Србије, који показују жељу за додатни рад и учешће на такмичењима. Заједно са ученицима у све активности укључени су и њихови наставници.

Сврха програма:

- повећање броја и успеха ученика на такмичењима;
- обука наставника за извођење онлајн додатне наставе;
- креирање материјала и формирање базе знања за додатну наставу и припрему за такмичења из физике ученика шестог, седмог и осмог разреда основне школе која би била на располагању наредних година;
- повећано интересовање ученика за природне науке;
- повећано интересовање за студирање природних и техничких наука.

Тимови наставника, чланова Удружења физичара "Омега" Ниш, по редоследу већ од септембра почињу креирање наставних материјала. Материјали су постављени и комплетан рад је организован на Мудл платформи Удружења физичара "Омега" Ниш, која се налази на веб адреси <http://moodle.omegafizika.rs/>.

На основу података и пријава које су доставили наставници, за све ученике су креирани налози. Ученицима и наставницима су достављени налози и упутства о начину функционисања ове електронске школе.

Ученици су подељени у групе на основу разреда који похађају, тако да могу да приступе материјалима само за свој разред. Наставницима је омогућено да приступају свим курсевима, тако да могу да прате комплетан садржај. Поред тога,

за наставнике је формиран и посебан курс "Наставничка зборница". Наставничка зборница је замишљена као место за окупљање и сарадњу наставника.



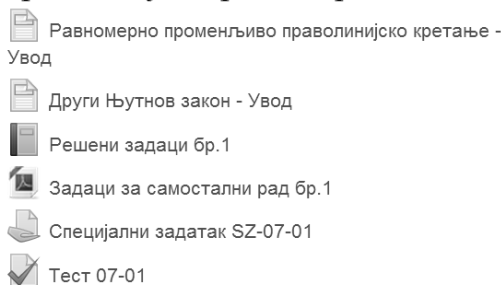
СЛИКА 1. Курсеви и тимови наставника

Наш заједнички рад одвија се у ритму ЈЕДНА ТЕМА – ЈЕДНА НЕДЕЉА. Избор тема је извршен на основу наставног плана за додатну наставу физике. Планирана је реализација 20 тема.

Свака тема садржи:

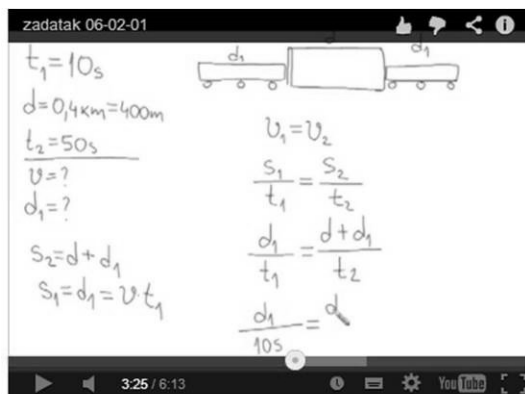
- теоријски увод;
- задатке са комплетним решењима (4 задатка);
- задатке за самостални рад (10 задатака);
- специјални задатак;
- тест.

Равномерно променљиво праволинијско кретање бр.1



СЛИКА 2. Садржај теме

На почетку сваке теме дат је теоријски увод који служи као подсетник. Теоријски увод садржи и основне формуле које су потребне за решавање задатака. Након тога је дато неколико детаљно урађених задатака, а затим и задаци за самостални рад.



СЛИКА 3. Видео снимак поступка решавања

На крају сваке теме ученици су радили специјални задатак и помоћу посебно припремљене форме достављали на оцењивање. Уз оцену ученици су добијали и повратне информације.

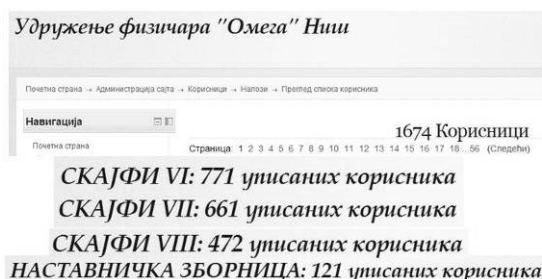
Оцена	Уреди	Последње измене (предати рад)	Предаја датотека	Последње измене (оцена)	Повратни коментари	Коначна оцена
5,00 / 5,00		Friday, 25. October 2013., 19:50	Урош Круљ, специјални задатак 06-01.docx	Sunday, 27. October 2013., 09:53	Задатак је тачан у потпуности.	5,00 / 5,00
4,00 / 5,00		Thursday, 24. October 2013., 23:29	Matija Radović Specialni zadatak 06-01.doc	Sunday, 27. October 2013., 09:54	Лено си нашао под а) и под б). Под в) си требао да користиш 155метара а не 120 метара!	4,00 / 5,00

СЛИКА 4. Оцена за Специјални задатак

На основу задатака за самостални рад креирани су тестови, које ученици раде на крају сваке теме/недеље.

Поред тога, сви полазници су могли да се укључе Форум опште намене и Форум за задатке. Кроз форуме је омогућена размена информација и идеја, постављање питања...

У току ове школске године, од октобра до маја, у рад су укључени ученици и наставници из око 100 основних школа из целе Србије.



СЛИКА 5. Преглед броја отворених налога

Пројект се реализује под покровитељством Министарства спољне и унутрашње трговине и телекомуникација, а у сарадњи са Друштвом физичара Србије и Регионалним центром за професионални развој запослених у образовању у Нишу.

Намера Удружења Омега је да коришћењем овогодишњег искуства и предлога ученика и колега наставника Скајфи учини још бољим а да уз рецензију ЗУОВ и одобрење Министарства овакав вид наставе учинимо званичним у систему образовања. Започет је и рад на сличном пројекту намењеном ученицима средњих школа.

Експерименти из термодинамике у настави физике за основну школу

Жељка Томашев Галовић

Основна школа "Јован Јовановић Змај", Сремска Каменица

Апстракт. У раду се обрађују експерименти из термодинамике у настави физике у основној школи. Први пут се ученици сусрећу са топлотним појавама на часовима „Свет око нас“ и „Природа и друштво“ где се упознају са фазним прелазима, агрегатним стањима, као и са провођењем топлоте кроз различите супстанце. Топлота као тема озбиљније се обрађује у седмом разреду основне школе. Као и обично, примера и експеримената је пуно, а планираних часова недовољно да би се ова тема подробно обрадила.

ЛЕКЦИЈЕ ИЗ ТОПЛОТЕ У НАСТАВИ ФИЗИКЕ ЗА ОСНОВНУ ШКОЛУ

Топлота се као тема први пут озбиљније обрађује у седмом разреду основне школе и то у девет наставних јединица. Ту спадају три часа обраде новог градива, пет часова је предвиђено за понављање, рачунске задатке и проверу знања, а само један час за лабораторијску вежбу.

Наслови лекција које се обрађују су:

- Топлотно ширење тела. Појам температуре.
- Количина топлоте. Специфични топлотни капацитет. Топлотна равнотежа.
- Честични састав супстанције: молекули и њихово кретање.

Једина лабораторијска вежба која се ради је: Мерење температуре мешавине топле и хладне воде после успостављања топлотне равнотеже.

Обзиром да су експерименти из ове области многобројни они се могу извести у виду демонстрационих огледа на часовим обраде новог градива, као домаћи задатак или на часовима додатне наставе.

Образовни циљеви првог часа су да се ученици упознају са појмом топлотног ширења тела, да разумеју принцип рада термометра и да уоче разлику и везу између Целзијусове и Келвинове скале. На другом часу треба да сазнају шта је количина топлоте, која је разлика између топлоте и температуре, као и да се упознају са новом физичком величином - топлотним капацитетом. На трећем часу ученици треба да схвате честични састав супстанције, хаотично кретање атома и молекула као и да је температура и унутрашња енергија тела уско повезана са брзином кретања молекула. Дакле, да повежу микроскопске и макроскопске физичке величине.

ЕКСПЕРИМЕНТИ У НАСТАВИ ФИЗИКЕ

„Све што знамо о стварности проистиче из експеримента и завршава се са њим“
(Алберт Ајнштајн)

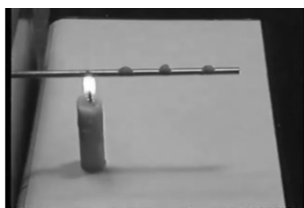
Експеримент је основно средство у настави физике јер испуњава један од најважнијих дидактичких принципа, принцип очигледности. Значај експеримента је, између осталог, и у томе што при извођењу ученици стичу навику да из посматраних појава уочавају најбитније детаље. Осим тога, постају систематични и аналитички приступају задацима. Путем таквог рада ученици формирају одређене навике, повећавају одговорност, озбиљност и прецизност у решавању конкретних проблема. То је добра припрема и за будуће занимање, праксу и живот уопште. Није занемарљив ни значај васпитног дела експеримента, као што је уредно припремљена лабораторија и средства за рад, прегледна и уредна лабораторијска свеска, сарадња са осталим ученицима у групи и социјализација.

Скоро сваке године градиво наставе физике се редукује и своди на меру која је недовољна за схватање суштине природних појава. На тај начин губи се и време и простор за експерименте који су потврђено најбољи начин за савладавање и усвајање градива. Зато смо принуђени да се сналазимо на разне начине. Увек је присутан и проблем лоше опремљености лабораторија који не би смео да буде препрека за извођење експеримената. Увек постоји могућност извођења једноставних експеримената помоћу прибора који се може наћи у непосредној околини или домаћинству, чиме науку приближавамо ученицима. До тада апстрактна и несхватљива, наука постаје применљива и у свакодневном животу неопходна и употребљива. На тај начин физика постаје лакша, разумљивија и за саме ученике сврсисходнија.

У настави физике експерименти се могу изводити на више начина: као демонстрациони експерименти, фронтална лабораторијска вежба, физички практикум, експерименти у оквиру ваннаставних активности, експерименти које ученици изводе код куће и компјутерске симулације.

1. Демонстрациони експеримент

Демонстрациони експеримент најчешће изводи наставник и истовремено га посматрају сви ученици у разреду. То је активан процес који је усмерен ка неком циљу. Увек се комбинује са усменим предавањем наставника и обично се изводи при излагању новог градива. Један од примера је провођење топлоте кроз металну шипку.



СЛИКА 1. Провођење топлоте кроз металну шипку прати се помоћу капљица воска које се топе у тренутку када топлота стигне до њих,

2. Фронтални експеримент

Фронтални експеримент се изводи у групама од по неколико ученика са идентичним прибором у свакој групи. На основу овог експеримента може се доћи до неког закључка или до потврде физичког закона, тада он има истраживачки карактер, или се на овај начин може утврђивати и продубљивати градиво. Пример за овај експеримент је: Мерење температуре мешавине топле и хладне воде. При чему цртање графика најбоље одражава постепено долажење до термодинамичке равнотеже.

3. Физички практикум

Физички практикум је виши степен лабораторијских вежби па се може организовати тек када ученици имају потребну лабораторијску културу и искуство у раду у лабораторији. Могу се организовати на крају тромесечја или полугодишта у седмом и осмом разреду чиме се резимира нека област. Тиме се проверавају практичне вештине и навике ученика, као и колико су оспособљени за самостално решавање проблема. Ове вежбе се због недостатка времена и сложености могу организовати на часовима додатне наставе за талентованије ученике.

4. Експерименти за домаћи задатак

Експерименти могу бити задати и за домаћи задатак. Они морају бити једноставни лако изводљиви и да се иводе помоћу лако доступног прибора. Морају бити такви да сваки ученик, без обзира на разлике у интелектуалном или материјалном статусу, може да их изведе. На крају се мора захтевати од ученика да опише поступак рада, изврши анализу и донесе закључке. Примери за домаћи је надуван балон ставити у фрижидер, потом га загревати феном за косу. Такође се може направити Целзијусов термометар помоћу флаше и сламчице.

5. Компјутерске симулације

Данас, када рачунари све више продиру у нашу свакодневицу, експерименти се могу изводити и помоћу компјутерске симулације лабораторијских вежби и виртуелним експериментима. Данас постоје многе интерактивне странице за физику

на којима се могу наћи лабораторијске вежбе, као и видео записи неких експеримената. Постоје и разни едукативни софтвери са тестовима и експериментима погодним за програмирану наставу. Један од таквих је и „Кварк медија“. Сада је углавном уз сваки уџбеник приложен компакт диск са квиз питањима која су деци изузетно занимљива за рад.

ЛИТЕРАТУРА

1. Милан О. Распоповић, Београд: Завод за издавање уџбеника и наставних средстава, 2005, стр.
2. W. Thomas Griffith, Pacific University *The Physics of Everiday Phenomena*, A Conceptual Introduction to Physics, New York, McGrow-Hil, Fifth Edition; 2007.
3. Жељка Томашев, Нови Сад, мастер рад, Термодинамика у настави физике за основну школу, Нови Сад 2010. стр. 19-30

„Галилео“ – Од чега зависи период осциловања клатна

Ивана Круљ, Драган Ђорђевић

ОШ „Ђура Јакшић, Ђуприја

Апстракт. Циљеви наставе физике, између осталог, прецизирају да ученици треба да се оспособе за активно стицање знања о физичким појавама кроз истраживање и да оформе основу научног метода. Разумевање смисла и метода остваривања експеримента и значаја мерења, развијање логичког и апстрактног мишљења, само су неки од задатака наставе физике који се у оквиру изучавања садржаја који се односе на осцилаторно кретање клатна могу остваривати. Начини реализације часова физике посвећених овој теми су разноврсни, како у основној школи тако и у гимназијама и средњим стручним школама. Ипак предност у значајнијем обезбеђивању трајности знања припада оним методама које укључују принцип очигледности. У овом раду дат је један од могућих методских приступа поменутој теми као и опис наставног средства које се може, за ту сврху, употребити.

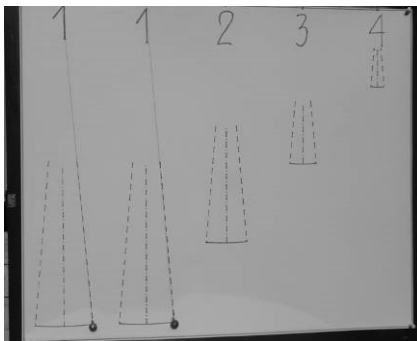
УВОД

У садржајима наставе физике у осмом разреду основне школе у оквиру наставне теме *Осцилације и таласи* обрађује се наставна јединица *Осцилаторно кретање (осциловање тела обешеног о опругу, осциловање куглице клатна)*. Појмови и величине којима се описује осциловање тела (амплитуда, период, фреквенција) са једним часом обраде, једним часом утврђивања и једним часом лабораторијске вежбе *Одређивање периода осциловања клатна*. Полазећи од чињенице да ученици вршећи одговарајућа мерења имају прилику за дубље разумевање одређених појава и закона, као и да вршећи мерења и одговарајућа уопштавања уче путем открића, аутори овог рада конструисали су наставно средство, доделивши му назив „Галилео“. Избор назива је у циљу подизања атрактивности наставе физике. Наведеним наставним средством, описаним у следећем поглављу, ученицима се пружа могућност и непосредног посматрања и вршења одговарајућих мерења. Метод рада који је, у поглављу **Огледи**, дат у начелу могуће је применити у свим облицима рада као и у свим типовима часова.

АПАРАТУРА

За потребе часа конструисана је апаратура приказана на слици 1. која се састоји од плоче на чијој су фронталној површини означене позиције постављања тачке вешања клатна, и клизача којим се омогућава померање тачке вешања дуж означених позиција, и којим се истовремено врши корекција дужине клатна. У **првој и другој** позицији, на површини плоче означеним као 1 и 1 (исти бројеви

написани различитим бојама), постављају се клатна са куглицама једнаких запремина а различитих густина, чиме се обезбеђује различитост масе, док се клатно из друге позиције означене бројем 1 може преносити, са смањењем дужине, у наредне позиције 2, 3 и 4. На површини плоче, поред равнотежних положаја свих позиција у које се клатно може поставити означени су и амплитудни положаји са углом отклона од равнотежног положаја од 5 степени, чиме је остварена апроксимација осцилаторног кретања клатна. Плоча је благо нагнута у односу на вертикални положај, како би осциловање било лишено трења о њу, а постављена је на расклопиво постоље.



СЛИКА 1. Апаратура „Галилео“. Куглице једнаких пречника, једна од олова, друга од пластике, везане за нити једнаких дужина.

ОГЛЕДИ

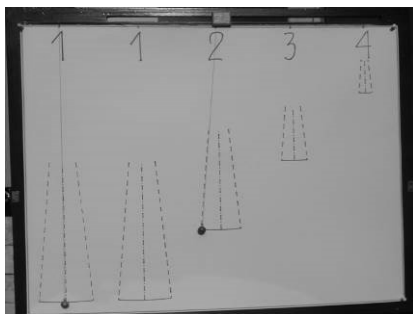
Одређивање периода осциловања клатна једнаких дужина а различитих маса

Да ли период осциловања клатна зависи од масе куглице може се установити једноставним посматрањем, уколико се две куглице са двеју позиција означених бројевима 1 и 1 пусте истовремено из означених амплитудних положаја. Могуће је извести и оглед са мерењем времена осциловања за дати број осцилација, симултано за обе куглице или сукцесивно. На основу посматрања и анализом резултата мерења, ученици лако долазе до закључка да период осциловања клатна не зависи од масе.

Одређивање периода осциловања клатна различитих дужина

Да ли период осциловања клатна зависи од дужине нити такође се може установити једноставним посматрањем, уколико се клатно пусти да осцилује и током осциловања клизачем помера његова тачка вешања чиме му се скраћује дужина. Ученици лако долазе до закључка да се са смањењем дужине клатна осциловање убрзава односно да је период осциловања све краћи. Уколико се током осциловања клизач помера у супротном смеру, чиме се обезбеђује повећање дужине

клатна, уочава се успоравање осциловања односно повећање периода осциловања. Такође, и у овом огледу могуће је извршити одговарајућа мерења у циљу прецизнијег откривања зависности периода осциловања од дужине клатна, и њене математичке интерпретације.



СЛИКА 2. Избор дужине клатна померањем клизача из позиције 1 у позиције 2, 3 и 4

Предходно описана апаратура може се користити како на часу обраде, тако и на часовима утврђивања или часовима лабораторијских вежби, у зависности од планираних облика рада и предвиђених активности ученика. Како год, етапе у раду са циљем уочавања математичке зависности периода осциловања од дужине клатна могу да подразумевају следеће активности наставника:

1. Истицање назива апаратуре, незваничног, али довољно важног, са освртом на Галилејев допринос открићу, чиме се истовремено остварује мотивациона фаза часа.
2. Јасно саопштавање упутстава за рад и подела радних листића са табелама попут табеле 1 овог рада.¹
3. Упућивање подпитањима на односе периода и дужина за одређене позиције.
4. У зависности од састава одељења, могуће је на радном листићу поставити и питања или реченице са задатком допуњавања на основу анализе резултата у табели. нпр:

Дужина клатна повећа од 15 cm на 60 cm, дакле дужина клатна се повећа _____ пута. Период осциловања клатна се тада _____ пута.

¹ Вредности величина у табели 1 одређиване су у у учионици за физику у ОШ „Ђура Јакшић“ у Ђуприји; табела на радном листићу за ученике није попуњена.

ТАБЕЛА 1 ²					
Период осциловања одређен према времену осциловања за 10 осцилација					
l (cm)	T_1 (s)	T_2 (s)	T_3 (s)	T_{sr} (s)	ΔT (s)
15	0,80	0,76	0,77	0,78	0.03
30	1,09	1,08	1,07	1,08	0.01
45	1,31	1,29	1,31	1,30	0.02
60	1,53	1,52	1,54	1,53	0.01

Максимална апсолутна грешка мерења је највеће одступање мерене величине од њене средње вредности, заокружено на једну значајну цифру, применом правила мајоризације. За извршена мерења при $l = 15\text{cm}$ добија се:

$$T_{sr} = 0.7767\text{s}, \Delta T_{sr} = |T_1 - T_{sr}| = 0.0233\text{s} \approx 0.03\text{s}, T_{sr} = 0.78\text{s}.$$

Анализирајући резултате мерења долази се до закључка: Када се дужина клатна повећа 4 пута период осциловања се повећа 1,96 пута што је приближно једнако 2 пута. Изведени закључак може послужити за тумачење обрасца:

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}}$$

За разумевање зависности периода осциловања од гравитационог убрзања корисна је примена симулације са https://phet.colorado.edu/sims/pendulum-lab/pendulum-lab_sr.html.

ЗАКЉУЧАК

Применом описане апаратуре и наведеним методским приступом наставној јединици постиже се остваривање стандарда знања ФИ. 2.2.3.³, ФИ.3.2.2.⁴ Додатно, за напредније ученике, остварује се разумевање односа одговарајућих величина математичком интерпретацијом физичке зависности периода осциловања математичког клатна од његове дужине.

Под претпоставком да су ученици упознати са корацима истраживања у физици, који почињу непосредним посматрањем а преко огледа доводе до законитости, описани приступ наставној јединици доприноси уверавању ученика у важност свих корака и њиховог редоследа и међусобне условљености. Следећи аспект важности истраживања је практична примена која за ученике може бити дата у оквиру домаћих задатака или на наредним часовима наставне теме.

² Препорука је да се на часовима обраде или утврђивања користи табела без колоне за ΔT , а да се та колона уврсти приликом реализације лабораторијских вежби.

³ ФИ.2.2.3. Ученик/ученица уме да препозна основне појмове који описују осцилаторно кретање

⁴ ФИ.3.2.2. Ученик/ученица уме да примени односе између физичких величина који описују осцилаторно кретање (у детаљном опису стандарда стоји: „ ученик је способан да квалитативно одреди односе између периода осциловања.....тј. везу периода осциловања и дужине клатна код математичког клатна.....“.

Повезивање одговарајућих области физике на примеру површинског напона течности

Бранка Радуловић

Природно-математички факултет, Департман за физику, Трг Доситеја Обрадовића 4,
Нови Сад, branka.radulovic@df.uns.ac.rs

Апстракт. У овом раду је представљен експеримент који се може користити у обради наставне јединице *Енергија површинског слоја и површински напон течности*. Изабрана наставна јединица се обрађује у другом разреду гимназије општег, друштвеног и природног смера у оквиру наставне теме *Молекулске силе и агрегатна стања*. Приказани експеримент се заснива на повезивању знања из других делова физике. Указивањем на корелацију, односно повезаност различитих области физике ученици могу лакше да увиде целовитост једне или више грана науке. Стога је тежња образовног система усмерена ка процесуирању усвојених појмова у дуготрајну меморију [1] одакле могу бити позивани и примењивани у разним проблемским ситуацијама.

УВОД

Процес учења у учионици и његове основне карактеристике су фокус методичко - дидактичких наука. Наставни садржај и начин његовог презентовања је посебно важан због чињенице да се развој науке делом огледа и у избору и начину презентовања нових научних достигнућа [2]. Учењем актуелних достигнућа померају се границе науке упућивањем ученика на неке за сада нерешене проблеме. На основу само тога важно је применити такав наставни метод који ће, у што већој мери је то могуће, остварити да се информације које ученици приме, обраде и повежу са претходно усвојеним и „складиште“ у дуготрајну меморију. Ученике је неопходно припремити да су у могућности да решавају проблемске ситуације. Најчешће решавање проблемских ситуација захтева познавање и повезивање разних наука. Стога је указивање и истицање повезаности градива или наставних целина од великог значаја.

У овом раду су приказани експерименти помоћу којих су ученици могли да увиде ефекте површинског напона. Искуствени подаци, добијени из разговора са наставницима физике средњих школа у Новом Саду, Суботици и Бачкој Паланци и са универзитетским професорима који се баве механиком флуида, су показали да је ученицима тешко разумљив сам појам површинског напона течности. Како је напред речено, ученици се често сусрећу са појавом површинског напона (мехур сапунице, уљане капљице на површини воде и слично), али дату појаву не повезују са обрађеним градивом. У бројној литератури [3,4] се наводе да је коришћење експеримента у настави физике (једноставног, демонстрационог или лабораторијског) позитивно јер мења положај ученика и наставника у намери да се повећа активно учешће ученика и стално праћење његовог напредовања. Такође, настава праћена експериментима подстиче креативност ученика, а наставницима се

пружа могућност добијања брже и тачније повратне информације о томе да ли су и у којој мери ученици разумели градиво.

ПОВРШИНСКИ НАПОН ТЕЧНОСТИ

Све површинске појаве на течностима указују на то да се површина течности понаша као затегнута опна, односно да је површина у стању напона [5,6]. Површински напон је узрокован привлачењем молекула течности помоћу међумолекулским силама. Уколико већи број молекула из унутрашњости течности делује на молекуле у површинском слоју, јавиће се резултатна сила усмерена ка унутрашњости течности и нормална на површину течности. Услед тога течност тежи да смањи слободну површину течности па се понаша као затегнута опна. Ова слободна површина може да се повећа улагањем рада. Коефицијент пропорционалности уложеног рада и повећања слободне површине јесте коефицијент површинског напона. Коефицијент површинског напона се, значи, може дефинисати као рад потребан да се слободна површина течности повећа за јединицу, или као сила која делује на јединицу дужине краја површине опне течности. Коефицијент површинског напона течности се може одредити на више начина.

Демонстрациони експеримент који приказује постојање површинског напона воде приказан је на слици 1. Поступак извођења експеримента је једноставан, ученицима се зада да поставе спајалицу на површину воде. Иако је густина материјала од којег је направљена спајалица већа од густине воде, она може да се задржи на њеној површини баш због деловања површинског напона.

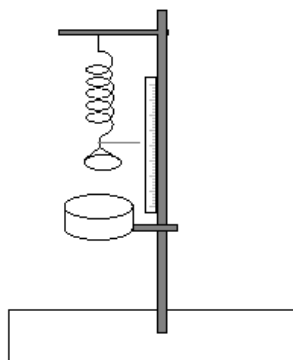


СЛИКА 1. Демонстрациони експеримент

Демонстрациони експерименти се могу користити у редовној настави у циљу бољег разумевања веза међу физичким појмова и појава. Њиховим коришћењем ученици могу сами да изазову изучавану појаву и директно да уоче зависности међу теоријски изучаваним појмовима. Друга погодност демонстрационих експеримената јесте та што је за њихову реализацију потребно мало времена и мало простора. На основу ових погодности може се уочити пожељност коришћења демонстрационих експеримената у наставном процесу на свим нивоима, али и важност јер могу аутентично да симулирају неку проблемску ситуацију задату рачунским задатком.

Експеримент помоћу којег се може директно одредити коефицијент површинског напона је приказан на слици 2. Изабрани експеримент повезује знања из области еластичности и механике флуида. Како је напред речено, повезивање знања треба да представља основу сваког образовног система. Манипулација и рекомбинација информација, односно допуњавање и повезивање са другим

информацијама има за улогу да помогне ученицима у самом процесу учења [1,7]. Међутим, у циљу повезивања градива кроз навођење примера, диференцијације и слично може доћи до повећања везаног когнитивног оптерећења, односно ученици могу теже да усвајају информације, те је неопходна добра припремљеност за извођење наставе како би се избегли негативни ефекти.



СЛИКА 2. Лабораторијски експеримент

Прстен, чији је унутрашњи пречник d а спољашњи D , веже се за еластичну опругу коефицијента еластичности k и постави се на површину непокретне течности као на слици 2. Како сила површинског напона делује на сваку ивицу прстена у течности, укупна сила површинског напона ће бити облика $F = \alpha \pi (d + D)$, где је α коефицијент површинског напона течности.

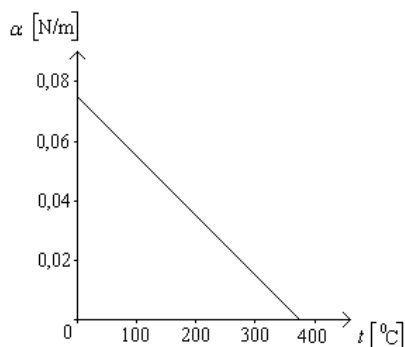
Померањем сталка са посудом у којој се налази течност чији се коефицијент површинског напона мери наниже долази до истезања еластичне опруге. Значи, сила која је потребна за савлађивање силе површинског напона по интензитету је једнака реституционој сили еластичне опруге $F = k \cdot x$, где је x гранична вредност издужења опруге при којој долази до одвајања прстена од површине течности.

Изједначавањем израза за силу може се одредити коефицијент површинског напона као:

$$\alpha = \frac{k \cdot x}{\pi (d + D)}$$

Помоћу овог експеримента ученици могу директним мерењем неопходних физичких величина да одреде коефицијент површинског напона течности. Већина других метода за одређивање коефицијента површинског напона течности односе се на упоредно мерење (као на пример метода капиларе) где је неопходно користити познате вредности коефицијената и сматрати их константим.

Такође се може показати како коефицијент површинског напона зависи од температуре стављањем у посуду воду различите температуре и поновним мерењем потребних величина (слика 3).



СЛИКА 3. Температурна зависност коефицијента површинског напона воде

Како се види на слици 3, коефицијент површинског напона течности (воде) линеарно опада са порастом температуре [5].

ЗАКЉУЧАК

У овом раду је приказана једна од метода мерења коефицијента површинског напона течности у којој је искоришћена унутар предметна корелација. У раду је показан начин на који се могу повезати знања из претходног градива физике са ново усвојеним градивом, односно ново усвојеним појмовима. Процес усвајања знања у настави и његове основне карактеристике представљају важну страну дидактике физике, док је сам процес сазнавања у савременој настави један од централних циљева реализације наставе. Заокруженост знања ученика је неопходна у циљу формирања будућих стручњака, развоја науке, односно њеног утицаја на само друштво.

ЛИТЕРАТУРА

1. Костић, А., *Когнитивна психологија*, Завод за уџбенике и наставна средства, Београд, 2006, стр. 1-146; 147-235; 317-469
2. Петровић, Т., *Дидактика физике, теорија наставе физике*, Физички факултет Универзитета у Београду, „Клуб НТ“, Београд, 1993, стр. 200
3. Jarrett L., Takacs G., Ferry B., Adding value to physics laboratories for preservice teachers, *International journal of innovation in science and mathematics education* **18** (1) pp. 26-42 (2010)
4. Dušanka Ž. Obadović, Ivana Rančić, Stanko Cvjetićanin and Mirjana Segedinac, The Impact of Implementation of Simple Experiments on the Pupils' Positive Attitude in Learning Science Contents in Primary School, *The New Educational Review*, **34** (4) pp.138-150 (2013)
5. Капор, А., Скубан, С. и Николић, Д., *Експерименталне вежбе из термодинамике*, Универзитет у Новом Саду, Природно-математички факултет, Департман за физику, Нови Сад, 2008, стр. 5-22
6. Sears F. W., *Механика, таласно кретање и топлота*, Научна књига, Београд, 1962, стр. 305-317
7. Doshier, B., Working memory, in *Encyclopedia of cognitive science*, New York: Wiley, Vol. 4, pp. 569–577 (2003)

Експеримент и искуства у настави физике у Техничкој школи у Шапцу

др Мирко Нагл¹ и Никола Гледић²

¹Шабачка гимназија Шабац, ²Техничка школа Шабац

Апстракт. Настава стручних предмета у техничким школама реализују се са пуно часова практичног рада и лабораторијских вежби. Ученици исто очекују и од наставе физике. Наставник физике мора више времена посветити експериментима у чијој ће реализацији од израде и склапања делова апаратура до мерења учествовати и ученици. Експерименти морају бити такви да ученици схвате улогу физике у образовању, савременој науци и животу, али и везу са стручним предметима.

УЛОГА НАСТАВНИКА ФИЗИКЕ У ТЕХНИЧКИМ ШКОЛАМА

Реформом средњих стручних школа смањен је фонд часова опште образовних предмета, као и физике. У техничким школама на грађевинском смеру изучава се 3 године, машинском, електро и саобраћајном 2 године, са по 2 часа недељно. Нова огледна одељења електро струке имају по плану физику само 1 годину, са 2 часа недељно [7]. Тендерија је да се физика сведе на минимум или потпуно избаци из техничких школа, а да теме и експерименте у потпуности преузму стручни предмети, што се досадашњим реформама и радило.

Настава стручних предмета у техничким школама из електро, машинске, саобраћајне и грађевинске струке реализује се са пуно часова практичног рада и лабораторијских вежби. Тако ученици брзо и очигледно увиде примену стечених теоријских знања у праксу, односно свакодневном животу. Предност наставника стручних предмета је и у томе што су се приликом реформе добијала, а и сада се добијају савремена наставна средства, која омогућавају у потпуности увид у нове технологије и обуку на њима.

Улога наставника физике у оваквом распореду снага је двојака. Прва, да се преко струковног удружења, ДФС-а, бори за другачији статус физике у стручним школама Србије. Друга, да се својим афирмативним радом у настави, ваннаставним активностима, на стручним семинарима и скуповима истиче значај, улогу и потребу за физиком у савременом друштву.

Ученици су навикнути на очигледност наставе у оквиру стручних предмета. План и програм физике је више оријентисан на теоријска знања, тако да наставник физике мора организовати наставу да теоријски део буде што сажетији, тако да део времена дода експериментима у чијој ће реализацији од израде и склапања делова апаратура до мерења учествовати и ученици. Експерименти морају бити такви да ученици схвате улогу физике у образовању, савременој науци и животу, али и везу са стручним предметима. Један од могућих начина превазилажења проблема је коришћење IBSE (Инквјери) и научног метода у настави физике у стручним школама [1,5,6].

РЕАЛИЗАЦИЈА НАСТАВЕ И ЕКСПЕРИМЕНАТА

Управо на горе наведеним принципа је организована настава физике у Техничкој школи Шабац. То подразумева избор репрезентативних експеримената, за чију се припрему користе делови постојећих апаратура, али и они који се сами израђују у машинским и електронским радионицама школе, где учествују мајстори – радници, али и ученици школе (слика 12.).



СЛИКА 1. Ливење за Хелмхолцове калемове



СЛИКА 2. Обрада Хелмхолцових калемова

Апаратуре и њихови елементи урађени су према савременим концептима Phywe Sistem GmbH, ELWE didactik и сл. Експерименте прати и Приручник за рад „Физика-експерименти у настави физике“, у коме су дата сва неопходна техничко-теоријска упутства и наведе напомене, у чијој су рачунарској припреми и штампи учествовали у највећој мери ученици [4]. Сваки експериментални комплет садржи и упутство за рад са непоходним потрошним материјалом. За израду финих мерних инструмената као што је наноамперметар и сл. узели су улогу и родитељи и бивши ученици који су у својим занатским електро сервисима реализовали низ компоненти. Компоненте су набављане у земљи и иностранству уз консултације са стручним колегама нпр. приликом набављања ЛЕД диода за фотоефекат [3].

ОБУКА И РАЗМЕНА ИСКУСТАВА СА НАСТАВНИЦИМА ФИЗИКЕ

Вишегодишње искуство оваквог рада са ученицима, колегама и родитељима, заједно са колегом из Шабачке гимназије подељено је са наставницима физике Мачванског округа кроз облике стручног усавршавања током јануара 2013. године као акредитована Зимска школа физике у Центру за стручно усавршавање у Шапцу [8] и други пут као Летња школа физике током јуна месеца 2013. године у Лозничкој гимназији. Намера нам је била да решавањем понуђених експерименталних садржаја учесници школе стекну увид у начин функционисања датих апаратура и њихових склопова, врше мерења, електронски записују и обрађују резултате, као и да дискутују ефекте експерименталног рада. Ово је била прилика да се упознају и са деловима као и са начином израде саме апаратуре. У оквиру школа урађено је 8 експеримената: Модул еластичности (слика 3), Магнетно поље Земље, Брустеров закон (слика 4), Малусов закон, Дифракција светлости, Ламбертов закон, Фарадејев ефекат и Хајзенбергова релација неодређености.

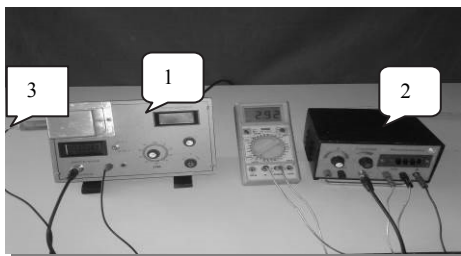


СЛИКА 3. Модул еластичности-Шабаци

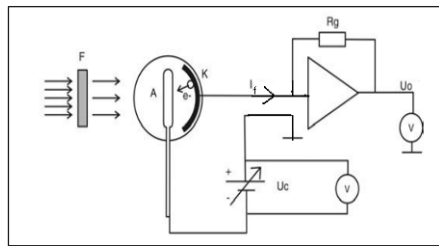


СЛИКА 4. Брустеров закон – Лозница

ОДРЕЂИВАЊЕ ПЛАНКОВЕ КОНСТАНТЕ¹



СЛИКА 5. Апаратура



СЛИКА 6. Шема уређаја

Апаратура за експеримент састоји се из уређаја са фотоћелијом, 1, наноамперметром, 2, и ЛЕД диода, 3, које дају светлост различитих таласних дужина (слика 5). Принципијелна шема уређаја за испитивање фотоелектричног ефекта дата је на слици 8. Фотоелектрични ефекат је појава при којој електромагнетно зрачење (светлост) избацује електроне из метала-катоде, К (слика 6). Избачени фотоелектрони под дејством електричног поља и почетне брзине крећу се ка аноди, А, падају на њу, а затим се крећући кроз спољашњи део електричног кола чине фотострују. Ајнштајнова формула за фотоелектрични ефекат има облик:

$$h \cdot \nu = A + E_k = A + e \cdot U_g \dots (1)$$

Где је A излазни рад фотокатоде, односно ако је енергија фотона мања од A до фотоелектричног ефекта неће доћи. Гранична фреквенца одређује се из услова да енергија фотона буде једнака излазном раду тако да једначина 1. добија облик:

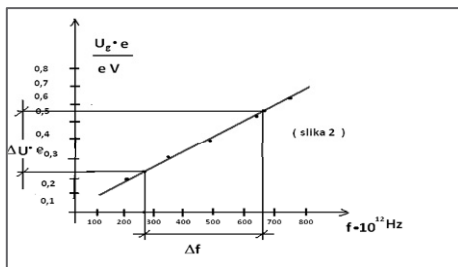
$$h \cdot \nu_g = A \Rightarrow h \cdot \nu = h \cdot \nu_g + e \cdot U_g \dots (2)$$

$$e \cdot U_g = h \cdot \nu - h \cdot \nu_g = h(\nu - \nu_g) \Rightarrow U_g = \frac{h}{e}(\nu - \nu_g) \Rightarrow U_g = \frac{h}{e} \Delta \nu \Rightarrow \Delta U_g \cdot e = h \cdot \Delta \nu \dots (3)$$

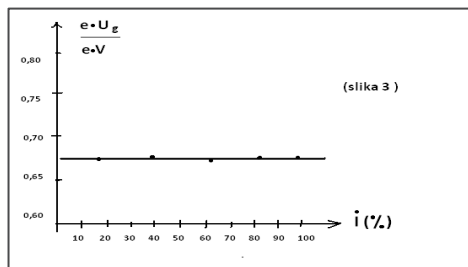
Сређивањем једначине 2, добијамо једначину 3. коју користимо у експерименту:

Цезијумова фотоћелија се осветљава са светлошћу ЛЕД диода различитих таласних дужина-фреквенци. За сваку ЛЕД диоду меримо закривачки напон U_z . Вредности наносимо на график и из коефицијента правца одређујемо Планкову константу (слика 7).

¹ експеримент ће бити постављен и изведен испред постера



СЛИКА 7. Зависност зак. напона од фрек.



СЛИКА 8. Зависност зак. напона од инт. светлости

Други начин је да познавајући излазни рад за Цезијум ($A=2,02\text{eV}$) меримо вредности закочног напона U_g за различите вредности таласне дужине λ , а вредност Планкове константе одређујемо према једначини 5. као средњу вредност (табела 1):

$$h = (A + e \cdot U_g) / \nu \dots (5)$$

ТАБЕЛА 1. Експериментални резултати одређивања Планкове константе

N^0	боја	$\lambda \times 10^{-9} [\text{m}]$	$\nu \times 10^{12} [\text{Hz}]$	$U_g [\text{V}]$	$h [\text{J} \times \text{s}]$	$h_s [\text{J} \times \text{s}]$
1	нека х	611	491	0,024	$6,66 \times 10^{-34}$	
2	зелена II	510	588	0,224	$6,11 \times 10^{-34}$	
3	зелена I	550	545	0,124	$6,29 \times 10^{-34}$	
4	плава	470	638	0,524	$6,38 \times 10^{-34}$	
5	црвена	632	475	0,012	$6,84 \times 10^{-34}$	$6,52 \times 10^{-34}$
6	зелена III	565	531	0,154	$6,55 \times 10^{-34}$	
7	жута	585	513	0,122	$6,68 \times 10^{-34}$	
8	бела	530	566	0,324	$6,63 \times 10^{-34}$	

Експериментом показујемо и важење фотоелектричног ефекта, а мерећи закочни напон U_g у функцији фреквенције светлости можемо одредити и E_k електрона (слика 8). Овим се доказује да ако је боја-таласна дужина светлости иста, а мењамо само интензитет, кинетичка енергија фотоелектрона се неће мењати, остаће иста. Закључујемо да кинетичка енергија фотоелектрона зависи само од „боје“ светлости!

ЛИТЕРАТУРА

1. Allende J. et al, (превео Стеван Јокић), *An International Report From The IAP Working Group on Science Education*, Paris: impimerie ACI, 2009, стр.4-5, доступно на: http://www.sanu.kgi.ac.rs/odbor-obrazovanje/Informacije/2_IBSE.pdf;
2. Behrends R., *Laser physics I*, Göttingen: Phywe, 2002, pp. 9-12, доступно на: http://www.ped.muni.cz/wphy/FRVS2012/navody-engl/photoeffect5_1_05.pdf
3. Garver W., *LED Photoelectric Effect Apparatus*, St. Louis: University of Missouri, 2009, pp.1-4, доступно на: http://physicsquest.homestead.com/LEDphotoelectric_apparatus.pdf;
4. Гледић Н., *Физика-експерименти у настави физике*, Шабац: Техничка школа, 2013, стр. 35
5. Нагл М. и др.: *Ефикасне методе учења у физици, експеримент као централни део теме – наставне јединице*, Зборник радова, Београд: ДФС, 2013, стр. 469;
6. Tang X. et al, *Science Education*, **84(6)**, pp. 29-47, (2009), доступно на: <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/sce.20366/pdf>;
7. <http://www.tehskolasabac.edu.rs/index.php/obrazovniprofilmain>;
8. <http://www.csusabac.rs/vesti.php?lan=lat&id=45>

Квиз знања - „Ја физику“

Борица Ћирић

ОШ „Љупче Шпанац“, Бела Паланка

Апстракт. Квиз знања - „Ја  физику“ је такмичење у коме ученици шестог, седмог и осмог разреда показују ниво свог знања из физике. Ученици основне школе „Љупче Шпанац“ су имали прилику да покажу своје знање 24., 25. и 26. априла 2012. године у оквиру ваннаставних активности у фискултурној сали школе у Белој Паланци играјући игре „Чик погоди ко је на слици“, „Ко се први јави“, „Магични зид“, решавајући асоцијације и забављајући се уз добру песму и плес у паузама између ових игара.

ЗАШТО КВИЗ?

Основни разлог организовања квиза је жеља за увођењем новина у своме раду. Све више се говорило о стандардима образовања, о томе како морамо инсистирати на функционалном повезивању градива, асоцијативном размишљању, разумевању наученог и у складу са тим и примењивати различите методе у настави. Трудила сам се да све оно што радим, прилагодим ученицима, а сви ми знамо колико је то тешко, јер су нам сва деца различита, сваки час је другачији од осталих а ако додамо уз то да је скоро у сваком одељењу све више деце са посебним потребама, јако је тешко остварити квалитетан рад у континуитету. Обавезна и честа стручна усавршавања наставника и примена образовних стандарда захтевају континуиран и напоран рад. Али, некеме ко воли свој посао, то не представља проблем. Желела сам да својим ученицима, користећи ИКТ у настави, приближим физику кроз игру, да их заинтересујем за науку, укључим у организацију, социјализујем и припремим за оно што их очекује а то је завршни испит на крају основног образовања и васпитања.

ОРГАНИЗАЦИЈА КВИЗА ЗНАЊА?

Било је потребно доста времена, више од три месеца, да се осмисли садржина квиза знања и организација истог. Много времена сам провела на Интернету у проналажењу различитих форми квиза, почев од различитих прегледа већ формираних квизова до неких готових програма у које је довољно унети питања и одговоре, испоштовати поступак уноса текста и добијате готов квиз. Циљ ми није био да само задам питање и добијем одговор као повратну информацију о нивоу усвојеног знања. Желела сам да заинтересујем своје ученике, да им привучем пажњу и часове учиним занимљивијим. Размишљала сам како да повежем њихова интересовања са физиком. Планирала сам да ангажујем што више ученика на нивоу школе, а то подразумева много више обавеза за мене као организатора.

Сматрала сам да су добра песма и плес одличан одмор у паузама између игара. Сарадња са наставником музичке културе при избору песама је била од пресудног значаја. Са ученицама шестог и седмог разреда, које су биле веште у плесним покретима, одабрале смо песму „Физика и матиш“–Леонтине Вукомановић, осмислиле смо кореографију, поделиле задужења и кренуле са радом. Наставила сам да истражујем и коначно одабрала форму писања квиза. Одлучила сам се да квиз направим у Power Point-у. Питања која се налазе у квизу су у складу са наставним планом и програмом у основној школи. Материјал који сам користила за израду квиза је следећи: текстуални задаци, фотографије из одобрених уџбеника или са Интернета, GIF анимације - такође преузете са Интернета. У великој мери су ми помогле презентације: <http://sr.scribd.com/doc/122326876/Magi%C4%8Dni-zid> и <http://www.razredna-nastava.net/materijali.php?raz=5&pred> које се односе на израду квиза у Power Point-у. Највећи део квиза припремила сам за време зимског распуста, а фебруар и март сам искористила за писање текста за водитеље квиза, разговор са директором школе и библиотекарком око награђивања учесника квиза, припреме места за реализацију квиза, прилагођавање окружења, прављење потребних реквизита, договара са колегама око дежурства и избора стручног жирија и договора са Центром за културу око озвучења.

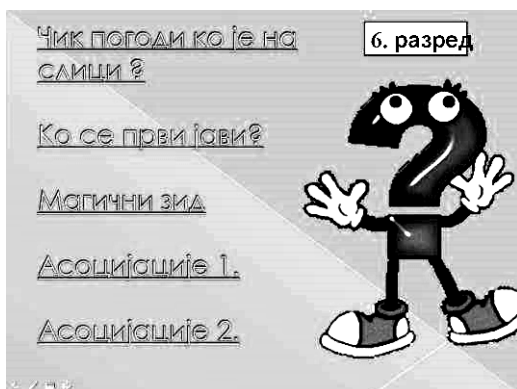
СТРУКТУРА КВИЗА ЗНАЊА „ЈА ♡ ФИЗИКУ“



СЛИКА 1. Ово је насловна страна квиза

Ученици основне школе „Љупче Шпанац“ су имали прилику да покажу своје знање 24., 25. и 26. априла 2012. године у оквиру ваннаставних активности у физкултурној сали школе, играјући игре „Чик погоди ко је на слици“, „Ко се први јави“, „Магични зид“, решавајући асоцијације испред својих другова, родитеља и предметних наставника. У паузама између игара знања, ученици су показали своју спретност и умеће покрета.

Такмичиле су се две екипе (црвена и плава) на нивоу шестог, седмог и осмог разреда, на челу са својим капитеном који је био задужен за извештавање.



СЛИКА 2. Игре знања у квизу

Прва игра - „Чик погоди ко је на слици“?

Слика се састоји из 20 поља. Такмичари црвене и плаве екипе наизменично отварају поља и покушавају да погоде ко је на слици. Максималан број бодова је 19. Отварањем сваког поља губи се по 1 поен.

Друга игра - плес.

Такмичари ће плесати помоћу балона. Циљ је да плесни пар, окренути један према другом, балон придржавају само челом, без употребе руку, тако заврше игру. Екипа која то успе побеђује у овој игри и осваја 20 поена.

Трећа игра - „Ко се први јави“ и „Магични зид“ - је комбинација питања једне и друге игре. Ученици одговарају на 21 питање по принципу ко се први јави и тачно одговори. Број освојених бодова биће видљив на платну.

Четврта игра - такмичење у плесу.

После питања из „Магичног зида“ уследиће такмичење у плесу на нивоу црвене и плаве екипе. Екипа која добије највећи број гласова жирија побеђује и осваја 20 поена.

Пета игра - „Асоцијације“

У игри „Асоцијације“ треба прво решити четири споредне асоцијације, а затим помоћу њих открити коначно решење. За решење споредних асоцијација добија се по пет поена, а за решење главне асоцијације десет поена. Максималан број бодова је 30. Решавају се две асоцијације.

Након завршне игре уживали смо у песми „Физика и матиш“ – Леонтине Вукомановић, у кореографији ученика 6. и 7. разреда, након чега је уследило проглашење победника. На опште задовољство свију нас квиз је успешно реализован. Осмеси на лицима ученика и позитивна енергија која се ширила салом за све време трајања квиза испуњавали су срца свих присутних па и моје.

Била сам пријатно изненађена реакцијама деце и коментарима колега, нивоом усвојености знања и успешном сарадњом ученика и колега. Чак је и локална телевизија направила видео запис, па се о квизу знања још дуго причало.

Добро смо се забавили сва три дана трајања квиза. Кроз игру, смо штошта ново и научили и учврстили своја знања, повезали их са новим садржајима и полако започели припреме за завршни испит. Смех и аплауз су се смењивали као израз задовољства.

Волела бих да ово постане традиција наше школе и да квиз знања прерасте у велику манифестацију ученика основних школа. Надам се да ће тако и бити.

ЛИТЕРАТУРА И ИНТЕРНЕТ ИЗВОРИ

1. <http://www.questionwriter.com/introduction.html>
2. <http://www.ispringsolutions.com/free-quiz-maker>
3. <http://www.quiz-buddy.com/>
4. <http://softwaresolution.informer.com/Quiz-Creating-Tool/>
5. <https://sites.google.com/site/informatika1project/my-forms>
6. [http://www.academia.edu/5693039/Izrada_interaktivnog_kviza - Quiz](http://www.academia.edu/5693039/Izrada_interaktivnog_kviza_-_Quiz)
7. <http://www.razredna-nastava.net/materijali.php?raz=5&pred>
8. <https://sites.google.com/site/garesnica4b/kutak-za-ucitelje>
9. <https://sites.google.com/site/web20urn/alati-za-izradu-nastavnih-materijala/kvizovi>
10. <http://free-zg.t-com.hr/skole/>
11. <http://www.os-samobor.skole.hr/nastava/predmeti/povijest#kvizovi>
12. <http://www.fizika.info/paja/>
13. <http://aleksjournal.ru/motivaciya/odoleli-somneniya-spravimsya.html>

Соларна енергија и њена примена

Биљана Вујановић, Матија Бошковић

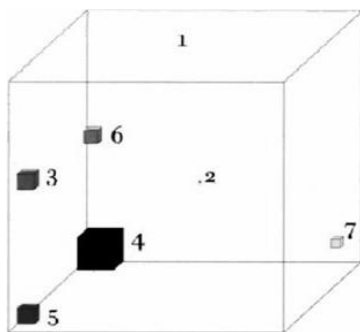
ОШ “Милан Илић Чича“, Аранђеловац

Апстракт. Соларна енергија је енергија сунчевог зрачења која се у облику светлости и топлоте непрекидно емитује на нашој планети. Захваљујући овој енергији на Земљи се одвијају процес фотосинтезе, обнављање енергије ветра, таласа и водених токова. Осим тога, употребом соларне енергије не ремети се равнотежа тока материје и енергије у природи, што је чини обновљивим извором. Циљ овог рада је да опише практичну примену соларне енергије.

УВОД

Сунце је отворени природни реактор, који у свакој секунди претвори око 600 милиона тона водоника у хелијум, што доводи до ослобађања огромне количине соларне енергије која се шаље у свемир и на нашу планету.

Земља добија више енергије од Сунца у току само једног сата, него што укупно становништво Земље употреби за једну годину. Укупна соларна енергија која се апсорбује у Земљиној атмосфери, у океанима и копну износи приближно 3 850 000 ЕЈ годишње. Количина Сунчеве енергије је огромна, толика да је у једној години два пута већа од свих Земљиних необновљивих извора енергије.



СЛИКА 1.

- (1) Енергија Сунца која доспе на Земљу током године (једнака је запремини коцке)
- (2) износ тренутно коришћене Сунчеве енергије
- (3) укупне резерве природног гаса
- (4) резерве угља
- (5) резерве нафте
- (6) резерве урана
- (7) укупна годишња светска потрошња енергије

Сунце, као најчистији извор енергије, животу на Земљи пружа могућност и шансу за опстанак. Ово гориво будућности, поред еколошких захтева, задовољава и практичне захтеве. Њеном применом у многим областима живота олакшава се и рад човека. На пример, соларни панели омогућавају загревање воде за кућна домаћинства. Са друге стране друга врста соларних панела (фотонапонски панели) користи се за производњу електричне енергије.

СОЛАРНО ЗАГРЕВАЊЕ ВОДЕ

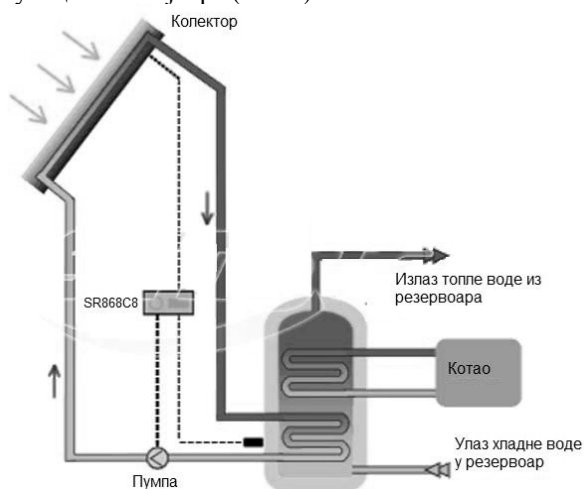
Системи за соларно грејање се користе код процеса обезбеђивања топле воде за комерцијалне институције, укључујући и вишеспратне куће и стамбене зграде, школе, домове здравља, болнице, пословне зграде, ресторане и хотеле, као и загревање воде у базенима.



СЛИКА 2. Пример соларног система на објекту

Сваки систем за соларно загревање воде састоји се од:

- Соларних панела (соларних колектора)
- Пумпе
- Цевовода са вентилима
- Акумулационог бојлера (танка)



СЛИКА 3. Шематски приказ система за соларно загревање воде

Сунчеви зраци најпре падају на соларни колектор у коме се енергија сунца веома лако апсорбује. Тако апсорбована топлота преноси се цевоводом до резервоара за

складиштење. Након тога се, према потребама, овако загрејана вода, пумпама допрема до славина у тоалетима и кухињама. Уколико желимо одређену температуру воде, цео процес контролисаћемо регулатором (ознака SR868C8 слика 3).

Пријемници соларне енергије (соларни колектори)

Соларни колектори (панели) представљају пријемнике соларне енергије у којима се она веома лако апсорбује. Они представљају кључни елемент у систему за искоришћење Сунчеве енергије и њено претварање у корисну топлотну енергију. Колектори који се примењују у стамбеним објектима првенствено за добијање топле воде и подршку грејању су нефокусирајући, нискотемпературни колектори који се деле на:

- Равне-плочасте колекторе
- Соларне колекторе са вакуумским цевима



СЛИКА 4. Равни-плочасти колектор ; **СЛИКА 5.** Соларни колектор са вакуумским цевима

Сваки соларни колектор (панел) састоји се од одређених делова, а то су:

- Кућиште
- Термоизолација
- Апсорбер
- Стаклена покривка
- Рам колектора (панела)

Да би се што боље искористили у пријему и апсорпцији Сунчеве енергије, соларне колекторе треба поставити према одређеним критеријумима. Треба водити рачуна о томе да им оријентација буде према југу, уз поштовање одговарајућег нагиба. Са друге стране треба избегнути сенке од дрвећа и околних објеката, као и све узроке аерозагађења.

Соларни бојлер (акумулациони бојлер)

Бојлер је део соларног система који се користи за складиштење топле воде. Две основне варијанте бојлера су:

- Једноставни-само за складиштење и потрошњу топле воде
- Комбиновани-за системе грејања (који се састоји од два бојлера-једног у другом)

У оба случаја, грејач мора да буде добро изолован. Бојлери имају три грејача: соларни грејач који користи топлоту сунчевог зрачења преко соларних колектора, измењивач који користи топлоту из система централног грејања и електрични грејач, као допунско грејање. Сваки од три грејача је довољан да обезбеди топлу воду за нормалну потрошњу. Важно је да бојлер буде заштићен од корозије, а и да има висококвалитетну изолацију, да би се губици топлоте из воде загрејане помоћу сунчеве енергије свели на минимум.

Бојлер је повезан цевоводима за топлу и хладну воду у систем за соларно загревање воде. На тим цевоводима су вентили чијим отварањем и затварањем бирамо да ли ће грејање воде ићи соларно, електричним грејачем или у време грејне сезоне из система централног грејања.

Активни и пасивни системи за загревање воде

Системи за соларно загревање воде могу се поделити на пасивне и активне системе.

Код пасивних система танк за складиштење топле воде налази се изнад соларног колектора. У овим случајевима није потребна пумпа за струјање воде унутар система. Међутим, овакви системи су погодни само за мале потрошаче, код којих су површине соларних панела мање од 10m^2 . Такође, овакви системи нису погодни за подручја са мразом.

Много чешћи системи су активни системи, у којима је неопходна циркулациона пумпа. Неопходно је да пумпа буде правилно изабраног капацитета према потребама система.

Данас су на располагању многе пумпе са веома добрим техничким карактеристикама и степенима корисног дејства.

Закључак

Савремена потреба човечанства за све већом количином енергије довела је до истраживања обновљивих и економичних извора енергије. Конверзија сунчевог зрачења у топлотну и електричну енергију један је од главних праваца развоја и истраживања у области соларне енергетике. Такође, развој и коришћење обновљивих извора енергије у свету данас, има за циљ очување еколошке равнотеже тамо где она постоји, односно њено поновно успостављање на подручјима где је већ поремећена.

Литература

1. Ј. Радосављевић, Т. Павловић, М. Ламбић, *Соларна енергетика и одрживи развој*, Грађевинска књига, Београд, 2004.
2. Т. Павловић, Б. Чабрић, *Физика и техника соларне енергетике*, Грађевинска књига, Београд, 2006.
3. Мр В. Косорић, *Активни соларни системи*, Грађевинска књига, Београд, 2008.

Час обнављања наставне јединице “Сила потиска у течности и гасу. Архимедов закон”

Лидија Станковић

Основна школа "Вук Караџић", Печењевце

Апстракт. У овом раду приказан је час на коме су ангажовани сви ученици. Циљ је да се ученици активно укључе у експеримент одређивања особина силе потиска и њеног интензитета применом Архимедовог закона.

СЦЕНАРИО ЧАСА

ЦИЉЕВИ ЧАСА: Активирати ученике у обнављању градива везаног за силу потиска и Архимедов закон, повезати постојећа знања из физике са прикупљеним резултатима мерења, показати ученицима како да користе наставна средства при решавању задатака, развити креативне способности, сарадничке односе и такмичарски дух и омогућити ученицима да изразе и образложе своје мишљење и дискутују са друговима у групи.

ЗАДАЦИ: Ученици треба да се оспособе за правилно коришћење инструмената за мерење, да науче које мерне јединице се користе у експерименту, да развију мануелне вештине за руковање прибором. Такође задатак је да се применом мисаоних операција развију способност за индуктивни облик закључивања код ученика као и да на основу прикупљених података закључе и докажу Архимедов закон и особине силе потиска. Стечена знања треба да опишу, прикажу и јасно презентују резултате мерења. Тиме се стимулише радозналост и интересовање за појаве у природи и физику.

НАСТАВНЕ МЕТОДЕ: На часу се користе монолошко-дијалогска и метода лабораторијских радова

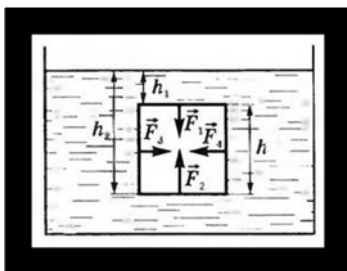
НАСТАВНА СРЕДСТВА: Мензура, динамометар, статив, тела правилног и неправилног облика, пластична боца, вода, уље, Архимедово ведро, папири у боји са задацима, бели папир и фломастери.

ГЛАВНИ КОРАЦИ:

1. Обнављање градива
2. Формирање група
3. Подела задатака свакој групи и рад у групама
4. Презентација радова
5. Демонстрација огледа који показује да на свако тело у течности делује сила потиска

6. Одређивање интензитета силе потиска применом Архимедовог закона
7. Самоевалуација часа

1. На почетку часа монолошко - дијалошким методом треба обновити знања о сили потиска и Архимедовом закону питањима: Зашто се јавља сила потиска? У ком правцу и смеру делује сила потиска? Од чега зависи интензитет силе потиска? Како гласи Архимедов закон? Како можемо да одредимо интензитет силе потиска?



СЛИКА 1. Приказ сила које делују на тело, уроњено у суд са водом.

2. Ученици се деле у четири групе. Сваки ученик извлачи папир у боји (црвени, зелени, жути или плави). Свака група седе за сто на коме се налази прибор потребан за рад групе. Столови су означени бојама.
3. Групама су подељени задаци исписани на папирима у боји.

Задатак прве групе: Ваш задатак је да испитате да ли сила потиска зависи од запремине тела. На столу имате: сталак, динамометар, мензурну, воду и два тела различитих запремина (Слика 2). Мерићете запремину тела помоћу мензуре и воде. Добијене вредности унесите у табелу и на основу обрасца за израчунавање интензитета силе потиска израчунајте њену вредност. Изведите закључак и напишите на белом папиру. Густина воде је $\rho = 1 \text{ g/cm}^3$.

ТАБЕЛА 1. Зависност силе потиска од запремине тела

Тело	Запремина воде (cm^3)	Укупна запремина воде и тела (cm^3)	Запремина тела (cm^3)	Сила потиска (N)
Тело 1.				
Тело 2.				

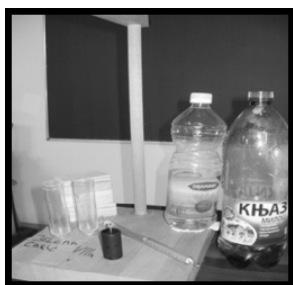


СЛИКА 2.

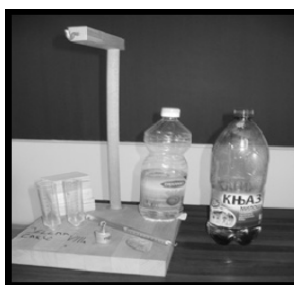
Задатак друге групе: Ваш задатак је да испитате да ли сила потиска зависи од густине течности. На столу имате: сталак, динамометар, две мензуре, воду, уље и тело у облику ваљка (Слика 3(а)). Мерићете запремину тела помоћу мензуре, воде и уља. Добијене вредности унесите у табелу и на основу обрасца за израчунавање силе потиска израчунајте вредност њеног интензитета. Изведите закључак и напишите на белом папиру. Густина уља је $\rho=0.940\text{g/cm}^3$, а воде $\rho=1\text{g/cm}^3$.

ТАБЕЛА 2. Зависност силе потиска од густине течности

Течност	Запремина течности (cm^3)	Укупна запремина течности и тела (cm^3)	Запремина тела (cm^3)	Сила потиска (N)
Уље				
Вода				



(а)



(б)



(в)

СЛИКА 3.

Задатак треће групе: Ваш задатак је да испитате да ли сила потиска зависи од врсте материјала од кога је тело направљено. На столу имате: сталак, мензуре, динамометар, конач, воду, тело у облику ваљка и камен (Слика 3(б)). Тело и камен су једнаких запремина, а направљена су од

различитих материјала. Мерићете тежину тела у ваздуху, тежину тела у води и израчунаћете колика је сила потиска. Добијене вредности унесите у табелу. Изведите закључак и напишите на белом папиру. За израчунавање интензитета силе потиска користите формулу $F_p = Q_{\text{тела у ваздуху}} - Q_{\text{тела у води}}$

ТАБЕЛА 3. Зависност силе потиска од врсте материјала од кога су направљена тела.

Тело	Тежина тела у ваздуху (N)	Тежина тела у води (N)	Сила потиска F_p (N)
Тело 1.			
Тело 2.			

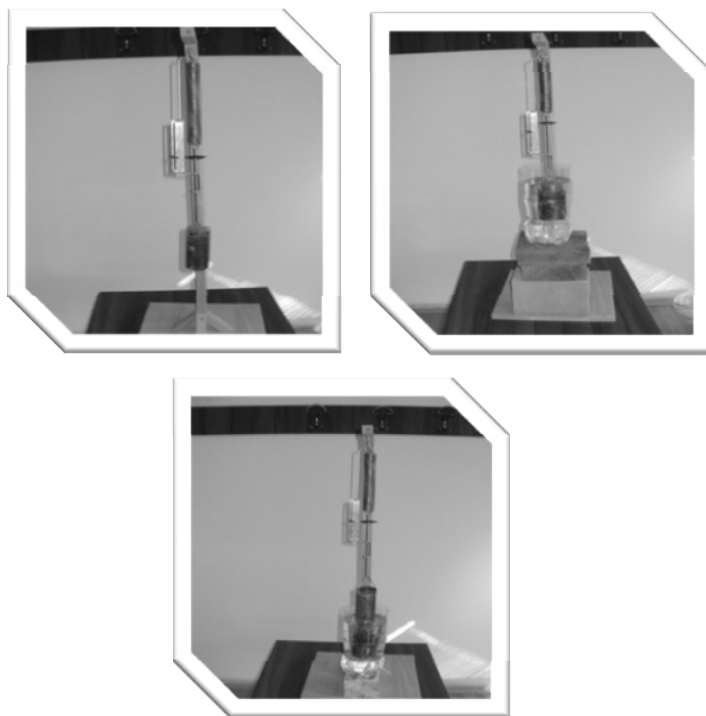
Задатак четврте групе: Ваш задатак је да испитате да ли интензитет силе потиска зависи од висине воденог стуба у мензури. На столу имате: сталак, динамометар, конач, тело у облику ваљка, мензур и воду (Слика 3 (в)). Мерићете тежину тела у води за одговарајуће вредности воде у мензури. Добијене вредности унесите у табелу. Изведите закључак и напишите на белом папиру.

ТАБЕЛА 4. Зависност силе потиска од запремине воде у мензури

Запремина воде (cm ³)	30	45	60	75
Тежина тела у води (N)				

Док ученици раде наставник их обилази и помаже уколико је то потребно.

- Након фазе прикупљања података ученици презентују рад своје групе. Представник сваке групе лепи папир са написаним закључком мерења на таблу, описује укратко оглед који су извели и коментарише написани закључак. Добијени резултати се коментаришу и упоређују са формулом за израчунавање интензитета силе потиска. Треба овим приступом омогућити ученицима да схвате да су експериментално доказали формулу која је теоријски изведена.
- Следећи оглед који се састоји у спуштању тела окаченог о опругу у мензур са водом показује наставник, а ученици закључују шта се том приликом дешава (Слика 6). Такође се посматра и описује шта ће се десити уколико Архимедово ведро се напуни водом (Слика 7).



СЛИКА 6.

6. Након изведеног експерименталног доказивања да на свако тело делује сила потиска ученици доказују да је интензитет силе потиска једнак тежини телом истиснуте течности. Наставник позива представнике сваке групе да мере одговарајуће физичке величине. Један мери тежину тела у ваздуху, други у води, трећи запремину воде у мензури и укупну запремину воде и тела, а четврти, записује вредности измерених величина на табли, рачуна и доказује да је

$$Q_{\text{tela u vazduhu}} = Q_{\text{tela u vodi}} + F_p, \quad F_p = \rho_{\text{vode}} g V_{\text{tela}}$$

где је F_p интензитет силе потиска и g интензитет убрзања Земљине теже.



СЛИКА 7. Наставна средства потребна за доказивање Архимедовог закона

7. Наставник даје свакој групи тест, скреће им пажњу да приликом решавања теста прате слике 6 (а), (б) и (в) и да у тексту упишу речи које недостају. Попуњени тест предаје се наставнику.

ТЕСТ

- А) Опругу истеже.....тела у
- Б) Тело потопљено у неку течност својом мање истеже опругу јер на њега делује увек усмерена
- В) Када се у Архимедово ведро сипа, течност, опруга се враћа у положај као на слици То значи, збир тежине тела у течности и телом истиснуте исти је као и тела у ваздуху.
- Смањење тежине потопљеног тела Слика 6. (б) , настало је због деловања силе потиска тако да је, СИЛА ПОТИСКА ЈЕДНАКА ТЕЖИНИ ТЕЛОМ ИСТИСНУТЕ ТЕЧНОСТИ што је илустровано на Слици 6 (в) .

ЗАХВАЛНИЦА

Захваљујем се на сарадњи и подршци Друштву физичара "Омега" у Нишу и колеги Славољубу Митићу. Такође се захваљујем за финансијску подршку директору школе "Вук Караџић" у Печењевцу.

ЛИТЕРАТУРА

1. М. Капор, *Ја у свету физике*, Нови Сад: Школска књига, 2007, стр.48
2. М. Радојевић, *Физика за седми разред основне школе*, Београд: Цицеро, 2014, стр.85-89

Значај корелације између физике и физикалне терапије

Мр Гордана Радованов

Медицинска школа "7. април", Нови Сад

Апстракт. У раду су представљени резултати истраживања којим се указује на потребу за новом структуром садржаја наставног предмета физика за образовни профил Физиотерапеутски техничар, а која треба да обухвати све савремене методе физикалне терапије (фототерапија, термотерапија, криотерапије, хидротерапија, електротерапија и сонотерапија). Истакнут је значај физике у физикалној медицини, односно физикалној терапији.

1) ИСТРАЖИВАЊЕ РАЗУМЕВАЊА ФИЗИЧКИХ ЗАКОНИТОСТИ У ФИЗИОТЕРАПЕУТСКИМ ПРОЦЕДУРАМА

У циљу обезбеђивања међудисциплинарности и међупредметног повезивања образовних садржаја, а да би се одговорило на савремене потребе ученика и обезбедило остварење предвиђених циљева и исхода профила (стечена знања, вештине и радне компетенције), спроведено је истраживање у оквиру образовног профила Физиотерапеутски техничар. Полазна хипотеза у истраживању је била да ученици физиотерапеутског смера не успостављају корелацију између физике и физикалне терапије. Истраживање је спроведено у мају 2013. године, а узорак су представљали ученици трећег и четвртог разреда физиотерапеутског смера Медицинске школе „7. април” у Новом Саду (укупно 64 ученика). Инструмент истраживања сам конципирала у виду теста са понуђеним одговорима, са истоветним питањима за оба разреда, а на основу уџбеника Физике [видети Литературу, 2.] и уџбеника Физикалне терапије [видети Литературу, 1.]:

1) Зашто импулсни ултразвук има мали топлотни ефекат на ткива:

Тачан одговор: због тога што се у интервалима између импулса топлота одводи кондукцијом и путем крви и лимфе. (86% ученика од укупног броја испитаних ученика је одговорило нетачно на ово питање)

2) Зашто се између ултразвучне сонде и тела ставља дебео слој гела:

Тачан одговор: ваздух има малу акустичну импеданцу у односу на ткиво и тиме би дошло до потпуне рефлексије ултразвучног снопа, при преласку ултразвучног таласа из ваздуха у ткиво. (83% ученика је одговорило нетачно)

3) Зашто ултразвук има велики дomet при простирању кроз ткива:

Тачан одговор: јер има мали коефицијент атенуације и велику акустичну импеданцу. (86% ученика од укупног броја испитаних ученика је одговорило нетачно на ово питање)

4) Због чега су високофреквентне струје погодне, својим термичким ефектом, у терапији:

Тачан одговор: због сталне промене смера не могу изазвати електролизу, као ни стварање акционог потенцијала, јер је T осциловања 10^{-6} s, док је за стварање акционог потенцијала потребно 10^{-4} s и тиме не могу изазвати контракцију мишића која се манифестује као бол. (84% ученика је одговорило нетачно)

5) Због чега се при трансверзалном постављању електрода на ногу, у електротерапији, највећа количина топлоте ослободи на кожи:

Тачан одговор: јер се укупан отпор који нога пружа протицању струје може представити као збир отпора редно везаних отпорника, па према Џуловом закону, највећа количина топлоте се ослободи на отпорнику највећег отпора (кожа). (83% ученика је одговорило нетачно)

6) Због чега се јавља еритем на кожи после апликације ултраљубичастог зрачења:

Тачан одговор: долази до проширења капилара у дерму и дегенерације ћелија спинозног слоја епидерма и око дегенерисаних ћелија се стварају мехурићи испуњени серозном течношћу и леукоцитима. (81% ученика је одговорило нетачно)

7) На који начин ласери мале снаге смањују оток:

Тачан одговор: тако што модификују хидростатички и осмотски притисак, при чему се интерстицијална течност ресорбује. (88% ученика је одговорило нетачно)

8) Зашто струја лакше пролази кроз кожу и дубље продире у ткива, када је фреквенција струје већа:

Тачан одговор: када је фреквенција струје већа, а трајање периода мање, тада су капацитативни отпор, а тиме и импеданца коже мањи, па струја лакше пролази кроз кожу и дубље продире у ткива. (77% ученика је одговорило нетачно)

2) Анализа резултата истраживања

Анализа резултата истраживања показала је велики проценат нетачних одговора на већину питања која се односе на утицај физичких агенаса на људски организам, односно да ученицима нису јасни начини добијања физичких агенаса, њихово биолошко и физиолошко дејство, дозирање, индикације и контраиндикације при њиховој примени. Мали проценат тачних одговора, указује да су неопходни садржаји који ће код ученика допринети развоју способности посматрања и закључивања.

Дејство ултразвука на ткива. Велики проценат нетачних одговора у овој области доприноси ставу да је неопходно да ученици усвоје знања о томе да биолошко деловање ултразвука зависи од његове фреквенције, интензитета и времена апликације. Садржај треба да обухвата знања о томе зашто одређене дозе делују на већу регенеративну способност, бољу трофику у ткивима, брже зарастање рана, као и зашто се доминантна улога даје механичком дејству ултразвука, при чему се примењују мање дозе и импулсни ултразвук. Појашњавањем другог приступа појаснио би се утицај потенцирања термичке компоненте и примене веће дозе и континуираног ултразвука.

Дејство електричне струје на ткива. С обзиром да понашање одређених ткива у магнетном или електричном пољу у великој мери зависи, поред осталог, од

електричне проводљивости, дејство електричне струје на ткива су неизоставна област за физиотерапеутски смер. Пошто се ефекти струје врло често користе у физикалној терапији, врло је важно ученицима скренути пажњу, да се терапијска примена високофреквентних струја заснива на топлотном деловању. Свака ћелија у организму се понаша као кондензатор, те су неопходна знања и о понашању кондензатора у колу наизменичне струје и утицај правилног избора довољно високе фреквенције наизменичне струје (изнад 30 kHz). Усвајањем знања у овој области ученицима ће бити јасно зашто ће, ако се на ногу поставе електроде трансверзално, највећа количина топлоте ослободити на највећем отпору, а то је кожа, а ако се електроде поставе лонгитудинално, елементи кола (кожа, мишићно ткиво, крвни судови, ...) су у паралелној вези, а тада се највећа количина топлоте ослобађа у грани са најмањим електричним отпором. Крвни судови и мишићно ткиво су бољи проводници електричне струје од коже, масног ткива и костију (имају мањи специфичан отпор) и зато ће се при лонгитудиналном постављању електрода више грејати.

Дејство ласерског зрачења на ткива. За разумевање биолошког деловања ласерског зрачења, ученике треба упознати са условом за деловање ласерских зрака, односно са апсорпцијом ласерских зрака, која је у разним ткивима различита, затим са појавом дубинског деловања ласерских зрака која зависи од њихове таласне дужине, као и о чему треба водити рачуна када се одлучује о избору таласне дужине ласерског зрачења за терапију. Такође, за разумевање терапијског деловања ласера, ученике треба упознати са предностима ласера мале снаге у физикалној терапији у одосу на ласере велике снаге. С обзиром да, због изразитог термичког дејства, ласери велике снаге могу изазвати велика ткивна разарања, уочава се значај упућивања ученика у знања о утицају врсте снаге ласера на ткива. Упоредо са тим усвојиће и знања о томе зашто ласери мале снаге смањују мишићно скелетни бол, мишићни спазам, неурогени бол, као и оток.

Дејство инфрацрвеног и ултраљубичастог зрачења на ткива. У физикалној терапији значајна је примена фототерапије, код које је битна појава - апсорпција светлости. Из тих разлога ученицима је важно пружити знања о томе како апсорпција светлости зависи од угла под којим зрак пада на посматрану површину, од дебљине средине, од интензитета зрачења и од моларне концентрације супстанције. Пошто само апсорбована светлосна енергија делује на људски организам, врло је важно да ученици имају знања о томе колико се она апсорбује у кожи, односно до које дубине и у којим слојевима коже. Изучавање дејства инфрацрвеног и ултраљубичастог зрачења на ткива треба да обухвати појашњавање њиховог биолошког дејства, односно зашто и које се то промене јављају на кожи, а зависе од интензитета зрачења, таласне дужине, времена обасјавања и индивидуалне осетљивости појединца.

3) *Дејство топлоте на ткива.* Врло битан термин у физикалној терапији, а са којим ученике треба упознати на настави физике, су и термотерапијски агенси, односно како загревање ткива зависи од примењеног термичког агенса и од термичких својстава ткива. Да би се то постигло ученике треба упознати и са дејством топлоте на ткива, односно појмовима као што су кондукција, конвекција и радијација. Садржаји који се односе на биолошко деловање топлоте, односно на опште топлотне апликације, могу да обухватају начине дејства топлоте на крвне судове у кожи, на дубоке крвне судове, дејство на крв, срце, нерве, мишиће,

метаболизам, телесну температуру и знојење. Иако се током наставе физике у Медицинској школи ученици упознају са појмовима као што су: топлота, топлотни капацитет, специфични топлотни капацитет, температура... ученицима није у потпуности јасна спрега са њиховом применом у пракси и људским телом.

У складу са резултатима истраживања, уочена је дакле потреба увођења основа медицинске физике у наставни програм физике за смер физиотерапеутски техничар у Медицинској школи, односно установљивање веза између савремених физиотерапеутских процедура и физичких закона. Својом новом структуром наставни програм физике за образовни профил физиотерапеутски техничар у Медицинској школи, треба да обезбеди међудисциплинарно и међупредметно повезивање образовних садржаја.

4) ЛИТЕРАТУРА

1. Симеуновић Ј., Зековић П., *Физикална терапија I и II*, Београд, Завод за уџбенике и наставна средства, 1996.
2. Јањић Ј., Павлов М., Радивојевић Б., *Физика за II и III разред средње школе*, Београд, Завод за уџбенике и наставна средства, 2003.

ИНДЕКС АУТОРА

Б

Бикит Иштван, 8
Бикит Кристина, 8
Бошковић Матија, 242
Бошњак Марија, 78
Булат Сања, 102, 162
Вујановић Биљана, 242

В

Вуца В. Петар, 182

Г

Гледић Никола, 114, 234

Д

Димић Драган, 152

Ђ

Ђорђевић Драган, 226

Ж

Жекић Андријана, 36, 90
Живковић Биљана, 122

И

Иванчевић Љиљана, 90, 102
Ивковић Саша, 46
Игић Владан, 174
Илић Драгана, 27

Ј

Јовановић Бранислав, 94
Јокић Ивана, 162
Јоксимовић Миленија, 174

К

Ковачевић С. Милан, 94
Костић Зоран, 178
Круљ Ивана, 132, 226
Кураица Милорад, 22

Л

Луковић Милентије, 146

М

Марковић-Топаловић Татјана, 102, 142
Миличављевић Јовица, 66 102
Митић Славољуб, 218
Мишковић Душан, 208
Младеновић Владан, 122, 218

Н

Нагл Мирко, 114, 234
Ненадовић Снежана, 56
Нешић Љубиша, 132
Николов Јована, 8

О

Обадовић Душанка, 78
Обрадовић Братислав, 35

П

Павловић Марина, 146
Пазаркић Тамара, 192, 198
Палић Невена, 188
Пантелић Дејан, 28
Петковић Маријана, 56
Поповић Божић Мирјана,

Р

Радованов Гордана, 252
Радовановић Јелена, 142
Радуловић Бранка, 230
Ранчић Ивана, 78

С

Сарић Адријана, 184
Симић Дарко, 170
Симовић Б. Владимир, 166
Станковић Лидија, 246
Степић Милутин, 56
Стојићевић Горан, 102
Стојичић Биљана, 102, 174
Судар Љиљана, 204
Сурла Милан, 214

Т

Томашев Галовић Жељка, 222
Тршек Слободан, 214

Ћ

Ћирић Борица, 238
Ћирић Момчило, 146

Х

Хајдуковић-Јандрић Гордана, 126

Ц

Цуцић Драгољуб, 188, 214