



УНИВЕРЗИТЕТ У НОВОМ САДУ
ПРИРОДНО-МАТЕМАТИЧКИ ФАКУЛТЕТ
ДЕПАРТМАН ЗА ФИЗИКУ

**ИЗВОЂЕЊЕ ЕКСПЕРИМЕНТАЛНИХ
ВЕЖБИ НА ЧАСУ ФИЗИКЕ – ОПТИКА:
Одређивање жижне даљине сочива**

- мастер рад -

Ментор:
проф. др Срђан Ракић

Студент:
Кристина Сабadoш

Нови Сад, октобар 2017.

САДРЖАЈ:

1. УВОД	2
1.1. Уводна реч о науци (физици)	3
1.2. Уводна реч о експерименталном делу наставе физике	4
1.3. Нешто о лабораторијским вежбама	5
2. ПОРУКЕ ЕКСПЕРИМЕНАТА ИЗ ИСТОРИЈЕ ФИЗИКЕ	6
3. ОПАЖАЊЕ И ЕКСПЕРИМЕНТ	10
3.1. Начело еквивалентности опажања	11
3.2. Начело репродуцибилности експеримента	12
3.3. Трипартитни процес опажања	12
4. ТИПОВИ ЕКСПЕРИМЕНАТА У НАСТАВИ ФИЗИКЕ	14
5. ГЕОМЕТРИЈСКА ОПТИКА	17
5.1. Одбијање и преламање таласа	18
5.1.1. Закон одбијања светлости на равним површинама	19
5.1.2. Закон преламања светлости на равним површинама	21
5.2. Сочива	23
4.2.1. Сабирна и расипна сочива	24
6. ЕКСПЕРИМЕНТАЛНЕ ВЕЖБЕ	25
6.1. Експериментална вежба 1. Одређивање жижне даљине сабирног сочива на оптичкој клупи	25
6.2. Експериментална вежба 2. Одређивање жижне даљине танког сабирног сочива која се заснива на једначини сочива	28
6.3. Експериментална вежба 3. Одређивање линеарног увећања лупе	31
6.4. Ток вежби са сликама у Основној и средњој школи са домом ученика „Петро Кузмјак“	33
7. ЗАКЉУЧАК	36
8. ЛИТЕРАТУРА	37

УВОД

Да би настава била успешна, при планирању, организацији, извођењу и верификацији наставног процеса треба обезбедити рационалан и ефикасан рад, најбоља решења образовних и васпитних задатака. У настави природних предмета, самим тим и физике, неопходно је повезивати теорију и праксу. Практична примена знања огледа се у извођењу експеримената и решавању рачунских задатака.

Приликом извођења експеримента ученици примењују научено, долазе до нових закључака, вежбају креативност, оригиналност, развијају позитивне особине личности, нпр. упорност, стрпљивост, тачност, систематичност, смисао за самостални рад и решавање проблема. При решавању рачунских задатака, ученици примењују предходно стечено знање, уче како да правилно приступе проблему...

У процесу учења физике различити типови задатака имају различито значење и намену. Способност решавања задатака, како рачунских тако и експерименталних, одређује степен разумевања и овладавања основним физичким законима.

У овом мом мастер раду посебни значај сам дала експериментима у настави физике, тачније у области оптике. Поделила сам са вама своје прво „пословно“ искуство о томе како је било радити вежбе са својим првим ученицима III разреда гимназије, у Основној и средњој школи са домом ученика „Петро Кузмјак“ у Руском Крстуру. Објаснила сам вежбе које смо радили, описала а и показала како је било на тим часовима, како су радили вежбе, како су напредовали, шта су научили. Пре тога, дала сам посебни значај порукама из историје физике и пробала кроз примере да укажем на важност експеримента у физици још од давних дана. Од тог периода прешла сам на садашње стање, положај и значај експеримента у настави физике. Преко теорије геометријске оптике, где сам писала о законима одбијања и преламања светлости, о примерима из природе и о сочивима, стигла сам до већ споменутих експеримента, после чега сам ставила тачку на мој рад.

1.1. Уводна реч о науци (физици)

Природне науке су одавно битно утицале на развитак људског друштва. Тај утицај стално се поваћавао. То се нарочито односи на физику на чијим резултатима су саснована многа техничко-технолошка остварења.

Савремена физика има значајну улогу не само у решавању проблема техничко-технолошке природе већ њени резултати све више утичу на образовање, културу, уметност, медицину и тако доприноси друштвеном прогресу уопште.

Наука (физика), и на њој засноване технологија и техника, најпосредније спаја људе и народе. Посредством науке и техничких остварења, људи разних нација, различитих политичких и верских опредељења, филозофских оријентација, различитог социјалног порекла, лако се зближавају. Наука (физика) је, дакле, мост међу људима и народима.

Наука нема завичај, њена домовина је цела наша планета.

Живимо у време када се улажу максимални напори да се повећа продуктивност рада и да се тако побољша квалитет живота. Успех у решавању тих основних проблема савременог света великим делом зависи од људи непосредно укључених у научноистраживачки рад.

Научнотехнички прогрес суштински утиче на формирање човекове личности. Нова техника и технологија све више ослобађају човека од тешких физичких послова (које сада обављају машине) – рад се интелектуализује и хуманизује. Подиже се ниво сазнања, мењају се радне и животне навике и обичаји, менталитет, морал, одговорност, емоције итд.

Заштити и унапређењу човекове околине много доприносе наука и техника и на њиховој бази остварена технологија – управо оне човекове делатности које су нас и довеле до забрињавајућег еколошког стања.

Будућност може бити резервисана само за оне који се правовремено и на одговарајући начин укључе у савремена научнотехничка и технолошка кретања. То је истовремено и предуслов за решавање осталих друштвених проблема.

1.2. Уводна реч о експерименталном делу наставе физике

Комисија Друштва физичара и математичара је средином XX века препоручила да се у школску наставу физике укључи извођење експеримената и решавање рачунских задатака. Тиме је и службено започео процес увођења експеримента у наставу физике, иако су то неки наставници практиковали и раније. Решавању рачунских задатака се посвећивало све више времена на часовима, чак се почело и превише времена посвећивати решавању рачунских задатака, што спречава увођење савремених едукационих идеја у настави физике. Увођење експеримента у наставу физике текло је пуно спорије. Бројни наставници придају велику важност улози експеримента у настави физике, а то као последицу има повећани интерес ученика за физику. И поред тога, укупно узевши, статус огледа и експерименталних вежби код нас у наставничкој пракси није задовољавајући.

Физика је природна наука која проучава природу у најсвеобухватнијем смислу. Она проучава основе законитости стварног света и не може се конструисати само логиком, а без извођења експеримента бар на кључним местима. Када се при стварању физичких идеја логичким размишљањем дође до раскршћа, само се експериментом може показати како се природа стварно понаша и којим путем се може наставити. Исто важи и за стварање идеја у настави физике. У настави физике, из методичких разлога експеримент има још важнију улогу него у самој физици. Наиме, огледом се стиче физичко искуство и нека почетна претпоставка о датом феномену који ученик тренутно разматра. То је нужан корак како би ученик уопште могао почети размишљати о истом.

Једна од важних улога експеримента је да ученику омогући и олакша процес личног конструисања знања. Треба тежити интерактивној атмосфери и координираној расправи на часовима, да би на крају сви заједно дошли до консензуалних интерпретација резултата огледа и експеримената. Експеримент често има важну улогу у постављању проблемских ситуација, а скоро увек у њиховом решавању.

Демонстрирати експеримент веома је битан наставни елемент и неопходан је за квалитетну наставу, али често због недостатка опреме ученици најчешће немају прилику да сами изводе експерименте. Рекла бих да је школа у којој предајем, Основна и средња школа са домом ученика „Петро Кузмјак“, поприлично добро опремљена, поготово у односу на друге школе у околини, а и даље. Између осталих огледа, експерименталних и лабораторијских вежби, радили смо и вежбе одређивања жичане даљине сочива. Уз одређену „дозу“ наученог градива (теоријски део), ученици су могли сами радити вежбе, а притом на основу ученог и сами доносити закључке.

Резултат тог додатног напора и рада је подстицање ученика на активно учествовање у настави, а не само као у виду пасивних посматрача.

1.3. Нешто о лабораторијским вежбама

Зашто изводити лабораторијским вежбама?

Лабораторијске вежбе из физике су фундаментални део предмета у коме се ученици кроз рад упознају са основним физичким појавама и законима, са статистичком обрадом резултата мерења и појмом мерне несигурности. Конкретно, на Природно-математичком факултету, на смеру Дипломирани професор физике, предмети као, на пример, „Једноставни експерименти у настави физике“, „Експерименти у механици и термодинамици“ или делови предмета који обухватају експерименталне вежбе (као што су оптика, термодинамика...) добар су увод, основа и припрема за даљи експериментални рад у разним областима физике. У основној и средњој школи су то предмети као што су нпр. физика, хемија, па и биологија...

Часови лабораторијских вежби (експерименталних вежби, демонстрационих огледа...) су обично најзанимљивији часови, како млађим ученицима, тако и средњошколцима, а такође и студентима. То су часови где се упознајемо са физиком у пракси. На лабораторијским вежбама се утврђује то што се већ научи, неке ствари постану јасније, а уједно се учи и нешто ново. Лабораторијске вежбе су обично интересанте, али увек се нађе и нека која је мање интересантна, међутим, и из те вежбе се нешто научи. Свака вежба остави неки утисак на ученике, било добар било лош. Дешава се да ученици неке справе, апаратуру, виде по први пут, јер нису били у могућности раније се упознати и руковати с њима (нпр. шублер, декадна кутија, кондензатор...), а неким другим ученицима су можда познати од раније. Обично су то једноставне апаратуре, лаке за руковање, неки алат...

У неким вежбама треба бити сконцентрисан, стрпљив и јако прецизан, и ту имају „предност“ управо такве особе, а они који немају ове особине морају „научити“ бити стрпљивији, прецизнији и морају се трудити што боље сконцентрисати на оно што раде. То је још нешто што се може научити на вежбама, иако није уско повезано са појмовима физике.

2. ПОРУКЕ ЕКСПЕРИМЕНАТА ИЗ ИСТОРИЈЕ ФИЗИКЕ

Примери из историје физике потврђују важност експеримента у физици. Управо експерименти који су имали важну улогу у историји физике, имају важну улогу и у настави физике. Резултати експеримената који су се добијали нису били случајни. Већини експеримената је предходила нека идеја или наслућивање. Они резултати који су били добијени неочекивано односно случајно били су прихваћени као такви, али то није случај и са њиховом интерпретацијом. Интерпретацију истих лакше је постићи данас у учионици међу ученицима него са научницима у прошлости.

1. **Еванђелиста Торичели** је најпознатији по свом узуму барометра. Торичели је такође дошао до закона који је по њему назван Торичелијев закон, у погледу брзине флуида који тече из отвора, за који се касније показало да је посебан случај Бернулијевог принципа. У историју је ушао 1644. године својим огледом у којему је показао да атмосферски притисак уравнотежује стуб живе висине око 76 cm у цеви.



Слика 1. Торичелијев оглед

Одакле Торичелију идеја за овај експеримент?

Као и већина експеримената у историји, извођењем овог експеримента, Торичели је намеравао да реши други проблем, проблем савијене теглице. Торичели се питао, зашто при претакању вина из бачве након што се једанпут повуче, вино и даље тече само? Затим се приупитао, зашто то исто не важи при извлачењу воде из бунара, ако је висинска разлика већа од 10,3 m?

Ови проблеми су Торичелија довели до идеје о постојању атмосферског омотача, а његов оглед је дао два велика резултата:

- a. Добијен је јак аргумент да постоји атмосферски омотач. Из висине стуба живе од 76 cm, добија се да је нормални притисак стуба ваздуха:

$$p_0 = \rho * g * h$$

$$p_0 = 13,6 * 10^3 \text{ kg} * \text{m}^{-3} * 9,81 \text{ m} * \text{s}^{-2} * 0,76 \text{ m}$$

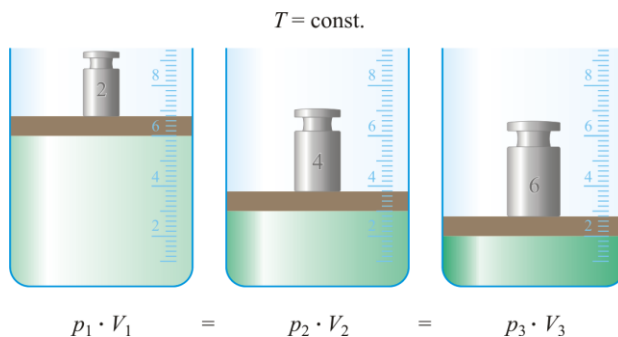
$$p_0 \approx 101\,000 \text{ Pa}$$

- b. Други, иако неочекиван али ипак признат резултат, био је да у цеви изнад стуба живе постоји вакуум. Иако је овај експеримент био без сумње успешан и резултати недвојбено тачни, дуго времена је требало да научници прихвате чињеницу да постоји атмосферски притисак и вакуум. Данашњи ученици те идеје прихватају лакше, али тада је интерпретација резултата споменутог експеримента наишла на одбојност, што с једне стране и није чудно, ипак су се

ови резултати супротстављали 2000 година старом веровању да је постојање вакуума немогуће, јер „природа се грози вакуума“.

- Роберт Бојл** је био ирски физичар и хемичар. Данас је признат као први модерни хемичар. Његова књига „The Sceptical Chemist“ се сматра утемељењем модерне хемије. Бојл је изводио експерименте са ваздухом, вакуумом, дисањем и сагоревањем. Да је притисак гаса обрнуто сразмеран запремини приметио је 1662. године, те се по њему та веза зове Бојл-Мариотов закон. Бојл је основао Краљевско друштво, Енглеску академију наука.

Бојл је имао намеру да додатно аргументира Торичелијев модел атмосфере. Експериментално је показао да стуб ваздуха у цеви може уравнотежити стуб живе не само 76cm него и двоструко и троструко виши. Успут се појавио неочекивани и непредвиђени резултат, да је производ pV ваздуха у посуди константан (слика 2.). То је Бојл препознао као законитост, која је касније формулисана као Бојл-Мариотов закон за идеални гас.



Слика 2. Бојл-Мариотов закон

- Исак Њутн** је био енглески физичар, математичар, астроном, алхемичар и филозоф природе. Он је једна од највећих личности у историји науке. Француски математичар Жозеф Луј Лагранж често је изјављивао да је Њутн највећи геније који је икада живео, додајући једном да је он, такође, и „најсрећнији, јер се систем света не може открити и установити више него један пут“. Енглески песник Александар Поуп, дирнут Њутновим постигнућима, написао је чувени епитаф:

*„Природа и природни закони у ноћној тами налазе скривеност;
Бог рече “Нека буде Њутн” и све постаде светлост.“*

Од раније се знало за разлагање беле светлости на светлост различитих боја приликом проласка кроз посуду напуњену водом. Након тога је постигнута репродукција поменуте појаве при проласку светлости кроз стаклену призму. Ипак, све до Њутна и његових огледа с дисперзијом светлости на призми, мислило се да је светлост примитивна, тј. најчистија могућа, а да се модификацијом беле светлости (додавањем неке количине онечишћења) при проласку кроз стаклену призму добија обојена светлост. Њутн је извео два експеримента којима је показао да се бела светлост састоји од целог спектра боја.

- Први оглед се изводи помоћу две једнаке призме (слика 3.), које су обрнуто окренуте. На првој призми се паралелни уски сноп светлости расипа у дивергентан сноп обојене светлости, а на другој окренутој призми се тај сноп рекомбинује у паралелни сноп беле светлости.



Слика 3. Њутнов први оглед

- б.** Други оглед је Њутн извео исто помоћу две призме, али и помоћу заклона (са малом рупицом). Помоћу тог заклона, из спектра расипане светлости издвоји се само светлост једне боје. Та једнобојна светлост пада на другу призму и пролази кроз њу без расипања.

На основу ова два огледа, Њутн је закључио:

- Бела светлост се састоји од мешавине свих боја помешаних у одређеној количини. Дотадашња мишљења о томе да је бела светлост примитивна, примарна, односно светлост у најчистијем облику, погрешна су.
- Свака боја има свој индекс преламања. Црвена најмањи, а љубичаста највећи.
- Призма раздваја различите боје зато што је за њих индекс преламања стакла различит, па је и угао девијације различит.

Ова Њутнова постигнућа су један од важнијих научних доприноса свих времена. Међутим, овим идејама су се снажно противили тадашњи научници, управо зато што оне означавају и потпуни раскид с дотадашњим схваћањима и чине парадигматски помак у развоју идеја о светлости. Занимљиво је да су они прихваћали резултате Њутнових огледа (јер су били поновљиви), али нису прихваћали Њутнову интерпретацију истих.

- 4. Кристијан Хајгенс** је још један физичар, уједно и математичар и астроном, који се бавио природом светлости. Бавећи се Сатурновим прстеновима, између осталог, 1655. године је открио Сатурнов месец Титан. Исте године је описао маглину Орион. Иако су и Исак Њутн и Кристијан Хајгенс прихватили закон преламања светлости, због својих различитих теорија о природи светлости, имали су супротне закључке о брзини светлости кроз гушће средине у односу на брзину светлости у вакууму. Исак Њутн у склопу своје честичне теорије, закључио је да је брзина светлости у води већа него у ваздуху. Са друге стране, Хајгенс је на основу своје таласне теорије светлости закључио да је брзина светлости у оптички гушћој средини, нпр. води, мања него у ваздуху.

Идеално решење супротних мишљења био би експеримент, који би потврдио само једно мишљење. Кључни експеримент било би мерење брзине светлости у води, што у то време није било изводљиво.

Тако да, у недостатку кључног експеримента, који би решио недоумице, и даље је неуспешна Њутнова честична теорија вредела још читав век, само захваљујући Њутновом ауторитету. Прецизно мерење брзине светлости у води изведено је тек 1862. године. Овај експеримент је тада био последњи траг Њутнове честичне теорије,

јер је у то време таласна теорија доминирала већ пола века, захваљујући Јангу и Френелу и њиховим истраживањима интерференције и дифракције светлости.

Има још пуно сличних примера из историје физике у којима експеримент доноси важне поруке, а неретко отвара и нову проблематику.

3. ОПАЖАЊЕ И ЕКСПЕРИМЕНТ

Експеримент је у физици озбиљно уведен тек крајем XVI века (Галилео, Гилберт,...) чиме и започиње ера у физици и природним наукама уопште. Увођењем експеримента, као неизоставног сегмента у научном истраживачком раду, управо и чини разлику између предњутновске и њутновске физике. Подсетимо се шта о томе каже Алберт Ајнштајн:

„Развој западњачке науке темељи се на два велика постигнућа:

- a) формални логички систем (Еуклидова геометрија) којег су креирали стари грчки филозофи и*
- b) могућности, које су утврдили у доба ренесансе, да се у природним појавама експерименталним путем нађе узлочно-последична веза.*

Не треба нас чудити то да кинески мудраци нису учинили та два корака. Оно чему се заиста требамо чудити је чињеница да су та два постигнућа уопште и начињена.“

Опажање, као саставни део експеримента, има кључну улогу при проучавању природних наука. Термин *опажање* обично се односи на визуелну перцепцију, али у ширем смислу може укључивати и друга чула, нпр. чуло слуха и чуло додира. Термини *видети нешто* и *опазити нешто* нису идентични. Процес опажања подразумева ангажованост и усмеравање пажње опажача на одређени аспект посматраног објекта или феномена. Предмет опажања у природним наукама може бити догађај, процес или ентитет.

Улога експеримента у природним наукама заснована је на два основна начела:

- a.** начело равноправности различитих опажача
- b.** начело репродукцибилности

Будући да укупна природна наука изврсно функционише на тим основама, очито је да та два начела вреде у научној пракси. Ипак, барем из два разлога ту је проблематику потребно расправити подробније. Први, за наставу физике битан разлог, јесте чињеница да та два темељна начела у наставном процесу не функционишу једнако добро као у научној пракси. Други је разлог то што, строго гледајући, та два начела с филозофског становишта крију многе замке и урезају се дубоко у саме корене логике природних наука.



Слика 4. Група опажача на часу

3.1. Начело еквивалентности опажача

У природним наукама се ово начело углавном подразумева, тј. узима се имплиците, пречутно. У поступку доказивања обично се узима ситуација у којој два опажача посматрају исти физички догађај из различитих референтних система. У тој аргументацији нужна је претпоставка да су опажачи у истом систему равноправни, али то се углавном не спомиње; вероватно се сматра да је то само по себи јасно. Под опажањем подразумевамо и директно учествовање менталних способности опажача. Будући да не постоје две особе са потпуно истим менталним способностима, строго узимајући, не постоје ни два потпуно еквивалентна опажача.

На пример, приликом посматрања апсорпционог спектра, тј. спектра који се добија када бела светлост пролази кроз неки гас, почетник (физички необразован опажач) може видети једино континуално распоређене дугине боје (од љубичасте до црвене), осим што су на неким местима прекинуте танким вертикалним тамним линијама. Едуцирани физичар ће у том опажању видети важне физичке поруке, нпр. који се гас „крије“ односно који је то гас кроз који пролази бела светлост. Он то зна, јер зна да је свака тамна линија узрокована једнаком карактеристичном линијом из линијског спектра дотичног гаса.

Што више асоцијација између различитих појмова опажач познаје (а садржавају их научни закони, начела и теорије), то је веће подручје у ком он може опажати. Нема априорне границе до које је могуће опажати. Једино је ограничење помањкање знања.

Очекивање и предвиђање утичу на резултат опажања. То се може потврдити следећим испитивањем. У експерименту је низ играћих карата било сукцесивно врло кратко осветљаван кратком експозицијом. Испитаници су требали препознати карте. Сви су испитаници лако препознали нормалне карте. Али, међу нормалним картама било је било је и абнормалних (које у карташким играма не постоје), нпр. четири црна срца. Испитаници су показивали тенденцију идентифицирати абнормалне карте као нормалне; тако су црна срца погрешно препознавали као пикову карту. Већина је испитаника таква опажања успела исправити тек након неколико поновљених и знатно дужих експозиција, а неки то уопште нису ни успели.

Поука: „Наша очекивања могу утицати на то да се при опажању превиде изузеци који нису у складу с очекивањима.“

Какав је статус начела равноправности опажача у настави природних наука? Чине ли ученици у разреду групу равноправних опажача? Да ли је ситуација аналогна оној у научној пракси или је другачија?

У наставној очито се примењује (опет имплиците) груба апроксимација да су сви ученици истог разреда еквивалентни опажачи. То се види из чињеничног стања да сви они слушају једнак (или скоро једнак) програм. Међутим, ученици у истом разреду међусобно се разликују по достигнутом нивоу когнитивног развоја, по личним интуитивним идејама, по предзнању из физике, по стеченим способностима и по склоностима. Искуствена је чињеница да се развој код ученика односно код деце није једнако брз. Намеће се незаобилазни и веома важан закључак: „Ученици у истом разреду не чине групу еквивалентних опажача.“ На основу овог закључка, у новије време се говори о потреби индивидуализације наставе. Стога логика експеримента сама по себи у разреду није довољна,

као ни логички заокружена „предавања“. Међутим, у разреду са 30 ученика технички није могуће радити са сваким посебно, поготово када нема довољно ученичког експерименталног прибора. То се може успешно решити на више начина, на пример, извођењем огледа у групама или фронталним огледом и на тај начин направити интерактивну атмосферу у разреду. Континуалном разменом идеја у отвореним расправама (које координира професор) у разреду долази до стварање консензуса. Присетимо се, управо тако (по начелу консензуса) и функционишу природне науке у светској природнонаучној заједници.

3.2. Начело репродуцибилности експеримента

Природнонаучни експерименти се изводе под контролисаним и репродуцибилним условима. Репродуцибилност значи да ако се оглед понови под истим контролисаним условима, резултати тог огледа се неће променити, односно резултати огледа ће сваки пут бити исти, независно од места и времена извођења огледа. Наравно, не смемо заборавити, под истим резултатима подразумевано резултате који су исти у границама грешке мерења! Историја природних наука показује да начело репродуцибилности важи, а то значи да се природна понаша кохерентно. Као и начело еквивалентности опажања, тако и начело репродуцибилности има филозофских ограничења, јер почетне услове није могуће контролисати до те мере да у оба огледа буду савршено једнаки, али то у научној пракси не прави проблем. Немерљиво мале разлике у почетним условима дају резултате огледа које су у малом интервалу дозвољене грешке. Важење овог начела код природних наука је још једна разлика по којој се оне разликују од друштвених.

У наставној пракси при примени овог начела настају одређени проблеми. Иако се на први поглед чини да је основни проблем школски експериментални прибор, који није довољно квалитетан, искуство показује да то ипак није главни разлог. Проблеми чешће настају због неразумевања улоге експеримента у настави. Ако се оглед изводи за „верификацију“ резултата, велика је вероватноћа да оглед „неће успети“, јер мерењем нећемо добити баш исте резултате који су предвиђени. Међутим, ако се демонстрациони оглед изводи са неким другим циљем, нпр. да се покаже нова физичка појава, да се утврде релевантне варијабле и параметри или евентуално наслути функционална веза између истих, тада оглед ретко кад не успева.

3.3. Трипартитни процес опажања

Алфред Шапуре у својој научној филозофији тврди да су променљиве не само научне тврдње, већ и наше схватање истраживачких процеса и обележја науке: опажање, закон, доказ... Сам појам „догађај који се опажа“ мења се с временом. То што је опажање значило за научнике у XIX и XX веку врло је различито од оног што оно значи данас. Шапуре, крајем XX века, види опажање као трипартитни процес, тј. процес који се састоји из три дела:

1. пуштање информације у оптицај од стране извора,
2. процес преношења информације,
3. примање (рецепција) информације.

Ова три дела су очита и за најобичнији биолошки процес гледања (виђења). Извор информације је предмет који је обасјан и рефлектује светлост – први део. Рефлектована светлост путује (преноси се) кроз простор у наше око и ствара слику на мрежници – други део. Рецептор је мозак који обрађује примљену информацију – трећи део.

4. ТИПОВИ ЕКСПЕРИМЕНАТА У НАСТАВИ ФИЗИКЕ

У настави физике разликују се по начину извођења неколико типова експеримената:

1. Фронтални експеримент у учионици
2. Ученички експеримент у учионици
3. Кучни експеримент
4. Практикумски експеримент
5. Пројекти који укључују експериментални рад.

Компјутерски вођене експерименте можемо сврстати у прва два типа експеримената. Њих нећемо посебно разматрати. Најважнији и најделотворнији типови експеримента су они који се изводе у учионици за физику приликом обраде нових програмских садржаја.

1. **Фронтални експерименти** се деле на демонстративни и квантитативни фронтални експеримент (помоћу њих се квантитативно одређује међусобна зависност физичких величина). Изводи их наставник уз помоћ ученика. Пожељно је да учешће ученика буде што израженије.

- а. **Демонстрациони експеримент** служи за квалитативно демонстрирање одређене физичке појаве. Као што сам у предходном поглављу нагласила опажање, као саставни део експеримента, има кључну улогу при проучавању природних наука. Управо је код демонстрационих експеримената битно да ученик опажањем стекне физичко искуство о разматраној појави, како би на темељу тога могао конструктивно размишљати, стварати нове идеје и учествовати у расправи, што на крају доводи до стварања одређених генерализација. Стога се демонстрациони експеримент по правилу изводи на самом почетку, а свакако пре аналитичког разматрања предочене појаве. Он често служи за отварање проблемске ситуације, нарочито код нижих разреда. Пре извођења експеримента, обавезно треба питати ученике: “Шта ће се догодити?”, и на тај начин заинтересовати ученике за даљи развој догађаја. После извођења експеримента ученике треба питати: “Шта си видео?”, како би се у краћој расправи о томе постигао консензус.

Демонстрациони експеримент може послужити и за боље дефинисање правога проблема, ако је он на почетку тек оквирно назначен. То се чешће догађа у средњој школи. Примери демонстрационих експеримената су слободан пад, Ерстедов оглед, Фарадејев закон индукције, Јунгова интерференција, фотоелектрични ефекат...

- б. **Квантитативни фронтални експеримент** изводи се у фази разрешавања проблема када је он већ дефинисан на темељу изведеног демонстрационог експеримента и интерактивне расправе. Пре извођења експеримента од ученика треба затражити њихове идеје о неколико важних ствари.

- да идентификују физичке величине које су релевантне за дату појаву
- да одлуче о томе које од тих величина треба у експерименту мерити
- да покушају да замисле експеримент којим би могли извести дата мерења

Не треба очекивати да ће они у томе до краја успети, али је та фаза важна због развијања њихове креативности и сналажења у новој ситуацији. На крају, у сврху конкретизације тога питања можемо им показати предвиђени прибор и питати их како би с тим прибором извели тражени експеримент. У томе можемо очекивати успех ученика. Када је све спремно за извођење експеримента, често је корисно затражити од ученика да покушају предвидети оvisност међу мереним величинама. Успешно предвиђање уједно скраћује експериментални поступак.

2. **Ученички експеримент** изводе сами ученици подељени у групе од по 2 до 5 ученика. По правилу све групе изводе исти једноставни експеримент. На крају, групе излажу постигнуте резултате, па следи расправа о истим. Предност ученичког у односу на фронтални је та ученици директно (лично) манипулишу експерименталним прибором, доживљавају право физичко искуство, што се не може надокнадити ни на који начин. Ученици воле такав тип експеримента. С друге стране, ограничење је у томе што ученици могу експериментално решавати само мање сегменте укупног проблема који се решава. Они у групи могу откривати законитости, али не могу конструисати концепте и начела. У најбољем случају, групе могу да решавају „загонетке“ тј. проблеме који су уски, затворени, чврсто задани и дефинисани, у којима је познат начин решавања и у којем се зна да постоји један тачан резултат. За решавање таквих проблема битна је конструктивна расправа и наставник који ју координира.

Међутим, код нас школе нису довољно опремљене, па се ученички експерименти изводе само за оне наставне јединице за које постоји довољно прибора.

3. **Кућни експеримент**, сама рећ говори, је експеримент који ученици раде код куће. Наставник је тај који задаје једноставан и атрактиван оглед, који се може извести са прибором који поседује свака кућа, а у вези је с програмским садржајима који се тренутно обрађују. Иако се такав кућни експеримент задаје као необавезни домаћи рад, искуство је показало да велики део ученика одради тај домаћи. Ученицима треба омогућити да своје успешне кућне експерименте демонстрирају у учионици.
4. **Практикумски експеримент**, у ком се изводе мерења из већ „научених“ програмских садржаја, застарео је и за наставу физике је неадекватан. Има смисао само у настави стручних предмета у техничким и струковним школама. Битна улога експеримента је да ученик извођењем експеримента и опажањем демонстрационог експеримента стиче физичко искуство, што практикум никако не може заменити. Када се створе материјални услови и када то допушта сатница физике, могуће је и постојање физикалног практикума, али не по цену угрожавања извођења експеримента у учионици.
5. Савремени начин учествовања ученика у експериментирању с већ наученим знањем је **пројектна настава**. Ако је лабораторија добро опремљена, ученик добије одређени задатак који треба решити експериментом. Ученик сам мора размислити како приступити решавању проблема, па према томе онда мора и сам изабрати

одговарајући потребан прибор. На тај начин развија се конструктиван приступ ученика новој проблемској ситуацији, његова креативност, а уза све то његово концептуално разумевање и процедурално знање.

У слабије опремљеним школама пројективна настава може се изводити тако да сваки ученик или група добије одређени пројекат као задатак који треба да реши у одређеном року, а у што је укључен и експериментални рад. Ученик може да одради експеримент како у школи тако и код куће, у свом слободном времену.

Кључно је питање: “Колико се сме оптерећивати ученике таквим додатним захтевима?”

5. ГЕОМЕТРИЈСКА ОПТИКА

Основни елементи геометријске оптике проучени су у VIII разреду основне школе, када се успостави да се геометријска оптика заснива на четири емпиријска закона:

1. У оптички хомогеној средини светлост се простира праволинијски.
2. Закон независности простирања светлости: светлосни зраци узајамно не делују, простиру се независно један од другог, нема међусобног ометања.
3. Закон одбијања светлости
4. Закон преламања светлости

Основни појмови геометријске оптике, које је на почетку потребно дефинисати су: светлосни зрак, светлосни сноп и тачкасти светлосни извор (светла тачка).

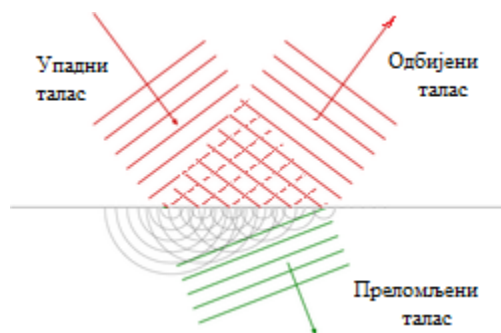
Светлосни зрак је геометријски правац кретања таласног фронта светлости или правац дуж којег се преноси енергија светлости. У природи не постоји геометријски зрак светлости као што не постоји ни тачкасти извор светлости, светла тачка. То су апстрактни, идеализовани појмови (модел) помоћу којих се на најједноставнији начин описују неке светлосне појаве. Такав приступ има оправдања и практичног смисла код описивања: одбијања и преламања светлости, контрукције ликова код равних и сферних огледала, сочива или кос система њихових комбинација (оптичких апарата).

У геометријској оптици се не могу објаснити појаве у којима се испољавају таласна својства светлости као што су: интерференција, дифракција, поларизација и дисперзија светлости. Наведеним појавама се бави таласна оптика.

Геометријска оптика, њени методи, модели и закони и данас се примењују без обзира на недостатке. Дакле, таласна оптика не умањује значај, када је реч о примени геометријске оптике, већ само ограничава њену примену у описивању и објашњавању светлосних појава.

5.1. Одбијање и преламање таласа

Да ли сте некад запазили лик Сунца одбијен од површине воде? Или лик формиран одбијањем од стаклене плоче? Да ли сте имали утисак да је весло загнуто у воду преломљено? Све су то показатељи да светлосни таласи мењају правац када наилазе на граничну површину или када пролазе кроз исту.

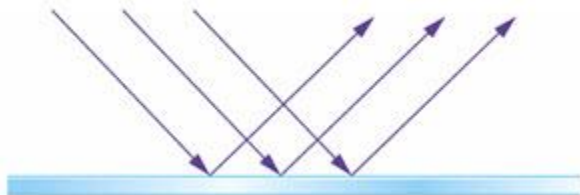


Слика 5. Одбијање и преламање таласа

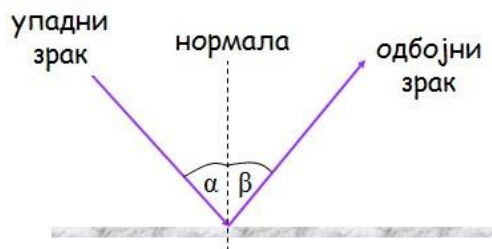
Одбијени и пропуштени тј. преломљени таласи настају на граничној површини. Значи, само део упадне светлости пролази у другу средину, а остатак је одбијен (ако се изузму неки специјални случајеви). Правци простирања одбијених и преломљених таласа се разликују од правца упадног таласа.

Појава повратка таласа у прву средину назива се **одбијање**, а појава преласка у другу средину **преламање** таласа. Промена правца кретања таласа приликом наилаaska на граничну површину условљена је тиме што физичка својства средине утичу на брзину таласа као и на друге величине везане за таласно кретање.

Појаве одбијања и преламања светлости је лакше и простије анализирати када уместо кретања таласног фронта повучемо правац његовог кретања, који називамо зрак светлости. Тада таласне фронтове можемо конструисати нормално на зраке. Због једноставности се повлачи само један упадни и само један одбијени зрак.



Слика 6. Кретање таласног фронта приказан помоћу зрака

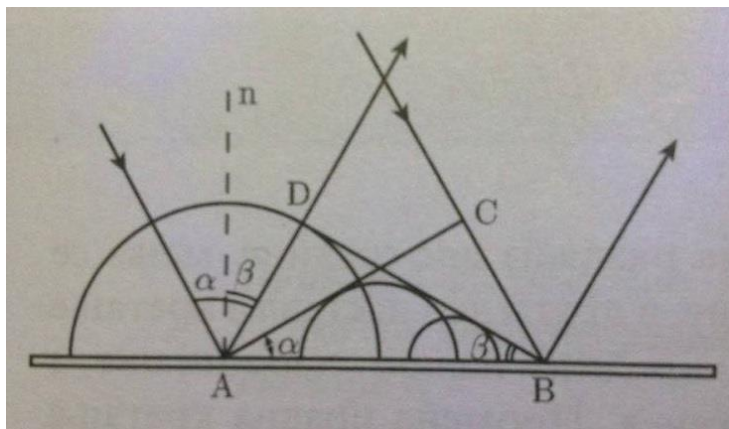


Слика 7. Само један упадни и један одбијени зрак

5.1.1. Закон одбијања светлости на равним површинама

Одбијени талас мења правац кретања, али његова брзина по интензитету остаје непромењена у односу на брзину упадног таласа. Код одбијања, талас не мења средину кретања. Појава одбијања таласа приказана је на слици 8.

Издвојена су два правоугла троугла, ABC и ABD. Ти троуглови имају заједничку хипотенузу, а њихове мање катете су једнаке, јер су брзине упадног и одбијеног таласа исте (за исто време прелазе једнака растојања). Тиме су испуњени услови за њихову подударност. Из тога проистиче да је упадни угао једнак одбијеном, односно: $\alpha = \beta$.



Слика 8. Одбијање таласа

ЗАКОН ОДБИЈАЊА ТАЛАСА: При одбијању таласа упадни угао је једнак одбијеном углу. Ако је зрак таласа упао у правцу нормале на граничну површину, одбија се такође у правцу нормале, али у супротном смеру у односу на упадни зрак.

Још једна правилност код одбијања таласа је:

Упадни зрак, нормала и одбијени зрак налазе се у истој равни.

Упадни угао је угао између правца упадног таласа и нормале на граничну површину повучену на месту где се талас (зрак) одбија. Одбојни угао је угао између правца одбијеног зрака и нормале на граничну површину.

Одбијање таласа је врло честа појава. На пример, ехо настаје услед одбијања звучних таласа од зграда, брда, шума.



Слика 9. Ехо

Брзина светлости се првобитно измерила помоћу одбијања светлости од огледала. Дубина мора и океана се мери на следећи начин: за дно брода се учврсти извор из кога се

емитују ултразвучни импулси у одређеним интервалима времена. Ултразвук се одбија од дна и враћа назад до уређаја за регистровање. Знајући брзину звука у води и време између емитованог и примљеног ултразвучног импулса одређује се дубина мора, односно океана. Дубина мора је:

$$h = \frac{u * t}{2}.$$

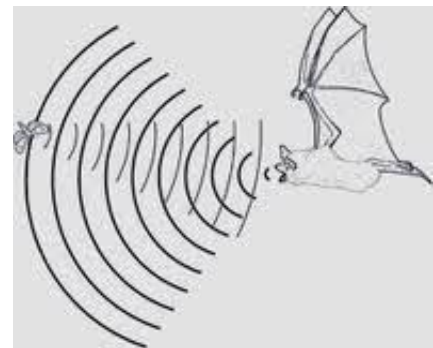
h – дубина мора

u – брзина ултразвука у води

t – време од почетка емисије до тренутка детекције рефлектованог таласног импулса

Треба нагласити да се помоћу савремене електронике, дубина мора и океана директно читава на траци или екрану.

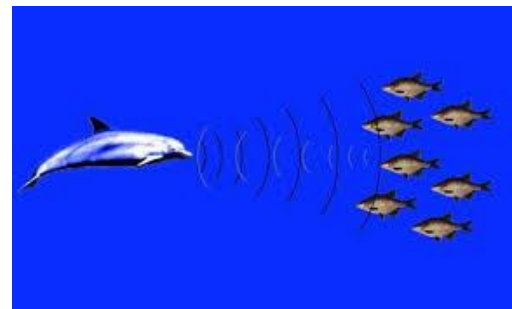
На сличан начин се помоћу ултразвука могу снимити јата риба испод морске површине и на тај начин се одређује њихов положај. Слепи миш се оријентише у простору „комбинујући“ ултразвук и рефлексију (одбијање од објекта у околини). Он емитује краткотрајни ултразвучни импулс и помичним ушима региструје звук који се одбије од околних објеката. На основу тог рефлектованог ултразвука, слепи миш одређује удаљеност и брзину објекта од којег се ултразвук одбио.



Слика 10. Слепи миш

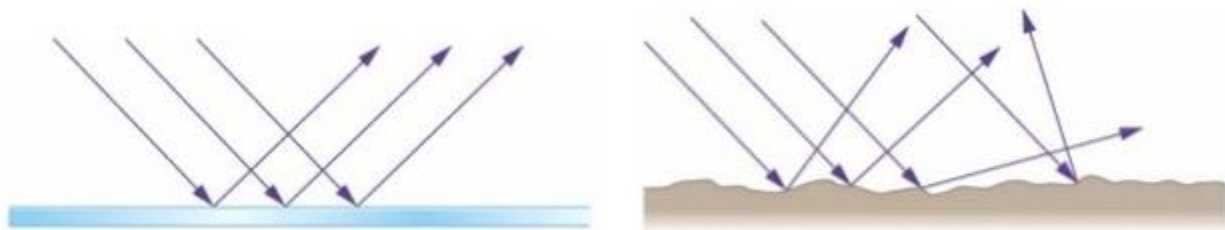
Исту „комбинацију“ ефеката користе и делфини, китови као и друге морске животиње. Делфини се, на тај начин, сасвим добро оријентишу и у мутној води, могу да нађу јата риба, обиђу разне препреке, комуницирају међусобно.

Ултразвук у медицини ради на истом принципу тј. на одбијању таласа од унутрашњих органа тела. Сонда уједно има улогу и емитера и детектора таласа. Она емитује талас, који се рефлектује и враћа назад до сонде. То што је најважније, при снагама које се обично користе ултразвук је не нешкодљив за људско здравље.



Слика 11. Делфин у потрази за јатом риба

Имамо две врсте рефлексије тј. одбијања: огледалска и дифузна рефлексија.



Слика 12. Огледалска и дифузна рефлексија



Слика 13. Примери огледалске рефлексije у природи

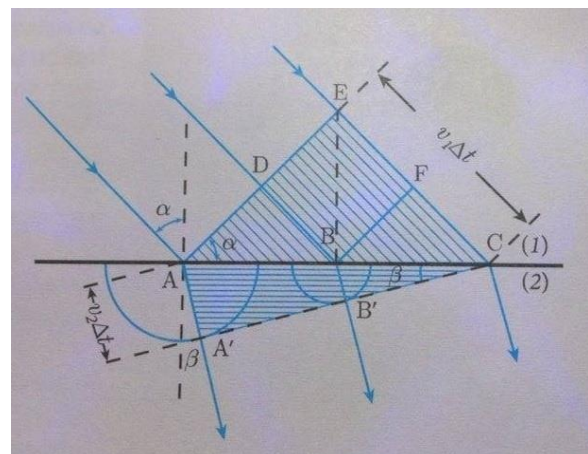
5.1.2. Закон преламања светлости на равним површинама

Преламање зрака се једноставно може објаснити помоћу геометријске конструкције на слици 10. Пошто је у другој средини брзина таласа мања, кружни таласни фронтови за сваки период помере се за мање растојање него у првој средини. Тангенте на кружницама мањег радијуса (друга средина) паралелне су једна другој, али нису паралелне фронтовима упадног таласа, што значи да је дошло до преламања. Однос међу угловима упадног и преломног зрака може се наћи из два означена правоугла тоугла. Ти троуглови имају заједночку хипотенузу АС. Једна од катета у сваком троуглу једнака је таласној дужини у одговарајућој средини. Посматрајући и анализирајући слику, добија се:

$$AC \sin \alpha = EC = v_1 * \Delta t$$

$$AC \sin \beta = AA' = v_2 * \Delta t$$

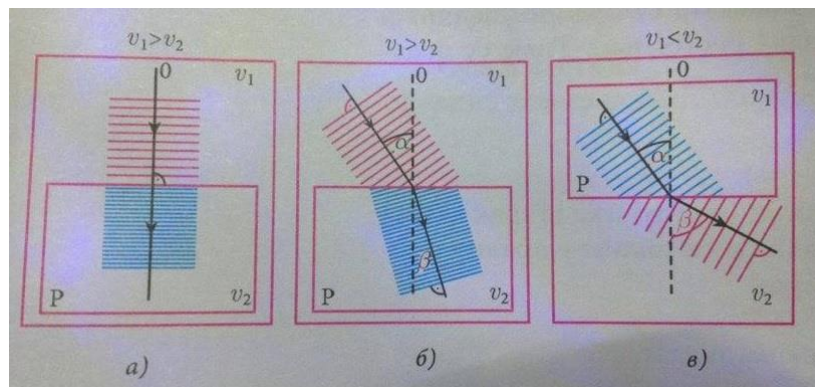
$$\frac{\sin \alpha}{\sin \beta} = \frac{v_1}{v_2}$$



Слика 14. Конструкција преламања таласа

ЗАКОН ПРЕЛАМАЊА ТАЛАСА: Синуси упадног и преломног угла односе се као брзине таласа у првој и другој средини (важи за све врсте таласа).

Степен преламања или одступања таласа од првобитног правца кретања зависи од односа брзина у тим срединама. На слици 11. су приказана три случаја. У првом случају (а) зрак упада нормално на граничну површину (90°). Иако зрак мења средину у којој се креће, смер и правац кретања не мења, односно не долази до преламања зрака, али се он наставља кретати мањом брзином, јер је прешао у оптички гушћу средину. У другом



Слика 15. Преламање таласа

случају (б), зрак упада под извесним углом на граничну површину и прелама се према нормали, јер је друга средина оптички гушћа. У трећем случају (в) зрак упада под углом у односу на граничну површину и прелази у оптички ређу средину. Тада се прелама од нормале и брзина таласа је већа, ако се односи на светлост.



Слика 16. Примери преламања светлости

5.2. Сочива

Сочиво је оптички систем ограничен са две или више преламајуће површине које имају заједничку осу. У зависности од броја површина, сочива се деле на:

1. Проста сочива
2. Сложена сочива

Проста сочива имају само две површине, а сложена имају више од две површине. Израђена су од стакла, пластичне или неке друге прозрачне супстанције у чврстом агрегатном стању. Сва висококвалитетна сочива су сложена сочива која се састоје од више простих сочива са заједничком осом. Површине сочива могу да буду у контакту или између њих може да се налази ваздух. И шупљина са сферним површинама, нпр. у стаклу, испуњена неком течностју или ваздухом (гасом) има својства сочива.

Са изузетком када упада нормално на једну од површина, зрак који пролази кроз просто сочиво скреће на обе површине. Аксијална дебљина већине простих сочива је довољно мала да се може сматрати да се целокупно скретање зрака догађа само на равни која пролази кроз центар сочива. Када се може учинити ова апроксимација, сочиво се назива **танко сочиво**, а свако сочиво које није танко сочиво због краткоће, назива се **дебело сочиво**.

По правилу, с обзиром на то да се сочива обично налазе у ваздуху чији је индекс преламања мањи од индекса преламања материјала од којег су она направљена, сочива се деле на:

1. Сабирна (конвергентна)
2. Расипна (дивергентна)

Сабирна сочива су најдебља на средини, а расипна су најтања на средини (када је материјал сочива гушћи од оптичке густине околне средине). На сликама 16. и 17. приказани су различити примери сабирних и расипних сочива.



Слика 16. Сабирна сочива

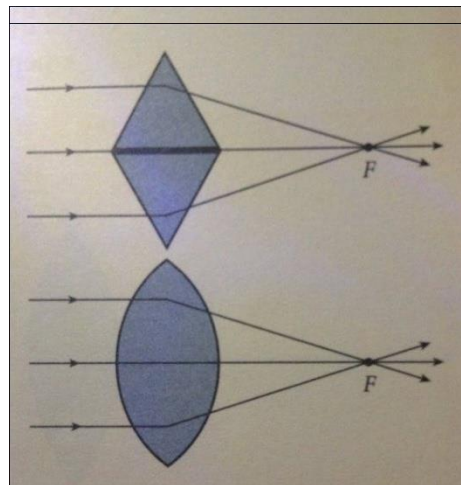


Слика 17. Расипна сочива

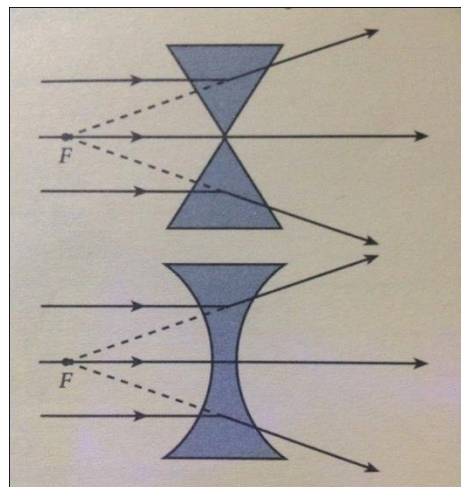
5.2.1. Сабирна и расипна сочива

Да бисмо боље схватили својства сочива, користићемо грубе моделе сабирних и расипних сочива. Користићемо двоструку призму, направљену од две призме, које су на различите начине спојене, у зависности од тога коју врсту сочива желимо да објаснимо. За сабирна сочива су две призме спојене на месту њихових основа, а са слике се види да такав модел скупља (концентрише) зраке паралелног снопа у једну тачку, тачку F , после проласка кроз сочиво. Удаљеност жиже од оптичког центра сочива зове се **жижна (фокусна) даљина сочива** и означава се са f . Модел расипног сочива се може приказати као двострука призма састављена од две призме које су спојене својим врховима. Када паралелан сноп падне на такву двоструку призму, зраци који пролазе кроз горњу призму скрећу према горе као да излазе из имагинарне жиже F , која се налази у продужетку пресека зракова који се после преламања разилазе (дивергирају). Ова имагинарна жижа налази се са исте стране сочива, одакле долази упадни сноп светлости. Ако се уместо овакве двоструке призме налази расипно сочиво, тада ће се зраци проласком кроз сочиво преламати тако као да долазе из тачке F , која се налази на оптичкој оси испред сочива. За ту тачку кажемо да је имагинарна (виртуална, замишљена) жижа расипног сочива.

Свако расипно сочиво има две имагинарне жиже.



Сл. 18. Модел сабирног сочива



Сл. 19. Модел расипног сочива

Сабирно сочиво фокусира (скупља) паралелни сноп светлости у једну тачку која се зове жижа или фокус. Свако сабирно сочиво има две реалне жиже, по једну са ове стране.

6. ЕКСПЕРИМЕНТАЛНЕ ВЕЖБЕ

6.1. Експериментална вежба 1. Одређивање жижне даљине танког сабирног сочива која се заснива на једначини сочива

Увод:

Из теорије знамо да је општа једначина сочива:

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{p} + \frac{1}{l}$$

Мерење жижне даљине танког сочива се изводи на оптичкој клупи на којој се налази скала да милиметарском поделом. У случају да немамо скалу са милиметарском поделом, растојања се могу мерити метром. Предмет, сочиво (чије карактеристике одређујемо) и заклон (на којем се формира лик) се постављају као на слици 20. Када се упали сијалица у кутији, тада стрелица (човечуљак) показује светао предмет. Ова кутија се налази на клизачу А (држач) који се може померати по двема паралелним вођицама. На клизачу В се налази сочиво чија се жижна даљина одређује. Лик предмета се добија на заклону који се поставља на покренутом клизачу С.

Задатак вежбе:

Мерење жижне даљине танког сабирног сочива.

Прибор (Слика 20.):



Слика 20. Прибор

- Оптичка клупа
- Предмет Р начињен као прорез у облику стрелице (у мом случају, човечуљка) на кутији у којој се налази електрична сијалица
- Три носача (по један за ел. сијалицу (А), за сочиво (В) и за заклон (С))
- Вођица клизача са милиметарском поделом (ако нема подела, користи се метар)

Ток рада:

- 1) На почетку мерења, подесити да средишње тачке предмета, сочива (теме сочива) и заклона буду на истој висини.
- 2) Спорим померањем сочива према заклону, на заклону се у једном тренутку појављује јасан, оштар и увећан лик (l).
- 3) Да бисмо одредили што тачније тај положај сочива, потребно је клизач В померати лево – десно од тог положаја и методом приближавања (слично као при бирању жељене станице на радио – апарату) утврдити тачан положај.
- 4) Измерити даљину предмета p и даљину лика l од темена сочива.

Препорука:

Узети растојања од предмета до заклона: 40, 50, 60, 70 и 80 cm. У низу мерења погодно је клизач С померати 10 cm, узастопно смањујући или повећавајући растојање до предмета.

Приказивање резултата:

Редни број мерења	Удаљеност предмета од сочива p [cm]	Удаљеност лика од сочива l [cm]	Жижна даљина сичива f [cm]	Апсолутна грешка мерења Δf [cm]	Релативна грешка мерења δ
1.					
2.					
3.					
4.					
5.					

Табела 1.

Средња вредност мерене жижне даљине добија се као аритметичка средина добијених резултата мерења:

$$f_s = \frac{f_1 + f_2 + \dots + f_n}{n}.$$

Максимална апсолутна грешка израчунава се по формули:

$$\Delta f = \max \{|f_i - f_s|\}.$$

6.2. Експериментална вежба 2. Одређивање жижне даљине сабирног сочива на оптичкој клупи

Увод:

На основу једначине танког сочива:

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{p} + \frac{1}{l},$$

Можемо закључити да ако се предмет налази на растојању:

$$p = 2f,$$

лик ће се формирати на растојању:

$$l = 2f.$$

При томе, величине предмета и лика су исте, тј. $P = L$.

Задатак вежбе:

Одредити жижну даљину сабирног сочива проналажењем положаја у којем је $P = L$, тј. $p = 2f$ и $l = 2f$.

Положаји сочива и заклона се подешавају тако да се при једнакој удаљености сочива од предмета (извора светлости) и заклона од сочива добије јасан лик који је обрнут и по величини једнак предмету. Добијањем јасног лика и мерењем удаљености између извора светлости и сочива и сочива и заклона може се израчунати жижна даљина сочива и она је једнака:

$$f = \frac{p}{2} = \frac{l}{2}.$$

Ако жижну даљину изразимо у метрима, можемо израчунати и оптичку моћ сочива:

$$\omega = \frac{1}{f}.$$

Прибор (Слика 21.):

- Оптичка клупа на којој је обележена (изгравирана) милиметарска подела (или се може користити метар, као што сам ја са ученицима)
- Неколико танких сочива жижних даљина између 10 cm и 30 cm

- Сијалица смештена у кутији са прорезом у облику стрелице или неког другог облика (нпр. човечуљка, као у мом случају)
- Заклон од прозирног материјала
- Покретни држачи кутије са сијалицом, сочива и заклона



Слика 21. Прибор

Ток рада:

- 1) Поставити оптичку клупу на радни сто и учврстити на њој, помоћу покретних држача кутију са сијалицом, сочива и заклон, тако да средишне тачке предмета (прореза на поклопцу кутије), сочива и заклона буду на истом нивоу (слика 21.).
- 2) На заклон налепити милиметарску хартију (због упоређивања величине лика и предмета).
- 3) Проценити жижну даљину сочива, ту вредност помножити са 2 и на тако добијену даљину поставити сочиво у односу на предмет (извор светлости), као и заклон у односу на сочиво.
- 4) Упалити светлосни извор (сијалицу), ако је вредност жишне даљине добро процењена добиће се јасан лик исте величине као и предмет (прорез у облику човечуљка).
- 5) У супротном, померити сочиво и заклон (ако се сочиво помери за нпр. 1 cm, заклон треба померити за 2 cm, итд.) док се не добије јасан лик величине предмета.
- 6) Када се на заклону добије јасан и оштар лик величине предмета, извршити мерење даљине предмета p и даљине његовог лика l од темена сочива.

Напомена: ако се при померању сочива и заклона дошло до краја оптичке клупе, а није се добио жељени лик, сочиво и заклон вратити у почетни положај и почети их помицати у супротном смеру на горе опиани начин.

7) Добијене вредности за даљину предмета p и за даљину lika l уврстити у формулу:

$$f = \frac{p}{2} = \frac{l}{2}.$$

8) Исти поступак поновити за више различитих сочива.

Приказивање резултата:

Редни број мерења	Удаљеност предмета од сочива p [cm]	Удаљеност lika од сочива l [cm]	Жижна даљина сочива f [cm]
1.			
2.			
3.			
4.			

Табела 2.

Напомена: Ако је вежба правилно урађена, вредности удаљености lika треба да буду у оквиру грешке мерења једнаке вредностима удаљености сочива.

6.3. Експериментална вежба 3. Одређивање линеарног увећања лупе

Увод:

За посматрање ситних предмета често се користи лупа. Она се понекад назива увећивачко стакло. Лупу користе часовничари, лекари, филателисти и други.

Свако сабирно сочиво може да се користи као лупа. Обично та сочива имају малу жижну даљину (неколико центиметара).

Посматрани предмет дужине P , налази се између сочива (лупе) и жиже (ближе жижи). Посматрач види усправан, увећан и нестваран (привидан) лик дужине L . Да би се лик предмета јасно видео („изоштрио“) лупа (сочиво) се приближава, или удаљава од предмета. Када се лик најјасније види, онда се он налази на даљини јасног вида. За човека нормалног вида то је око 25 cm.

У општем случају увећање сочива је дефинисано односом:

$$\frac{L}{P} = \frac{l}{p}$$

Ови односи представљају увећање лупе: $u = \frac{L}{P} = \frac{l}{p}$. Дакле, увећање лупе једнако је односу дужине (висине) лика и дужине (висине) предмета, односно, односу удаљености лика и удаљености предмета од лупе (сочива).

Задатак:

Одређивање увећања лупе.

Прибор:

- Неколико сабирних сочива која се користе као лупа
- Предмети чије се увећање одређује (жица, танка плочица од лима, разни прорези, ситни детаљи на поштанској марки и слично)
- Милиметарски папир
- Лењир са нонијусом (или микрометарски завртањ)

Ток рада:

- 1) Помоћу микрометарског завртња или лењира са нонијусом измери се пречник жице или неког другог предмета чије увећање се одређује при посматрању лупом.
- 2) Жицу поставити у средини видног поља и причврстити са два држача.
- 3) Изоштрити лик предмета (жице) који се посматра лупом.

- 4) За утврђивање линеарног увећања жицу треба посматрати кроз лупу тако да се једновременно, изван рубца лупе, непосредно види жица на милиметарској хартији. Оловком се на милиметарској хартији обележи ширина lika. Ово се понови за све предмете којима се мери увећање.
- 5) Уколико се располаже већим бројем сабирних сочива, поступак поновити за све појединачно.
- 6) Добијене податке унети у табелу 3.

Редни број мерења	Дебљина (дужина) предмета p [cm]	Дебљина (дужина) lika l [cm]	Увећање лупе $u = \frac{l}{p}$
1.			
2.			
3.			
4.			
5.			
6.			

Табела 3.

6.4. Ток вежби са сликама у Основној и средњој школи са домом ученика „Петро Кузмјак“

Вежбе су за трећу годину гимназије. У III-2 одељењу имам 15 ученика. Поделила сам их у три групе од по пет ученика. Час раније сам им рекла да кући погледају лабораторијске вежбе које ћемо радити на наредна два часа. На часу када су се одрађивале вежбе, ученици су већ знали ко је са ким у групи, а сами су требали да се распореде ко ће шта радити у својој групи.



Слика 22. Апаратура са часа

У првој вежби смо одређивали жижну даљину сабирног сочива која се заснива на једначини танког сочива. Ученици су пратили упутство вежбе и корак по корак одрађивали то што се тражи. Апаратуру односно оптичку клупу су без икаквих проблема поставили као на слици. Вежба није компликована, кораци су јасно објашњени, те ученици нису имали већих проблема при мерењу.



Слика 23. Мерење и сређивање резултата

Своје измерене вредности су забележили у таблицу и рачунали жижну даљину. Грешке су израчунали користећи наведене једначине. Једина помоћ им је била потребна управо при рачунању грешака. У вези тога су неки ученици имали питања, али су уз моју помоћ сви успешно одрадили и средили вежбе до краја.

Била сам задовољна како су одрадили вежбу. Као и у сваком разреду, било је лепо уређених свески, али и оних мало мање уређених, скроз тачних резултата, приказ детаљних рачуна, али и неколико њих који су то одрадили укратко, само неопходно написали, али резултати су били тачни.

У другој вежби се жижна даљина сочива одређивала на други начин, наведен у вежби. И у овој вежби су ученици без проблема поставили оптичку клупу. Пратећи кораке и у овој вежби, ученици нису имали проблема при мерењу. Измерили су тражене вредности, попунили табеле, израчунали то што се тражило.

„Ново“ у овој вежби, у односу на прошлу вежбу, је било рачунање јачине сочива. С обзиром на то да је и у задатку вежбе назначено да се жижна даљина мора претворити у метре да би се израчунала диоптрија, ученици су и у овом делу били успешни.

У овој вежби је половини разреда било очигледно колико треба да добију вредност за удаљеност lika од сочива. Тим ученицима је ова вежба била као нека врста потврде (експерименталног доказа) за оно што су учили на часовима. Исто је то био експериментални доказ и за остале, али они се нису сетили предпоставити колико l уствари да очекују. Ја би рекла да је то још једна позитивна ствар због које би требало да се изводе експерименти.



Слика 24. Одрађивање друге вежбе

Трећу вежбу су ученици одрадили најбрже, вероватно им је ово била најједноставија вежба. Није било компликоване апаратуре, штавише, неким је било можда превише једноставно. Следећи кораке, сваки ученик је радио свој задатак у вежби, те је тако и ова вежба протекла у најбољем реду. Табеле су из минута у минут биле све попуњеније, резултати су се брзо срачунавали, те се крај вежбе брзо приближио.

Мој лични утисак са часова лабораторијских вежби је да су вежбе прекопотребне у настави физике. Не само експерименталне вежбе, већ и демонстрационе, како оне сложеније, тако и оне најједноставније. Ученицима је било занимљивије, нови начин рада освежи атмосферу у разреду, вежбе покрену ученике, побољша се мотивација код ученика. На оваквим часовима, ученици, увек или виде нешто ново, или им се старо искристалише, повежу знање које већ имају са овиме шта тренутно примећују, са оним шта им је тренутно у рукама.



Слика 25. Друга група ученика

7. ЗАКЉУЧАК

Пред сам почетак одрађивања у раду наведених вежби, имала сам недоумице да ли сам одговарајуће вежбе одабрала, да ли ће вежбе испунити своју сврху, да ли ће ученици знати да одраде вежбе, односно да ли ће знати да их среде у своје лабораторијске свеске.

Међутим, како је звонило за час експерименталних вежби, како сам затворила врата кабинета, некако сам имала осећај да сам одабрала најбоље могуће. Вероватно зато што сам знала колико сам времена, труда и себе уложила у само налажење и осмишљање вежби, у спремање, проверавање и сређивање истих.

Вежбе нису компликоване, апаратура је лака за руковање, инструменти су свим ученицима познати. Вежбе су осмишљене тако да се просто провери и докаже веза између жичне даљине сочива, даљине предмета и даљине lika. У једначину сочива, коју смо предходно учили из теорије, уврстили смо измерене вредности даљина предмета и lika, те простим математичким поступком израчунали тражену вредност жичне даљине. Разјанили смо и видели на ком „принципу“ ради лупа, па самим тим и микроскоп, ученици су видели како се релативно лако одређује увећање лупе.

Поред провере наведених оптичких закона и везе датих одговарајућих величина, циљ одрађивања ових вежби био ми је мало „освежити“ часове физике, „побећи“ од суве теорије и задатака (колико је то могуће), али и показати ученицима како се до законитости у физици може доћи, али и потврдити исте извођењем експеримената и огледа.

За сада, после једном одрађених вежби, са овом мојом првом генерацијом, ништа не бих мењала у вежбама. Можда ће се већ следеће године показати потреба за променама, али за сада сам задовољна исходом одрађених вежби. Задовољна сам и тиме како су вежбе текле, како су одрађене и сређене.

Све у свему, постигнути резултати ученика у извођењу одабраних вежби недвосмислено су потврдили да теоријску наставу из физике обавезно морају да прате и експерименталне вежбе, и то из више разлога; како због научно-истраживачких метода, доказивања физичких законитости, тако и због развијања разних карактеристика код ученика, нпр. креативности, оригиналности, стрпљивости, толеранције, рада у групи. Наравно, још један од разлога је да се мало опусти атмосфера и „разбије“ стереотип о томе како је физика тешка као предмет у школи и да ју је „немогуће научити“.

По мени, без вежби би физика све више личила на један вид примењене математике.

8. ЛИТЕРАТУРА

1. Оптика, Францис Вестон Сирс, Београд, 1963. година
2. Практикум експерименталних вежби из оптике, Б. Рибар, С. Ђуровић, Нови Сад, 1978. година
3. Физика за III разред гимназије општег и природно-математичког смера, Милан О. Распоповић, Завод за уџбенике, Београд, 2007. година
4. Збирка за гимназију
5. Збирка задатака из физике са лабораторијским вежбама, Јован П. Шетрајчић, Милан О. Распоповић, Бранислав Цветковић, Завод за уџбенике, Београд, 2006. год.
6. Сувремене идеје у методици наставе физике, Рудолф Крсник, Загреб, 2008. година
7. Методика наставе физике, Милан О. Распоповић, завод за уџбенике, Београд, 2013. година
8. Поглавља методике наставе физике, Љубиша Нешић, Ниш, 2015. година

БИОГРАФИЈА

Кристина Сабадош, рођена 12.01.1992. године у Врбасу. У Руском Крстуру завршава Основну и средњу школу (гимназија - општи смер) са домом ученика „Петро Кузмјак“. Носилац Вукове дипломе, а после завршетка средње школе, 2011. године, проглашена за ученика генерације. Исте године уписује основне академске студије на Природно – математичком факултету у Новом Саду, Департману за физику (смер професор физике). По завршетку основних академских студија, 2016. године добија звање Дипломирани професор физике. Исте године уписује мастер студије, на Природно – математичком факултету у Новом Саду (смер професор физике). Од 2016. године, одмах по завршетку основних академских студија, ради као професор физике у Средњој и основној школи са домом ученика „Петро Кузмјак“ у Руском Крстуру. Предаје у одељењима гимназије – општи смер, као у и одељењима стручног смера – туристички техничар. Норму допуњује предајући информатику и рачунарство у истој школи, али у вишим разредима основне школе.



УНИВЕРЗИТЕТ У НОВОМ САДУ
ПРИРОДНО – МАТЕМАТИЧКИ ФАКУЛТЕТ

КЉУЧНА ДОКУМЕНТАЦИЈСКА ИНФОРМАЦИЈА

Редни број:

РБР

Идентификациони број:

ИБР

Тип документације:

Монографска документација

ТД

Тип записа:

Текстуални штампани материјал

ТЗ

Врста рада:

Мастер рад

ВР

Аутор:

Кристина Сабадош

АУ

Ментор:

проф. др Срђан Ракић

МН

Наслов рада:

Извођење експерименталних вежби на часу –

НР

оптика: Одређивање жижне даљине сочива

Језик публикације:

Српски (ћирилица)

ЈП

Језик извода:

Српски/енглески

ЈИ

Земља публикавања:

Србија

ЗП

Уже географско подручје:

Војводина

УГП

Година:

2017.

ГО

<i>Издавач:</i>	Ауторски репринт
ИЗ	
<i>Место и адреса:</i>	Природно – математички факултет, Трг Доситеја Обрадовића 4, Нови Сад
МА	
<i>Физички опис рада:</i>	8 поглавља, 37 страна, 25 слика
ФО	
<i>Научна област:</i>	Методика наставе физике
НО	
<i>Научна дисциплина:</i>	Физика
НД	
<i>Предметна одредница/кључне речи:</i>	Жижна даљина, сочиво, мерење, експеримент
ПО	
УДК	
<i>Чува се:</i>	Библиотека департмана за физику, ПМФ-а у Новом Саду
ЧУ	
<i>Важна напомена:</i>	Нема
ВН	
<i>Извод:</i>	
ИЗ	
<i>Датум прихватања теме од стране НН већа:</i>	10.10.2017.
ДП	
<i>Датум одбране:</i>	20.10.2017.
ДО	
<i>Чланови комисије:</i>	
КО	
<i>Председник:</i>	Др. Маја Стојановић, ванредни професор
<i>Члан:</i>	Др. Имре Гут, редовни професор
<i>Члан/Ментор:</i>	Др. Срђан Ракић, редовни професор

UNIVERSITY OD NOVI SAD
FACULTY OF SCIENCE KEY

WORDS DOCUMENTATION

Accession number:

ANO

Identification number:

INO

Document type:

Monograph type

DT

Type of record:

Printed text

TR

Contests Code:

Master's thesis

CC

Author:

Kristina Sabadoš

AU

Mentor:

prof. dr Srđan Rakić

MN

Title:

Performing experimental exercises in physics
teaching – optics: determining the focal length
of the lens

XI

Language of text:

Serbian (cyrillic)

LT

Language of abstract:

English

LA

Country of publication:

Serbia

CP

Locality of publication:

Vojvodina

LP

Publication year:

2017.

PY

Publisher: Author's reprint

PU

Publication place: Faculty of Science and Mathematics, Trg
Dositeja Obradovića 4, Novi Sad

PP

Physical description: 8 chapters, 37 pages, 25 photos

PD

Scientific field: Methodology of teaching physics

SF

Scientific discipline: Physics

SD

Subjest/key words: grain length, lens, measurement, experiment

SKW**UC**

Holding data: Library of Department of Physics, Trg Dositeja
Obradovića 4, Novi Sad

ND

Note: None

N

Abstract:

AB

Accepted by the Scientific Board on: October 10, 2017

ASB

Defended on: October 20, 2017

DE

Thesis defend board:

DB

President: Dr. Maja Stojanović

Member: Dr. Imre Gut

Member/Mentor: Dr. Srđan Rakić