



УНИВЕРЗИТЕТ У НОВОМ САДУ
ПРИРОДНО-МАТЕМАТИЧКИ ФАКУЛТЕТ
ДЕПАРТМАН ЗА ФИЗИКУ



мр Гордана Хајдуковић-Јандрић

Развој наставних инструкција у активној настави физике

–докторска дисертација–

Нови Сад, 2015

Предговор

Време у коме живимо, битно мења положај и улогу образовања и васпитања, посебно када су у питању природне науке. Стицање специфичних знања и усвајање чињеница важно је и корисно за ученика, али примена стечених знања зависи искључиво од усвојених ширих концепција и вештина. Препознавање проблема, коришћење знања у разради стратегије решавања проблема, прилагођавање решења ради обogaћивања почетног проблема, као и комуникација у процесу решавања, важне су вештине за сваког појединца, без обзира чиме ће се једног дана у животу бавити.

Само флексибилна школа која је спремна да прати промене, може дати стабилна и интегрисана знања и вештине на основу којих је могуће целог живота учити, радити и стварати. У настави физике могуће је развити такве вештине код ученика ако се искористе природне особине сваког детета: жеља за истраживањем непознатог, знатижеља и чуђење, а бројна опажања се усмере на продубљивање знања.

Проблемска и истраживачки усмерена настава као савремене наставне инструкције, веома су погодне да наставу трансформишу у процес активног учења.

Докторска дисертација представља допринос истраживању наставних инструкција: проблемске наставе и научне методе у циљу повећања ефикасности учења. Примена наведених инструкција показала је да су стечена знања већег квантума и мање ретенције као и да обезбеђује боље разумевање свих аспеката природе науке.

Овом приликом желим да се посебно захвалим својим менторима Др Душанки Обадовић и Др Маји Стојановић на стручној и моралној подршци коју су ми пружале у току израде овог рада.

И на крају велику захвалност дугујем својој породици која ми је помогла да у свему истрајем.

С А Д Р Ж А Ј

I УВОДНА РАЗМАТРАЊА	- 1 -
1. Увод	- 1 -
1.1 Образовање данас у свету	- 1 -
1.2 Систем образовања у школама са посебним освртом на наставу физике	- 5 -
2. Теоријски део	- 13 -
2.1 Аспекти природе науке у савременој настави физике	- 13 -
2.2 Научни метод у настави	- 15 -
2.3 Фазе научног метода	- 18 -
2.4 Принципи научног метода у школској пракси	- 21 -
2.5 Улога наставника у процесу учења применом научне методе	- 24 -
2.6 Проблемска настава	- 25 -
2.7 Дидактичке карактеристике проблемске наставе	- 27 -
2.8 Нивои проблемске наставе	- 31 -
2.9 Принципи проблемске наставе	- 33 -
2.10 Фазе реализације проблемске наставе	- 34 -
2.10.1 Стварање проблемске ситуације	- 36 -
2.10.2 Предлагање хипотеза, рашчлањивање глобалног проблема	- 39 -
2.10.3 Класификација проблема	- 41 -
2.11 Активности и улоге ученика и наставника у проблемској настави	- 44 -
2.11.1 Активност наставника	- 44 -
2.11.2 Активност ученика	- 45 -
2.11.3 Квалитет знања и компетенције	- 46 -
II ЕКСПЕРИМЕНТАЛНО ИСТРАЖИВАЊЕ	- 50 -
3. Методологија истраживања	- 50 -
3.1 Проблем, предмет и варијабле истраживања	- 50 -
3.2 Циљ и задаци истраживања	- 51 -
3.3 Хипотезе истраживања	- 52 -
3.4 Начин истраживања и узорак испитаника	- 52 -
3.5 Организација и ток истраживања	- 54 -
3.6 Инструменти истраживања	- 55 -
3.7 Опис експерименталног истраживања	- 56 -
3.8 Методе, технике и поступци истраживања	- 58 -
4. Анализа и интерпретација резултата истраживања	- 60 -
4.1 Испитивање иницијалног стања	- 60 -
4.1.1 Општи успех и успех из физике	- 60 -
4.1.2 Успех постигнут на иницијалном тестирању	- 65 -
4.2 Резултати финалног истраживања	- 69 -
4.2.1 Испитивање постављених хипотеза за дејство фактора F_1 -проблемска настава	- 70 -
4.2.2 Испитивање постављених хипотеза за дејство фактора F_2 -научна метода	- 81 -
III ДИСКУСИЈА РЕЗУЛТАТА ИСТРАЖИВАЊА	- 102 -
IV ЗАКЉУЧНА РАЗМАТРАЊА	- 105 -
V П Р И Л О З И	- 108 -
5. Модели реализованих наставних јединица	- 109 -
5.1 Организација часова реализованих применом проблемске наставе	- 109 -
5.1.1 Модели наставних јединица обрађених применом методе проблемске наставе у шестом разреду	- 109 -
5.1.1.1 Први час: <i>Појам притиска</i>	- 109 -
5.1.1.2 Други час: <i>Одређивање притиска чврстих тела-лабораторијска вежба</i>	- 113 -
5.1.1.3 Трећи час: <i>Хидростатички притисак-спојени судови</i>	- 115 -
5.1.1.4 Четврти час: <i>Паскалов закон</i>	- 119 -
5.1.2 Модели наставних јединица обрађених применом методе проблемске наставе у осмом разреду	- 123 -
5.1.2.1 Први час <i>Електрична струја, подела супстанци према проводљивости електричне струје</i>	- 123 -

5.1.2.2	Трећи час: <i>Електрични напон, ЕМС, мерење напона</i>	128 -
5.1.2.3	Четврти час: <i>Деловања електричне струје</i>	133 -
5.1.2.4	Пети час: <i>Јачина електричне струје, мерење јачине електричне струје</i>	136 -
5.1.2.5	Шести час: <i>Електрични отпор проводника</i>	141 -
5.1.2.6	Седми час: <i>Омов закон</i>	147 -
5.2	Организација часова реализованих применом научног метода	151 -
5.2.1	Моделни наставних јединица обрађених применом научне методе у шестом разреду	153 -
5.2.1.1	Први час: <i>Притисак чврстих тела</i>	153 -
5.2.1.2	Други час: <i>Притисак чврстих тела-лабораторијска вежба</i>	154 -
5.2.1.3	Трећи час: <i>Хидростатички притисак-спојени судови</i>	155 -
5.2.1.4	Четврти час: <i>Паскалов закон</i>	158 -
5.2.1.5	Пети час: <i>Атмосферски притисак. Манометри и барометри.</i>	159 -
5.2.1.6	Шести час: <i>Притисак-утврђивање</i>	161 -
5.2.2	Моделни наставних јединица обрађених применом научне методе у осмом разреду	167 -
5.2.2.1	Први час: <i>Електрична струја. Подела супстанци према проводљивости електричне струје</i>	167 -
5.2.2.2	Други час: <i>Извори електричне струје. Електрично коло</i>	169 -
5.2.2.3	Трећи час: <i>Електрични напон, ЕМС, Мерење напона.</i>	171 -
5.2.2.4	Четврти час: <i>Деловања електричне струје</i>	173 -
5.2.2.5	Пети час: <i>Јачина електричне струје. Мерење јачине електричне струје</i>	174 -
5.2.2.6	Шести час: <i>Електрична отпорност</i>	176 -
5.2.2.7	Седми час: <i>Омов закон</i>	179 -
5.2.2.8	Осми час: <i>Отпорници, везивање отпорника</i>	180 -
6.	Наставни листићи	183 -
	НАСТАВНИ ЛИСТИЋ 1	183 -
	НАСТАВНИ ЛИСТИЋ 2	184 -
	НАСТАВНИ ЛИСТИЋ 3	185 -
	НАСТАВНИ ЛИСТИЋ 4	186 -
	НАСТАВНИ ЛИСТИЋ 5	187 -
	НАСТАВНИ ЛИСТИЋ 6	188 -
	НАСТАВНИ ЛИСТИЋ 7	189 -
	НАСТАВНИ ЛИСТИЋ 8	190 -
	НАСТАВНИ ЛИСТИЋ 9	191 -
	НАСТАВНИ ЛИСТИЋ 11	192 -
	НАСТАВНИ ЛИСТИЋ 12	195 -
	НАСТАВНИ ЛИСТИЋ 13	197 -
	НАСТАВНИ ЛИСТИЋ 15	198 -
	НАСТАВНИ ЛИСТИЋ 17	201 -
7.	Тестови	202 -
	ТЕСТ Т ₁ 6. РАЗРЕД - иницијални	202 -
	ТЕСТ Т ₁ 8. РАЗРЕД - иницијални	205 -
	ТЕСТ Т ₂ 6. РАЗРЕД - финални	208 -
	ТЕСТ Т ₂ 8. РАЗРЕД - финални	211 -
	УПИТНИК	215 -
	ЛИТЕРАТУРА	217 -

I УВОДНА РАЗМАТРАЊА

1. Увод

Ако се већ толико заклињемо да нам је од свега важније активно учење деце у настави, ако нам је заиста искрена та наша жеља да деца мисле, да више разумевају а мање памте, морамо тражити конкретне и ефикасне начине да децу покренемо, заинтересујемо и активирамо.

Душан Радовић, "На острву писаћег стола"

1.1 Образовање данас у свету

У данашње време глобализације знања, када се она свакодневно експоненцијално повећавају, када се научна спознаја удвостручи сваких 5,5 година, циљеви образовања се мењају.

Савет Европе је у марту 2000. у Лисабону, поставио нови стратешки циљ за Европску Унију који је конкретизован кроз два основна задатка: да се идентификују кључне компетенције које су неопходне човеку и да се предложи мере како се оне могу интегрисати у образовне системе земаља ЕУ.

Кључне компетенције представљају „минималан пакет“ неопходан сваком појединцу за лични развој, за запослење и за активно учешће у друштвеном животу заједнице.

Свака од осам идентификованих компетенција, представља сплет специфичних знања, вештина и вредности које током школовања треба развијати код ученика.

Како је замишљено интегрисање у образовни систем и развој кључних компетенција? Кључне компетенције нису замишљене као садржај појединачних предмета, већ да се оне развијају кроз све предмете у школи.

Као што се на часовима наставе језика осим језичке писмености, морају остваривати циљеви као што су: учење – учења, културолошка експресија, дигитална писменост, тако се и предмети: математика, физика, ликовна уметност не могу дистанцирати од утицаја на развој језичке писмености код ученика. Дакле, ради се о интеркурикуларним циљевима који су обавеза школе, сваког наставника и садржај свих предмета.

Савремена литература у областима које се баве образовањем већ дуже време промовише решавање проблема као облик мишљења вишег реда које се развија и подстиче у условима школе, а има високи трансферни значај за све области

функционисања појединца. На основу развијености ове компетенције може се стећи слика о оспособљености људи да примене когнитивне стратегије при сусрету с изазовима у животу (Lesh & Zawojewski, 2007).

Друга препорука, важна за образовне системе, произилази из саме природе развоја компетенција. Компетенције су производ знања, вештина и вредности, и оне се не могу директно преносити, углавном не зависе од предавања наставника а углавном зависе од активности ученика. Ова чињеница се у образовним системима препознаје као померање нагласка са подучавања (онога што ради наставник на часу) на учење (оно што ради ученик на часу). Кључне одреднице савремене наставе (наставе која гарантује развој компетентних ученика) су промена положаја ученика у настави (од пасивне у активну улогу), и повећање броја метода наставног рада (са нагласком на активне методе).

Како изградити такву образовну стратегију?

Учење учења, једна је од најважнијих компетенција савременог човека која укључује знања, вештине и вредности.

Зашто је наука одувек за већину ученика представљала потешкоћу? Зашто се и поред старе кинеске пословице „Боље је једном видети него сто пута чути, боље је једном урадити него сто пута видети?“ наставници и даље одлучују за вертикални метод рада (наставник „сипа“ знање у главу ученика) уместо за хоризонтални (наставник и ученик раде заједно решавајући проблем, постављајући питања, дајући хипотезе које воде ка решењу проблема).

Ова и слична питања била су преокупација познатим научницима и филозофима који су дали своје мишљење и уједно поставили хипотезе.

Коменски (1954): „Сазнање мора неопходно почети преко чула.“

Галилеј: „Не можеш другом дати своје знање, можеш само да му помогнеш да то открије у себи“

Марија Кири је сматрала да је класично образовање у школама стерилно и сувише апстрактно па је предајући физику својој и деци својих пријатеља ставила акценат на конструкцију апарата, манипулацију и експериментисање, односно примену научног метода.

Gardner (1993) се пита: *Зашто толико ученика очува „дечије“, наивно схватање о свету и о појавама, нпр. у физици, као да никада нису ишли у школу?* Забрињавајуће је да велики број ученика завршних разреда основне школе, па и ученици на вишим степенима школовања, сачувају наивно дечије схватање света, и појава, као да никада нису били у додиру са научним објашњењима која су годинама учили у школи. Ако рецимо, ученика завршног разреда основне школе питате: *Зашто је зими хладније него лети?* Врло је вероватно да ће се добити искуствени одговор, који је ближи наивном схватању детета него ономе што је учиено у школи (нпр. ученик ће рећи: *Зими је хладније зато што пада снег!*).

Основни циљ савременог научног образовања природних наука је научно описмењавање. Едукацијски стандарди природних наука у свету (AAAS-American Association for the Advancement of Science, 1993; NRC - National Science Education Standards, 1996) истичу неопходност разумевања природе саме науке (NOS - Nature of Science) као једног од чинилаца за развој научне писмености. Међутим, најновија истраживања указују на то да ученици не располажу примереним разумевањем природе науке и начина на који она истражује (Khishfe и Abl-El-Khalick, 2002; Kang и сар. 2004) посебно онда када се елементи природе наука не негују у настави наука. McComas (1998) наглашава „мит“ о научним законима као апсолутним правилима, постојање једне универзалне научне методе, науке која пружа апсолутне доказе, научницима као посебно објективним бићима и експерименту као јединој методи у научном истраживању.

Сведружић (Svedružić, 2007) истиче да би се остварила епистемиолошка обојеност у настави природних наука, а тиме и повећала научна писменост ученика и студената, будуће научно образовање требало би бити образовање за науку што оно свакако и јесте али мора бити и образовање о науци.

Функционално разумевање природе науке, у контексту савремених образовних парадигми може се остварити кроз историјско-филозофски, имплицитни и експлицитни приступ.

Историјски приступ предлаже уградњу одабраних историјских и филозофских аспеката у наставу природних наука (пројекти History of Science Cases for High

Schools и Harvard Project Physics Holton и., 1970). Овим приступом се у наставу уводе аутентични научни модели који су настали у специфичном историјском и филозофском контексту. Научни модели се затим у наставном процесу вишеструко и циљано проблематизују обухватајући посредно аспекте науке. Такав приступ, уз одговарајућу методiku према неким студијама (Khishfe и Abd-El-Khalick, 2002) може допринети бољем разумевању научног знања и њиховог развоја као и разумевања чињенице да научна знања нису апсолутна.

Имплицитни приступ заступа истраживачки орјентисану наставу с циљем да код ученика створи исправне идеје о природи науке и научног истраживања. Такав приступ наглашава и подстиче самостално истраживање у коме је проблем задат али није дата процедура и резултат. Научни курикулум крајем 70-тих година као што је Physical Science Study Curriculum (USA) уводи такав приступ. Међутим, даља истраживања доводе у питање такав приступ јер утврђују да није ефикасан при усвајању исправних идеја о аспектима природе науке (McComas 1993 и Meichtry 1992).

Експлицитни приступ темељи на сложеној природи науке. По овом приступу научно знање је стабилно али и подложно промени. Истраживања показују да је овај приступ ефикасан у побољшању разумевања аспеката природе науке (Khishife и Abd-El-Khalick, 2002). У овом приступу интегрисани су истраживачке активности као и историјско-филозофски аспекти.

На основама емпиријске парадигме осамдесетих година двадесетог века CLISP (Children's Learning in Science Project) пројектом, обликован је образац у едукацијској физици назван конструктивизам заснован на идејама филозофије Khuna, Роопера и осталих. У контексту конструктивизма ученик је активан учесник и интерпретатор наставног процеса. У оквиру тог приступа битно се мења улога демонстрационог огледа. У таквом конструктивистички орјентисаном демонстрационом огледу ученик је укључен у све кораке научног поступка.

Појам научни - CLISP (Park 2004) односи се на поступке које користе ученици а који су слични стварним научним поступцима као што су: посматрање, запажање, постављање хипотезе, креирање експеримента, сакупљање података, анализа података, модел решења као и верификација модела. Тако методички обликован оглед, у коме се не прескаче ни један корак истраживања, као ни ученичка интелектуална активност, указује на боље резултате како у концептуалном

разумевању физичких појмова, тако и у исправљању типичних погрешних концепција ученика. (Halloun, Hestenes, 1985; Crouch и др, 2004).

Учење учења, једна је од најважнијих компетенција савременог човека која укључује знања, вештине и вредности.

Савремена настава истиче креативност која у настави подстиче моћ запажања, радозналост, упорност у формирању властитих мисли, развијање иницијативе, самосталности, формирање човека новог духа. У таквом учењу доминира дух трагалаштва, радозналости, инспирације.

У школској пракси се као погодне методе за такво изучавање стварности примењују **проблемска настава и научни метод**. Наведене методе представљају откривање истине и суштински се разликују од слепог веровања. Ове методе обезбеђују ученицима активно учествовање у настави и упознавање процеса научног откривања истине, омогућавајући ученицима да боље разумеју процес образовања и своју улогу у њему (Lawson et al, 2001; Lawson, 2009).

1.2 Систем образовања у школама са посебним освртом на наставу физике

Образовање у јединственој обавезној школи је веома сложен процес. Настави присуствују ученици различитих могућности и из различитих средина. Успешност сваког наставника је различита с обзиром на његове наставничке способности и оспособљеност за наставнички позив. Опрема, материјални услови рада нису једнаки у свим школама, а примена дидактичких система и одговарајућих наставних инструкција условљена је опремом и дидактичким средствима.

Настава такође зависи и од наставног плана и програма.

Може се рећи да је знање ученика резултат наставе у функцији од споменутих величина.

$$Z = f (U, N, O, Pl, Pr, M)$$

Где је **Z** знање, **U** профил ученика, **N** наставник, **O** опрема, **Pl** план, **Pr** програм.

Ако посматрамо постојеће стање у школама општа констатација је да је „Технологија производње ученичких знања“ у нашим школама у већини случајева застарела.

Многе анализе указују на континуирано недовољно висок ниво знања и умења која стичу ученици у основној школи, недовољно развијене неопходне компетенције за даље школовање и свакодневни живот као и ниску мотивисаност ученика за учење и интелектуални рад (Хавелка 1990; Свеобухватна анализа образовања у СРЈ, 2001; PISA 2003–2009; Плут и Крњајић, 2004; Национално тестирање ученика 3. разреда основне школе, 2005; Национално тестирање ученика 4. разреда основне школе, 2007).

Опште је уверење да образовање и настава и поред и спроведених реформи, у овом тренутку знатно заостају за друштвеним и научно-техничким развојем. Тврди се такође, на основу бројних истраживања, да настава заостаје за стварним интелектуалним могућностима савременог ученика, да његове интелектуалне могућности нису оптимално искоришћене а да наставни процес није у могућности да прати модерну технологију у образовању као и то да стечена знања нису довољно применљива у непознатим ситуацијама. Ово значи да се сада у школама осећа утицај енциклопедизма и фактографије. Још увек се инсистира на познавању обиља чињеница и информација уз истовремено запостављање виших циљева наставе и учења: стваралачког мишљења, критичког расуђивања, самосталног усвајања основа наука и учењу како треба учити. Основне примедбе, поред застарелости и превазиђености наставних садржаја у наставним програмима физике односе се на примењене наставне инструкције. Пречесто се ограничава само на то да се ученицима пруже резултати једне потпуно готове науке прожете одређеном врстом ауторитета.

Један од кључних исхода образовања за све ученике у узрасту до 15 година, без обзира да ли ће у будућем школовању наставити са изучавањем науке јесте научна писменост. Она не захтева специјализовано научно знање већ оно што је много битније-способност рационалног и критичког размишљања о подацима и тврђењима са којима се сусрећемо у свакодневном животу.

Едукацијска истраживања учестало показују да ученици не располажу знањима на задовољавајућем нивоу када је у питању разумевање природе науке и начина на који наука истражује (Khishfe и Abl-El-Khalick, 2002; Kang и сар,2004). Ово се посебно испољава онда када се елементи природе науке не негују у настави науке.

Постигнуће наших ученика на међународним испитивањима указује да је квалитет нашег образовања испод међународног просека, посебно што се тиче функционалне примене знања.

PISA и TIMSS истраживања која су вршена у Србији показују да је настава орјентисана ка садржајима а не ка постигнућима, да су усвојени појмови везани само за једну науку и да нису интегрисани са садржајима других наука, да су методе рада углавном традиционалне. Исти тестови су показали да се највише познају појмови, у малој мери разумеју док се готово никад појмови не анализирају или пак закључују. (Луковић и Вербић, 2009)

Што се тиче примењених наставних инструкција у настави физике, према бројним истраживањима код ње се такође осећа површност и енциклопедијски карактер стечених знања. Инсистира се на вербалном меморисању чињеница а не на стварању услова за активан мисаони рад. Јаз између учења науке и науке као доживљаја је све дубљи (Cakmakci, Gultekin; Sevindik, Hatice; Pektas, Meryem; Uysal, Asli; Kole, Fatma; Kavak, Gamze, 2011; National Science Board 2010; Osborne and Collins 2000, 2001). Наглашава се да наставу физике карактерише пасиван положај ученика у наставном процесу као и несклад између постављених циљева и остварених резултата. Несклад се обично огледа у недовољној применљивости стечених знања као и у запостављању могућности бржег развоја ученика. У организацији наставног рада обилује шаблонизам и спутавање стваралачких активности ученика у настави.

Истраживања су такође показала и да је од свих школских предмета, физика ученицима најтежи и најмање привлачан предмет (Ornek, Robinson, Naugan, 2008). Проучавани појмови су им апстрактни, неразумљиви и често потпуно непознати. Збуњују их термини који су им познати из искуства али у другом значењу (маса и тежина; густина и вискозитет; сила и снага). Проблеми које ученици решавају захтевају висок ниво математичких вештина док разумевање физике подразумева познавање научног метода. У недостатку оваквог приступа, ученицима је тешко да схвате узрочно-последичне односе у физици који су неопходни за разумевање градива (Morgan, Kittleson, 2012).

Све то доводи до стицања формалних знања а не дубље улажење у везе и односе међу физичким појавама у природи.

Највећи домет наставе физике у многим основним школама је комбинација наставниковог излагања уз демонстрацију или занемарљиво мали број ученичких огледа и то као потврда наставниковог излагања. Прилично су ретки елементи самосталног и критичког расуђивања.

Испитивања која су вршили руски дидактичари показују да се само једна четвртина од укупног школског времена може сматрати временом у коме су ученици активни. Све остало школско време испуњено је активношћу наставника. Слична је ситуација и у нашим школама. Наставу физике у нашим школама карактерише „спољашња“, наставникова активност док је „унутрашња“, активност ученика недовољно заступљена.

Овакво стање у настави физике може бити последица разних фактора као што су: преобимност наставних садржаја, недостаци у педагошкој спреми наставника, недовољна опремљеност школа, неефикасност примењених метода и облика рада у настави.

Све напред изложено доводи до закључка да наставу физике у основним школама карактерише:

- Пренаглашеност пасивних и рецептивних наставних инструкција и облика наставног рада
- Резултат таквог стања као и других наведених околности су фрагментарна и недовољно применљива знања
- Све више се запажа потреба повећања ефикасности наставе
- Иако су последње две деценије покретане бројне иницијативе за осавремењавање наставе: Активно учење наставе (Ивић, Пешикан), Рука у тесту (Јокић, 2001), још увек су савремене наставне инструкције релативно мало употребљаване

Закон о основном образовању и васпитању („Просветни гласник СР Србије“ 1-10, 1985/86) декларативно фаворизује примену интерактивних метода рада.

У Просветном гласнику РС бр.3. 1991. пише „Усвојени концепт наставе физике **захтева** и омогућује примену савремених облика и метода рада у наставном процесу, посебно методе откривања и решавања проблемских задатака“

Последње корекције наставног програма физике („Просветни гласник“, број 5/2008, 6/2009 и 2/2010. године) а у оквиру реформе образовања имале су за циљ да:

- смање укупну оптерећеност ученика

- растерете важећи програм свих садржаја који нису примерени психофизичким могућностима ученика
- „врате“ експеримент у наставу физике
- методски унапреде излагање програмских садржаја
- изврше бољу корелацију редоследа излагања садржаја физике са математиком и предметима осталих природних наука

Посебан акценат стављен је на растерећење програма које је извршено на два начина:

- кроз избор садржаја, редукацију обима садржаја и прераспodelу тема и наставних јединица унутар сва три разреда
- кроз осавремењавање програма и методско унапређење

Иако је реформа имала за циљ да отклони уочене недостатке, у реализацији измењеног наставног програма, није направљен велики помак. Разлози су бројни, мотивисаност ученика и наставника, социјално-економска ситуација, фонд часова, квалитет оцењивања, школски програм као и оптерећеност наставника огромном администрацијом.

Док све земље траже да се смањи број ученика у разреду а предложена организациона решења су мање, флексибилне групе у којима ученик може да добије више пажње и да има активнију позицију, у нашим школама је због рационалности смањиван број одељења и повећаван минималан број ученика у одељењу (Бауцал, 2012). Превелик број ученика у одељењу је препрека за примену модерних облика рада.

Евидентна је ниска обученост наставника за савремени концепт наставе и реализацију постављених циљева и стандарда. У пракси још увек доминира стари концепт образовања наставника; постоји негативна селекција наставника (слабији студенти иду на наставничке смерове на факултетима); неуједначен је квалитет обуке студената будућих наставника на факултетима, мало је практичног рада, недовољно психолошко-педагошко-методичке обуке, полагање стручних испита и полагање за лиценцу измештено је с наставничких факултета, па је тиме ангажован мањи број компетентних стручњака и нижи за оцену психолошко-педагошке обучености будућих наставника (Стратегија развоја образовања у Србији до 2020 године).

Подизање квалитета наставника један је од најделотворнијих начина да се унапреди квалитет образовања (Torres, 1996; Hanushek, 2007).

Концепт професионалног развоја наставника није адекватно развијен (Пешикан, Антић, Маринковић, 2010). Акцент је стављен на прикупљање поена од семинара, а не на ефикасну примени наученога у пракси. Финансирање усавршавања наставника такође није решено, као ни напредовање наставника и стицање звања.

Релативно малом броју наставника је омогућено усавршавање у одговарајућим програмима едукације који би им омогућили превазилажење наведених проблема. (Mestre, 2001).

Пред оним наставницима који су се пак одлучили за примену савремених наставних метода стоји захтевнија реализација наставног програма.

Наставници на основу свог школовања и традиције још увек највише поуздања имају у традиционалну наставу и релативно мало се служе савременим наставним инструкцијама.

Да би се обезбедио озбиљнији помак у подизању квалитета и ефикасности образовања у школи неопходно је развијати инструкционе методе. Увођењем савремених наставних инструкција брже се превазилазе ограничења традиционалне наставе а сама настава постаје динамичан процес.

Наставне инструкције су у директној вези са осталим параметрима као што су: концепција школе, положај ученика у школи, улога наставника. Оне заузимају централно место и да би се у њих унеле промене неопходно их је довести у везу са осталим параметрима (слика 1).



Слика 1. Веза наставних инструкција са параметрима који карактеришу наставу

Резултати мета анализе коју је сачинио Нати (Hattie, 2009) указују да су од свих наведених параметара, ученици и наставници два најважнија актера који доприносе да образовна постигнућа ученика буду виша или нижа. Истраживања показују да се остварују статистички значајно боља постигнућа ученика када се настава природних наука изводи по принципима активног учења а да су знања стечена на такав начин трајнија и употребљивија од оних која су стечена на уобичајен, традиционалан начин (Миљановић 2001, Шишовић 2000). Овако организованом наставом осим бољих резултата у односу на традиционалну, обезбеђује се и већа заинтересованост ученика за рад као и већа присутност часовима физике (Deslauriers, Schelew, Wieman, 2011).

Истраживање реализовано у Данској употребом задатака и критеријума из PISA теста, упућује на закључак да се постигнућа ученика повећавају за око 25% када ученицима омогућено да своје знање провере у условима који су ближи уобичајеном начину рада у школи (Dolin, & Krogh, 2010)

На развој нових наставних инструкција пресудно су утицали ставови који стављају нагласак на мисаону активност ученика у настави а који се могу исказати на следећи начин:

- учење је акт открића,
- у току учења ученик пролази кроз оне интелектуалне процесе кроз које је наука већ прошла,
- учење је истовремено процес стицања знања, али и процес развијања способности за стицање знања.

Основна замисао ових ставова састоји се у томе да се знање ученику не преноси, већ да му се у виду проблема задаје а затим омогући, да он сам, лично, истраживачком активношћу открије оно што је наука већ открила (Piaget, 1975).

Школа мора да се прилагођава промењеним захтевима, и пред њом је велика одговорност да подржи позитиван однос ученика према учењу, да им помогне да развију ефикасне стратегије учења и рада с подацима, да ојача њихова интересовања и позитивне ставове према садржајима школских предмета и да креира атмосферу у којој је све то могуће (Павловић-Бабић, Бауцал, 2013).

Избор наставних инструкција одређује успешност и брзину учења као и постигнућа ученика. Неопходно је да наставне инструкције буду окренуте првенствено ономе шта ученици у наставном процесу раде и томе како организовати процес да ученици у школи у највећој мери буду активни. Критеријум који неку наставну инструкцију одређује као *активну* није спољашња, већ унутрашња, ментална активност ученика (Piaget, 1969).

Савремена настава посебан значај даје увођењу проблемске наставе и научног метода у школску праксу као наставних инструкција у активној настави (Léna. & Quéré, 2004).

Проблемска настава афирмише се у нашим школама 1984 године, када је одржан Први југословенски симпозијум о проблемској настави али и остаје даље недовољно заступљена. Научни метод као свакодневна школска пракса заживео је увођењем изборног предмета „Рука у тесту“ (Charpak, 2001) у први циклус основног образовања (Бошњак и Обадовић 2009; Јокић 2006; Обадовић и сарадници 2007) Пројекат „Рука у тесту“ увео је у школе, наставу природних наука засновану на експерименту који може бити реализован и у најнеопремљенијим школама.

Једна од значајних компетенција које треба остварити кроз наставни предмет физика јесте разумевање научног метода и развој способности критичког мишљења (Lederman 2001).

У средишту пажње овог рада су наставне инструкције у активној настави физике пре свега проблемска настава и научни метод, веза ових наставних инструкција са осталим параметрима као и њихов утицај на исходе наставног процеса.

2. Теоријски део

2.1 Аспекти природе науке у савременој настави физике

Савремени научни курикулум према пројектима Benchmarks for Science Literacy (AAAS, 1993) и National Science Education Standards (NRS, 1996), укључује елементе природе наука и научног истраживања и истиче неопходност његовог функционалног разумевања. (AAAS, 1993, 7, 11, 12; NRS, 1996, 170, 171).

Резултати истраживања о познавању аспеката природе науке показују да већина ученика завршних разреда основне школе, па и ученици на вишим степенима школовања имају погрешну концепцију природе науке и научног начина истраживања (Khishife i Abd-El-Khalick, 2002; Kang и сар, 2004). Чак и будући наставници природних предмета и након формалног образовања немају јасну и целовиту слику науке (Akerson и сар, 2000; Thye и Kwen, 2004)

Разумевање природе наука (NOS - Nature of Science) односи се на епистемиологију науке и укључује седам основних аспеката природе наука. (McComas и сар. 1998; Akerson, 2000; Lederman i sar, 2002):

1. **Променљивост научних знања.** Ученик треба да разуме да научне теорије и законитости нису апсолутне истине које када се једном открију подлежу сталној провери, надградњи или потпуном оповргавању.
2. **Разлика између опажања и закључивања.** Опажања су описи природних појава која су директно доступна нашим чулима. Насупрот томе закључци нису директни већ су резултат интерпретације и суда о ономе што је опажено.
3. **Културна и друштвена укореееност.** Наука је људска и цивилизацијска тековина те је као таква под утицајем друштва и културе. Културне вредности и очекивања често одређују како ће резултати истраживања бити интерпретирани и прихваћени. Стога је друштвена и културна прожетост наставе наука неопходна како би се разумела етичка, правна и политичка димензија науке.
4. **Мит „Научне методе“.** Најраширенија, мисконцепција о науци је постојање једне универзалне научне методе. Њено порекло је Васопова индуктивна метода. Реч је о поступку у којем се од појединачних опажања постепено напредује „корак по корак“ до најопштијих аксиома. Следећи низ сукцесивних корака, немајући при томе никакве ставове и гледишта о томе шта се истражује, долази

се до сигурног и непогрешивог знања. Индуктивна метода је популарна у настави наука и често се истиче као једина коју научници користе што резултира стварању мита о научној методи као „рецепту“ којег је неопходно придржавати се када се бавимо науком. Ипак, не постоји универзалан метод који ће нас непогрешиво довести до сигурног и тачног одговора. Научна истраживања темеље се на претходним знањима, истрајности и креативности научника док се научно знање увећава коришћењем поступака: експериментисање, посматрање, упоређивање, анализирање, мерење, претпостављање, креирање идеја и теорија.

5. Креативна и маштовита природа научног знања. Наука се ослања на искуство јер је емпиријска. Научна знања не следе директно из експеримента и анализе података. Она су резултат синергије мишљења, маште и креативности. Од ученика се очекује разумевање да су креативност и машта саставни део научног истраживања и да нису априори у супротности са логичким мишљењем.

6. Научне теорије и закони. Научни закони и теорије су подложни промени. Научни закони описују уопштenu повезаност опажених природних феномена у датим условима док су научне теорије објашњења природних појава поткрепљена потврдама. Научне теорије ће постати закони с додатним потврдама мада сви научни закони немају пратећу научну теорију која их објашњава.

7. Субјективност и објективност науке. Научна знања су понекад субјективна и „оптерећена“ теоријом док су научници понекад опредељени дисциплинарно и теоријски. Њихова веровања, претходна знања, искуство, образовање и очекивање прожимају њихов истраживачки рад. Сви ти чиниоци могу утицати на ток истраживања што науку чини субјективном. Она је понекад зависна од теорије и предвиђања али је и исто тако и објективна.

У литератури се јављају два опречна мишљења по питању стварања научног погледа на свет и схватања особености научног истраживања.

Lederman i O'Malley (1990) и Montgomery (1992) указују да је продуктивније указати на аспекте природе науке што раније кад су ученици у првом контакту са науком и да се тада ствара темељ исправног разумевања науке и научног мишљења. Према Montgomeryју, предшколска деца научна знања не доживљавају као скуп неповезаних научних чињеница већ схватају њихово стварање. Насупрот том приступу, Piaget (1970) заступа теорију према којој су основношколци до тринаесте године по правилу конкретни мислиоци. Према њему, након тринаесте године ученици превазилазе конкретност и постају формални мислиоци кад је могуће

радити на апстрактнијим проблемима, а самим тим и на темама и спознајама о природи науке.

Да би се неодговарајућа слика науке коју чини скуп статичких знања непознатог порекла заменила адекватнијом визијом створеном у процесу активног научног истраживања, потребно је у школску праксу уградити све важне елементе природе науке и научног истраживања (Sliško, 2007).

2.2 Научни метод у настави

Корени ове методе могу се наћи још код старих народа. Једним од зачетника ове методе сматра се Аристотел (384 – 322. п.н.е.) који је сматрао да се посматрањем и размишљањем може доћи до поузданих сазнања. Међу арапским научницима истиче се Васон (1214 – 1294) који је описивао понављање фаза научног метода: посматрање, хипотезу, експеримент и верификацију. Као оца научне методе, савремена култура наводи Galileia (1564–1642.). Научна енциклопедија Британика од 1970. наводи: „Док је Francis Bacon (1561 – 1626.) био филозоф, научни метод је први употребљавао Галилеј који је уз комбинацију посматрања, хипотеза, математичког закључивања и образложеног експеримента, основао науку динамику”. Васон се у литератури често наводи за допринос научном методу. Он је у *Novum Organum*, објављеном 1622. године детаљно објаснио овај метод. Descartes (1596 – 1650) у свом делу „*Discourse on Method*”, 1637. године расправља о методама и на тај начин даје допринос развоју научне методе.

Оригинално, научни метод је назван експерименталним методом или методом науке. У XIX веку се коначно као најраспрострањенији метод истиче у науци и назван је научни метод (Laudan, 1968).

Да би се ученици упознали са методама и техникама као и организацијом научно-истраживачког рада иде се од једноставнијих, самосталних истраживања и постепено се уводе све сложенија али да су доступна ученицима одређеног узраста (Komenski, 1954).

Поштујући научни принцип у настави (Репкин, 1997) Галилеј уводи експеримент у науку (Naylor, 1990), чиме је формирана методологија научног метода каква је и данас.

На основама емпиријске парадигме осамдесетих година двадесетог века CLISP (Children’s Learning in Science Project) пројектом, обликован је образац у едукацијској физици назван конструктивизам заснован на идејама филозофије

Khuna, Poorega и осталих. У контексту конструктивизма ученик је активан учесник и интерпретатор наставног процеса.

Појам научни CLISP (Park 2004) односи се на поступке које користе ученици а који су слични стварним научним поступцима као што су: посматрање, запажање, постављање хипотезе, креирање експеримента, сакупљање података, анализа података, модел решења као и верификација модела.

Нобеловац Шарпак (Charpak, 1924 – 2010.) уз консултације са Ледерманом, а под покровитељством Академије наука, заговара идеју о увођењу научно – истраживачког приступа у основне школе у Француској 1996. године, под називом „*La main à la pâte*”. Позитивно искуство као и стручна оцена Француских научника, дали су за резултат да пројекат буде прихваћен и у другим земљама широм света: Немачкој, Аргентини, Белгији, Камбоџи, Камеруну, Чилеу, Колумбији, Сенегалу, Словачкој, Шведској, Швајцарској, Тунису, Вијетнаму, Кини, Бразилу... (Офре, 2004). Нешто касније ову праксу су прихватили: Авганситан, Алжир, САД, Хаити, Иран, Луксембург, Мадагаскар, Мексико, Перу, Филипине, Того. У Србији 2001. под називом „Рука у тесту” пројекат покреће др Стеван Јокић, научни саветник из Института за нуклеарне науке у Винчи.

Научни метод у настави сједињује све карактеристике научних поступака (Уео, 1986; Наиг, 2005). Он није пуко запажање подложно превари чула већ је утемељено на системском посматрању, упоређивању и проверавању (Lelas, Vukelja, 1996).

Појаве и тела се истражују и потпуно описују а цео метод подразумева неколико фаза које представљају пут ка конкретном, суштинском научном мишљењу, које је применљиво у пракси (Kosso, 2009) :

Фаза непосредног емпиријског истраживања има задатак описивање, чулно – конкретних запажања предмета – појава;

Друга фаза представља прелазак са чулно – конкретних запажања на исходно – апстрактне особине, односно познавање особина предмета – појава;

Трећа: повратак ка процесу апстраховања на основу знања о особинама предмета – појава, односно, процесу преласка од исходне апстракције ка целокупном теоријско – конкретном познавању предмета – појаве.

Физика као фундаментална наука заснована на научном принципу несумњиво је од огромног значаја у откривању истине. Најмоћнија и најзначајнија сигурно је наука

са својим методама за откривање стварности стављајући научни принцип у први план.

Циљ проучавања физике јесте да створи прихватљив ниво познавања природних појава односно да створи научно писмено друштво. Научна писменост одређује оспособљеност појединца за: разумевање природе, употребу усвојених научних поступака и начела у доношењу одлука, укључивање у јавно разматрање научних проблема, технологија као и заштиту околине, креативно решавање проблема и доношење одлука.

Тај циљ се у настави физике остварује поступно на појединим нивоима образовања, примерено узрасту ученика, схватањем суштине научног истраживања и разумевањем научних подухвата. Оспособљавање ученика за изграђивање физичких знања самостално вођеним учењем започиње на почетку школовања, још пре увођења физике као предмета. Ученике треба, већ на почетку формалног школовања охрабривати да самостално постављају питања о природи и траже одговоре, да прикупљају податке и мере, врше квалитативна посматрања и расправљају о откривеном. Посебно у почетку ученичких истраживања нагласак је на брижљивом изражавању при опису и објашњавању, док теорија може причекати. Ученике треба похвалити због њихове знатижеље и креативности без обзира јесу ли истраживања испала како смо планирали. Истовремено треба подржавати вредности тимског рада и појединачног размишљања при извођењу закључка. Најважније је да ученици продру у дух науке и заволе такав приступ а свесност о научном поступку ће доћи касније. Истраживања која ученици врше при проучавању природе треба да буду занимљива, узбудљива тако да мотивишу ученике на даља истраживања.

Наставни задатак треба да се формулише у складу са процесом настанка научног знања (Давыдов, 1992).

Неопходна претпоставка за решавање овако постављеног задатка је да ученик у сажетој и скраћеној форми понови процес који је довео до настанка одговарајућих научних знања. На тај начин ученик не усваја знања у готовом облику, већ открива и реализује реалан процес који је довео до њиховог настанка у науци. Ученик примењујући исту методологију која је довела до формирања знања и појмова у науци ставља себе у сличну ситуацију у којој је био научник, превазилазећи при томе одређене (не све) противречности које се у том процесу јављају.

Уводећи научни метод у наставу, ученици усвајају одређен начин размишљања (постављање хипотеза, њихово експериментално потврђивање, доношење закључка

и решавање насталих проблема), који им олакшава решавање проблема не само у науци, него и у свакодневном животу (Gaugh, 2003).

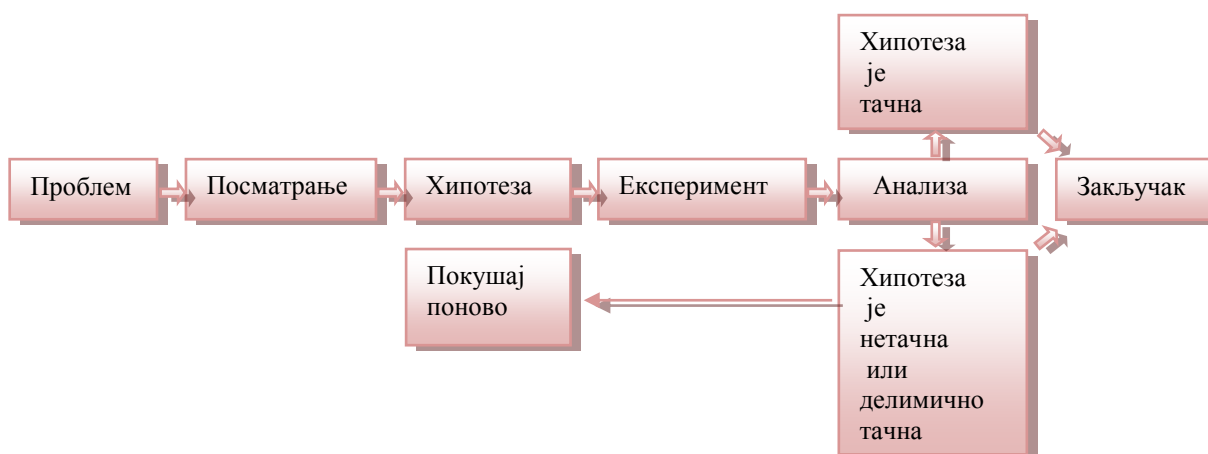
Ученик најлакше учи оне активности које за организам имају неке позитивне последице (Skinner, 1977). Мотивација утиче на опажање и зато се садржаји мотивације бирају у складу са карактеристикама предмета а у томе веома значајну улогу има наставник.

2.3 Фазе научног метода

Научни метод се реализује кроз одређене фазе које за циљ имају формирање научног знања (Зајечариновић, 1974).

Методички обликовано научно истраживање садржи исте фазе истраживања, али захтева и интелектуалну активност ученика.

Остварени резултати су значајно бољи, како у концептуалном разумевању физичких појмова, тако и у препознавању и исправљању типичних ученичких мисконцепција (Halloun, Hestenes, 1985; Crouch и сар, 2004).



Слика 2. Шематски приказ поступка научног метода

Фазе научног метода па тако и фазе научног метода у настави су: дефиниција проблема, прикупљање података, формулација хипотезе, експеримент, тестирање хипотезе и формирање закључка (слика 2).

Проблем који се поставља пред ученике мора бити такав да ће из његовог решења научити нешто ново о природи, подразумева се да одговор на постављени проблем нико не зна (Ђорђевић, 1997). Проблем који је постављен је проблем само за ученике јер је он у науци већ одавно решен. Неопходно је прецизно дефинисати предмете и њихова међусобна деловања као и мерљиве параметре. Значење израза проблем често се одређује као “знање о незнању”.

Као што сваки експеримент може бити основа истраживања тако може и реченица из уџбеника, анегдота, мисаони експеримент или нешто друго што је ученицима ново и непознато. Нагласак је на откривању нових чињеница за ученике, уз стицање различитих вештина (планирање, организирања и извођења истраживања, закључивања и доношења одлука, писаног и усменог изражавања и слично).

Да би се изнашле емпиријске законитости појаве односно предмета истраживања од особина за које се претпоставља да су значајне, неопходно је **прикупити податке** што представља основну компоненту научног метода. У циљу математичког описивања појаве и утврђивања степена поузданости или тачности, врше се мерења– квантитативна истраживања.

Веома је значајно прикупити што објективније информације како резултат истраживања не би зависио од оног ко прикупља информације.

Хипотеза је питање које је постављено у таквој форми да је на њега могуће одговорити експериментом. Под хипотезом се подразумева скуп претпостављених објашњења за видљиви феномен или образложена претпоставка о могућим узрочним везама између више феномена. Научни метод захтева да свако може проверити научну хипотезу. У суштини, то је наше претпостављено решење проблема, да на основу предзнања и здравог разума претпоставимо шта би требало добити као резултат. Истраживање ће бити успешно у оба случаја: и ако се потврди, и ако се оповргне хипотеза; неуспешно ће бити ако на крају и даље остаје недоумица да ли хипотеза важи или не. Сложеним проблемима је немогуће доскочити проверавањем једне хипотезе. Често је за решавање једног проблема потребан цео низ хипотеза које се проверавају одговарајућим низом експеримената. Постављање правих хипотеза је често ствар интуиције и искуства а неретко треба покушати више пута.

Експериментисање је аналитичка фаза истраживања о појави која се истражује прикупљањем најобјективнијих информација. Изузетно је важно да поставка

експеримента омогућава да се експеримент понови и да се тако добијени подаци провере. Резултати експеримента су "сирови подаци", треба их обрадити да би се дошло до закључка да ли је полазна хипотеза потврђена или оповргнута. Неопходно је обезбедити поузданост података како би се извршило тестирање хипотезе. Стога је потребно строго контролисати услове експеримента да би касније било могуће поновити експеримент у истим или мало измењеним условима.

Проверавање хипотезе представља онај сегмент научног метода у ком уз помоћ претпостављених модела и одговарајућег математичко-логичког апарата од "сирових" добијају коначни резултати. Ови подаци се најчешће презентују табелама и графицима. У општем случају не постоји рецепт за варијанту обраде резултата која би омогућила да се из експеримента "извуче" максимум информација, тако да је и у овом делу истраживања често неопходно ослонити се на интуицију и искуство. У неким случајевима, обрада резултата је толико сложена да је сама по себи истраживачки рад. Да би хипотезе биле валидне морају да задовољавају опште принципе чије је важење захтевано од стране целокупног ранијег искуства или математичким и логичким аргументима.

У фази **извођења закључака** коректна интерпретација резултата треба да потврди или оповргне хипотезу. Осим тога она треба и да квантификује неке од полазних претпоставки, нпр. о независности варијабли, о утицају спољашњих услова који се не могу контролисати, о поузданости експерименталног метода, о адекватности теоријског модела итд.

На основу једне или више потврђених хипотеза изводи се закључак о постављеном питању, који касније може да послужи за формулисање нове теорије. Теорија је хипотеза која је преживела низ провера. Највиши ниво представља математичка формулација испитиване појаве.

Приступ који препоручује научна метода ставља у први план конструкцију знања кроз практиковање науке и кроз активност, постављање питања, истраживање и експериментисање. Учи се кроз колективну конструкцију а не меморисањем сувопраних исказа.

Да би разумели резултат који су добили, ученици реализујући експерименте размишљају и дискутују.

Наставник предлаже ситуације које ученицима омогућују да смислено истражују. Усмерава ученике али не ради у место њих. Омогућује им да искажу и дискутују свој став, учествује у закључивању, а затим закључке ставља у контекст научних знања. Посебна пажња посвећује се језичком изражавању. Наставник води активности тако да се остварује прогресивни напредак у учењу.

Часови у одељењу се организују кроз теме, али на такав начин да је могућ постепени напредак у стицању знања и развијању приступа као и усменог и писменог језичког изражавања. Свакој теми се посвећује **довољно дуго времена** како би се омогућила реформулација, преправљање, и стабилизација стечених знања.

2.4 Принципи научног метода у школској пракси

Ако се сетимо свог школовања и упоредимо га са школовањем своје деце, сви се сећају лекција из..., лекција о...што већини ђака представља проблем. Лекција се лако представља као прича о стварима, књигама..... као беседа о изванредним успесима науке и њених примена.

Основу научног образовања у основној школи чини лекција из наука. Она представља педагошку секвенцу која се развија око неке теме, а при томе није временски строго одређена.

Најчешће коришћени модел: опажање, хипотеза, експериментисање, резултат, закључак представља оквир у коме се врши истраживање, хронолошки водич по коме се одвија час.

Пред ученике се поставља проблем који мора да буде јасан и прихваћен од стране ученика.

Да би ученик-истраживач могао и да реши постављени проблем неопходно је да схвати његов смисао, да у оквиру својих могућности учествује у његовом дефинисању, односно да проблем постане његов и да он самим тим има намеру да га реши.

Сами експерименти које користе ученици нису компликовани и захтевају једноставан и свима доступан материјал.

Током реализације огледа, ученике треба довести у позицију да знају шта желе да посматрају како би то и „видели“.

Посебно је важно да ученици имају могућност да изразе своје идеје као и представе о неком предмету, научном феномену и одговарајућој техници. Овај прогресивни процес заснован је на грешкама, исправкама, продубљивању и реконструкцији знања. Грешка може бити и корисна, она је саставни део процеса сазнања. Ученици формирају свест о разлици између гледишта заснованог на свакодневном искуству, и научног мишљења и при томе овладавају научним концепцијама (Јокић, 2005).

У научном методу веома је важно коришћење литературе. Ученици у литератури проналазе бројне информације, али могу пронаћи и много више уколико су доведени у позицију да знају шта траже.

Наставник у овом процесу усвајања научног знања има задатак да подстакне ученике да искажу а затим провере раније формиране идеје и концепције које су често некомплетне или контрадикторне са научним објашњењем феномена који разматрају у школи. Веома је битно имати на уму да се неке од ових идеја, приписују ђачким преконцепцијама, полазним концепцијама, лошим концепцијама или наивним концепцијама, а могу бити потпуно исправне али конструисане на ограниченом искуству и знању.

Сваки ученик поседује свеску за експерименте коју формира током свог школовања. Она приказује научне активности остварене у одељењу, у форми у којој је написао сам ученик као резултат рада на часу. Ученик у њу бележи годину за годином радове остварене у школи а и оне који су настали код куће, своја открића, сумње и питања. Пре извођења експеримента пише своја предвиђања покушавајући да их потврди. После извођења експеримента пише извештај о оном што је опазио и урадио а затим своје закључке. Да би их исказао он користи шеме, фотографије, табеларно приказивање мерених резултата, графика, планова, тестова, практичних реализација односно скупа различитих и комплементарних метода (Предавање наука у школи, Француска академија наука - „Рука у тесту“, 2004).

У одељењу се организује групни рад који омогућава конфронтацију идеја, подстиче истраживање, вербалну и процедуралну размену мишљења између ученика, олакшава постављање и тестирање хипотеза, посматрање, аргументовано објашњавање добијених експерименталних резултата, комплетнију претрагу литературе... Све наведене фазе истраживања увек се реализују у два нивоа, групном

и индивидуалном, а тако се потенцира прогресивна конструкција научних знања ученика.

При интерпретацији испитиваних појава као и добијених резултата, у конфронтацији идеја, као и прихватању туђих ставова, изражени су међусобна комуникација и толеранција.

Велики број ученика, који имају језичке потешкоће у неким дисциплинама, врло често заједничким радом током научних активности их неосетно превазилазе.

Све наведено представља принципе на којима се заснива научна метода у школској пракси (<http://rukautestu.vin.bg.ac.rs/>)

Идеја водиља ове методе је:

Учи радећи. Учи постепено, грешећи. Учи заједно са својим друговима и експертима а свој став изрази пишући. Прикажи тај текст другима, суочи своје мишљење са њима и са експерименталним резултатима и на тај начин тестирај заснованост и пуноважност.

Овај метод код ученика развија способност да планирају и решавају проблеме, да планирају поједине кораке и мењају план када је то потребно.

Учећи на овакав начин ученици стичу способност да разумеју и повежу различите делове информације када им оне нису приказане преко познатих репрезентација, да систематски и с намером уђу у интеракцију с проблемом како би открили информације које нису дате.

Све ово представља компетентност у решавању проблема чија је процена први пут вршена PISA истраживањем од 2012. (Павловић-Бабић, Бауцал, 2013)

Она представља основу за будуће учење, ефикасно учење у друштву, као и професионални и лични развој. Ова компетенција ученицима омогућава да ефикасно резонују у непознатим ситуацијама, оспособљава их да примене научено у новим ситуацијама, да могу да анализирају комплексне проблемске ситуације и доносе заснована решења али и предвиђају услове који су неопходни за реализацију решења.

Развијеност ове компетенције одређује оспособљеност људи да примене когнитивне стратегије при сусрету с изазовима у животу (Lesh & Zawojewski, 2007)

2.5 Улога наставника у процесу учења применом научне методе

Улога наставника се битно мења. Наставник се води следећим одредницама:

- **Наставник остварује наставни програм истраживачки усмереном наставом.**

Наставник одређује конкретне циљеве за сваку наставну тему и дугорочне циљеве за поједине наставне целине. Наставник усмерава и подстиче учениково истраживање. Стратегија наставниковог деловања подстиче ученичко разумевање и самостално деловање као и развој научне методе. Наставник сарађује с наставницима осталих наставних предмета и ради на повезивању садржаја као и заједничком деловању у остваривању васпитно-образовних циљева.

- **Наставник је водитељ који олакшава учениково учење.**

Он координира расправу о научним идејама између ученика, ствара услове за конструктивна размишљања и конфронтацију ставова ученика у вези појаве која се истражује, реализације експеримента и приказа резултата. Подупире и обликује вештине научног истраживања, подстиче знатижељу, отвореност према новим идејама и сумњу као обележје науке. Прати да ли је проблем из свакодневног живота ученик препознао и за његово објашњење користио научна знања. Управо прелазак са свакодневног, здраворазумског концепта на научни представља важан сегмент у остваривању научне писмености (Duit 2006). У случају да ученик постави питање на које наставник не може одмах да одговори, проблем се решава заједнички, наставник постаје део тима са ученицима, при чему заједнички решавају проблем, помоћу новог експеримента или коришћењем литературе.

Препознаје различитости између ученика и преузима одговорност за учествовање сваког ученика у процесу учења и подстиче ученичку одговорност за учење.

- **Наставник стално процењује успешност наставе и учења ученика.**

Употребљава више метода и системски прикупља податке о учениковом разумевању и способностима. Анализира ученичка постигнућа и на основу тога планира будуће активности. Води ученике да сами процењују своју успешност. Посебан значај за наставника има информација коју током наставе добија о нивоу ученичких постигнућа. Она му омогућава корекцију наставног процеса (Desimone 2002; Cahyadi & Butler, 2007). Веома је значајно не санкционисати грешке које ученик прави на самом почетку или током истраживања. Грешка се не сматра погрешком, она је обавезна и инхерентна је процесу учења.

- **Наставник формира и организује окружење за учење тако да ученик има приступ изворима знања и довољно времена.**

Ствара услове који подстичу ученичка истраживања тако да су ученику доступна и приступачна научна оруђа, наставна опрема, медији и остали технолошки извори укључујући и изворе знања изван школе. Запошљава ученике у стварању окружења за учење као и у организовању времена. Посебно брине да је радна средина потпуно сигурна за ученике.

- **Наставник подстиче развој мишљења и мотивише ученике за бављење науком и ван обавезног програма.**

Захтева поштовање различитих идеја, вештина и искуства других. Омогућује ученицима утицај на одлучивање о садржају и начину њихова рада, али тражи од њих преузимање одговорности за постигнућа свих ученика. Обликује формалну и неформалну расправу засновану на уважавању научних ставова и подстиче сарадњу између ученика. Истиче важност вештина и мишљења током истраживања.

- **Наставник планира и развија школски програм.**

Учествује у припреми распореда часова и планирању организације рада. Координира припрему и остваривање програма рада с осталим наставницима. Унапређује школски програм рада на основу процене постигнућа. Организује разна дешавања у школи заједно с колегама: рад на ученичким пројектима, такмичења и сусрете, популарна научна предавања и трибине.

2.6 Проблемска настава

Ученици почињу изучавати физику у 6. разреду и то је период у коме се снажно развија способност логичког, апстрактног мишљења (Piaget, 1970). У том периоду ученик је истраживач и најбоље учи у акцијама тежећи ка остварењу одређених циљева.

Велики број ученика тада мења начин и структуру мишљења. Ученици постепено стичу способност за извођење формалних мисаоних операција као што су: апстракција, претпостављање, моделовање, уопштавање и дедукција. При томе је веома важан и одлучујући развојни фактор решавање проблема. Решавање проблема

заузима централно место у наставном процесу (Ткалчић, 1939). Проблем се решава мисаоним операцијама а не на основу научених техника. То значи да постоји тесна веза између мишљења и решавања проблема.

Савремена литературе у областима које се баве образовањем већ дуже време промовише решавање проблема као облик мишљења вишег реда које се развија и подстиче у школским условима, а има висок трансферни значај за све области функционисања појединца.

У истраживачком циклусу PISA 2012 први пут је вршена процена компетентности у решавању проблема. У центру пажње истраживања налазе се когнитивне вештине које су неопходне за решавање непознатих проблема с којима се особа сусреће у животу а који се не налазе у оквиру стандардних курикулума (Павловић-Бабић, Бауцал, 2013).

Решавање проблема је процес у коме долази до пуног изражаја активност мишљења. Ученик решавајући проблеме мора размишљати, посматрати, анализирати, учавати везе и односе, уопштавати, судити и закључивати. Међутим, решавање проблема није само облик и функција мишљења него и учења. То је таква ситуација учења у којој доминира нека тешкоћа, спорност, празнина у мисаоном току коју треба уз помоћ нових података попунити и решити проблем. Решавајући проблем ученици долазе до нових сазнања, учавају нове законитости, обогаћују своје искуство и формирају навике, овладавају методама решавања и културом истраживања, културом интелектуалног рада, а све то доприноси обликовању научног погледа на свет.

Да би смо решили проблем у физици најпре га морамо уочити, затим схватити, поставити хипотезу, проценити њену ваљаност и верификовати је. Да би се остварио такав поступак, потребно је знати одабрати и послужити се литературом (текстовима), експериментима, увиђати и пронаћи пут ка решењу.

На тај начин развија се способност дивергентног мишљења у ком се испољавају стваралачке способности личности. Дивергентно мишљење је флексибилно, води у различитим правцима до правог решења проблема.

Способност решавања проблема уско је повезана с темпераментом личности и њеном мотивацијом. Ова способност је повезана како са неким природним тако и са неким стеченим особинама.

Проблемска настава представља процес у ком ученици кроз специјално разрађен систем, решавајући проблемске задатке, овладавају навикама стваралачког рада, усвајају знања и начине рада. Овакав рад код ученика формира личност која се стваралачки односи према свом раду.

Проблемски задаци који се постављају ученицима су стваралачки само за њих јер су ти задаци већ решени. Знајући ток решавања и његове могуће варијанте, наставник конструише задатке. Сваки наставни проблемски задатак је вештачка педагошка конструкција јер се посебно припрема за наставу.

Да ли ће личност испољити креативност или ће бити спремна на дуготрајан и упоран рад зависи од темперамента и мотивације. То значи да је за наставу веома значајна успешна мотивација.

Проблемска настава као облик учења поседује две битне карактеристике: постојање неког циља и постојање потребе (мотива) за одговарајућу активност (Стевановић, 1975). То значи да проблем поред когнитивне има и васпитну улогу јер развија упорност, истрајност и вољу.

Све што је наведено учествује у развоју дивергентног мишљења које доприноси налажењу решења проблемске ситуације,

Основна улога наставника у проблемској настави је да решавањем проблемске ситуације мотивише ученике за стицање нових знања и свестран развој личности.

2.7 Дидактичке карактеристике проблемске наставе

Почевши од средине 1980-их година, истраживачи су открили да су се покушаји да предају апстрактна, генерализована решења проблема, показали неефикасним (DeVolo 1983; Вејер, 1984). На нашем тлу, значај решавања проблема је благовремено схваћен што је омогућило да учење путем решавања проблема не буде непознат у нашим школама. Василије Пејхаљ залагао се за наставу у којој ће постојати одређена потешкоћа, проблем. У жељи да наставу учине учењем, проблемском наставом су се у својим истраживачким радовима бавили бројни педагози који су кроз своје експерименте показали праве путеве активне и стваралачке наставе. Најзначајнији радови у овој области су радови: Ничковића, Квашчева, Кркљуша, Продановића, Стевановића, Ерцега, Фурлана, Петровића и других.

Проблемска настава је настава која се појављује у савременој наставној пракси. Како је она настава, то је у проблемској настави испоштована структура наставног процеса као све његове законитости.

Педагози и психолози се слажу када је у питању атрибут **ПРОБЛЕМСКА**.

Према Дјуију, који се може сматрати идејним творцем проблемске наставе, проблем је све оно на шта се мишљење спотакне. Ово значи да чим човек почне мислити, он решава проблем, или ако решава проблем мора да мисли.

То је нова невоља са којом се суочава појединац (Erden i Akman, 1998).

Проблем или проблемска ситуација јавља се као таква пре свега уколико у њој има непознатих односно непопуњених места које треба попунити на чије место треба ставити њихова значења (Rubinstein, 1979). То значи да у проблемској ситуацији увек постоји нешто имплицитно-кроз однос са оним што је у њој дато, што се у њу укључује, претпоставља, али није дато експлицитно, нешто што је дато имплицитно а не експлицитно а то значи и задато.

Проблемом се исказује супротност између датог и траженог, експлицитног и имплицитног, попуњеног и непопуњеног, познатог и непознатог. Ово указује на пут решавања проблема и треба увек поћи од оног што је познато па ићи и откривати оно што је непознато. Одавде следе битне карактеристике:

- 1) проблем је одређена тешкоћа,
- 2) проблем изазива истраживачки однос субјекта према решавању,
- 3) решавањем проблема човек обогаћује своје знање.

Мисаоне процесе решавања проблема проучавали су многи аутори.

Когнитивне теорије учења сматрају да решавање проблема подразумева сложену менталну активност која се састоји од различитих способности и радњи. У решавању проблема укључене су способности и радње вишег реда: визуализација, удруживање, апстракција, манипулација, резоновање, анализа, синтеза, генерализација (Garofalo & Lester, 1985)

Piaget је сматрао да се сазнање стиче решавањем проблема, помоћу мисаоних структура које поседује сваки појединац. Уколико те структуре нису довољне да се

задати проблем реши оне се морају мењати, при чему постављени проблем бива решен, а когнитивна равнотежа између појединца и проблемског задатка бива успостављена.

Проблем решавају ученици самостално или уз минималну помоћ наставника. Ту наставник мора бити врло опрезан јер ако се његова активност повећа и он почне да решава проблем или мисаоно води ученике то значи да је прешао на хеуристичку наставу.

Проблемском наставом можемо обухватити само оне проблеме чији је пут решавања познат али га ученици не знају. Ова чињеница нам одређује још једну битну карактеристику проблемске наставе, а то је да ученици самостално, поново откривају кроз наставу оно што је већ откривено, али ученицима непознато.

Истраживачи су утврдили да постоји велика разлика између онога што представља проблем за научника и онога што ученик решава као проблем иако посматрају исту појаву или феномен.

Начин спознаје научника и ученика који решавају проблеме разликује у три основне карактеристике:

1. када научници решавају проблеме, имају дубља схватања и представе, домен (контекст) и при решавању проблема могу да се ослоне на опсежне резултате претходних искустава.
2. решавање проблема на истом домену, омогућава научницима да користе различите методе и стратегије (Jonassen, 1997) док су оне за ученике још увек велика непознаница.
3. ученици праве више грешака него научници, а њихове грешке су најчешће заблуде везане за непажњу или случајно погађање.

Да би остварили образовно-васпитне циљеве неопходно је развијати мишљење ученика, а да би се оно развијало неопходно је ученика ставити у положај да решава проблеме. На тај начин ученику је омогућен стваралачки рад.

Проблеми које наставник користи на часу не могу се решавати по неком шаблону а то значи да ученик мора да овлада читавим склопом мисаоних операција. Ту се подразумева да ученици ради налажења решења морају да овладају операцијама упознавања и увида као и операцијом стварања.

Највећи домет проблемске наставе у дидактичком смислу јесте момент када ученици почну сами да формулишу и постављају проблеме и самостално их решавају.

По Вујасу (1950) „Помоћу конструктивног маштања изналазимо решења проблема, стварамо хипотезе, планове и одлуке.“

Из свега што је наведено може се закључити да су битне карактеристике проблемске наставе:

1. постојање тешкоћа, препрека (делује мотивационо)
2. противречност између познатог и непознатог
3. свесна, стваралачка и што самосталнија активност
4. уочавање односа између датог и задатог
5. налажење нових праваца решења
6. усвајање нових знања
7. стварање нових генерализација
8. долазак до циља.

То су уједно и главне активности проблемског учења.

За успешну организацију и извођење проблемске наставе као и успешно решавање проблема у настави неопходно је поштовати систем дидактичких упутстава (Ничковић, 1970)

- све наставне јединице нису погодне за ”проблематизовање”
- проблем треба поставити на почетку часа на начин који ће мотивисати ученика
- тежина проблема треба да одговара узрасту ученика
- нови проблем треба да се бар делимично заснива на претходном искуству и знању ученика
- код ученика треба развијати способност за критичко и стваралачко приступање решавању проблема
- у настави је најзначајније да ученици уоче суштинске везе и односе
- треба стварати ситуације у којима ће ученик упознавати различите технике учења и самосталност рада
- веома је важно пружити могућност сваком ученику да изложи своје хипотезе и предлоге за решавање проблема
- решавање проблема не треба схватити као круту шему
- треба препустити ученицима да сами постављају проблеме и планирају решавање

- у традиционалној настави може се користити проблемски начин рада и мишљења
- плодноснији је рад када ученици сами оцењују резултате и организацију у процесу учења помоћу решавања проблема

2.8 Нивои проблемске наставе

Правилно извођење проблемске наставе мора да задовољи одређене критеријуме. Неопходно је за дати наставни садржај и дате радне услове правилно одабрати степен ангажовања ученика у решавању проблема, тј. потребно је правилно одабрати ниво проблемске наставе. Користећи различита теоријска сазнања и практична искуства Бранковић (1999), наводи да се нивои проблемског учења могу разврстати на следеће:

Проблемско излагање представља први, најнижи ниво проблемске наставе. То је такав облик учења путем решавања проблема који захтева најмању активност ученика, јер наставник поставља и решава проблем, а ученици слушају и настоје да схвате и запамте одређене садржаје. Наставник ствара проблемску ситуацију у облику у коме се она појавила у науци. Он дати проблем дидактички обликује и у решавању настоји да прође кроз исте фазе кроз које је наука пролазила на путу до открића (то је најдужи пут). На формулисани проблем наставник не захтева да ученици решавају проблем већ саопштава ученицима своја размишљања, могуће хипотезе, проверава их, одбацује погрешке, изводи закључке и налази решења која поткрепљује аргументима и провером.

Проблемско излагање користи се код оних наставних садржаја који су за ученике потпуно нови и нису ни у каквој вези са њиховим искуством. Проблемским излагањем ученици не само да стичу нова знања већ треба да уоче како се осмишљено посматрају физичке појаве и како се врше мисаоне операције, анализа, синтеза, поређење, уопштавање и извођење закључка.

Проблемски дијалог је виши ниво проблемске наставе у којем се остварује већа активност ученика који постају субјекти у решавању проблема. Наставник и на овом нивоу проблемске наставе ствара проблемску ситуацију, формулише проблем, али га не решава сам већ тражи да то ураде ученици. До решења се долази кроз дијалог

наставник – ученик и ученик – наставник. За овај ниво проблемске наставе најважнија је фаза декомпозиције главног проблема на више мањих. Уколико су ови појединачни проблеми добро одабрани и формулисани на њих ће моћи да одговори бар један ученик у одељењу што је довољно да одржи процес решавања проблема до потпуног решења. Колико ће ученици бити активни у решавању ових епизодних проблема зависи од тога колико је проблем био прилагођен могућностима ученика и тога колико их је проблемска ситуација заинтересовала, као и од тога како је извршена декомпозиција.

Може се десити да у случају проблемског дијалога ученици не дођу самостално до решења проблема иако је све коректно урађено. Не треба сматрати проблемску наставу неуспелом јер знања која су ученици добили путем проблемског дијалога па и ако нису самостално дошли до “открића” много су вреднија од знања која стичу само примањем готових информација.

Самостално решавање проблема. У овом случају наставник ствара проблемску ситуацију и формулише проблем а ученици га сами решавају. Овај ниво проблемске наставе се најчешће остварује у облику израде лабораторијских вежби без икаквих инструкција, проблемским домаћим задатком, проблемском темом за семинар... У случају овог нивоа проблемске наставе ученици треба потпуно самостално, уз помоћ литературе да реше проблем.

Самостално постављање и решавање проблема. Проблемску ситуацију у овом случају припрема и реализује наставник а од ученика се тражи да сами формулишу и реше проблем као и подпроблеме. Наставник на овај начин добија увид о томе да ли су ученици схватили проблемску ситуацију и њене противречности. Сем тога добија се и низ повратних информација од ученика о томе којим знањем располажу, какве су им способности мишљења и слично. Овај ниво проблемске наставе оствариће се само за оне наставне садржаје за које се верује да су ученици у стању да формулишу проблем и да га самостално уз извесно усмеравање наставника реше.

Који ће од ових нивоа бити употребљен зависи од више фактора, а то су: карактер наставног садржаја, степен до кога ученици познају проблемску наставу и тежина проблема.

2.9 Принципи проблемске наставе

Да би наставу сматрали проблемском, мора задовољити одређене принципе, захтеве, општа начела. Проблемска настава физике може бити успешна ако су остварени следећи принципи:

1. Принцип атрактивности проблемске ситуације и проблема;
2. Принцип примерености проблема;
3. Принцип сврсисходности и економичности проблемске наставе;
4. Принцип мотивисаности ученика;
5. Принцип привржености наставника проблемској настави

1) **Принцип атрактивности проблемске наставе:** да би проблемска настава закупила пажњу ученика и побудила његово интересовање за стицање знања кроз решавање проблема, неопходно је да постоји нека необичност, неочекивана противречност или неки други ефекат. Стање напетости мисли и потребу за сазнањем кроз решавање проблема може изазвати таква проблемска ситуација, која је за ученика атрактивна и привлачна. Принцип атрактивности представља дакле захтев да се при извођењу проблемске наставе настоји да она буде ученицима интересантна и допадљива.

2) **Принцип примерености проблема:** Проблемска ситуација и проблем треба да за ученике представљају одређену тешкоћу која се не може решити без мисаоног напора, анализирања, повезивања као и правилног закључивања. Истовремено постављени проблем мора код ученика да оставља и потенцијалну могућност да ће доћи до решења. Значи проблем који се користи мора бити примерен узрасту ученика тј. њиховим психофизичким способностима, предзнањима и искуству. Уколико је проблем сувише тежак ученици ће изгубити вољу за решавање проблема па ће им наставна јединица деловати одбојно. Исто тако проблем не сме бити ни сувише лак јер ће изостати интересовање ученика а тада неће постојати ни потреба за усвајањем нових знања и актуелизирање раније стечених знања. Принцип примерености проблема представља захтев да проблем не буде ни сувише лак ни сувише тежак. Ефикасан и научно оправдан став третира наставу као фактор предусретања развојних могућности ученика. Према том ставу решавање проблема би требало да својом тежином и теоријским нивоом узима у обзир развијање мишљења на нивоу „зоне најближег развитака“ (Vygotsky 1985, Занков 1965, Leontiev 1981, Galjperin, 1972).

3) **Принцип економичности и сврсисходности проблемске наставе:** Иако је многим истраживањима потврђена предност проблемске наставе над осталим наставним системима у образовном процесу не може бити само она примењена. Чињеница је, да је за обраду наставног садржаја путем проблемске наставе потребно много више времена него применом били ког другог система. Зато је увек неопходно проценити сврсисходност и економичност.

Проблемска настава захтева већи утрошак времена и то не само у настави већ и у припреми наставе. Међутим то не сме бити разлог не примењивању овог наставног система јер већи утрошак времена резултира већом дубином и трајношћу усвојених знања, успешнијим развијањем стваралачког мишљења и већом умешношћу примене стечених знања у новим ситуацијама. Тамо где је потребно остварити темељнија знања оправдан је већи труд и утрошак времена. У таква знања могли би се сврстати: основни физички појмови, карактеристичне и кључне појаве, најважнији закони, водеће теорије и принципи.

4) **Принцип мотивисаности ученика:** познато је да ученик прихвата задатак само у случају када је циљ који ће постићи решавањем проблема за њега субјективно важан. Значи да у свакој проблемској ситуацији ученици треба да виде и неке своје интересе. Тада се у свести ученика формирају унутрашњи мотиви у виду жеље да се он истакне, афирмише као интеллигентан и способан или у виду сазнања да ће решавањем проблема научити нешто што ће у животу моћи да искористи. Ово је један од битних услова да би дошло по појачане активизације мишљења а такође и успешног учења.

5) **Принцип привржености наставника проблемској настави:** без обзира на већ напред изнете предности проблемске наставе над осталим наставним системима она неће показати жељене резултате уколико наставник нема поверења у њу, сматра је претешком, избегава и мрзовољно је остварује.

Раније је истакнуто да успешност проблемске наставе зависи од ангажованости ученика на часу, која је опет директна функција наставниковог понашања на часу. Од тога колико се наставник ангажује на часу, колико уноси оптимизма, вере и свог одушевљења у процесу решавања проблема, зависи колико ће ученици прихватити проблемску наставу и какви ће се резултати добити.

2.10 Фазе реализације проблемске наставе

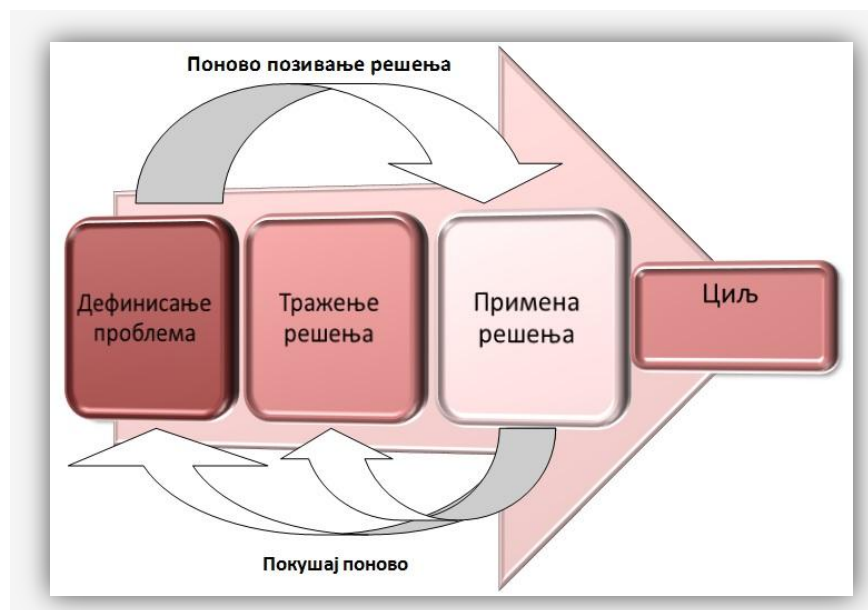
Основне фазе у решавању проблема потпуније је дефинисао Дјуји - идејни творац проблемске наставе, касније су те фазе други аутори само делимично модификовали.

Истраживачи су током 1960-их и 70-их година, развили опште моделе решавања проблема којима су објаснили сам процес решавања проблема (Newell & Simon, 1971, Polya 1957, Bransford & Stein 1984). Претпоставка је да би се учећи вештине решавања проблема, оне могле пренети на било коју другу ситуацију. У решавању проблема неопходно је пронаћи везу између прошлих искустава и задатог проблема, а затим поступи по моделу (Mayer 1983)

Когнитивна истраживања урађена у последњих 20 година довела су до различитих модела решавања проблема.

Како ће се организовати час, кроз које ће етапе пролазити зависи од више чинилаца. Природа градива као и проблемски задатак, претходна знања ученика и њихова искуства у решавању проблема су фактори који ће усмеравати наставника при структурирању часа проблемске наставе. Једно од могућих решења наводи следеће етапе (Вилотијевић, 1999):

1. Постављање проблема (стварање проблемске ситуације)
2. Налажење принципа решења (избор рационалне хипотезе)
3. Декомпоновање проблема (разлагање општег на уже проблеме)
4. Процес решавања проблема (верификација хипотеза)
5. Констатације, налази, закључци (схватање суштине проблема)
6. Проверавање закључака у новим ситуацијама



Слика 3. Основне когнитивне активности у решавању проблема

Овај модел идентификује основне когнитивне активности у решавању проблема (слика3):

- *Постављање проблема* укључује позивање на постојећа знања ученика, идентификацију циља и релевантне полазне услове.

У овој фази час наставник излаже задатак у проблемском облику. То је фаза стварања проблемске ситуације. Час овакве наставе не почиње понављањем старих садржаја ради бољег повезивања са новим, већ постављањем питања-проблема за размишљање која ученика изводи из стереотипног начина мишљења и захтева од њега мисаони напор да би се та проблемска ситуација решила (Ничковић, 1970). Наставник подстиче ученике на размишљање и предлагање хипотеза ради трагања за могућим решењем. Помоћ наставника у овој фази је више посредна, путем додатних подстицајних питања

- *Решење* укључује трагање, прецизирање циља и развијање плана акције за постизање циља. Ова фаза подразумева рашчлањавање глобалног проблема на његове саставне делове.

За сваки од тих проблема организују се огледи. То је фаза непосредног решавања која је уједно и фаза проверавања постављених хипотеза а на њеном крају се изводи општи закључак.

- *Примена решења* укључује извршавање плана деловања и вредновања резултати. Проверавање стеченог знања и препознавање сазнајних законитости у новим случајевима.

2.10.1 Стварање проблемске ситуације

Уместо да настава почне другим, релативно нерационалним уводним разговором „да би се на старо надовезало ново градиво” час може почети постављањем проблема за размишљање (Ничковић, 1970). Да би задатак био проблемски за његово извршење није довољно поседовање одређених знања. Недостатак података који указују на пут и идеју решавања чине задатак стваралачким (Разумовски, 2004). Такви задаци делују мотивационо и развијају интелигенцију (Пејхел, 1934).

Начини стварања проблемских ситуација у настави физике могу да се поделе у две основне групе: вербални начин, у овом случају наставник усменом речи или помоћу аудиосредстава ствара проблемску ситуацију и започиње час, и практични начин, када наставник користи наставна средства (оглед, филм, објекат) и на тај начин

ученицима показује физичку појаву, законитост, поступак и сл. Добро постављен проблем, за наставу значи више него само решавање проблема (Werthajmer, 1987).

Вербални начин стварања проблемске ситуације заснива се на наставниковом добром познавању историје физике, научно популарне литературе из области физике и технике, коришћењу сопственог искуства и искуства педагошких радника и самих ученика, на информисаности о новинама у физици и техници до којих се долази праћењем одговарајућих часописа. Као добри материјали за стварање проблемске ситуације и формулисање проблема у проблемској настави физике могу се после одређене дидактичке трансформације употребити описи из историје физике, детаљи из биографија знаменитих научника-физичара, анегдоте, шале, загонетке које у себи садрже и елементе физике.

Основу за стварање проблемске ситуације вербалним начином при обради закона струјања (Бернулијева једначина, једначина континуитета) чини следећа анегдота:

„Са крова новоподигнуте сеоске куће ветар већ два пута подиже црепове, док са другим кућама то није случај. Власник ове куће се пожали једном старијем мештанину, а овај му рече да на балкону поткровља начини отвор. Власник куће послуша савет и заиста после тога ветар није подизао цреп.“

Проблем: Зашто ветар не подиже цреп са крова чије поткровље није сасвим затворено већ има неки отвор?

Објашњење: У флуиду постоји обрнута пропорционалност између брзине и притиска, што је брзина већа притисак је мањи. Ово следи из Бернулијево једначине континуитета и чини суштину Магнусовог ефекта. Ако изнад крова дува ветар довољном брзином, изнад крова влада много нижи притисак од атмосферског који постоји у поткровљу. Значи да због тога атмосферски притисак подиже цреп. Ако направимо отвор у поткровљу постићи ћемо да се ови притисци изједначе те тада ветар више неће подизати црепове.

Постоји још низ других примера који се могу узети за вербално стварање проблемске ситуације. Исто тако могу послужити и честе заблуде и промашаји у тумачењу физичких појава кроз историју.

Практични начин стварања проблемске ситуације је за ученике знатно привлачнији због могућности конкретизације и очигледности чињеница на којима се оне заснивају. Све оно што ученик може да види и да се сусретне са неком противречношћу а није вербални исказ може се искористити за практични начин стварања проблемске ситуације и формулисање проблема. Могуће су и примене шема или инсерти из филма као извор проблемске ситуације. За практични начин стварања проблемске ситуације најпогоднији су демонстрациони огледи, експериментални задатак у виду фронталне или групне вежбе или рачунски задатак чији поступак решавања или решење садржи елементе нелогичности или неке противречности на нивоу знања ученика. Пажњу и интересовање ученика побуђује сваки изведени експеримент. Ако одговарајућим демонстрационим огледима обезбедимо проблемску ситуацију поред већ познатих предности извођења експеримента у настави постиже се и развијање стваралачког мишљења ученика.

Уколико знања ученика нису довољна да објасне изведени оглед или су њихова знања у супротности са изведеним огледом, настаје проблемска ситуација. Исту ситуацију ћемо имати и уколико наставник изведе оглед а од ученика затражи да предвиде резултат и при томе се види да су та предвиђања погрешна. Наставник мора водити рачуна о томе какав ће оглед користити јер уколико ученици правилно предвиде резултат изостаће проблемска ситуација. Међутим и ако се оваква ситуација деси, проблемска ситуација ипак може настати јер је мало вероватно да ученици са расположивим фондом знања могу изведени оглед и да објасне.

Стварање проблемске ситуације демонстрационим огледима у циљу обраде новог наставног садржаја може се илустровати следећом примером:

Уколико желимо да обрадимо наставни садржај у вези са атмосферским притиском, најједноставније је извести оглед помоћу обичне чаше са водом и једним листом хартије.

Наставник може ученицима да се обрати речима: „Ако у чашу успемо воду, отвор прекријемо комадом папира а потом чашу окренемо тако да отвор са папиром буде доле а дно горе, шта ће се десити?“ Ученици ће предвидети пад хартије и истицање воде из чаше знајући да лист папира није никакав затварач и да вода има одређену тежину.

После таквих предвиђања наставник сипа воду до на две трећине дубине чаше а затим комадом папира који има димензије нашто веће него отвор чаше прекрива га. Преко папира се ставља тврд и раван предмет и пажљиво изврће чашу при чему се настоји да папир добро пријања уз обод чаше. Када се све добро умири помоћни предмет се уклони, ученици ће бити изненађени чињеницом да папир сасвим добро задржава воду у чаши.

Сад постављамо ПРОБЛЕМ: Која сила спречава пад папира и истицање воде из изврнуте чаше?

После више нетачних претпоставки ученика, наставник може обрадити наставну јединицу о атмосферском притиску.

Из наведених примера видимо да без обзира о ком начину стварања проблемске ситуације се ради, средство које се користи мора садржати погодан елемент проблемности. Елементи проблемности на којима ће се базирати проблемска ситуација могу бити: неочекиваност појаве, догађаја, тврдње, конфликт или непотпуност услова.

2.10.2. Предлагање хипотеза, рашчлањавање глобалног проблема

У овом делу часа долази до изражаја активност ученика који самостално решава проблем при чему се улога наставника не искључује. Његова улога је сада усмеравање ученика који решавају проблем. У овој фази може доћи до понављања и систематизације ученичких знања, а то их подстиче на самостално решавање проблема.

Значи при учењу путем решавања проблема један део се само научи док се један део понови, преплићу се дакле „стари“ и „нови“ наставни садржаји. Ако се наставна јединица рашчлањава на више логичко-дидактичких целина, онда се после сваке јавља нова проблемска ситуација па се наставник јавља у улози организатора и верификатора претходних решења како би се могле решавати друге.

У оваквим ситуацијама ангажованост наставника је веома важна. Пажња наставника мора бити максимална и због тога што сви ученици нису истовремено схватили

проблем као и због тога што сви ученици не могу истом брзином решавати проблем због индивидуалних разлика, што и јесте недостатак проблемске наставе.

Решавање проблема захтева да се постављају хипотезе. Свако прихватљиво решење подлеже одговарајућој провери. Хипотезе се модификују и помоћу њих се обликује, односно конструише модел који објашњава или решава проблем. Моделом се сумира комплекс неких својстава или објеката реалног света који нас занима и оптимално му одговара. Однос између модела и стварности, мора бити до одређеног степена изоморфан, јер само тако помаже објашњењу стварности.

Уколико смо проблем рашчланили на више саставних делова на крају изводимо општи закључак. Тек сада проверавамо стечено знање и покушавамо да препознамо сазнање за законитости у новим случајевима.

Постављање хипотезе и конструисање модела можемо показати на примеру енергије као и њеног препознавања.

Оглед 1: Еластично перо будилника затегнемо у одређени положај да би будилник зазвонио након одређеног времена.

Оглед 2 : Чекић држимо изнад ексера, када га пустимо на ексер он га закуца у даску.

Постављање хипотезе:

Започињемо питањима: *Које својство поседује затегнута еластична опруга сата или чекић подигнут на одређену висину изнад ексера?*

Треба истрајати на томе да учесници расправу поткрепљују другим примерима о истој особини ветра, воде иза бране акумулационог језера, хране, угља као горива, бензина, воде која тече, муње и сл.

Ради остварења материјалног задатка инсистирамо на речнику физике па настављамо са постављањем питања.

Како називамо то својство ?

Конструисање модела: Настављамо са постављањем питања: *По чему препознајемо својства тела, односно неког система које физичари називају енергијом ?*

Које све процесе уочавамо када се то својство мења, претвара или преноси с објекта на објекат ?

Енергију тела које се креће називамо кинетичком енергијом. Када се тело налази у неком положају у односу на друго тело или ако има одређени облик, тада кажемо да тело има потенцијалну енергију. За светлост говоримо да има светлосну енергију, наелектрисано тело електричну, а разна горива хемијску енергију. Загрејана тела имају унутрашњу енергију.

Све фазе се одликују високим степеном мисаоне активности свих ученика што је и главна карактеристика проблемске наставе.

2.10.3 Класификација проблема

Да бисмо имали увид у могућности примене проблемске наставе неопходно је извршити класификацију проблема.

За наставну праксу је најприхватљивије као критеријум за поделу проблема узети тип часа (Ерић, 1990).

Према овом критеријуму проблеми могу бити:

- проблеми који се постављају на часовима стицања нових знања
- проблеми којима се утврђује примена као образовно-васпитни ниво
- проблеми на часовима понављања и систематизације знања и
- проблеми на часовима проверавања знања.

За проблемску наставу најзначајнији су проблеми који се постављају на часовима стицања знања. Ове проблеме у принципу формулише наставник а можемо их поделити на две групе:

- проблеми за које ученик има неко предзнање, а зна и начин долажења до крајњег циља
- проблеми за које ученик нема никакво предзнање и да би га решио мора научити неке чињенице без којих не може доћи до решења проблема.

У прву групу проблема можемо сврстати следећи:

„Шта ће бити са електричном струјом у колу са паралелном везом отпорника?“

Ученик зна шта је електрична струја, да се мери амперметром и како се он укључује у коло, зна шта је паралелна веза а до решења проблема долази мерећи јачину струје

у гранама. После извођења огледа долази до закључка да је струја у неразгранатом делу кола једнака збиру струја у гранама.

Пример за другу врсту проблема био би:

Када уђемо у купатило и једном ногом станемо на тепих а другом на плочице оне ће бити много хладније од тепиха. Како је то могуће када знамо да су плочице и тепих у непосредном контакту?

Овај проблем ученик, са знањем којим располаже не може решити јер га питање наставника уверава да су плочице заиста хладније. Да би дошао до решења овог проблема ученик мора да научи провођење топлоте.

На часовима утврђивања, наставник користи проблеме којима се утврђује примена да би утврдио да ли је знање ученика на нивоу примене. За ове часове наставник бира оне проблеме са којима се ученик до тада није срео јер онај проблем који је већ решен на часу више није проблем.

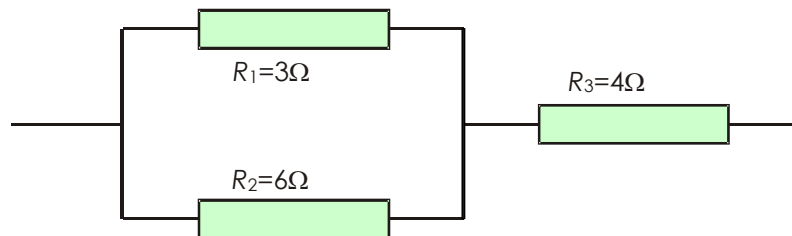
У ову групу проблема могли би сврстати следећи:

На часу на ком су обрађени отпорници и њихово везивање, ученици су научили да две исте сијалице јаче светле када су везане паралелно него када су везане редно. Наставник формулише проблем: У електрично коло вежемо прво једну сијалицу а затим две сијалице паралелно. У ком случају ће сијалице јаче светлети?

Ученик би одговор на ово питање могао наћи мерењем јачине струје у сваком поједином случају, међутим од ученика се тражи да прво предвиде решење па тек онда да то решење провере експериментално.

Проблем на часовима понављања и систематизације знања се користи када наставник жели да понављањем обухвати неколико наставних јединица.

Пример за проблем овог типа представљен је на слици 4.



Слика 4. Проблемски задатак за понављање и систематизацију знања

Напон између тачака А и С је 18 V. Колика је укупна снага кола и колика је издвојена количина топлоте на отпорнику R_3 ?

Да би ученик решио овај проблем мора да поседује знања из теме „Електрична струја“.

За реализацију оваквог часа наставник осим оваквог типа проблема може изабрати и били који од напред наведених јер је задатак оваквих часова да се изврши систематизација знања и по квалитету и по квантитету.

Пошто физика спада како у теоријске, тако и у експерименталне науке то проблеме у физици можемо поделити на експерименталне и рачунске.

Они рачунски задаци код којих ученици треба само да примене готову формулу заменом познатих величина сигурно нису проблемски. Проблемски рачунски задаци подразумевају одређену мисаону активност којом ученик тумачи појаву, користи, примењује и повезује знање, до чијег решења ученик долази самосталним радом, практичним и мисаоним (Петровић, 1988).

Изузетан значај за наставу физике имају експериментални проблеми јер садрже све предности проблемске наставе и све предности експерименталне наставе. Ове проблеме можемо поделити у три групе:

- експерименти за стварање проблемске ситуације
- експерименти помоћу којих се одговара на главно питање часа (постављени циљ часа)
- проблеми-експерименти помоћу којих се илуструје закључак на часу.

Експерименти-проблеми су веома погодни за стварање проблемске ситуације у било ком делу часа (Obadović, Rančić, Cvjetičanin, Segedinac, 2013).

Ако ученицима демонстрирамо оглед са две сијалице кроз које тече струја исте јачине а оне сијају различитим интензитетом код ученика се буди радозналост и жеља да се нађе узрок овој појави.

Ако је циљ часа да се утврди од којих величина зависи притисак чврстих тела, онда се у експерименте помоћу којих се одговара на главно питање часа, могу сврстати следећи:

У посуду са песком ученици стављају тела исте додирне површине а различите тежине или исте тежине а различите додирне површине.

У трећу групу проблема којима се илуструје закључак на часу могао би се сврстати следећи: наставник обрађује Архимедов закон а при томе нема прибор којим ће измерити силу потиска, он на крају часа може извести оглед о пливању тела и да на тај начин илуструје један од закључака часа.

Један од критеријума за поделу проблема могао би бити и место решавања проблема. По том критеријуму све проблеме можемо поделити на школске и домаће. На први поглед сваки проблем би се могао сврстати и у једну и у другу групу, међутим ови проблеми се разликују по начину решавања. Када ученик решава проблемски домаћи задатак он је практично водитељ у процесу решавања: користи друге изворе сазнања (уџбенике, енциклопедије, часописе...), консултује људе који му могу помоћи у решавању проблема из физике. Све ово је веома битно за његово осамостаљивање у раду.

Посебно место у физици заузимају историјски проблеми. При обради наставне јединице „Сферна огледала“ наставник би могао поставити следећи проблем: легенда каже да је још у 3. веку п.н.е. за време опсаде његовог родног града Сиракузе, Архимед палио римске галије помоћу Сунчевих зрака и конкавног огледала. Како је то могуће?

Сама типологија проблема нема велики теоријски значај за проблемску наставу, међутим њен допринос је организационо практични.

2.11 Активности и улоге ученика и наставника у проблемској настави

2.11.1 Активност наставника

Степен ангажовања наставника у проблемској настави може бити веома различит: од давања пуне и јасне помоћи до врло дискретног вођења процеса, од дискретног саветодавца до партнера на заједничком проблему, где добија облик интерактивне наставе.

У вођењу процеса проблемске наставе његова улога је врло сложена и деликатна. Наставник мора добро да одмери тежину задатка према интелектуалном, образовном и мотивационом нивоу ученика. Ако проблем није добро одмерен, или је претежак или сувише лак, његова педагошка вредност ће бити мала. Наставник помаже и при избору материјала као и приступа у решавању проблема док му је најделикатнија и најодговорнија улога у самом процесу решавања проблема. Његово ангажовање може бити толико велико да ученици само привидно решавају проблем. Уколико се пак наставник сувише уздржава од активности при решавању проблема може се десити да ученици сувише лутају и да им треба много више времена него што је то објективно потребно. Могуће интервенције наставника су: враћање преформулисаног питања, постављање подпитања, дискутовање са ученицима,

постављање неке хипотезе, додавање новог податка, сугерисање одређеног приступа као и праћење активности ученика у току рада. Наставник такође ствара услове за активност деце (ствара атмосферу) за слободна питања и слободно размишљање, активира дететова претходна знања и искуства, обезбеђује дидактички материјал, подсећа на оно што противречи закључку који су извела деца, као и противуречности у мишљењу деце. Наставник негује активности ученика кроз стална запиткивања. Зашто? Како? У реализацији проблемске наставе наставник уважава самосталне покушаје деце, признаје право на грешку као знак да дете чини самосталне напоре да мисли. Реаговањем на ученичка питања наставник ствара општу психолошку климу уважавања што је посебно битно јер у њих ученици уносе своје емоције. Наставник не треба да жури са давањем готових и коначних одговора на питања него треба да их враћа ученицима поштујући сваки па и најмањи напор. Задатак наставника је да подстиче ученике да образлажу и бране своје закључке као и да чувају продукте свог рада како их могу користити и на наредним часовима. Основна улога наставника у проблемској настави је да решавањем проблемске ситуације мотивише ученике за стицање нових знања и свестран развој личности. Да би решили проблем, ученици морају да жели да то ураде, али морају и да верују да то могу. Мотивација и аспекти понашања уопште, као што су труд, поверење, анксиозност, упорност и знање, веома су важни за процес решавања проблема (Jonassen, Tessmer, 1996).

2.11.2 Активност ученика

Активност ученика одређује образовне и васпитне исходе свих активности које се спроводе у школи. Проблемска настава изазива код ученика врло сложене и осмишљене активности. Активност ученика зависи од нивоа проблемске наставе примењене на часу. Ученик уочава, дефинише и прецизира проблем што представља први корак у овладавању техникама и стратегијом интелектуалног рада. Ученик поставља релевантна питања и себи и другима. Дечија питања у току наставе су посебан вид иницијативе ученика. Посебно су значајна она питања која нису репродуктивна и информативна и она су сигуран показатељ активности ученика. Ученик преузима иницијативу за решавање проблема; планира решења; самостално прикупља и анализира чињенице које су потребне за решење, доноси одлуку. Доношење одлуке је акт воље и самосталности субјекта и у том смислу је драгоцен показатељ активности. Ученик самостално чита текстове и прави изводе о ономе што је потребно за решавање проблема; самостално открива технике и методе решавања

проблема и проверава решења; дискутује с наставником и другим ученицима о проблему; саопштава другима резултате до којих је дошао; пише извештаје. Продукти активности су најсигурнији и најтрајнији показатељ и доказ да је дошло до неке активности. Проблемском наставом развија се релевантна и специфична активност за ону област због које се таква активност и покреће.

2.11.3 Квалитет знања и компетенције

Постоје два концепта одређења појма знања. Према једном, знање је одређена количина информација (чињеница, података, дефиниција и слично) које ученик поседује док други концепт промовише квалитет знања. По другом концепту, знање се састоји од неколико нивоа, међу њима постоји хијерархијски односи а различитим нивоима одговарају различити мисаони процеси Gagne (1985); Anderson (1985); Blum (1956).

вредновање	Ученик процењује, вреднује информације на основу неког критеријума, даје аргументацију.	вредновање аргументација препоручивање образлагање
синтеза	Ученик од понуђених информација ствара нову целину, креира нешто за њега ново; нови производ	креирање смишљање развијање планирање
анализа	Ученик понуђене информација расчлањује, класификује, доводи у везу	расчлањивање поређење разликовање
примена	Ученик уз минимална упутства бира и користи информације како би решио проблем	употреба промена решавање демонстрирање
разумевање	Ученик својим речима интерпретира, објашњава или образлаже информације са којима располаже	објашњавање сажимање описивање давање примера
знање	Ученик се присећа или препознаје информацију у облику у ком је научена	навођење набрајање именовање дефинисање

Слика 5. Блумова таксономија образовних циљева (Bloom – 1956.)

Blum сматра да се знање може поделити у шест нивоа чији најнижи ниво представља ниво **знања** (слика 5). Знање укључује оне облике понашања и испитних ситуација у којима је наглашено памћење. Ученик на овом нивоу може да препозна информације у облику у коме су му оне претходно биле дате у уџбенику или на часу. Овај ниво знања се заснива на препознавању или дословном репродуковању претходно запамћених информација.

Виши ниво подразумева **разумевање** знања и информација које се уче. Битна разлика између овог и претходног нивоа је да је знање на овом нивоу научено са разумевањем, да ученици повезују или укључују нове садржаје у претходно формиране сазнајне структуре. Да би се могао достићи овај ниво, садржаји који се уче треба да буду смислени, блиски могућностима и претходном знању ученика. Овако научено знање има карактеристику *оперативности* па га је могуће издвојити из контекста и користити у новим ситуацијама учења или решавања проблема.

Следећи ниво **примене** карактерише коришћење претходно научног знања у новим ситуацијама како би решио проблем, а оно што учи у школи примењује у животу и слично.

Коришћењем интелектуалних поступака: упоређивање, тражење сличности и разлика међу појмовима, разврставање, сортирање, класификовање појмова, односно процесом **анализе** обезбеђује се развијање *правих појмова* (појмова у структури) а стечено знање је целовито. Поред знања, кроз процес учења, ученик научи и како да учи, док га само учење унапређује.

То представља процес комбиновања елемената и делова како би се добио неки поредак или структура, која пре тог процеса није постојала. Суштина стваралачког мишљења-**синтезе** је произвођење нових информација на основу постојећих. Тачност, ефикасност, економичност појава које се вреднују заснива се на коришћењу критеријума и стандарда којима се врши процена. **Вредновање** као критичко мишљење, подразумева способност да се понуди алтернативно решење и другачији поглед у односу на постојећи. На највишем нивоу, нивоу **синтезе и вредновања**, од ученика се очекује да заузме лични однос према информацијама, да их на неки начин превазиђе и смисли нешто ново; предложи своје решење; процени вредност; понуди аргументе и слично. Овај ниво подразумева велику самосталност и независност ученика.

Знање ученика карактерише структура и ниво. По структури може бити: феноменолошко, функционално и структурално. Што се тиче нивоа ученичких знања он може бити: ниво трага, присећања, препознавања, репродукције и примене. Ови нивои обично одређују оцене ученика од један до пет.

Знање не подразумева процесе стварања односа и просуђивања односно од ученика се на овом нивоу очекује да ће на овом нивоу одговорити и на питања која се незнатно разликују од информација које су добили на часу или у уџбенику. Овај ниво подразумева следеће активности учења: препознавање, препричавање, набрајање, именовање, означавање, описивање, сажимање, објашњење и набрајање примера.

У образовним стандардима за крај обавезног образовања које је прописало Министарство просвете Србије 2010 године, овај ниво постигнућа назван је основним и њега би требало да савлада најмање осамдесет процената ученика.

По прописаним стандардима Министарства просвете Србије ниво разумевања означен је као средњи ниво и требало би да знањем овог нивоа располаже најмање педесет проценат ученичке популације која завршава обавезно основно образовање.

PISA истраживање уместо термина знање користи израз писменост или компетенција. Под писменошћу се подразумева поседовање оних знања која су ученику неопходна да би наставио школовање и да би се успешно снашао у личним и професионалним улогама у којима ће се, као одрасла особа наћи. Компетенције подразумевају поседовање одговарајућих знања као и способност њихове примене. Другим речима, нагласак је на функционалним знањима (Бауцал, Павловић-Бабић, 2010). Концепт “писмености” описује капацитете ученика да примене знања и вештине у кључним образовним областима, као и да анализирају, изводе закључке и коректно саопштавају решења великог броја проблемских ситуација.

Поседовање компетенција такође, подразумева разумевање фундаменталних процеса и принципа, као и њихово флексибилно коришћење у разноврсним ситуацијама.

У PISA тестовима вештине и знања су када је у питању математичка и научна писменост градуисани у шест нивоа. Прва два нивоа подразумева репродукцију. На првом нивоу, ученици имају ограничен обим научних знања која могу да примене на

мали број добро познатих ситуација. Научна објашњења могу да дају само у ситуацијама које су очигледне и засноване на експлицитно датим подацима.

Научна знања са другог нивоа омогућавају ученицима да дају вероватна објашњења у познатом контексту или да изводе закључке на основу једноставних истраживања.

Постигнућа на ова два нивоа обезбеђује минимални ниво функционалне писмености.

Трећи (ниво просека) и четврти, нешто виши ниво карактерише знања која не остају на нивоу репродукције и која имају вишу трансферну вредност.

На трећем нивоу ученици могу да препознају јасно описана научна питања у различитим контекстима. Могу да изаберу одговарајуће чињенице и знања да би објаснили појаве, као и да примене једноставне моделе или истраживачке стратегије.

На овом нивоу ученици могу да интерпретирају и користе научне концепте из различитих дисциплина и да их директно примењују.

На четвртм нивоу, ученици врше избор и међусобно повезују објашњења из различитих научних или технолошких дисциплина и директно повезују ова објашњења са различитим аспектима свакодневних ситуација. На овом нивоу ученици процењују сопствене активности и саопштавају одлуке засноване на научним знањима и подацима.

Нивои 5 и 6 представљају највише нивое развијености научне компетенције.

На петом нивоу ученици могу да препознају научне елементе у многим сложеним ситуацијама из живота, да примењују научне концепте и методолошка знања у тим ситуацијама, као и да пореде, издвајају и критички разматрају одговарајуће научне податке да би објаснили ситуације из живота. У стању су да користе добро развијене истраживачке способности, да коректно повезују знања и стичу критичке увиде.

На шестом нивоу, ученици могу да препознају, дају објашњења и примењују научна и методолошка знања у широком распону сложених ситуација из живота. Они могу да повезују различите изворе података са објашњењима и да користе доказе из тих извора како би образложили одлуке. Показују више облике научног мишљења и резонувања и спремни су да користе сопствено разумевање научних проблема да би подржали решења недовољно познатих научних и технолошких ситуација.

Највиши нивои развијености научне компетенције подразумевају да ученици могу да идентификују проблем на основу расположивих информација, да осмисле различита могућа решења, да их тестирају и испробају и да на основу тога идентификују решење. Знање на овим нивоима ученицима омогућавају и примену у различитим животним ситуацијама.

II ЕКСПЕРИМЕНТАЛНО ИСТРАЖИВАЊЕ

3. Методологија истраживања

3.1 Проблем, предмет и варијабле истраживања

Критика садашњег стања наставе физике указује на њену недовољну ефикасност, пасиван положај ученика у наставном процесу као и приличан несклад између постављених циљева и остварених резултата. Несклад се обично огледа у релативно ниском степену усвојености наставних садржаја и основа наука, у недовољној применљивости стечених знања, у запостављању могућности бржег развоја ученика као и недовољном ангажовању ученика у наставном процесу и његовој мотивисаности за учење.

У методици наставе физике последњих неколико деценија интензивно се трага за најпродуктивнијим наставним инструкцијама. Управо из те чињенице проистекао је шири проблем у оквиру кога је извршено истраживање ефикасности наставе физике. У оквиру овог проблема јавља се ужи проблем који је и предмет овог истраживања а то је: колики је образовни учинак метода ефикасног учења-проблемске наставе и научне методе у настави физике?

Опредељење је да испитаници буду ученици основне школе, узраста од тринаест до петнаест година јер су они у периоду у коме се код ученика снажно развијају способности логичког, апстрактног мишљења а решавање проблема је у суштини функција мишљења, односно облик његове манифестације (Piaget 1970).

Утврђивање односа одређених проблемом истраживања ишло је у правцу дефинисања предмета и варијабле истраживања. У теоријском разматрању предмета истраживања дефинисани су наставни садржаји физике и карактеристике наведених наставних метода, као и њена примена у наставном процесу. Операционално одређивање предмета истраживања обухвата одређивање саставних делова садржаја предмета истраживања и њихово временско и просторно димензионисање.

Ефекти примењених наставних инструкција биће процењивани на основу квалитета знања, односно на основу усвојених наставних садржаја, применљивости стечених знања и њиховој трајности.

У покушају да се дође до оптималног решења односно да се превазиђу сви наведени недостаци, реализовано је истраживање са циљем да се:

- образовно васпитни процес ослободи небитних чињеница и неефикасних путева учења
- процес учења још јаче и интензивније подвргне захтевима за рационалним усмеравањем и управљањем
- ученици оспособе за самостално мишљење односно за самообразовање.

3.2 Циљ и задаци истраживања

Општи циљ истраживања је поређење ефеката два типа наставне инструкције традиционалне и активне наставе физике. Поређење ће бити приказано на примеру наставе и учења у областима *Притисак* у шестом разреду и *Електрична струје* у осмом разреду основне школе.

Истраживање ће пратити ефекте наставних инструкција у активној настави физике: наставне инструкције засноване на примени научног метода и проблемске наставе физике.

Другим речима истраживање ће пратити деловање две наставне инструкције засноване на методама активног учења: проблемске наставе и наставне инструкције која се заснива на увођењу научног метода, као независно променљивих, на повећање укупног образовног учинка, као зависно променљиве величине.

У оквиру овако дефинисаног циља проистекли су следећи специфични задаци истраживања:

1. Размотрити теоријско становиште проблемске наставе и научног метода као и њихово место у наставним системима, њихове карактеристике, нивое, принципе.
2. Утврдити разлике у постигнућу ученика у односу на то да ли је у оквиру наставе физике примењивана традиционална настава или инструкција заснована на методама активног учења у настави физике (проблемска настава и научни метод заснован на једноставним огледима)
3. Истраживање треба да да и одговор на питање да ли узраст ученика и у којој мери утиче на ефикасност ових метода
4. Да утврди разлику у ретенцији знања усвојених применом наведених наставних инструкција
5. Какав је однос ефикасности учења у настави физике применом проблемске наставе у односу на научни метод

6. Потребно је утврдити и да ли примена савремених метода учења утиче на стварање адекватног поглед на природу науке и специфичност научног истраживања код ученика основношколског узраста.

3.3 Хипотезе истраживања

На основу бројних истраживања која су до сада вршена у овој области **генерална хипотеза** се може поставити у следећем облику:

Примена метода ефикасног учења у настави физике, како проблемске наставе тако и научног метода као Е фактора у односу на традиционалну наставу има статистички значајан утицај на повећање ефикасности наставе.

Ова хипотеза биће проверена путем посебних-радних хипотеза:

1. Претпоставља се да ће примена метода ефикасног учења у настави физике доприносити унапређењу наставе у смислу веће и потпуније усвојености физичких закона и генерализација код ученика
2. Већи ефекти видеће се код старијих ученика јер се могућности закључивања развијају се „са узрастом ученика“ али су и резултат примењених наставних метода
3. Очекује се да је знање стечено применом ових методе трајније.
4. Не очекују се значајније разлике у ефикасности учења када су у питању наставне инструкције засноване на активној настави физике.
5. Примена савремених метода учења утиче на стварање адекватног поглед на природу науке и специфичност научног истраживања.

3.4 Начин истраживања и узорак испитаника

Истраживање је засновано на експерименталној методи са паралелним групама као основној научној методи (Банђур и Поткоњак, 1999).

Полазећи од дефиниције експерименталне варијабле, експериментални фактор је унет у два одељења шестог и два одељења осмог разреда ош „Мирослав Антић“ и у два одељења шестог и два одељења осмог разреда ош „Десанка Максимовић“ у Футогу. У одељењима VI разреда формиране су две групе: експериментална E_1 и контролна K_1 . У групи E_1 доминирала је проблемска настава или научни метод (фактор F_1) док је у групи K_1 коришћена углавном традиционална настава (фактор F_2) при обради наставне теме „Притисак“.

У одељењима VIII разреда такође су формиране: експериментална E_2 и контролна K_2 група и у њима су доминирали такође фактори F_1 и F_2 респективно при обради наставне теме „Електрична струја“.

У разматрању теоријских поставки, практичних решења и добијених резултата коришћена је дескриптивна метода.

Школа „Мирослав Антић“ поседује кабинет за физику који је опремљен по важећим нормативима у функцији наставног програма. Већ дужи низ година у реализацији наставе физике користи се проблемска настава као метода ефикасног учења.

Школа „Десанка Максимовић“ такође поседује кабинет за реализацију наставе физике али је његова опремљеност у функцији наставног програма нешто слабија него што је то у школи „Мирослав Антић“. У овој школи је за реализацију наставних тема „Притисак“ у VI и „Електрична струја“ у VIII разреду коришћен научни метод са акцентом на једноставне огледе који се могу реализовати и у најнеопремљенијим школама.

Испитивање утицаја одређеног експерименталног фактора реализовано је у одељењима исте школе како би сви ученици користили исти кабинет за физику и радили у истим условима. За испитивање експерименталног фактора-проблемска настава коришћен је кабинету за физику школе „Мирослав Антић“ док је научни метод као експериментални фактор испитиван у физичком кабинету школе „Десанка Максимовић“.

Као основ за утврђивање еквивалентности група послужило је утврђивање иницијалног стања. Иницијално стање је утврђено у свих шеснаест одељења, обухваћених истраживањем пре него што је унет експериментални фактора у осам одељења. У циљу утврђивања иницијалног стања провераване су следеће варијабле: општи успех, успех из физике као и предзнање ученика. За утврђивање успеха из физике коришћена је педагошка документација. Предзнање ученика проверавано је иницијалним тестирањем које је имало задатак да утврди укупни фонд знања са којим ученици улазе у експеримент. На иницијалном тесту ученици су требали да покажу познавање чињеница, да одговоре на проблем питања и да реше проблемске задатке. Садржај иницијалних тестова дат је у прилогу.

Истраживање је проведено следећим редоследом:

1. Утврђивање иницијалног стања квантума и квалитета знања одељења шестог и осмог разреда како једне тако и друге школе на основу кога су формиране експериментална и контролна група. У оквиру експерименталне групе формирана је експерименталну групу E_1 коју чине ученици шестог разреда и група E_2 ученика осмог разреда школе „Мирослав Антић“. На исти начин E_1 и E_2 у школи „Десанка Максимовић“. Паралелно су формиране и контролне групе K_1 и K_2 састављене од ученика шестог односно осмог разреда респективно како једне тако и друге школе.
2. Наставне јединица у темама „Притисак“ и „Електрична струја у експерименталној групи школе „Мирослав Антић“ реализоване су применом проблемске наставе, односно традиционалне наставе у контролној групи..
3. Наставне теме „Притисак“ и „Електрична струја“ у експерименталној односно контролној групи школе „Десанка Максимовић“ реализоване су применом научне методе односно традиционалном наставом.
4. Финално тестирање које је проведено у свим групама имало је циљ утврђивање квантума и квалитета знања завршног стања.
5. Израчунавање разлике између иницијалног и финалног теста.
6. Израчунавање разлике између група E_1 и K_1 као и између E_2 и K_2 како у једној тако и у другој школи.
7. Израчунавање разлике између група E_1 и E_2 унутар школа „Мирослав Антић“ и „Десанка Максимовић“.
8. Израчунавање разлике међу групама E_1 школа „Мирослав Антић“ и „Десанка Максимовић“, као и разлике између група E_2 наведених школа.
9. Мерење разумевање аспеката природе науке и научног истраживања.

3.5 Организација и ток истраживања

У школи „Мирослав Антић“ експерименталну E_1 групу чинило је 60 ученика (VI_3 и VI_5 одељења), а контролну K_1 58 ученика (VI_1 и VI_4 одељења). Експерименталну групи E_2 чинило је 58 ученика ($VIII_2$ и $VIII_3$) а контролну K_2 54 ученика ($VIII_1$ и $VIII_4$). Испитивање је извршено у марту, априлу и мају 2013. године у основним школама „Мирослав Антић“ и „Десанка Максимовић“ у Футогу. Оно је обухватило 118 ученика шестог разреда и 112 ученика осмог разреда, оба пола из основне школе „Мирослав Антић“ као и 116 ученика шестог и 114 ученика осмог разреда основне

школе „Десанка Максимовић“. Од укупног броја испитаних ученика било је 242 девојчица и 218 дечака.

У школи „Десанка Максимовић“ експерименталну E_1 групу чинило је 57 ученика (VI_2 и VI_4 одељења), а контролну K_1 59 ученика (VI_1 и VI_3 одељења). Експерименталну групи E_2 чинило је 56 ученика ($VIII_1$ и $VIII_2$) а контролну K_2 58 ученика ($VIII_3$ и $VIII_4$).

У наведеном периоду у одељењима шестог разреда одржано је шест часова док је одељењима осмог разреда одржано десет часова. У експерименталној групи E_1 и E_2 школе „Мирослав Антић“, часови су реализовани применом проблемске наставе-експериментални фактор F_1 , док је настава у контролним групама K_1 и K_2 организована на традиционалном методом F_2 . У експерименталној групи E_1 и E_2 школе „Десанка Максимовић“, часови су реализовани применом научне методе-експериментални фактор F_1 док је настава у контролним групама ове школе организована применом традиционалне наставе- F_2 . После свих одржаних часова у свим групама извршено је финално истраживање.

3.6 Инструменти истраживања

У инструменте истраживања могу се сврстати сви образовно-васпитни материјали који су употребљени за припрему и реализацију наставе у експерименталним групама као и они који су коришћени за тестирања у контролним групама. Сви инструменти истраживања могу се сврстати у следеће категорије:

1. Оне који су употребљени за реализацију наставних садржаја проблемском наставом и научном методом
2. Испитне инструменте у које можемо сврстати:
 - Задатке објективног типа за утврђивање иницијалног стања у одељењима обухваћеним испитивањем
 - Задатке објективног типа за утврђивање финалног стања у експерименталним и контролним групама
 - Прилагођена верзија POSE упитника (Perspectives on Scientific Epistemology) (Abd-El-Khalick, 2002), којим је мерено разумевање аспеката природе науке и научног истраживања

3.7 Опис експерименталног истраживања

Да би се утврдило дејство Е фактора односно да би упоредили укупан образовно-васпитни учинак проблемске наставе и научне методе у односу на традиционалну у истраживању је примењен модел експеримента са паралелним групама. У одељењима која су чинила експерименталну групу, часови су реализовани методама ефикасног учења, употребом алгоритама са методички обликованим наставним садржајима. У контролним групама шестог и осмог разреда настава је реализована традиционалном наставом.

Идеја је била да се по једна наставна тема прописана наставним програмом одређеног разреда, обради применом *проблемске наставе* како у шестом тако и у осмом разреду школе „Мирослав Антић“. На исти начин је третирана и научна метода која је паралелно реализована у суседној основној школи „Десанка Максимовић“.

У шестом разреду одабрана је област „Притисак“ која се изучава када ученици већ стекну нека елементарна знања из физике а која обезбеђује наведеним методама ефикасног учења велику могућност примене. У осмом разреду одабрана је област „Електрична струја“ која у програмским садржајима заузима централно место. Програмски задаци истичу далеко већи значај ове наставне теме него преосталог градива. Ова наставна целина доприноси развоју логичко-дијалектичког мишљења ученика, а настави обезбеђује научно-дијалектички приступ.

У припремној фази истраживања израђени су методички обликовани алгоритми за реализацију проблемске наставе и научног метода како за часове обраде тако и за часове понављања односно утврђивања одабраних наставних садржаја. Свака писмена разрада наставне јединице садржи: знања која ученици треба да усвоје, васпитне задатке, огледе, наставна средства, наставне методе и ток часа. Применом ових алгоритама проблемска настава је реализована на свим наведеним нивоима, коришћени су различити начини стварања проблемске ситуације са акцентом на експериментални. Што се тиче проблема и ту се водило рачуна да буду заступљени сви типови од оних којима се ствара проблемска ситуација преко проблема којима се одговара на главно питање часа, проблема којима се илуструје закључак, домаћих проблема...

Користећи резултате теоријске анализе о учењу путем решавања проблема и сопственог искуства дошло се до закључка да је најцелисходније да се проблемска обрада развија овим редом: постављање проблема-хипотеза-декомпозиција

проблема-решавање проблема (верификација хипотезе)-закључци-провера стечених знања у новим проблемским ситуацијама. Одступања од ове опште структуре часа било је само у оним наставним јединицама које нису пружале могућност комплетне проблемске обраде.

Методичка морфологија ових часова заснива се на образложеним ставовима о решавању проблема као облика ефикасног учења. Током целог часа наставникова активност је орјентисана на подстицање ученика да сами дођу до решења, дискутује са ученицима, не прекида мисаони ток али интервенише својим сугестијама када примети да се ученици удаљавају од битног или кад њихова размишљања не воде у правцу решења проблема.

Број наставних часова за обраду и утврђивање односно понављање утврђен је на основу наставног плана и програма.

Што се тиче контролне групе часови су реализовани применом традиционалне наставе те су за њихову реализацију припремане само скице наставног часа „на уобичајен начин“.

Када је у питању научни метод и ту се водило рачуна да се ученици упознају са методама и техникама као и организацијом научно-истраживачког рада, од једноставнијих, самосталних истраживања све до сложених али ипак доступних ученицима одређеног узраста. У организацији часова научном методом биле су заступљене све фазе научног истраживања: дефиниција проблема, прикупљање података, формулација хипотезе, експеримент, тестирање хипотезе и формирање закључка.

У експерименталним одељењима коришћени су једноставни огледи за чију су реализацију сами ученици обезбеђивали наставна средства на основу писаних припрема које су добијали на претходном часу. Експерименти су осмишљени тако да ученици експерименталног одељења применом научног метода усвоје физичке појмове и величине које се обрађују.

Структура часа је обухватала: уводни (повнављање важних садржаја – појмова са претходног часа и повезивање са садржајима који се обрађују), главни и завршни део часа, као и закључак. Током часа ученици су у свеску бележили појмове и садржаје наставних јединица. На крају часа на посебном папиру, ученици су писали питања из садржаја који нису у потпуности усвојили, а затим их предавали наставнику.

Како групни рад одговара оваквом начину рада и доприноси развијању боље комуникације међу ученицима, часови су реализовани групним обликом радом. У

оквиру групе се водила дискусија, сучељавали аргументи али је сваки ученик самостално правио извештај и предавао га на крају часа наставнику.

Улога наставника је знатно промењена. Он усмерава и подстиче учениково истраживање, разумевање и самостално деловање као и развој научне методе.

Наставник координира расправу о научним идејама између ученика, ствара услове за конструктивна размишљања и конфронтацију ставова ученика у вези појаве која се истражује, реализације експеримента и приказа резултата.

3.8 Методе, технике и поступци истраживања

У складу са предметом, циљем, задацима истраживања као и са постављеном хипотезом и подхипотезама, у оквиру овог истраживања одабране су и одговарајуће методе. Основна намена ових метода јесте да пруже објективне и поуздане податке о променама које настају под утицајем Е фактора и о претходном стању у погледу опште способности и знања из физике. Коришћене су следеће методе:

- Метода научног испитивања (тестирање)
- Дескриптивна метода-разматрање резултата емпиријског истраживања
- Статистичка метода обраде података (на нивоу статистичке методе узорака) употребом програма Microsoft Excel из пакета OFFICE XP

У истраживању су коришћене следеће технике и поступци као и одговарајући мерни инструменти.

- Анализа педагошке документације (дневници рада-општи успех и успех из физике на крају првог полугодишта)
- Упитник
- Тестирање и тест

У основи ови мерни инструменти деле се у две групе с обзиром на функцију у истраживању. У прву групу спадају они инструменти помоћу којих се мери претходно стање-иницијална мерења ради уједначавања група у узорку. Друга група представља инструменте који мере ефекте који се постижу експерименталним фактором или без њега.

За иницијално тестирање коришћени су тестови T_1 и T_2 и имали су изразито дијагностички карактер јер су имали задатак да утврде ниво знања ученика обухваћених узорком. Тестом се проверава познавање чињеница, дефиниција, повезивање појмова и њихова примена. Тест T_1 предвиђен је за ученике шестог разреда и тематски обухвата наставне садржаје физике које су ученици савладали у

току наставне године. Тестом T_2 обухваћена је наставна грађа предвиђена програмом за ученике VI, VII и VIII разреда. Пошто је тест намењен ученицима осмог разреда то он садржи наставне садржаје претходна два разреда и наставне садржаје текућег разреда који су обрађени у току првог полугодишта.

Тестови T_3 и T_4 су коришћени за финално мерење и конструисани су за одговарајуће теме реализоване у оквиру експеримента. Тестови задовољавају основне захтеве у погледу мерења усвојеног знања (чињеница, дефиниција, повезивања појмова), његове практичне примене и омогућавају упоређивање експерименталне и контролне групе.

За испитивање разумевања аспеката природе науке и научног истраживања коришћена је прилагођена верзија POSE упитника (Perspectives on Scientific Epistemology) (Khalick, 2002), допуњена VNOS (Views of Nature of Science) упитником (Lederman, 2002) и прилагођена узрасту испитаника.

Наведени мерни инструменти налазе се у прилогу овог рада и задовољавају основне захтеве у погледу карактеристика што нам омогућава да у границама резултата добијених мерењем можемо закључити о величини и карактеру промена које је проузроковао експериментални фактор.

4. Анализа и интерпретација резултата истраживања

Интерпретација резултата заснована је на повезаности резултата истраживања с хипотезама истраживања. Резултати експеримента омогућују како квалитативну тако и квантитативну анализу. Квантитативна анализа даје одговор на постављене хипотезе док нам квалитативна анализа омогућава увид у неке специфичности које су изазване деловањем експерименталног фактора.

Поћи ћемо од проверавања радних хипотеза које су у функцији доказивања генералне хипотезе истраживања.

4.1. Испитивање иницијалног стања

Иницијално истраживање извршено је у шеснаест одељења са циљем да се утврди еквивалентност експерименталних и контролних група. Иницијално истраживање је извршено применом наведених инструмената уз коришћење статистичких поступака, коришћењем педагошке документације и експерименталним активностима.

4.1.1 Општи успех и успех из физике

Намерним избором узорка покушало се на почетку уједначити обе паралелне групе како једне тако и друге школе.

Преглед успеха ученика експерименталне и контролне групе ученика шестог разреда школе „Мирослав Антић“ дат је у табели 1 и табели 2.

Табела 1. Успех ученика 6.-ог разреда ОШ „Мирослав Антић“

Успех	Експериментална група				Контролна група			
	Општи успех		Успех из физике		Општи успех		Успех из физике	
6. разред	N	N(%)	N	N(%)	N	N(%)	N	N(%)
Одлични	23	38,33	18	30,00	21	36,21	14	24,14
Вр. доб.	15	25,00	15	25,00	16	27,58	10	17,24
Добар	13	21,67	10	16,67	14	24,14	16	27,59
Довољ.	7	11,67	14	23,33	4	6,90	16	27,59
Недовољ	2	3,33	3	5,00	3	5,17	2	3,44
Укупно	60	100,00	60	100,00	58	100,00	58	100,00

Табела 2. Општи успех и успех из физике ученика 6.-ог разреда ОШ „Мирослав Антић“

Експериментална група		Контролна група	
Општи успех	Успех из физике	Општи успех	Успех из физике
3,76	3,52	3,58	3,31

Општа уједначеност је доста добра и то: за ученике са одличним успехом 38,33% : 36,21%; за ученике са врло добрим успехом 25,00% : 27,58%; са добрим успехом 21,67% : 24,14%; са довољним 11,67% : 6,90% и за ученике са недовољним успехом 3,33% : 5,17%. Ако повежемо одличне и врло добре ученике из експерименталне групе а затим исто то урадимо и у контролној групи онда би однос био 63,33% : 63,79. Повезивањем добрих и довољних ученика добијамо следећи однос 33,34% : 31,04% .

Обе групе су приближно једнаке по успеху из физике што се такође може видети из претходних табела. Однос одличних и врло добрих ученика је повољнији за ученике експерименталне групе и износи 30,00% : 24,14% за одличне, 25,00% : 17,24% за врло добре. Што се тиче односа добрих ученика он је знатно повољнији за контролну групу 16,67% : 27,59% и тиме неутралише предност експерименталне групе. Ако повежемо у једну групу довољне и недовољне ученике онда је тај број сасвим уједначен 31,03% : 31,48%.

Из изведене анализе произилази да су обе групе (експериментална и контролна) шестог разреда прилично уједначене те уочене разлике не могу значајније утицати на резултате експеримента.

Ученици осмог разреда су на полугодишту показали следећи успех, који је приказан у табели 3 и табели 4.

Табела 3. Успех ученика 8.-ог разреда ОШ, „Мирослав Антић“

Успех	Експериментална група				Контролна група			
	Општи успех		Успех из физике		Општи успех		Успех из физике	
	N	N(%)	N	N(%)	N	N(%)	N	N(%)
Одлични	22	37,93	17	29,31	19	35,19	14	25,92
Вр. доб.	16	27,59	14	24,14	16	29,63	11	20,38
Добар	13	22,41	9	15,52	12	22,22	12	22,22
Довољ.	4	6,9	14	24,14	5	9,26	14	25,92
Недовољ	3	5,17	4	6,89	2	3,7	3	5,56
Укупно	58	100	58	100	54	100	54	100

Табела 4. Општи успех и успех из физике ученика 8.-ог разреда ОШ, „Мирослав Антић“

Експериментална група		Контролна група	
Општи успех	Успех из физике	Општи успех	Успех из физике
3,62	3,45	3,43	3,36

Види се да је општа уједначеност врло добра и то за ученике са одличним успехом 37,93% : 35,19% ; са врло добрим 27,59% : 29,63% ; за ученике са добрим успехом 22,41% : 22,22% ; са довољним 6,9% : 9,26% док је број недовољних 5,17% : 3,7%. Повежемо ли категорију одличних и врло добрих, и добрих и довољних, разлика постаје незнатна, за одличне 65,52% : 64,82% а за добре и довољне 29,31% : 31,48% . Преглед успеха из физике показује да је однос одличних и врло добрих ученика повољнији за ученике експерименталне групе и износи 29,31% : 25,92% за одличне а 24,14% : 20,38% за врло добре ученике. Однос добрих ученика је знатно повољнији за контролну групу и то 22,22% : 15,52% што скоро неутралише неуједначеност између одличних и врло добрих ученика. Број довољних и недовољних ученика се незнатно разликује те не може значајније утицати на резултате експеримента. Може се уочити разлика између општег успеха и успеха из физике. Познато је да физика припада групи предмета који унутар општег успеха има обично оцену нижу од општег успеха. Из свега наведеног се може закључити да је узорак уједначен у

задовољавајућој мери и да постојеће разлике нису могле значајно утицати на резултате експеримента.

Преглед успеха ученика експерименталне и контролне групе ученика шестог разреда школе „Десанка Максимовић“ дат је у табели 5 и табели 6.

Табела 5. Успех ученика 6.-ог разреда ОШ „Десанка Максимовић“

Успех	Експериментална група				Контролна група			
	Општи успех		Успех из физике		Општи успех		Успех из физике	
6. разред	N	N(%)	N	N(%)	N	N(%)	N	N(%)
Одлични	18	33,33	13	22,81	17	28.81	14	23.73
Вр. доб.	16	28.07	12	21,05	16	27.12	13	22.03
Добар	16	28.07	11	19,30	17	28.81	13	22.03
Довољ.	5	8,77	16	28.07	5	8.48	16	27.12
Недовољ	2	3,51	5	8,77	4	6.78	3	5.09
Укупно	57	100.00	57	100.00	59	100.00	59	100.00

Табела 6. Општи успех и успех из физике ученика 6.-ог разреда ОШ „Десанка Максимовић“

Експериментална група		Контролна група	
Општи успех	Успех из физике	Општи успех	Успех из физике
3,58	3.21	3,38	3.32

Општа уједначеност је доста добра и то: за ученике са одличним успехом 33,33% : 28.81%; за ученике са врло добрим успехом 28.07% : 27.12%; са добрим успехом 28,07% : 28.81%; са довољним 8,77% : 8.48% и за ученике са недовољним успехом 3,51% : 6,78%. Ако повежемо одличне и врло добре ученике из експерименталне групе а затим исто то урадимо и у контролној групи онда би однос био 61,4% : 55,93% . Повезивањем добрих и довољних ученика добијамо следећи однос 36,84% : 37,29% .

Обе групе су приближно једнаке по успеху из физике што се такође може видети из претходних табела. Однос одличних и врло добрих ученика је уједначен и за одличне ученике тај однос износи 22,81% : 23,73% а за врло добре ученике 21,05% : 22,03% . Што се тиче односа добрих ученика он је нешто повољнији за контролну групу 19,30% : 22.03% . За довољне тај однос је 28,07% : 27,12%, док је за недовољне

8,77% : 5,09%. Ако се пореде средње оцене из физике, може се уочити да су оне веома блиске.

Из изведене анализе произилази да су обе групе (експериментална и контролна) шестог разреда прилично уједначене те уочене разлике не могу значајније утицати на резултате експеримента.

Ученици осмог разреда су на полугодишту показали успех, приказан у табели 7 и табели 8.

Табела 7. Успех ученика 8.-ог разреда ОШ „Десанка Максимовић“

Успех	Експериментална група				Контролна група			
	Општи успех		Успех из физике		Општи успех		Успех из физике	
8. разред	N	N(%)	N	N(%)	N	N(%)	N	N(%)
Одлични	13	23,21	8	14,28	11	18,96	10	17,24
Вр. доб.	13	23,21	10	17,86	12	20,69	9	15,52
Добар	17	30,36	17	30,36	22	37,93	18	31,03
Довољ.	7	12,50	17	30,36	9	15,52	16	27,59
Недовољ	6	10,72	4	7,14	4	6,90	5	8,62
Укупно	56	100	56	100	58	100	58	100

Табела 8. Општи успех и успех из физике ученика 8.-ог разреда ОШ „Десанка Максимовић“

Експериментална група		Контролна група	
Општи успех	Успех из физике	Општи успех	Успех из физике
3,35	3,02	3,18	3,05

Види се да је општа уједначеност доста добра. Ученици експерименталне групе са одличним и врло добрим успехом су у предности у односу на контролну групу и то одлични 23,21% : 18,96% и врло добри 23,21% : 20,69% . Однос добрих ученика је знатно повољнији за контролну групу и то 30,36% : 37,93% ; док је однос довољних 12,50% : 15,52% и недовољних 10,71% : 6,90% . Повежемо ли категорију одличних и врло добрих, разлика од 46,42% : 39,65% скоро неутралише неуједначеност између добрих ученика експерименталне и контролне групе.

Преглед успеха из физике показује да су средње оцене скоро идентичне 3,02 : 3,05. Однос одличних ученика је повољнији за контролну групу и износи 14,28% : 17,24% док је за врло добре нешто повољнији за експерименталну групу 17,86% : 15,52% . Ако посматрамо категорију одличних и врло добрих експерименталне и контролне групе, однос 32,14 : 32,76 указује на њихову уједначеност. Како је однос добрих ученика уједначен и то 30,36% : 31,03% ,а број довољних и недовољних ученика се незнатно разликује може се закључити да је узорак уједначен у задовољавајућој мери и да постојеће разлике нису могле значајно утицати на резултате експеримента.

4.1.2. Успех постигнут на иницијалном тестирању

Иницијалним тестирањем је проверено претходно знање из физике како ученика школе „Мирослав Антић“ тако и школе „Десанка Максимовић“. Ова варијабла је веома значајна за утврђивање иницијалне уједначености експерименталне и контролне групе.

Преглед успеха обе групе ученика школе „Мирослав Антић“ дат је у табелама 9 и 10, док су резултати графички приказани на дијаграмима 1 и 2 упоредним полигоном фреквенција који показује степен уједначености група. То се посебно односи на аритметичку средину.

На основу података добијених иницијалним тестирањем одређене су аритметичке средине .

Преглед успеха обе групе ученика школе „Десанка Максимовић“ дат је у табелама 11 и 12, док су резултати графички приказани на графицима 3 и 4 упоредним полигоном фреквенција који показује степен уједначености група. То се посебно односи на аритметичку средину.

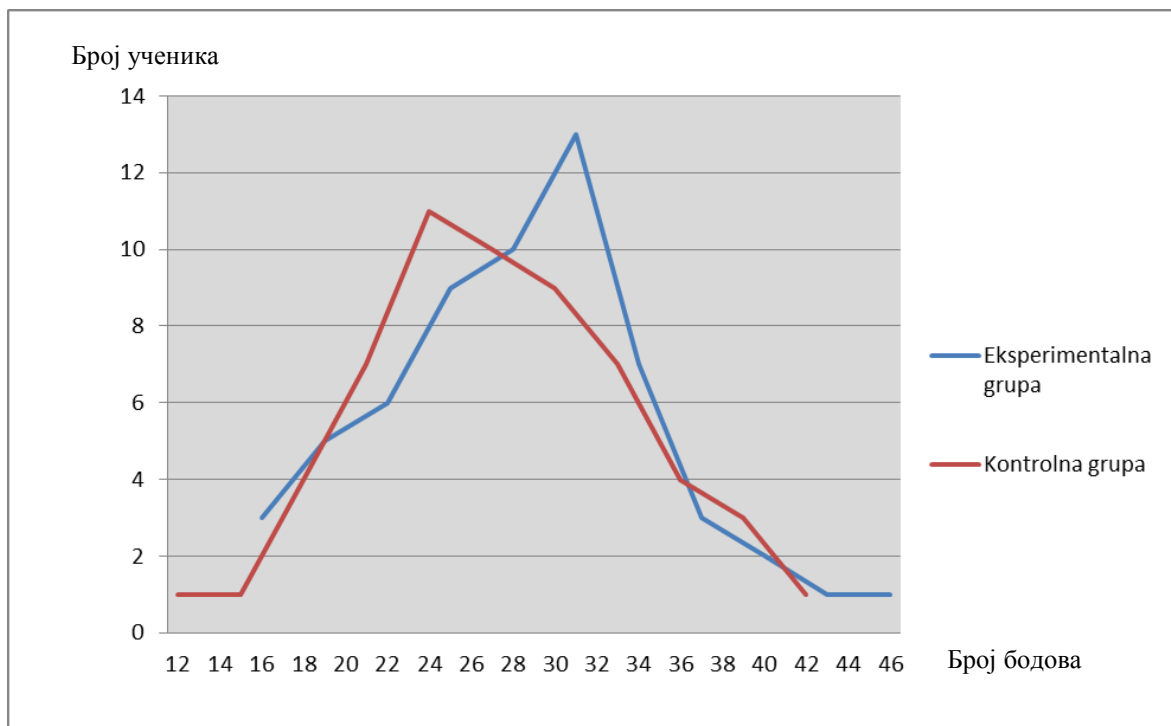
На основу података добијених иницијалним тестирањем одређене су аритметичке средине.

Груписани подаци успеха ученика **шестог разреда** школе „Мирослав Антић“ на иницијалном тестирању експерименталне E_1 и контролне K_1 групе дати су у табели 9.

Табела 9. Успех постигнут на иницијалном тестирању 6. разред „Мирослав Антић“

Експериментална група				Контролна група			
N	\bar{X}	σ	V%	N	\bar{X}	σ	V%
60	28,35	6,61	23,31	58	27,31	6,45	23,61

Графички приказ ове расподеле дат је на графику 1.



*График 1. Приказ успеха постигнутог на иницијалном тестирању
6. разред, „Мирослав Антић“*

Иницијално мерење показује да су резултати распоређени по закону Гаусове криве. Резултати иницијалног тестирања групе E_1 показују да се 75 % а за контролну групу K_1 76% свих резултата налази у оквирима $\bar{X} \pm \sigma$. Коефицијент релативне варијабилности указује на значајну хомогеност група у овој варијабли. Разлике међу групама нису статистички значајне ($t=0,86$), незнатна предност је код експерименталне групе.

Иницијалним тестирањем ученика **осмог разреда** у експерименталној E_2 и контролној групи K_2 такође је евидентиран велики степен уједначености. Резултати постигнути на иницијалном тесту дати су у табели 10. У експерименталној E_2 групи 72% ученика а у контролној K_2 , 69% се налази у оквирима $\bar{X} \pm \sigma$. Коефицијент релативне варијабилности такође указује на хомогеност група и у овој варијабли. Резултати су распоређени по закону Гаусове криве што се види и на приказаним графику 2. За обе групе осмог разреда ниво значајности разлика је 1,8 па је уједначеност на нивоу 0,05 што значи да је поузданост 95%.

Табела 10. Успех постигнут на иницијалном тестирању 8. разред „Мирослав Антић“

Експериментална група				Контролна група			
N	\bar{X}	σ	V%	N	\bar{X}	σ	V%
58	28,88	7,13	24,69	54	26,44	7,19	27,18

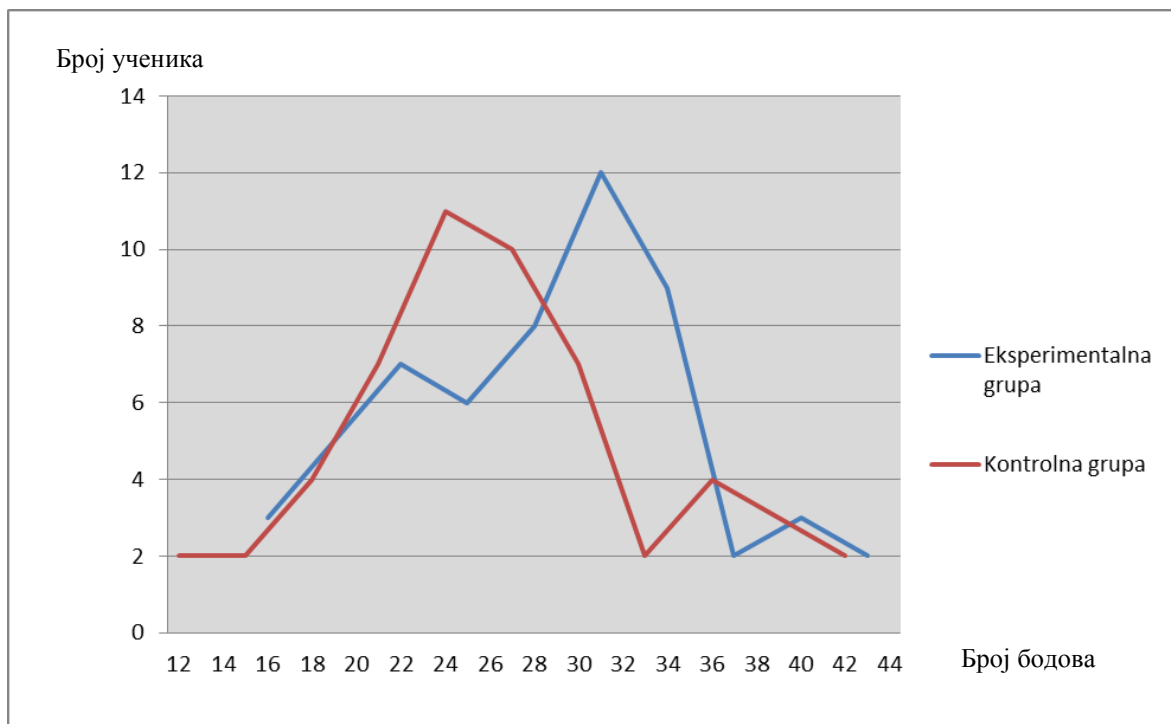


График 2. Приказ успеха постигнутог на иницијалном тестирању 8. разред „Мирослав Антић“

Из наведених података може се закључити да је експеримент отпочео у потпуно припремљеним условима.

Табела 11. Успех постигнут на иницијалном тестирању 6. Разред „Десанка Максимовић“

Експериментална група				Контролна група			
N	\bar{X}	σ	V%	N	\bar{X}	σ	V%
57	29	6,06	20,90%	59	28.24	7,19	25,46%

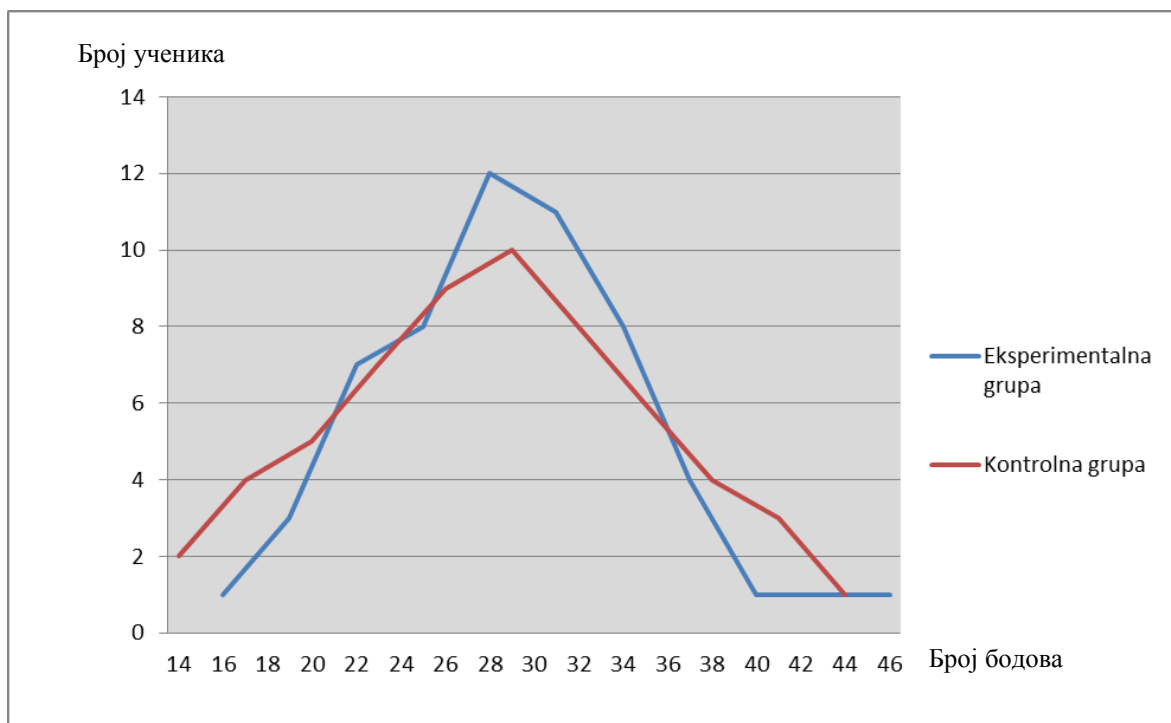


График 3. Приказ успеха постигнутог на иницијалном тестирању
6. разред, „Десанка Максимовић“

Резултати иницијалног тестирања ученика 6. разреда ОШ “Десанка Максимовић“ дати су у табели 11. Иницијално мерење показује су резултати распоређени по закону Гаусове криве. Резултати иницијалног тестирања групе E_1 показују да се 68 % а за контролну групу K_1 68 % свих резултата налази у оквирима $\bar{X} \pm \sigma$ Коефицијент релативне варијабилности указује на значајну хомогеност група у овој варијабли. Разлике међу групама нису статистички значајне ($t = 0,62$), незнатна предност је код експерименталне групе.

Иницијалним тестирањем ученика **осмог разреда** у експерименталној E_2 и контролној групи K_2 такође је евидентиран велики степен уједначености. Резултати постигнути на иницијалном тесту дати су у табели 12. У експерименталној E_2 групи 79 % ученика а у контролној K_2 67 % се налази у оквирима $\bar{X} \pm \sigma$. Коефицијент релативне варијабилности такође указује на хомогеност група и у овој варијабли. Резултати су распоређени по закону Гаусове криве што се види и на приказаном графику 4. За обе групе осмог разреда ниво значајности разлика је 1,44 па је уједначеност на нивоу 0,05 што значи да је поузданост 95%.

Табела 12. Успех постигнут на иницијалном тестирању 8. разред „Десанка Максимовић“

				Контролна група			
N	\bar{X}	σ	V%	N	\bar{X}	σ	V%
56	26.98	5,41	20.03%	58	25.40	6.29	24,76%

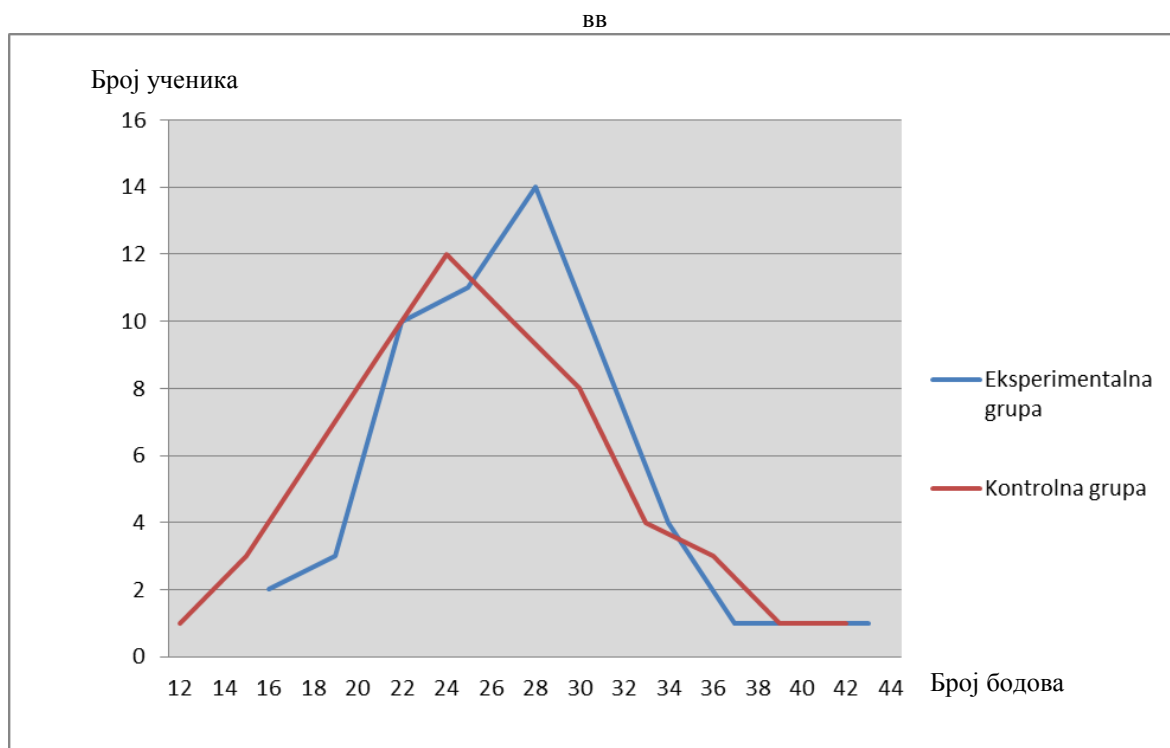


График 4. Приказ успеха постигнутог на иницијалном тестирању 8. разред „Десанка Максимовић“

4.2 Резултати финалног истраживања

После реализованог експеримента (у шестом разреду обрађена је тема *Притисак* а у осмом *Електрична струја*) да би се дошло до закључка о деловању експерименталног фактора, посебно о разлици која је настала његовим увођењем, проучени су резултати експеримента. Да би се дошло до неопходних података ученици су тестирани тестом знања T_2 . Тест је чинило петнаест задатака при чему је ученик могао освојити максимално 50 бодова.

На основу добијених података и образаца који су коришћени код иницијалног мерења добијени су потребни резултати чијом обрадом се дошло до резултата приказаних табелама.

На исти начин су анализирани подаци добијени у школи „Мирослав Антић“- испитивање утицаја експерименталног фактора F_1 -проблемска настава али и резултати добијени у школи „Десанка Максимовић“- испитивање утицаја експерименталног фактора F_1 -научна метода.

Подаци добијени у финалном истраживању су посматрани и анализирани са следећих аспеката:

1. поређења просечног броја бодова на финалном тесту између група E_1 и K_1 као и између E_2 и K_2 (проверавање прве хипотезе) ,
2. поређења просечног броја бодова на иницијалном и финалном тесту у E и K групама и између група (проверавање прве хипотезе)
3. поређења просечног броја бодова освојеног на финалном тесту између E_1 и E_2 групе (проверавање друге хипотезе) ,
4. поређења просечног броја бодова на поновљеном тесту између група E_1 и K_1 као и између E_2 и K_2 (проверавање треће хипотезе)
5. поређења просечног броја бодова освојеног на финалном тесту међу E_1 групама као и међу E_2 групама (проверавање четврте хипотезе).
6. поређења наставних инструкција у погледу стварање адекватног поглед на природу науке као и специфичност научног истраживања (проверавање пете хипотезе).

4.2.1 Испитивање постављених хипотеза за дејство фактора F_1 -проблемска настава

Испитивање прве хипотезе

Примена проблемске наставе као наставне инструкције у настави физике доприноси унапређењу наставе у смислу веће и потпуније усвојености физичких закона и генерализација код ученика.

Ако се посматрају резултати које су постигли ученици шестог разреда, E_1 и K_1 групе на финалном тестирању, дати у табели 13 уочава се статистички значајна разлика у корист експерименталне групе.

Табела 13. Успех постигнут на финалном тестирању 6. разред „Мирослав Антић“

Експериментална група 6.разред				Контролна група 6.разред			
N	\bar{X}	σ	V%	N	\bar{X}	σ	V%
60	33,50	6,30	18,81	58	27,76	7,35	26,48

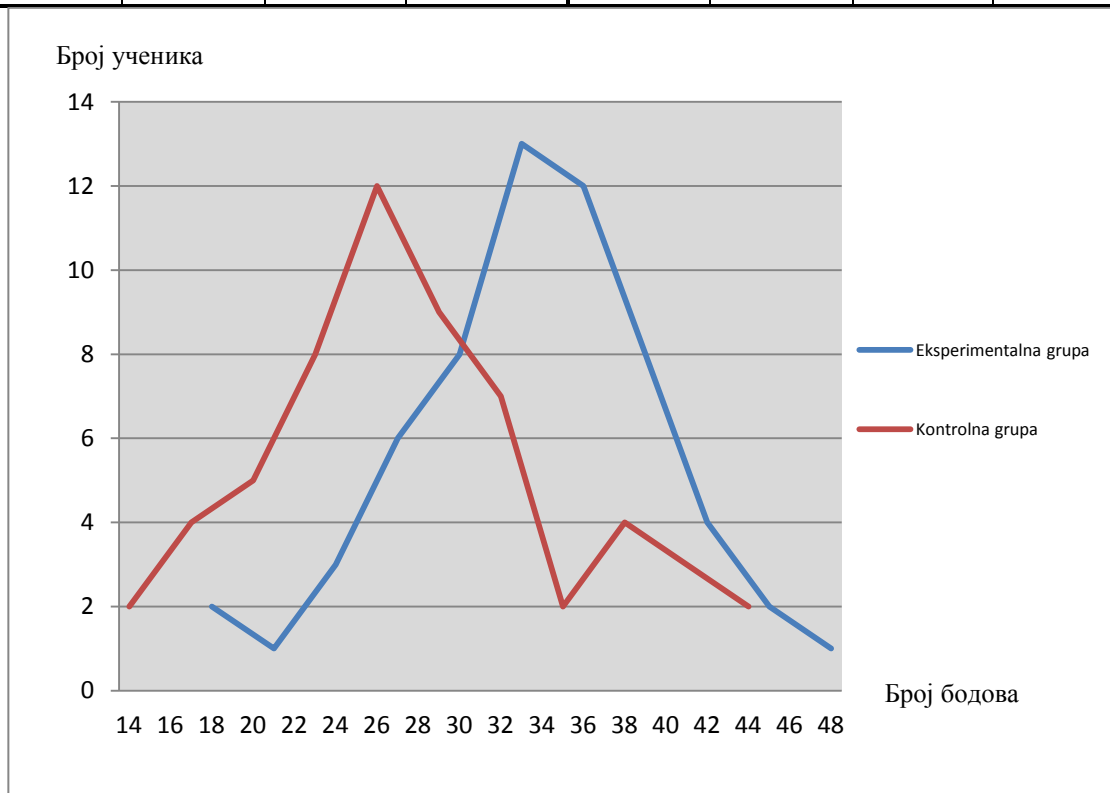


График 5. Приказ успеха постигнутог на финалном тестирању 6. разред „Мирослав Антић“

Обе криве теже ка симетричности у нормалној дистрибуцији с том разликом што су резултати експерименталне групе значајно померени ка вишим резултатима. Хомогеност експерименталне групе у односу на контролну је израженија (коэффициенти варијације експерименталне и контролне групе се односе 18,81 : 26,48). Обухват стандардне девијације приближно је једнак за обе групе (73% за експерименталну и 67% за контролну).

Резултати теста у обе групе приказани су на графику 5. Резултати експерименталне и контролне групе, покуравају се закону Гаусове криве тако да се на основу добијених података могу доносити закључци о значајности разлике између аритметичких средина. Из наведеног графика види се да у експерименталној групи већи број ученика има бољи резултат. У експерименталној групи максимално освојени број бодова је 48 док у контролној групи тај број не прелази 44. Ако се посматра стрмина

Е групе која одговара слабијим резултатима може се уочити да је значајно померена у десно у односу на исти део криве К групе. Може се закључити да је у К групи већи број ученика са слабијим резултатима (испод 25 поена у контролној групи има 19 ученика док у Е групи има само 6).

Разлика између аритметичких средина која се појавила између Е и К групе је статистички значајна јер је вредност статистичке поузданости $t = 4,55$ и значајно прелази границу значајности на нивоу поверења 0,05 па чак и на нивоу поверења од 0,01. На основу овог резултата оствареног на узорку ученика 6. разреда

Бољи успех ученика постигнут у експерименталној групи 6. разреда није резултат случајних околности, већ је остварен деловањем експерименталног фактора E_1 односно примене проблемске наставе у настави физике тако да се може потврдити прва хипотеза:

Примена проблемске наставе као наставне инструкције у настави физике доприноси унапређењу наставе у смислу веће и потпуније усвојености физичких закона и генерализација код ученика.

Упоредни приказ средњих вредности и стандардних девијација на тесту код експерименталне и контролне групе осмог разреда дат је у табели 14.

Табела 14. Успех постигнут на финалном тестирању 8. разред „Мирослав Антић“

Експериментална група 8. разред				Контролна група 8.разред			
N	\bar{X}	σ	V%	N	\bar{X}	σ	V%
58	36,38	6,88	18,90	54	28,33	6,94	24,48

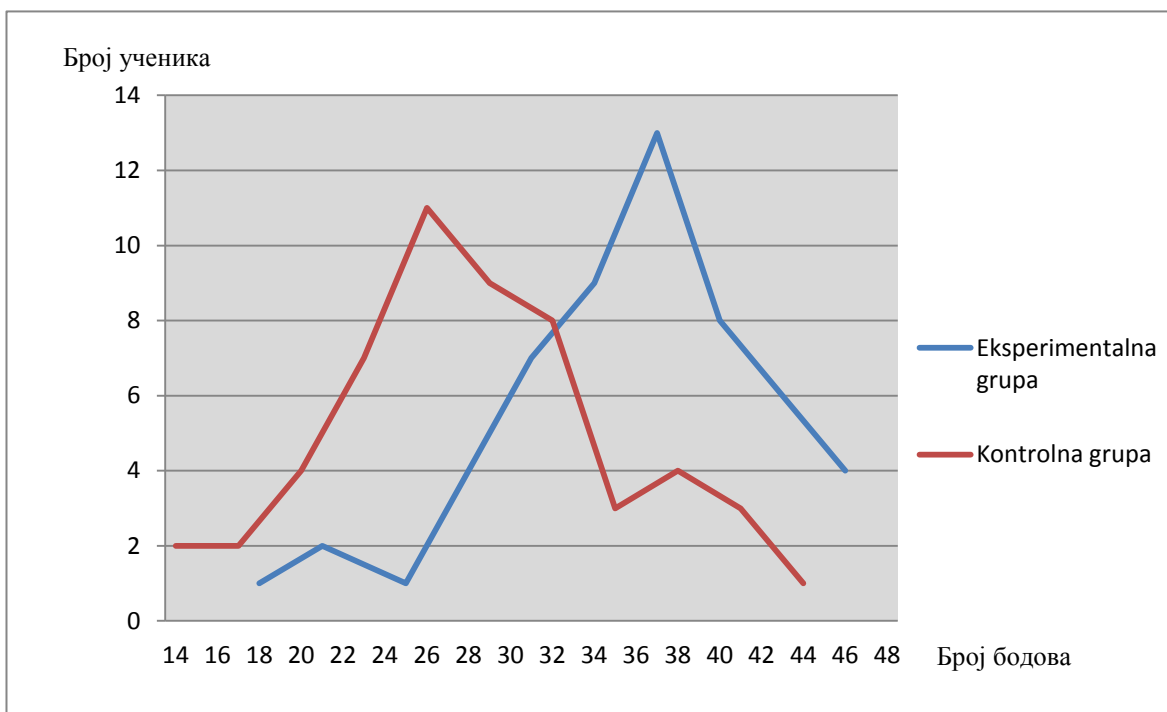


График 6. Приказ успеха постигнутог на финалном тестирању 8. разред „Мирослав Антић“

Ако се посматрају резултати ученика осмог разреда експерименталне и контролне групе приказане на графику 6. и овде се може запазити да обе криве теже ка симетричности у нормалној дистрибуцији с том разликом што су резултати експерименталне групе значајно померени ка вишим резултатима. Хомогеност експерименталне групе у односу на контролну је израженија (кофицијенти варијације експерименталне и контролне групе се односе 18,90 : 24,48). Обухват стандардне девијације је нешто већи у корист експерименталне групе (68% за експерименталну и 66% за контролну).

Резултати теста у обе групе покуравају се закону Гаусове криве тако да се на основу добијених података могу доносити закључци о значајности разлике између аритметичких средина. Из наведених графика види се да у експерименталној групи већи број ученика има бољи резултат. У експерименталној групи максимално освојени број бодова је 49 док у контролној групи тај број не прелази 44. Ако се посматра стрмина Е групе која одговара слабијим резултатима може се уочити да је значајно померена у десно у односу на исти део криве К групе. Може се закључити да је у К групи већи број ученика са слабијим резултатима (испод 25 поена у контролној групи има 15 ученика док у Е групи има само 3).

Разлика између аритметичких средина која се појавила између Е и К групе је статистички значајна јер је вредност статистичке поузданости $t = 6,16$ и значајно

прелази границу значајности на нивоу поверења 0,05 па чак и на нивоу поверења од 0,01. На основу овог резултата оствареног на узорку ученика 8. разреда

Бољи успех ученика постигнут у експерименталној групи 8. разреда није резултат случајних околности, већ је остварен деловањем експерименталног фактора F_1 односно примене проблемске наставе у настави физике тако да се

може потврдити прва хипотеза

Примена проблемске наставе као наставне инструкције у настави физике доприноси унапређењу наставе у смислу веће и потпуније усвојености физичких закона и генерализација код ученика.

Поређењем средњих вредности освојених бодова по ученику 6. разреда експерименталне (33,5) са одговарајућим вредностима контролне групе (27,76) може се закључити да је она већа за 5,74 бодова по ученику односно 17,13% .

Ако се упореди средња вредност броја бодова освојеног на тесту у експерименталној групи осмог разреда (36,38) са одговарајућом вредности контролне групе (28,33) може се уочити да је она већа за 8,08 бодова по ученику (односно 22,19%).

Наведени подаци указују да је ниво знања ученика у експерименталним групама већи у односу на одговарајуће контролне групе, јер су ученици примили знања чулима и логичким закључивањем, док то није случај у контролним групама, где они примају знање само преко чула. Учење у експерименталној групи је тако организовано да је ученик активан током целог часа, како док дато знање усваја, тако и док практично примењује, док је у контролној групи он релативно пасиван, јер само слуша наставничково предавање.

Пошто је ова хипотеза потврђена, како на популацији ученика шестог, тако и на популацији ученика осмог разреда, може се сматрати да је применом експерименталног фактора у настави физике остварен бољи успех ученика те се постављена **прва хипотеза може генерално потврдити.**

Испитивање друге хипотезе

Старији ученици постићи ће бољи успех од млађих што је резултат вишегодишње примене наставних инструкција у активној настави физике као и развоја могућности закључивања код ученика.

Једна од хипотеза овог рада била је да ученици у старијем узрасту, који уче већ трећу годину на часовима физике користећи проблемску наставу као наставну инструкцију, постижу боље резултате од ученика шестог разреда који су тек почели да изучавају природне појаве на овај начин.

У табелама 15,16, 17 и 18 дати су упоредни подаци за обе експерименталне групе E_1 и E_2 на иницијалном и финалном тестирању. Поредиће се средњи број бодова постигнут на иницијалном и финалном тесту у групама E_1 и E_2 .

Табела 15. Резултати постигнути на иницијалном тесту 6. разред „Мирослав Антић“

Експериментална група 6.разред-иницијални тест			
N	\bar{X}	σ	V%
60	28,35	6,61	23,31

Табела 16. Резултати постигнути на финалном тесту 6. разред „Мирослав Антић“

Експериментална група 6.разред-финални тест			
N	\bar{X}	σ	V%
60	33,50	6,30	18,81

Табела 17. Резултати постигнути на иницијалном тесту 8. разред „Мирослав Антић“

Експериментална група 8.разред-иницијални тест			
N	\bar{X}	σ	V%
58	28,88	7,13	24,69

Табела 18. Резултати постигнути на финалном тесту 8. разред „Мирослав Антић“

Експериментална група 8.разред-финални тест			
N	\bar{X}	σ	V%
58	36,38	6,88	18,90

Ако се способност која се мери, посматра поредећи остварене резултате експерименталних група на финалном тесту у односу на одговарајуће резултате контролне групе уочава се да је учинак експерименталног фактора у 6. разреду 5,74 бодова (17,13%) док је у 8. разреду ефекат његове примене 8,05 бодова (22,13%).

Може се уочити да је експериментална група E_2 у односу на групу E_1 остварила бољи успех за 5 %.

Наведени подаци говоре у прилог радне хипотезе да је експериментални фактор повољније утицао на старије ученике те се може прихватити друга радна хипотеза

Ако се пореде остварени резултати експерименталних група на финалном тесту у односу на резултате остварене на иницијалном тесту запажа се следеће:

Разлика између аритметичких средина оствареног броја бодова од 5,15 у експерименталној групи б. разреда на финалном и иницијалном тесту је статистички значајна и износи $t = 4,36$

Разлика између аритметичких средина оствареног броја бодова од 7,5 у експерименталној групи 8. разреда на финалном и иницијалном тесту је статистички значајна и износи $t = 5,77$

Ако се посматра средњи број бодова освојен по ученику E_1 и E_2 групе уочава се да је он 2,88 бода у корист старијих ученика. Разлика између аритметичких средина на нивоу статистичке значајности и износи $t = 2,36$

Наведени подаци говоре у прилог радне хипотезе да је експериментални фактор повољније утицао на старије ученике те се

може потврдити друга хипотеза:

Бољи успех ученика постигнут код старијих ученика резултат је вишегодишње примене проблемске наставе као наставне инструкције у настави физике као и развоја могућности закључивања код ученика.

Помоћу вредности за аритметичку средину \bar{X}_r и за стандардну девијацију σ постигнути резултати у бодовима претворени су у уобичајене школске оцене (табела 19 и 20).

Табела 19. Резултати на финалном тестирању изражени школским оценама б. разред

б.разред	ОЦЕНЕ				
групе	5	4	3	2	1
Е-група	min-max	min-max	min-max	min-max	min-max
	42,96 -50	36,66-42,95	30,36-36,65	24,06-30,35	0-24,05
	\bar{X}	\bar{X}	\bar{X}	\bar{X}	\bar{X}
	46,48	39,8	33,5	27,2	12,02
К-група	Min-max	min-max	min-max	min-max	min-max
	38,80-50	31,45-38,79	24,1-31,44	16,75-24,09	0-16,74
	\bar{X}	\bar{X}	\bar{X}	\bar{X}	\bar{X}
	44,4	35,12	27,77	21,42	8,37

Табела 20. Резултати на финалном тестирању изражени школским оценама 8. разред

8.разред групе	ОЦЕНЕ				
	5	4	3	2	1
Е-група	min-max	min-max	min-max	min-max	min-max
	46,71 -50	39,83-46,7	32,94-39,82	26,07-32,93	0-26,06
	\bar{X}	\bar{X}	\bar{X}	\bar{X}	\bar{X}
	48,36	43,26	36,38	29,51	13,03
К-група	Min-max	min-max	min-max	min-max	min-max
	38,74-50	31,8-38,73	24,87-31,79	17.92-24,86	0-17,91
	\bar{X}	\bar{X}	\bar{X}	\bar{X}	\bar{X}
	44,37	35,26	28,33	21,33	8.96

У табелама 19 и 20 се види да је критеријум оцењивања код експерименталне групе нешто строжији у односу на контролну групу. Ово је условљено различитим средњим вредностима и стандардним девијацијама у обе групе. Тако ученик који је у експерименталној групи освојио 30 бодова добија оцену довољан (2) а ученик у контролној групи са истим бројем освојених бодова добија оцену добар (3). Оцене добијене на финалном тесту приказане су у табели 21.

Табела 21. Резултати постигнути на финалном тестирању 6. разред „Мирослав Антић“

6.разред	Експериментална група		Контролна група	
	N	N[%]	N	N[%]
Одличан	5	8,33	5	8,62
Вр. добар	17	28,34	13	22,41
Добар	21	35	19	32,76
Довољан	14	23,33	18	31,03
Недовољан	3	5	3	5,18
УКУПНО	60	100,00	58	100,00

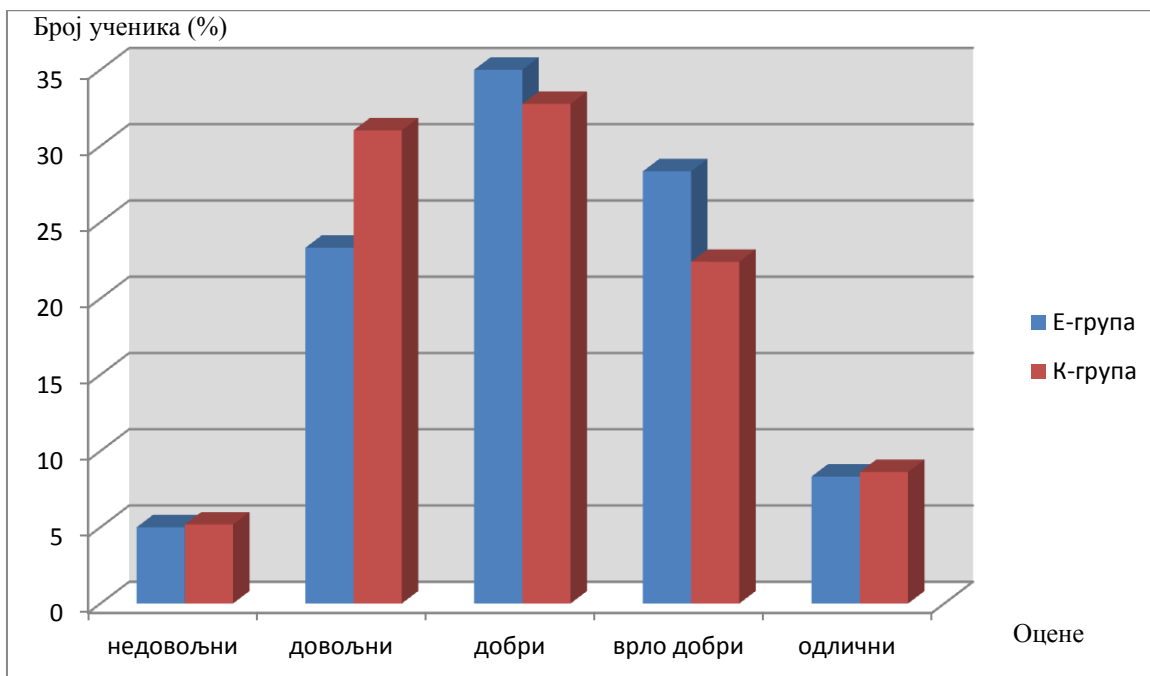


График 7. Успешност ученика на финалном тестирању 6. разред „Мирослав Антић“

Ефекти деловања експерименталног фактора лако се уочавају и помоћу хистограма који приказује расподелу оцена (график 7). Уочава се одступања резултата експерименталне и контролне групе. Примећује се већи број довољних оцена у контролној групи у односу на експерименталну, док се у експерименталној групи примећује процентуално већи број добрих, врло добрих и одличних оцена. Број недовољних оцена у експерименталној и контролној групи је подједнак. Значи, највећи број ученика у експерименталној групи је освојио између 30 и 40 бодова, док је у контролној групи највећи број ученика са бројем бодова од 20 до 30.

Очигледно је да експериментални фактор није подједнако деловао на све популације ученика али је за све ученике заједничко да је знак деловања исти, тј. постигнути су позитивни ефекти.

Табела 22. Резултати постигнути на финалном тестирању 8. разред „Мирослав Антић“

8.разред	Експериментална група		Контролна група	
	N	N[%]	N	N[%]
Одличан	6	10,34	4	7,41
Вр. добар	14	24,14	14	25,92
Добар	23	39,66	20	37,03
Довољан	12	20,69	12	22,22
Недовољан	3	5,17	4	7,42
УКУПНО	58	100,00	54	100,00

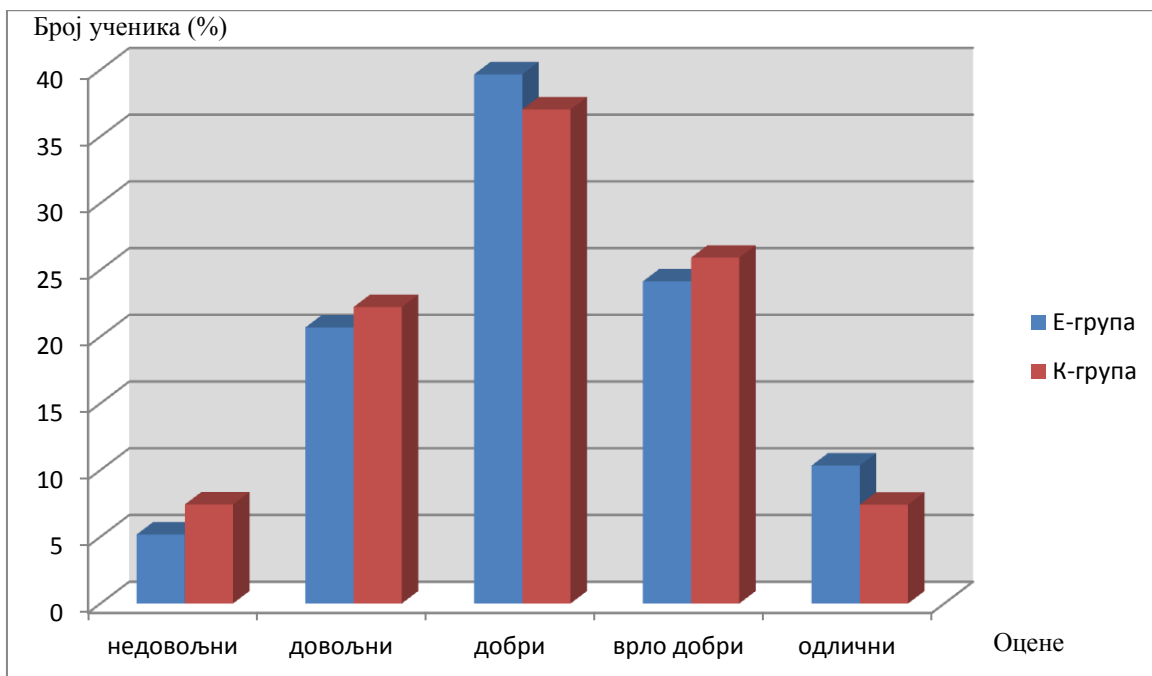


График 8. Успешност ученика на финалном тестирању 8. разред „Мирослав Антић“

Иста квалитативна анализа резултата педагошког експеримента код ученика осмог разреда такође прати ефекте деловања експерименталног фактора. Резултати постигнути на финалном тестирању ученика осмог разреда приказани су у табели 22. Хистограмом је представљена расподела оцена и у овој популацији ученика и приказана на графику 8. Уочава се одступање резултата експерименталне и контролне групе. У експерименталној групи се примећује процентуално већи број добрих и одличних оцена, док је број недовољних, довољних и врло добрих оцена већи у контролној групи. Највећи број ученика у експерименталној групи освојио је између 33 и 47 бодова, док је у контролној групи највећи број ученика са бројем бодова од 25 до 39.

Очигледно је да експериментални фактор и код ученика осмог разреда није подједнако деловао на све популације ученика али је и овде за све ученике заједничко да је знак деловања исти, тј. постигнути су позитивни ефекти.

Испитивање треће хипотезе

Знање стечено применом проблемске наставе је трајније од знања стеченог традиционалном наставом.

У оквиру посебне хипотезе о трајности стечених знања испитивано је дејство учења путем решавања проблема на стабилност и расположивост научених наставних

садржаја. Пошто су све групе радиле у истим условима (исти наставни садржаји, иста наставна средства, исти кабинет, једнако време за реализацију наставних садржаја) евентуални повољнији ефекат у погледу трајности знања у експерименталним групама могао би бити утицај експерименталног фактора односно проблемски приступ настави и примена проблемске наставе у реализацији наставе физике.

Да би установили трајност знања ученика експерименталне и контролне групе поновљен је исти тест након четири месеца. Овај период сматран је оптимално дугим за поуздано утврђивање претпостављеног ефекта учења.

Том приликом добијени су следећи резултати:

Табела 23. Резултати постигнути на тесту и поновљеном тесту 6. разред „Мирослав Антић“

Експериментална група 6.разред						Контролна група 6.разред					
Тест			Поновљени тест			Тест			Поновљени тест		
N	\bar{X}	σ	N	\bar{X}	σ	N	\bar{X}	σ	N	\bar{X}	σ
60	33,5	6,3	60	32,1	6,15	58	27,76	7,35	58	24,4	6,98

Табела 24. Резултати постигнути на тесту и поновљеном тесту 8. разред „Мирослав Антић“

Експериментална група 8.разред						Контролна група 8.разред					
Тест			Поновљени тест			Тест			Поновљени тест		
N	\bar{X}	σ	N	\bar{X}	σ	N	\bar{X}	σ	N	\bar{X}	σ
58	36,38	6,88	58	34,86	6,43	54	28,33	6,87	54	25,08	6,65

У Табели 23 се види да су средње вредности броја бодова по ученику на поновљеном тесту знања мањи и у експерименталној и у контролној групи ученика 6. разреда. Средња вредност броја освојених бодова по ученику је за 1,4 бодова мања док је у контролној групи мања за 3,36 бодова. Ако то изразимо у процентима, заборављање ученика експерименталне групе је 4,06 % док је заборављање ученика контролне групе 12,1%. У ретенционом стању експериментална група има статистички значајне разлике знања у односу на контролну групу.

Евидентно је да је у обе групе дошло до опадања успеха, с тим што је у контролној групи овај проценат заборављања знатно већи. Опадање успеха у експерименталној

групи је минимално, ефекат ретенције је задовољавајући, с обзиром на то да је протекао прилично дуг временски период. То указује да је знање стечено под утицајем експерименталног фактора трајније у односу на контролну групу где су ученици ново градиво стицали класичним методама учења.

У табели 24. приказани су резултати поновљеног теста ученика 8. разреда. И код старијих ученика такође је приметно заборављање. Поређењем средњих вредности освојених бодова по ученику може се закључити да је он у експерименталној групи мањи за 1,52 бодова док је у контролној мањи за 3,25 бода. Ако наведене резултате изразимо у процентима, заборављање ученика експерименталне групе је 4,25% док је у контролној групи 11,86%. Опадање успеха у обе групе је минимално, ефекат ретенције је задовољавајући јер је и код старијих ученика тај период био прилично дуг.

Временски период од око четири месеца од завршетка мерења је довољно дуг за консолидацију знања ученика и за поуздано утврђивање претпостављеног ефекта учења.

Може се уочити да је у обе варијабле разлика заборављања међу експерименталном и контролном групом евидентна те да је

дужина задржавања наставних садржаја усвојених при дејству експерименталног фактора F_1 у предности над дужином задржавања наставних садржаја усвојених традиционалном наставом тако да следи да се

трећа хипотеза може сматрати потврђеном.

Наставни садржаји усвојени применом проблемске наставе као наставне инструкције, показују виши квантум знања, који са временом има мањи пад – ретенцију, задржавајући статистички значајну разлику у односу на знања стечена традиционалном наставом.

4.2.2 Испитивање постављених хипотеза за дејство фактора F_2 -научна метода

Испитивање прве хипотезе

Примена научног метода у настави физике доприноси унапређењу наставе у смислу веће и потпуније усвојености физичких закона и генерализација код ученика.

Ако се посматрају резултати ученика шестог разреда постигнути на финалном тестирању, приказани у табели 25, уочава се разлика у корист експерименталне групе која се може сматрати статистички значајном.

Табела 25. Успех постигнут на финалном тестирању 6. разред „Десанка Максимовић“

Експериментална група				Контролна група			
N	\bar{X}	σ	V%	N	\bar{X}	σ	V%
57	34,74	6.67	19,19%	59	28,81	6.37	21,37%

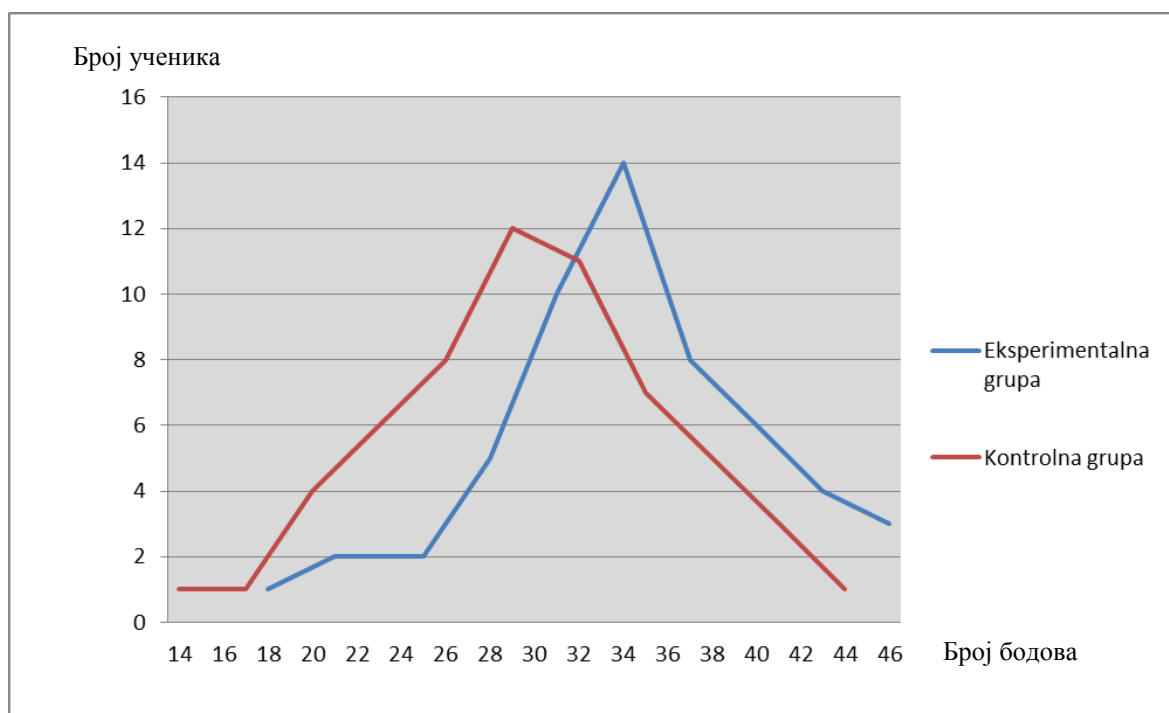


График 9. Приказ успеха постигнутог на финалном тестирању 6. разред „Десанка Максимовић“

Добијени резултати су приказани и на графику 9. Криве како експерименталне тако и контролне групе теже ка симетричности у нормалној дистрибуцији с том разликом што су резултати експерименталне групе померени ка вишим резултатима. Што се тиче максимума кривих он у експерименталној групи одговара вишим вредностима, већи број бодова и нешто више фреквенције. Хомогеност експерименталне групе у односу на контролну је незнатно израженија (коэффициенти варијације експерименталне и контролне групе се односе 19,19 : 21,37). Обухват стандардне девијације је нешто већи у корист експерименталне групе (72 % за експерименталну и 64% за контролну).

Резултати теста у обе групе покуравају се закону Гаусове криве тако да се на основу добијених података могу доносити закључци о значајности разлике између аритметичких средина. Из наведеног графика види се да у експерименталној групи већи број ученика има бољи резултат. У експерименталној групи максимално освојени број бодова је 49 док у контролној групи тај број не прелази 44. Ако се посматра стрмина Е групе која одговара слабијим резултатима може се уочити да је значајно померена у десно у односу на исти део криве К групе. Може се закључити да је у К групи већи број ученика са слабијим резултатима (испод 25 поена у контролној групи има 11 ученика док у Е групи има само 5).

Разлика између аритметичких средина која се појавила између Е и К групе је статистички значајна јер је вредност статистичке поузданости $t = 4,06$ и значајно прелази границу значајности на нивоу поверења 0,05 па чак и на нивоу поверења од 0,01. На основу овог резултата оствареног на узорку ученика 6. разреда

може се потврдити прва хипотеза:

Примена научног метода као наставне инструкције у настави физике доприноси унапређењу наставе у смислу веће и потпуније усвојености физичких закона и генерализација код ученика.

Упоредни приказ средњих вредности и стандардних девијација на тесту код експерименталне и контролне групе осмог разреда дат је у табели 26 и графику 10.

Табела 26. Успех постигнут на финалном тестирању 8. разред „Десанка Максимовић“

Експериментална група				Контролна група			
N	\bar{X}	σ	V%	N	\bar{X}	σ	V%
56	37.09	5.60	15.09%	58	28.17	6.74	23.92%

Поређењем средњих вредности освојених бодова по ученику 6. разреда експерименталне (34,74) са одговарајућим вредностима контролне групе (28,81) може се закључити да је она већа за 5,93 бодова по ученику односно 17,07% .

Поредећи средње вредности освојених бодова на тесту у експерименталној групи осмог разреда (37,09) са одговарајућом вредности контролне групе (28,17) уочљиво је да је она већа за 8,92 бодова по ученику (односно 24,05%).

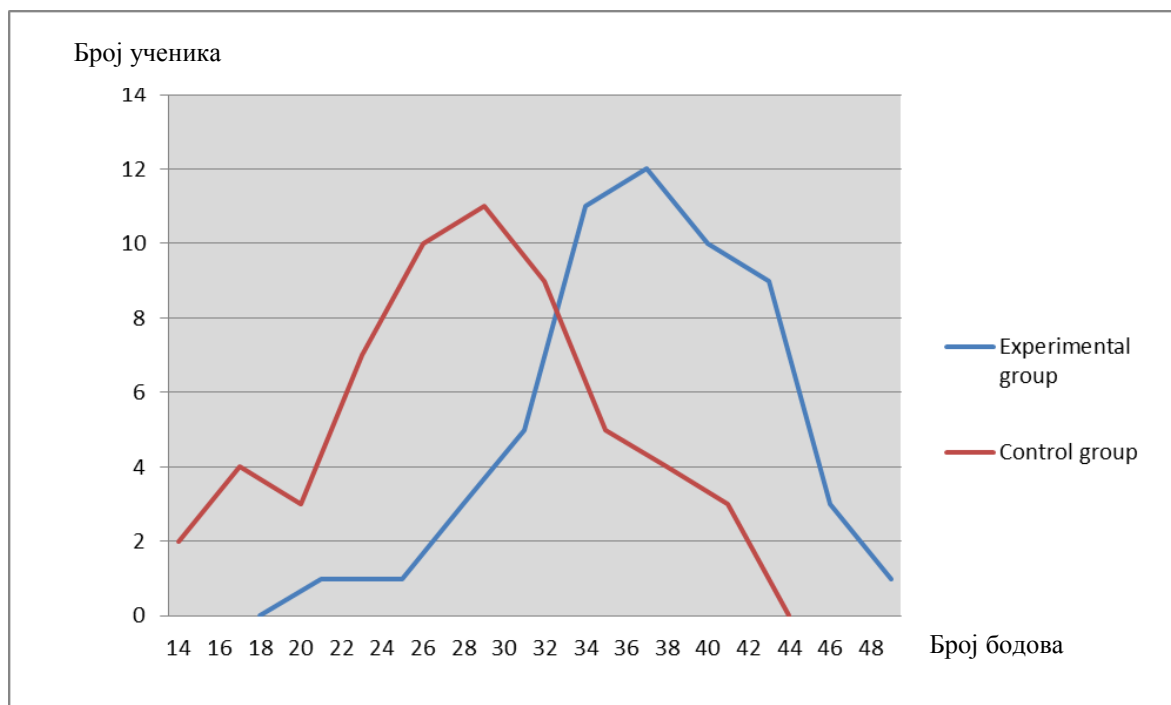


График 10. Приказ успеха постигнутог на финалном тестирању 8. разреда „Десанка Максимовић“

И код ученика осмог разреда уочљиво је да криве како експерименталне тако и контролне групе теже ка симетричности у нормалној дистрибуцији. Такође се запажа да су резултати експерименталне групе померени ка вишим резултатима док максимум експерименталне групе одговара вишим вредностима, већи број бодова и нешто више фреквенције. Хомогеност експерименталне групе у односу на контролну је незнатно израженија (коефицијенти варијације експерименталне и контролне групе се односе 15,09 : 23,92). Обухват стандардне девијације је нешто већи у корист контролне групе (73 % за контролну и 66% за експерименталну).

Резултати теста у обе групе покуравају се закону Гаусове криве тако да се на основу добијених података могу доносити закључци о значајности разлике између аритметичких средина. Из наведених графика види се да у експерименталној групи већи број ученика има бољи резултат. У експерименталној групи максимално освојен број бодова је 49 док у контролној групи тај број не прелази 44. Ако се посматра стрмина Е групе која одговара слабијим резултатима може се уочити да је значајно померена у десно у односу на исти део криве К групе. Може се закључити да је у К групи већи број ученика са слабијим резултатима (испод 25 поена у контролној групи има 11 ученика док у Е групи има само 5).

Разлика између аритметичких средина која се појавила између Е и К групе је статистички значајна јер је вредност статистичке поузданости $t = 7,69$ и значајно

прелази границу значајности на нивоу поверења 0,05 па чак и на нивоу поверења од 0,01. На основу овог резултата оствареног на узорку ученика 8. разреда

може се потврдити прва хипотеза:

Примена научног метода као наставне инструкције у настави физике доприноси унапређењу наставе у смислу веће и потпуније усвојености физичких закона и генерализација код ученика.

Наведени подаци указују да је ниво знања ученика у експерименталним групама већи у односу на одговарајуће контролне групе, јер су ученици били активни субјекти у процесу учења. У контролним групама је повећање незнатно где они углавном јер само слуша наставниково предавање.

Пошто је ова хипотеза потврђена, како на популацији ученика шестог, тако и на популацији ученика осмог разреда, може се сматрати да је применом експерименталног фактора F_1 у настави физике остварен бољи успех ученика те се постављена **прва хипотеза може генерално потврдити.**

Испитивање друге хипотезе

Већи ефекти научне методе у настави физике видеће се код старијих ученика.

Ученици у старијем узрасту постижу боље резултате од ученика шестог разреда јер се могућности закључивања развијају са узрастом ученика.

У табелама 27, 28, 29 и 30 дати су упоредни подаци за обе експерименталне групе E_1 и E_2 на иницијалном и финалном тестирању.

Табела 27. Резултати постигнути на иницијалном тесту 6. разред „Десанка Максимовић“

Експериментална група-иницијално стање			
N	\bar{X}	σ	V%
57	29.00	6.06	20.90%

Табела 28. Резултати постигнути на финалном тесту 6. разред „Десанка Максимовић“

Експериментална група-финално стање			
N	\bar{X}	σ	V%
57	34,74	6.67	19,19%

Табела 29. Резултати постигнути на иницијалном тесту 8. разред „Десанка Максимовић“

Експериментална група-иницијално стање			
N	\bar{X}	σ	V%
56	26.98	5.41	20.03%

Табела 30. Резултати постигнути на финалном тесту 8. разред „Десанка Максимовић“

Експериментална група-финално стање			
N	\bar{X}	σ	V%
56	37,09	5.60	15,09%

Ако способност коју меримо, посматрамо поредећи остварене резултате експерименталних група на финалном тесту у односу на одговарајуће резултате контролне групе видимо да је учинак експерименталног фактора у 6. разреду 5,74 бодова (16,52%) док је у 8. разреду ефекат његове примене 10,11 бодова (27,26%). Може се уочити да је експериментална група E_2 у односу на групу E_1 остварила бољи успех за 10,74 %.

Наведени подаци говоре у прилог радне хипотезе да је експериментални фактор повољније утицао на старије ученике те се може прихватити друга радна хипотеза

Ако способност коју меримо посматрамо поредећи остварене резултате експерименталних група на финалном тесту у односу на резултате остварене на иницијалном тесту запажамо следеће:

Разлика између аритметичких средина оствареног броја бодова од 5,74 у експерименталној групи 6. разреда на финалном и иницијалном тесту је статистички значајна и износи $t = 4,82$

Разлика између аритметичких средина оствареног броја бодова од 10,11 у експерименталној групи 8. разреда на финалном и иницијалном тесту је статистички значајна и износи $t = 9,36$

Ако посматрамо средњи број бодова освојен по ученику E_1 и E_2 групе видимо да је она 2,35 у корист старијих ученика. Разлика између аритметичких средина на нивоу статистичке значајности и износи $t = 2,16$

Наведени подаци говоре у прилог радне хипотезе да је експериментални фактор повољније утицао на старије ученике те се

може потврдити друга хипотеза:

Бољи успех ученика постигнут код старијих ученика резултат је развоја могућности закључивања код ученика.

Помоћу вредности за аритметичку средину \bar{X}_r и за стандардну девијацију σ постигнути резултати у бодовима претворени су у уобичајене школске оцене, табела 31 и табела 32.

Табела 31. Резултати на финалном тестирању изражени школским оценама 6. разред „Десанка Максимовић“

6.разред групе	Оцене				
	5	4	3	2	1
Е-група	min-max	min-max	min-max	min-max	min-max
	44,77 -50	38,09-44,76	31,41-38,08	24,74-31,40	0-24,73
	\bar{X}	\bar{X}	\bar{X}	\bar{X}	\bar{X}
	47,38	41,42	34,74	28,06	12,36
К-група	Min-max	min-max	min-max	min-max	min-max
	38,36-50	31,99-38,35	25,62-31,98	19,25-25,61	0-19,24
	\bar{X}	\bar{X}	\bar{X}	\bar{X}	\bar{X}
	44,18	35,16	28,80	17,92	5,16

Табела 32. Резултати на финалном тестирању изражени школским оценама 8. разред „Десанка Максимовић“

8.разред групе	Оцене				
	5	4	3	2	1
Е-група	min-max	min-max	min-max	min-max	min-max
	45,51 -50	39,90-45,5	34,29-39,89	28,68-34,28	0-28,67
	\bar{X}	\bar{X}	\bar{X}	\bar{X}	\bar{X}
	47,76	42,7	37,09	31,48	14,34
К-група	Min-max	min-max	min-max	min-max	min-max
	38,28-50	31,53-38,27	24,8-31,54	18,05-24,79	0-18,05
	\bar{X}	\bar{X}	\bar{X}	\bar{X}	\bar{X}
	44,14	34,9	28,17	21,42	9,02

Различите средње вредности и стандардне девијације условиле су различит критеријум оцењивања у експерименталној и контролној групи. Види се да је критеријум оцењивања код експерименталне групе нешто строжији у односу на контролну групу. Тако ученик који је у експерименталној групи 6. разреда освојио

40 бодова добија оцену врло добар (4) а ученик у контролној групи истог разреда са истим бројем освојених бодова добија оцену одличан (5). Оцене добијене на финалном тесту у 6. разреду приказане су у табели 33.

Табела 33. Резултати постигнути на финалном тестирању 6. разред „Десанка Максимовић“

6.разред	Експериментална група		Контролна група	
	N	N[%]	N	N[%]
Одличан	6	10,53	4	6,78
Вр. добар	10	17,54	22	37,29
Добар	28	49,12	21	35,59
Довољан	10	21,05	9	15,26
Недовољан	3	5,26	3	5,08
УКУПНО	57	100,00	59	100,00

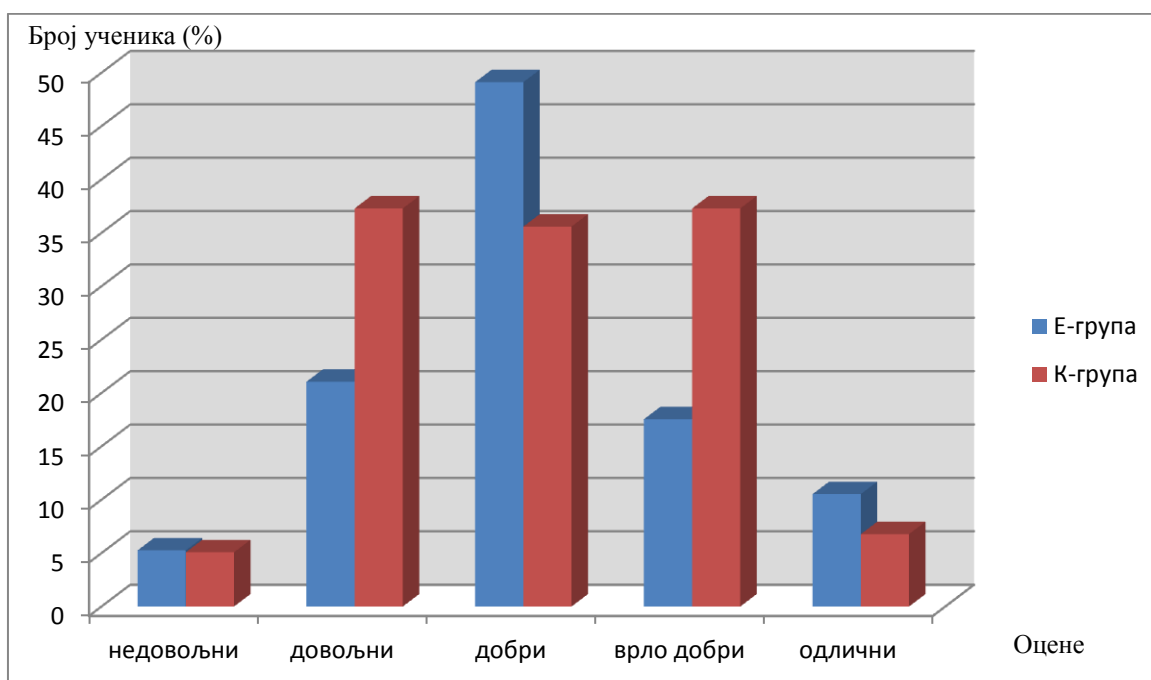


График 11. Успешност ученика на финалном тестирању 6. разред „Десанка Максимовић“

Посматрајући график 11 који приказује расподелу оцена, уочавају се ефекти деловања експерименталног фактора. Примећује се већи број довољних и врло добрих оцена у контролној групи у односу на експерименталну, док се у експерименталној групи примећује процентуално већи број добрих и одличних оцена. Разлике недовољних оцена између експерименталне и контролне групе практично нема. Може се закључити да је највећи број ученика у експерименталној

групи освојио између 30 и 40 бодова, док је у контролној групи највећи број ученика са бројем бодова од 25 до 35.

Очигледно је да експериментални фактор није подједнако деловао на све популације ученика али је за све ученике заједничко да је знак деловања исти, тј. постигнути су позитивни ефекти.

Табела 34. Резултати постигнути на финалном тестирању 8. разред „Десанка Максимовић“

8.разред	Експериментална група		Контролна група	
	N	N[%]	N	N[%]
Одличан	4	7.14	4	6,90
Вр. добар	21	37.5	14	24.14
Добар	23	41,07	19	32.76
Довољан	5	8.93	12	20.69
Недовољан	3	5.36	8	13.79
УКУПНО	56	100,00	58	100,00

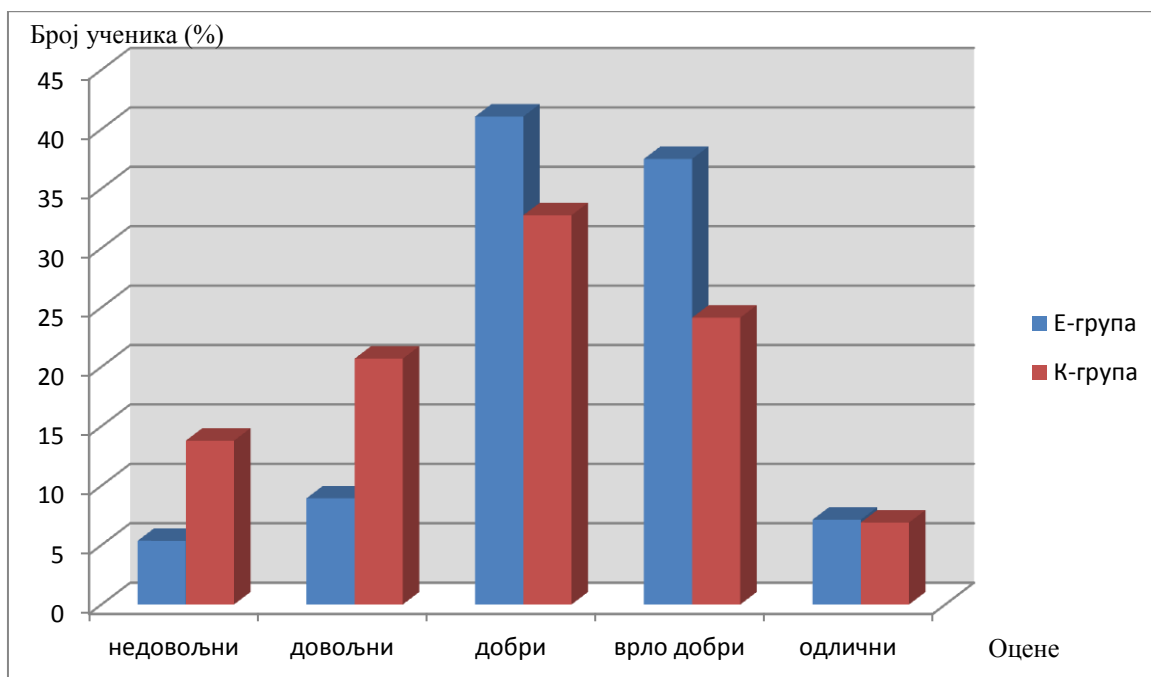


График 12. Успешност ученика на финалном тестирању 8. разред „Десанка Максимовић“

Иста квалитативна анализа резултата педагошког експеримента код ученика осмог разреда такође прати ефекте деловања експерименталног фактора F_1 . У табели 34 дати су резултати постигнути на финалном тестирању. Хистограмом је представљена расподела оцена и у овој популацији ученика. На графику 12 види се одступање резултата експерименталне и контролне групе. Примећује се већи број

довољних и недовољних оцена у контролној групи у односу на експерименталну, док се у експерименталној групи примећује процентуално већи број добрих и врло добрих оцена. Број одличних оцена је незнатно већи у контролној групи. Значи, највећи број ученика у експерименталној групи је освојио између 32 и 44 бодова, док је у контролној групи највећи број ученика са бројем бодова од 22 до 33.

Очигледно је да експериментални фактор и код ученика осмог разреда није подједнако деловао на све популације ученика. Најзначајније ефекте имао на популацији добрих и врло добрих ученика.

Испитивање треће хипотезе

Знање стечено применом научног метода у настави је трајније од знања стеченог традиционалном наставом.

У оквиру посебне хипотезе о трајности стечених знања испитивано је дејство учења применом научне методе у настави на стабилност и расположивост научених наставних садржаја. Пошто су све групе радиле у истим условима (исти наставни садржаји, иста наставна средства, исти кабинет школе „Десанка Максимовић“, једнако време за реализацију наставних садржаја) евентуални повољнији ефекат у погледу трајности знања у експерименталној групи могао би бити утицај експерименталног фактора F_1 , односно примењене научне методе у настави физике.

Ретенционо стање квантума знања ученика експерименталне и контролне групе мерено је понављањем истог теста након четири месеца. Овај период сматран је оптимално дугим да поуздано утврђивање претпостављеног ефекта учења. Контролну вежбу су радили сви ученици, како контролне тако и експерименталне групе.

Том приликом добијени су резултати дати у табелама 35 и 36.

Табела 35. *Резултати постигнути на тесту и поновљеном тесту 6. разред „Десанка Максимовић“*

Експериментална група 6.разред						Контролна група 6.разред					
<i>Тест</i>			<i>Поновљени тест</i>			<i>Тест</i>			<i>Поновљени тест</i>		
N	\bar{X}	σ	N	\bar{X}	σ	N	\bar{X}	σ	N	\bar{X}	σ
57	34,73	6,67	57	31,57	6,26	59	28,81	6,37	59	25,08	6,87

Табела 36. Резултати постигнути на тесту и поновљеном тесту 8. разред „Десанка Максимовић“

Експериментална група 8.разред						Контролна група 8.разред					
Тест			Поновљени тест			Тест			Поновљени тест		
N	\bar{X}	σ	N	\bar{X}	σ	N	\bar{X}	σ	N	\bar{X}	σ
56	37,09	5,60	56	34,08	6,43	58	28,17	6,74	58	24,92	7,15

У табели 35. види се да су средње вредности броја бодова по ученику на поновљеном тесту знања мање и у експерименталној и у контролној групи ученика 6. разреда. Средња вредност броја освојених бодова по ученику је за 3,16 бодова мања док је у контролној групи мања за 3,73 бодова. Ако то изразимо у процентима заборављање ученика експерименталне групе је 8,52 % док је заборављање ученика контролне групе 12,95 %. Може се уочити да је у обе групе шестог разреда дошло до опадања успеха, с тим што је у контролној овај проценат заборављања знатно већи. У ретенционом стању експериментална група има статистички значајне разлике знања у односу на контролну групу.

Опадање успеха у експерименталној групи је минимално, ефекат ретенције је задовољавајући, с обзиром на то да је протекао прилично дуг временски период. То нам говори да је знање стечено под утицајем експерименталног фактора трајније у односу на контролну групу где су ученици ново градиво стицали класичним методама учења.

У табели 36. приказани су резултати поновљеног теста ученика 8. разреда. Код старијих ученика такође је приметно заборављање. Поређењем средњих вредности освојених бодова по ученику може се закључити да је он експерименталној групи мањи за 3,01 бодова док је у контролној мањи за 3,25 бода. Ако наведене резултате изразимо у процентима, заборављање ученика експерименталне групе је 8,12 % док је у контролној групи 11,54 %. Опадање успеха у обе групе је минимално, ефекат ретенције је задовољавајући јер је и код старијих ученика тај период био прилично дуг. Примена научног метода у експерименталној групи 8. разреда резултовала је да се стечено знање чува са временом и показује статистички значајне разлике у односу на контролну групу.

Временски период од око четири месеца од завршетка мерења је довољно дуг за консолидацију знања ученика и за поуздано утврђивање претпостављеног ефекта учења.

Може се уочити да је у обе варијабле разлика заборављања међу експерименталном и контролном групом евидентна те да је дужина задржавања наставних садржаја усвојених при дејству експерименталног фактора F_1 у предности над дужином задржавања наставних садржаја усвојених традиционалном наставом.

Из свега наведеног следи да се

трећа хипотеза може сматрати потврђеном.

Наставни садржаји усвојени научном методом као наставном инструкцијом у активној настави физике, показују виши квантум знања, који са временом има мањи пад – ретенцију, задржавајући статистички значајну разлику у односу на знања стечена традиционалном наставом.

Испитивање четврте хипотезе

Не очекују се значајније разлике у ефикасности учења када су у питању наставне инструкције засноване на активној настави физике.

У табелама 37, 38, 39 и 40. налази се упоредни приказ постигнутих резултата на иницијалном и финалном тесту у експерименталним групама како школе «Мирослав Антић» тако и «Десанка Максимовић»

Табела 37. Резултати постигнути на иницијалном тесту 6. разред „Мирослав Антић“ и „Десанка Максимовић“

E ₁ – 6. разред “Мирослав Антић” иницијални				E ₁ – 6. разред “Десанка Максимовић” Иницијални			
N	\bar{X}	σ	V%	N	\bar{X}	σ	V%
60	28,35	6,61	23,31	57	29	6,06	20,90

Табела 38. Резултати постигнути на финалном тесту 6. разред „Мирослав Антић“ и „Десанка Максимовић“

E ₁ – 6. разред “Мирослав Антић” финални				E ₁ – 6. разред “Десанка Максимовић” Финални			
N	\bar{X}	σ	V%	N	\bar{X}	σ	V%
60	33,50	6,30	18,81	57	34,74	6,67	19,19

Табела 39. Резултати постигнути на иницијалном тесту 8. разред „Мирослав Антић“ и „Десанка Максимовић“

Е ₁ – 8. разред “Мирослав Антић” иницијални				Е ₁ – 8. разред “Десанка Максимовић” Иницијални			
N	\bar{X}	σ	V%	N	\bar{X}	σ	V%
58	28,88	7,13	24,69	56	26,98	5,41	20,03

Табела 40. Резултати постигнути на финалном тесту 8. разред „Мирослав Антић“ и „Десанка Максимовић“

Е ₂ - 8. разред „Мирослав Антић” финални				Е ₂ - 8. разред „Десанка Максимовић” Финални			
N	\bar{X}	σ	V%	N	\bar{X}	σ	V%
58	36,38	6,88	18,90	56	37,09	5,60	15,09

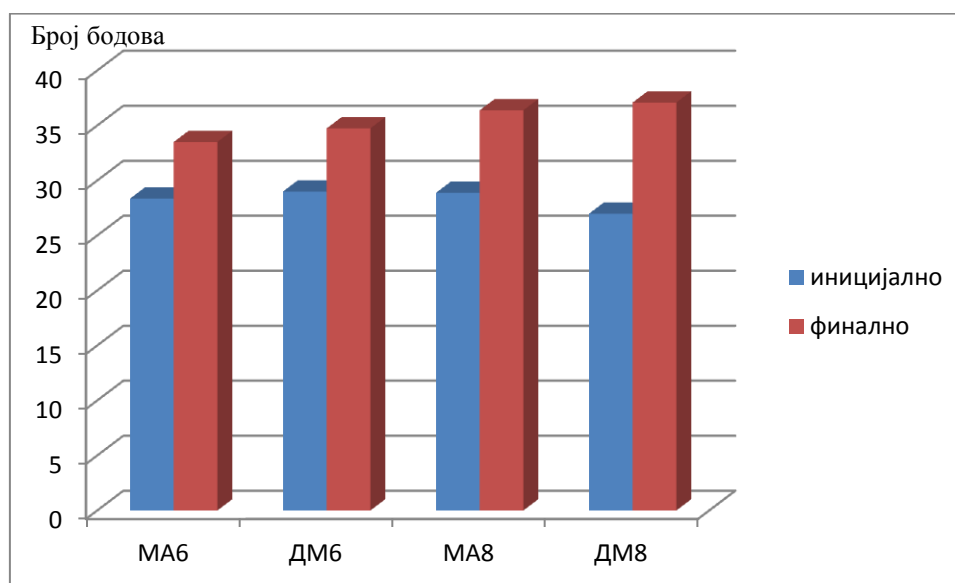


График 13. Успешност ученика на иницијалном и финалном тестирању

МА6 - експериментална група 6. разред школе „Мирослав Антић“

МА8 - експериментална група 8. разред школе „Мирослав Антић“

ДМ6 - експериментална група 6. разред школе „Десанка Максимовић“

ДМ8 - експериментална група 8. разред школе „Десанка Максимовић“

На графику 13 приказан је средњи број освојених бодова на иницијалном и финалном тесту у свим експерименталним групама. Уочљив је већи број освојених бодова на финалном тесту у односу на иницијални у свим групама с тим што је та разлика нешто уочљивија када је у питању - експериментална група 8. разред школе „Десанка Максимовић“.

Уочава се да су средње вредности броја бодова по ученику на финалном тесту знања у свим групама веће у односу на број бодова освојен на иницијалном тесту. Средња вредност броја освојених бодова по ученику је за 5,15 односно 5,74 бодова већа у односу на иницијални тест, када су у питању ученици експерименталних група шестог разреда. Ако то изразимо у процентима, ученици експерименталне групе шестог разреда су у односу на иницијални тест показали напредак од 10,3% односно 11,48 %. Може се уочити да је у обе групе шестог разреда дошло до пораста успеха, и да међу групама не постоје статистички значајне разлике.

Ако се пореде резултати ученика експерименталних група осмог разреда, средња вредност броја освојених бодова по ученику је за 7,5 односно 10,11 бодова већа у односу на иницијални тест. Ако то изразимо у процентима, ученици експерименталне групе осмог разреда су у односу на иницијални тест показали напредак од 15 % односно 20,22 % респективно. Може се уочити да је у обе групе осмог разреда дошло до пораста успеха с тим што је проценат напретка у експерименталној групи осмог разреда у којој је настава реализована научном методом као наставном инструкцијом нешто већи.

Ако посматрамо ученике шестог разреда експерименталних група уочава се следеће: разлика између аритметичких средина оствареног броја бодова од 5,74 у експерименталној групи 6. разреда школе „Десанка Максимовић“ на финалном и иницијалном тесту је статистички значајна и износи $t = 4,82$ на нивоу значајности 0,05. Разлика између аритметичких средина оствареног броја бодова од 5,15 у експерименталној групи 6. разреда школе „Мирослав Антић“ на финалном и иницијалном тесту је такође статистички значајна и износи $t = 4,36$ на нивоу значајности 0,05.

Средњи број бодова остварен по ученику на финалном тесту у овим групама, разликује за 1,34 бода у корист ученика школе „Десанка Максимовић“, и није статистички значајан $t = 0,63$.

Може се закључити да не постоји статистички значајна разлика квантума знања међу групама шестог разреда у којима су примењене наставне инструкције у активној настави физике: проблемска настава и научни метод.

Ако посматрамо ученике осмог разреда експерименталних група, уочава се следеће: разлика између аритметичких средина оствареног броја бодова од 10,11 у

експерименталној групи 8. разреда школе „Десанка Максимовић“ на финалном и иницијалном тесту је статистички значајна и износи $t = 9,36$ на нивоу значајности 0,05. Разлика између аритметичких средина оствареног броја бодова од 7,5 у експерименталној групи 8. разреда школе „Мирослав Антић“ на финалном и иницијалном тесту је такође статистички значајна и износи $t = 5,77$ на нивоу значајности 0,05.

Средњи број бодова по ученику у овим групама остварен на финалном тесту, разликује за 0,71 бода у корист ученика школе „Десанка Максимовић“, и није статистички значајан $t = 0.60$.

Може се закључити да не постоји статистички значајна разлика квантума знања међу групама осмог разреда у којима су примењене наставне инструкције у активној настави физике: проблемска настава и научни метод. На основу ових резултата може се са 95% сигурности тврдити да ће се, под непромењеним условима експеримента, овакви резултати поновити и убудуће.

Из свега наведеног следи да се

четврта хипотеза може се сматрати потврђеном

Не постоје значајне разлике у ефикасности учења када су у питању наставне инструкције засноване на активној настави физике реализоване код ученика шестог и осмог разреда.

Испитивање пете хипотезе

Примена савремених метода учења утиче на стварање адекватног погледа на природу науке и специфичност научног истраживања код ученика основношколског узраста.

Разумевање природе науке подразумева седам основних аспеката природе науке око којих је постигнута сагласност филозофа, социолога науке као и едукацијских стручњака. У литератури се као основни наводе: опажање и закључивање, променљивост научних знања, друштвени утицај на науку, научни закон-научна теорија, креативност и машта у научном истраживању, научна метода и субјективност-објективност у науци (McComas, Almazroa 1998; Akerson, 2000; Lederman и сар, 2002).

Разумевање аспеката природе науке и научног истраживања мерени су прилагођеном верзијом POSE упитника (Abd-El-Khalick, 2002). Lederman и сар, 2002). Због тога што он није садржао научну субјективност и друштвени утицај на

науку као аспекте науке, експериментална верзија упитника, допуњена је из VNOS упитника (Lederman 2002) и прилагођена узрасту испитаника.

Табела 41. Резултати на иницијалном и финалном тесту за експерименталну и контролну групу приказани као релативне фреквенције изражене у процентима

Аспект	Експериментална			Контролна		
	Н	П	И	Н	П	И
Опажање и закључивање						
<i>иницијални</i>	78	16	6	78	19	3
<i>финални</i>	48	38	14	78	15	7
Променљивост знања						
<i>иницијални</i>	26	72	2	30	65	5
<i>финални</i>	34	44	22	33	59	8
Научне теорије и закони						
<i>иницијални</i>	85	13	2	76	23	1
<i>финални</i>	74	16	10	90	5	5
Друштвена укореееност						
<i>иницијални</i>	68	25	7	70	15	15
<i>финални</i>	54	28	18	78	7	5
Креативност и машта						
<i>иницијални</i>	41	48	11	44	46	10
<i>финални</i>	12	30	58	33	44	13
Научна метода						
<i>иницијални</i>	90	8	2	98	2	0
<i>финални</i>	35	36	29	73	20	7
Субјективност-објективност						
<i>иницијални</i>	75	25	0	84	16	0
<i>финални</i>	20	65	15	73	16	11

Питања упитника су отвореног типа, а класификација одговора је вршена за сваки поједини научни аспект природе. Одговори су класификовани као: „наивни“ (нема одговора или одговор није у складу са научном природом), „прелазни“ (одговор је делимично у складу са научном природом) и „информисан“ (одговор је у складу с природом науке).

Резултати постигнути на иницијалном тесту за експерименталну и контролну групу не разликују се ни садржајно а ни квантитативно за поједине аспекте природе науке. Према преузетој методологији, скоро 68% ученика има „наивни“ поглед на природу науке, док 27% ученика има делимично исправан поглед. Само мали број ученика, свега 5% на укупном узорку има исправну визију науке.

Анализом ученичких одговора на питање о *Променљивости научних знања у будућности*, уочена је велика учесталост позитивних одговора како у експерименталној тако и у контролној групи. Овакве одговоре је било неопходно посматрати из угла образложења одговора на постављено питање. Због тога што образложења нису у складу са природом науке, одговори су класификовани као „прелазни“. Обрада одговора показује да је само 7% образложења у складу с природом науке, док је „наивних“, оних који нису у складу с научном природом, у експерименталној групи 26%, а контролној 30%.

На питање: „Да ли ће се у будућности мењати научна знања?“, од ученика су добијена „наивна“ образложења јер они научнике доживљавају као објективне и непогрешиве особе који своје закључке темеље на апсолутно поузданим доказима..

Ученички одговори који су класификовани као прелазни, делимично су у складу са природом науке а као образложење променљивости научних знања наводе развој технологије и опште модернизације друштва и науке док аргументација обично изостаје.

Образложења која су класификована као „информисан“ су веома ретка. Једно од њих наводи:

„Научне теорије се мењају са временом. До нових сазнања долази се на основу нових чињеница и доказа до којих се долази истраживачким радом.

Постојеће теорије понекад се не замењују у потпуности новим, већ се формира нова теорија, тако да у исто време постоје две научне теорије које могу описивати исте појаве“

За разумевања *Опажања и закључивања* као аспекта науке ученицима је постављено питање „На који начин се одређује изглед атома и колико су научници сигурни у описану структуру атома?“. Одговори у обе групе указују на ниску информисаност о разлици између опажања и закључивања у научном истраживању. У одговорима доминира мишљење да научна знања настају само када је појава доступна чулима научника, а не као резултат консензуса у закључивању између

научника, а да је грађа атома, како је описана у литератури, настала искључиво директним посматрањем.

Научна теорија и научни закон. Основу овог аспекта науке чини познавање „хијерархијског“ следа: експеримент, научни закон, модел, теорија. У овом аспекту утврђена су честа непознавања разлика између научне теорије и научног закона. У одговорима класификованих као „наивни“ доминира следеће мишљење: научни закони постоје у природи, а задатак научника је да их открију; научни закони су доказани и једном кад се докажу потпуно су тачни док су научне теорије нешто, као претпоставке које тек треба доказати; научни закони су апсолутни и у будућности се неће мењати насупрот научним теоријама које су променљиве и које ће се у будућности мењати. Свега 3% ученика је дало одговор у складу са научном природом и наводе да су закони подложни промени, да из закона произлазе теорије које су објашњене управо тим законима.

Критеријум по ком су одговори на питање аспекта науке **Друштвена и културна укорененост** класификовани, био је препознавање социјалних чиниоца, као што су политички, економски и религијски, на науку. Од ученика тог узраста тешко је очекивати зрелост и знање о научним достигнућима као резултатима насталим консензусом и преговорима између научника. „Наивни“ одговори без образложења чине више од половине свих одговора. Овакви резултати доводе у питање форму постављеног питања као и примереност питања узрасту ученика.

Из анализе одговора издвојена су следећа образложења. Научници су потпуно независни у свом раду, а како проучавају појаве у природи које су истините, они не подлежу утицајима друштвене средине. Наводе да се научна истраживања темеље на чињеницама тако да сва друштва и културе спроводе научна истраживања на јединствен начин.

Креативност и машта у научном истраживању. Овај аспект је добио највећи број „прелазних“ (експ.48%; конт. 46%) или „информисаних“ (експ. 11%, конт. 10%) одговора, што потврђује обавештеност ученика о утицају маште и креативности на научно истраживање иако скоро половина поседује неадекватно познавање овог аспекта науке.

Највећи број ученичких одговора делимично је у складу са научном природом и подразумева прожетост научног истраживања креативношћу и маштом, али без потпуног образложења које би обухватило коришћење креативности и маште све од прикупљања података, планирања и осмишљавања експеримента, постављања хипотеза па до креирања модела и теорија.

У категорији „необавештен“ доминира мишљење да уколико научник користи креативност и машту, нарушава се објективност а тада би наука постала хаотична и неуређена.

Научна метода. Овај аспект је добио највећи број „наивних“ (експ.90%; конт. 98%) одговора. Ученицима је постављено питање како научници стварају научно знање и да ли је експеримент једини пут доласка до научног знања.

Највећи број ученика чији одговор је окарактерисан као „наиван“ сматра да се научна метода темељи на низу сукцесивних добро дефинираних корака а да је исход научног поступка увек тачан и прецизан. Већина ових одговора истиче да је експеримент једини научни поступак који са сигурношћу може потврдити научну теорију.

Субјективност и објективност науке. У овом аспект од ученика се очекује образложење како су могућа два различита научна закључка када сви научници користе исту базу податка. И на овај аспект науке ученици имају већином „наивне“ одговоре (експ.75%; конт. 84%). Већи број сматра да научници имају различита гледишта и мишљења према проблемима, па се према томе може очекивати и да имају и различите ставове, а истичу и сумњу да ниједна теорија није истинита. Мањи број ученика заступа став да научници имају различита мишљења па су самим тим могући различити закључци док одговора који су класификовани као „информисан“ нема. Овакви одговори намећу питање примерености овог аспекта науке узрасту ученика.

Резултати финалног теста указују на позитиван тренд разумевања скоро свих аспеката природе науке у експерименталним групама. Анализа је вршена на основу z -фактора (Хаке 1998) који је дефинисан као количник апсолутног напретка резултата на тесту и укупног могућег напретка у односу на резултате иницијалног теста. Анализа резултата указује да је степен познавања начина формирања научних знања у свим аспектима природе науке израженији у експерименталној групи.

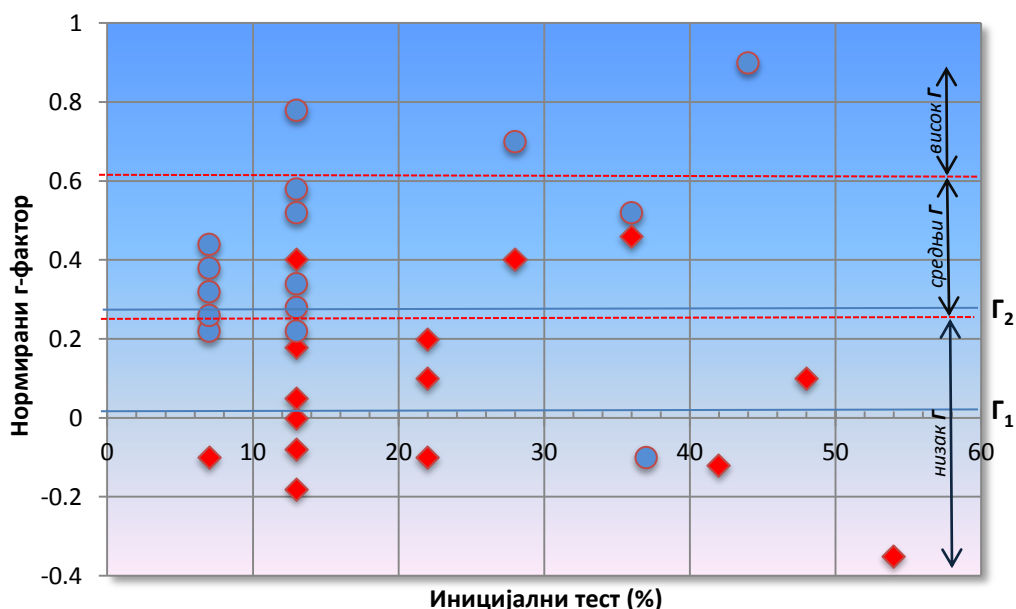


График 14. Нормиране вредности z -фактора (G) у зависности од резултата постигнутих на иницијалном тесту

G_1 – средњи ниво z - фактора контролне група

● Експериментална група

G_2 – средњи ниво z - фактора експерименталне група

◆ Контролна група

На графику 14 видљива је већа концентрација z -фактора у области између, као и изнад вредности средњег z -фактора за сваког појединог ученика експерименталне групе, док је напредак ученика контролне групе концентрисан већином у подручју ниског и средњег z -фактора, са тенденцијом негативних вредности фактора напретка. Негативне вредности указују на чињеницу да неки ученици након експеримента постижу слабије резултате у разумевању природе науке него пре истраживања. Такав тренд је израженији код контролне групе. Резултати упућују на закључак да настава са елементима природе науке (проблемска настава и научни

метод) резултира значајнијим напретком у спознаји аспеката природе науке у односу на традиционалну наставу.

Већина аспеката природе науке применљива је на елементарном нивоу, осим аспекта „субјективност и објективност“, као и аспекта „научне теорије и закони“. Ови резултати су и на финалном тесту ниско изражени, тако да их је потребно уводити у каснијим фазама научног образовања.

У постојећем елементарном курикулуму физике нема садржаја из природе науке па би се могло рећи да то подразумева да се она стичу искључиво укљученошћу у истраживачки рад.

Из свега наведеног може се сматрати

пета хипотеза потврђеном

Примена наставних инструкција у активној настави физике утиче на стварање адекватног погледа на природу науке и специфичност научног истраживања код ученика основношколског узраста.

III ДИСКУСИЈА РЕЗУЛТАТА ИСТРАЖИВАЊА

Полазећи од размотрених теоријских ставова и педагошке праксе у области учења, истраживање у средиште пажње ставља решавање проблема и научну методу као облике ефикасног учења у физици.

За верификацију генералне хипотезе овог истраживања изабран је експеримент са паралелним, приближно уједначеним групама, као довољно поуздан методолошки поступак да се дође до података који би сведочили о исправности постављених хипотеза и подхипотеза.

У тако контролисаним експерименталним условима, било је могуће утврдити следеће ефекте примењених наставних метода:

- Укупан образовни учинак
- Разлику образовног учинка код млађих и старијих ученика
- Ефекат трајности стечених знања
- Разумевање аспеката природе науке

Да би се дошло до поузданог суда о исправности постављене хипотезе и подхипотеза осим обезбеђених услова за доследну реализацију експеримента, коришћени су мерни инструменти који поседују повољне метријске карактеристике. У истраживању су коришћене следеће технике и поступци као и одговарајући мерни инструменти.

- Анализа педагошке документације (дневници рада-општи успех и успех из физике на крају првог полугодишта)
- Тестирање и тест
- Упитник

Посматрајући у целини резултате добијене педагошким експериментом, они не само да потврђују генералну хипотезу овог истраживања, према којој учење путем наставних инструкција у активној настави физике утиче на значајно повећање образовног учинка већ је и запажен смер кретања знања ка вишим резултатима под утицајем експерименталног фактора. Утврђено је да је решавање проблема доминантно у испитиваним методама, и то као облик и процес ефикасног учења али исто тако и као облик и процес испољавања мишљења (Germann, 1994), при чему је сам проблем стимуланс и покретач.

Приликом решавања постављених проблема у процесу учења коришћењем наставним инструкцијама у активној настави, створени су услови у којима ученици разговарају, анализирају разлоге и узроке догађаја и проналазе закључке што такође стимулативно утиче на саме ученике.

Експериментално истраживање је реализовано у кабинету за физику ОШ „Мирослав Антић“ и ОШ „Десанка Максимовић“ а сви ученици исте експерименталне групе су радили у приближно истим условима.

Међутим у експерименту нису узети у обзир други фактори који несумњиво утичу на резултате експеримента (поређење изостајања ученика експерименталне и контролне групе са часова обраде, индивидуалне способности и предзнања сваког ученика, социјални статус ученика...)

Приликом разматрања друге хипотезе која се односи на резултате старијих ученика остварене под утицајем овог фактора у односу на млађе ученике, није се улазило у разматрање колико утицаја на остварене резултате има „наученост“ ученика на овакву наставу, а колико је резултат развоја могућности закључивања са узрастом ученика.

Без обзира на ограничења, истраживањем се дошло до довољно релевантних и уверљивих чињеница које говоре о предностима примењених наставних инструкција. Посматрани резултати постигнути на финалном тесту, упућују на постојање разлике између експерименталне и контролне групе са довољним степеном статистичке поузданости.

Код експерименталне групе уочени су бољи резултати како у погледу укупног образовног учинка, трајности стечених знања као и схватања природе науке и научног истраживања. Евидентно је и то да је експериментални фактор повољније утицао на старије ученике.

С обзиром да у важећем елементарном курикулуму из физике нема садржаја који се односе на природу науке, поглед на природу науке и специфичност научног истраживања се ствара кроз проучаване садржаје али и примењене наставне инструкције. Резултати упућују на закључак да настава са елементима природе науке (проблемска настава и научни метод) резултира значајнијим напретком у спознаји свих аспеката природе науке.

Уочене предности ове наставе уједно упућују на правце будућих истраживања. Принципијелно питање савремене дидактике и методике наставе физике, свакако је усклађивање сваког поступка, потребама и индивидуалном темпу рада сваког појединог ученика или групе ученика. Евидентно је да и поред општег повећања нивоа знања, експериментални фактор није подједнако деловао на све категорије ученика.

Било би значајно утврдити факторе који би довели до повећања ефикасности ове методе код ученика са слабијим резултатом у претходним знањима и општој способности (утицај ове наставе на маргиналне ученике) за које се може уочити да учење путем решавања проблема и научне методе није било довољно ефикасно. Претпоставља се да је за ову категорију ученика овакав начин учења био доста тежак и да би у том случају диференцијација наставног поступка учинила успех постигнут дејством експерименталног фактора мање зависним од објективне постојеће диференцијације у претходним знањима и опште способности.

IV ЗАКЉУЧНА РАЗМАТРАЊА

На основу обраде и анализе резултата извршеног експеримента дошло се до следећих *закључака*:

У раду је коришћен метод педагошког експеримента са паралелним групама.

Уједначеност експерименталне и контролне групе ученика обе школе, постигнута је намерним избором узорка на основу општег успеха, успеха из физике који су ученици постигли на крају првог полугодишта, али и на основу иницијалног тестирања. Разлике међу групама нису статистички значајне и може се закључити да су обе групе уједначене на нивоу поверења 0,05 односно 95% поузданости.

Педагошким експериментом обухваћени су ученици по четири одељења школа „Мирослав Антић“ и „Десанка Максимовић“. У експерименталној групи школе „Мирослав Антић“ часови су реализовани применом проблемске наставе док су у експерименталној групи школе „Десанка Максимовић“ часови реализовани применом научне методе. За часове чија је реализација предвиђена у експерименталним групама, израђени су методички обликовани алгоритми за реализацију проблемске наставе и научног метода. У шестом разреду реализована је наставна тема „Притисак“ а у осмом разреду „Електрична струја“.

Може се потврдити прва хипотеза: Деловањем експерименталног фактора, бољи успех ученика постигнут је у експерименталним групама у односу на ниво знања ученика са којима се радило традиционалним методама. Ово повећање квантума знања односи се на примењене наставне инструкције у активној настави физике: проблемску наставу али и научни метод. Исти позитивни ефекти уочени су како код ученика шестог тако и код ученика осмог разреда. На основу статистичких параметара финалног стања, потврђено је на нивоу значајности $\alpha = 0.05$, да су статистички значајне разлике у повећању квантума знања експерименталних група ученика у односу на квантум знања контролне групе.

Може се потврдити друга хипотеза: Истраживање је потврдило да се индивидуалне могућности закључивања развијају са узрастом ученика. Експериментални фактор повољније је утицао на ученике осмог разреда. Таква разлика у релативном

повећању образовног учинка, када су у питању ученици експерименталне групе школе „Мирослав Антић“, резултат је развоја могућности закључивања код ученика али и вишегодишње примене проблемске наставе на часовима физике. Када је у питању повећање квантума знања старијих ученика у односу на млађе експерименталне групе исте школе „Десанка Максимовић“, оно је искључиво последица развоја могућности закључивања, јер је за њих научна метода била релативно нов начин учења физике.

Квантум знања експерименталне групе показује статистички значајну разлику, са нивоом значајности $\alpha = 0.05$.

Може се потврдити трећа хипотеза: Трајност знања је боља у експерименталним групама у односу на дужину задржавања наставних садржаја усвојених традиционалном наставом. Наставни садржаји усвојени применом наставних инструкција у активној настави физике (проблемска настава и научни метод), показују виши квантум знања, који са временом има мањи пад – ретенцију, задржавајући статистички значајну разлику у односу на знања стечена традиционалном наставом.

Статистички значајне разлике у трајности задржавања знања на нивоу $\alpha = 0,05$ и после четири месеца у корист експерименталних група резултат су активног учења.

Четврта хипотеза се може сматрати потврђеном: Не постоје статистички значајне разлике у ефикасности учења када су у питању наставне инструкције засноване на активној настави физике.

Може се потврдити пета хипотеза: Примена испитиваних наставних инструкција (проблемска настава и научни метод) у које су експлицитно уграђени елементи природе науке, даје боље резултате у погледу разумевања природе науке у односу на традиционалну наставу код ученика основношколског узраста.

Утврђено је да ученици на оваквим часовима показују посебну дисциплину и велико интересовање за наставу физике. Остварена је добра сарадња између ученика и наставника.

Проблемска настава и научни метод наступају с тежњом да афирмишу ученика као активног субјекта наставног процеса, као истраживача који развија своју

иницијативу, своје стваралачко мишљење, свој суд и који на основу утврђених метода самостално решава проблем.

Функција наставника у активној настави физике се мења самим тим што је он све мање предавач и испитивач а све више истраживач, стратег, организатор и усмеривач.

У процесу учења значајан је не само његов крајњи исход, већ и начин на који се то знање стиче. Стваралачки активан положај ученика у наставном процесу неопходан је услов успешног учења. Таква настава није орјентисана само на садржаје и овладавање њеним методама и техникама, омогућава ученицима сналажење у сличним али и у непознатим ситуацијама. Наглашена потреба за развојем стваралачких квалитета ученика у наставном процесу има своје гносеолошко-психолошке разлоге. Наука је утврдила да су могућности памћења чињеница код човека ограничене док су изгледи за развој његових различитих способности практично неограничене.

Може се закључити да је учење физике коришћењем наставних инструкција у активној настави физике, ефикасан систем учења и схватања битних веза и односа, да оваква настава доприноси изграђивању сопственог мишљења и критичког односа према садржају који се упознаје, доприноси развијању смисла за истраживање а тиме се повећава образовни и васпитни учинак наставе.

У П Р И Л О З И

5. Модели реализованих наставних јединица

5.1 Организација часова реализованих применом проблемске наставе

Неопходно је на почетку истаћи зашто су за реализацију узете баш дате наставне теме (у шестом разреду Притисак, а у осмом Електрична струја). Наставна тема Притисак се у шестом разреду проучава на крају школске године када су ученици већ усвојили основне физичке појмове и стекли неопходна знања. У осмом разреду Електрична струја заузима централно место у наставним садржајима и како је то програмом постављено истиче се далеко већи значај ове наставе теме него преосталог градива. Обе теме доприносе развоју логичко-дијалектичког мишљења код ученика, а настави се обезбеђује научно-дијалектички карактер. Овим наставним целинама се такође обезбеђује политехничка усмереност што као педагошко-дидактичка категорија произилази из циља наставе физике. На крају, њима обезбеђујемо корелацију наставних садржаја како унутар физике тако и са другим наставним предметима. Из свега што је наведено може се закључити да наведени наставни садржаји у потпуности доприносе остваривању циљева физике.

При изради модела реализације наставних јединица истакнути су образовно-васпитни нивои на којима треба обрадити нове појмове као и посебне образовно-васпитне задатке за дату наставну јединицу.

Посебна пажња је посвећена методичком приступу организације часа, стварању проблемске ситуације, као и формулацији проблема. Детаљно су приказани и ток решавања проблема и извођење закључка.

Сваки час (модел наставне јединице) завршава се питањима која имају циљ да наставнику дају повратну информацију о усвојеним наставним садржајима.

5.1.1 Модели наставних јединица обрађених применом методе проблемске наставе у шестом разреду

5.1.1.1 Први час: *Појам притиска*

Тема: ПРИТИСАК

Наставна јединица: ПОЈАМ ПРИТИСКА

Тип часа: обрада новог градива

Образовни ниво: примена знања

Наставне методе: демонстрациона, разговор

Облик рада: индивидуални, фронтални

Врста наставе: проблемска

Дидактички материјал: листићи, фолије

Наставна средства: пнеуматске каде, гвоздени тег, дрвени ваљак, два квадра, песак, хартија, картон, чиода, чавлић са широком главом.

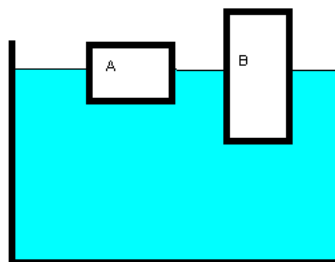
Образовни задаци: ученици треба да стекну следећа знања и умења:

- a) јасну представу о томе шта је притисак;
- b) да уоче зависност притиска од тежине тела и додирне површине;
- c) извођење израза за притисак у функцији јачине силе и величине додирне површине;
- d) извођење јединице за притисак; e) извођење огледа којим се потврђује зависност притиска од наведених физичких величина.

Васпитни задаци :

1. Подстицање радног расположења ученика
2. Супротстављање мишљења као и усвајање нових знања;
3. Оспособљавање ученика на самосталност, систематичност, на логичко закључивање, решавање проблема.

СТВАРАЊЕ ПРОБЛЕМСКЕ СИТУАЦИЈЕ



Слика 6. Шема огледа

Наставник у каду са песком поставља тела која имају исту додирну површину, као и тела која имају исту тежину али различиту додирну површину (слика 6). Наставник поставља

ПРОБЛЕМ : Тела различито утону у песак. Зашто?

Исти експеримент изводе и ученици.

Активност наставника: усмерена је на оријентацију при решавању проблема.

Посебну пажњу обратити на утицај тежине и додирне површине на дубину трага.

Активност ученика: Постављање додатних питања и присећање познатих чињеница

- тела су различите тежине

- тела су различите додирне површине
- тела различито утону у песак
- да ли дубина трага зависи од облика додирне површине ?
- у којој су вези тежина и дубина трага ?
- то је слично као и остављање трагова у песку

Мотивација:

размишљај у добром правцу

пробај да поставиш хипотезу

Ученици постављају

ХИПОТЕЗУ: Тело притиска подлогу, а тај притисак зависи од величине силе (тежине) – гвоздени ваљак оставља дубљи траг, а квадар ослоњен на мању површину оставља дубљи траг.

Наставник ученике наводи на

ПРОВЕРУ ХИПОТЕЗЕ: *Провери своју хипотезу на примеру листа хартије који бушиш шестаром, па затим оловком, ако знаш да момент пуцања хартије зависи од притиска, а не од силе којом делујеш. Да ли ће бити потребна иста сила да шестаром пробушиш картон или лист хартије ?*

Ученик треба да овим провери исправност хипотезе.

Наставник наводи ученике да дођу до решења проблема:

Покушај да формулишеш како притисак зависи од силе а како од површине.

После провере хипотезе ученици доносе:

ОПШТИ ЗАКЉУЧАК:

Притисак је бројно једнак јачини силе која нормално делује на јединицу површине.

Притисак је управо сразмеран јачини силе која нормално делује.

Знајући ово ученици изводе јединицу мере за притисак.

$$p = \frac{F}{S}, \quad [p] = \frac{\text{N}}{\text{m}^2} = 1 \text{ Pa}$$

ПРИМЕНА ЗНАЊА У ПРАКСИ

Наставник упућује ученике да своја знања провере у пракси.

Активност ученика:

Помоћу ножа, маказа, клешта за сечење производи се велики притисак јер сила делује на малу површину.

По меком снегу се лакше крећемо на скијама него у ципелама.

За шивење се користи танка метална игла.

У циљу примене знања у пракси ученицима се могу припремити примери приказани на слици 7.

Активност наставника :

Слика 7. Задатак примене знања

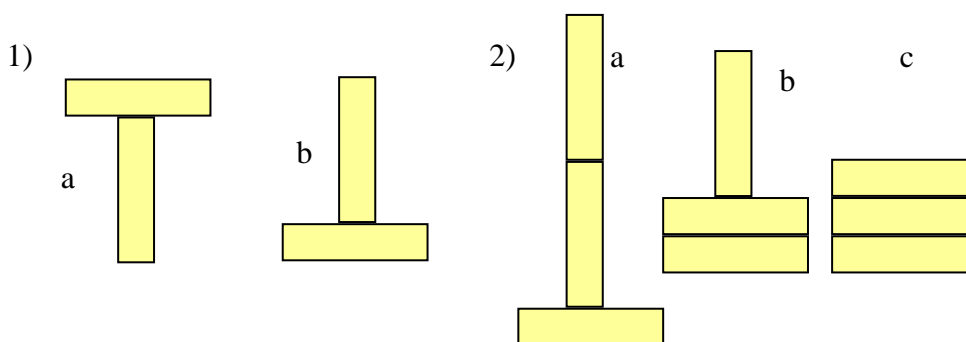
Којим ашовом ћемо најлакше прекопати башту? Зашто?

Активност ученика:

Најлакше ћемо прекопати башту трећим ашовом, јер иста сила у трећем случају делује на најмању површину те тако ствара највећи притисак.

Активност наставника:

Када ће цигле стварати већи притисак ? (слика 8)



Слика 8. Задатак примене знања

Активност ученика:

У случају 1) већи притисак ће вршити цигле у положају а) јер иста цигла (тежина цигала) делује на мању површину.

У случају 2) притисак је у све три ситуације исти јер иста сила (тежина цигала) делује на исту додирну површину.

Активност наставника:

Шта треба учинити при прелазу преко залеђене реке ако се под ногама ломи лед ?

Активност ученика:

Да би смањили притисак морамо повећати површину а то можемо урадити ако легнемо на лед.

У циљу примене знања наставник формулише рачунске задатке на фолијама (пројектор) у два нивоа тежине.

1. Дужине ивица цигле су 20 cm, 10 cm и 4 cm. Густина материјала од ког је направљена цигла је 2000 kg/m^3 . Одреди силу којом цигла делује на сто. Одреди највећи као и најмањи притисак који при томе врши.
2. Дужине ивица цигле су 20 cm, 10 cm и 4 cm, а њена тежина је 15,7 N. Израчунај притисак ако се цигла ослања:
 - а) најмањом површином
 - б) највећом површином

Анализа:

- Шта треба наћи у овом задатку ?
- Шта је притисак ?
- Како се израчунава притисак?
- Шта је овде сила притиска? Како се израчунава?
- Колика је површина када цигла врши најмањи притисак?
- Колика је површина када цигла врши највећи притисак на тло?

На основу анализе ученици треба да дођу до резултата.

5.1.1.2 Други час: *Одређивање притиска чврстих тела-лабораторијска вежба*

Други час проблемске наставе је реализација лабораторијских вежби организованих проблемским приступом. Замишљен је тако да ученици самостално уз помоћ наставног листића 3 припреме лабораторијску вежбу. Дакле, ученици треба да по свом нахођењу донесу погодне предмете помоћу којих ће на основу стеченог знања доказати зависност притиска од силе (тежине тела) и величине додирне површине.

Ученици треба да осим предмета изаберу потребан прибор. Добијене податке треба да разврстају у таблице које су такође сами конструисали као и да изврше прорачуне на основу познатих закона које су учили у школи. На крају добијеним резултатима треба да провере дефиницију притиска.

Наставникова упутства су преко наставног листића где је и формулисан проблем као и поступци при раду.

Карактеристике овог часа су:

Наставна јединица: ОДРЕЂИВАЊЕ ПРИТИСКА ЧВРСТОГ ТЕЛА

Тип часа: лабораторијска вежба – утврђивање

Образовни ниво: примена знања

Наставне методе: експериментално – лабораторијска

Облик рада: индивидуални

Врста наставе: проблемски приступ лабораторијској вежби

Наставна средства: Динамометар, тело чији се притисак одређује и прибор за мерење

Дидактички материјал: наставни листић 3

Образовни задаци: на основу стеченог знања ученици треба да самостално докажу зависност притиска од тежине и додирне површине

$$p = \frac{F}{S}$$

Васпитни задаци: Развијање самосталности, креативности, систематичности, логичког закључивања, уредности и примене знања

Осим упутства путем наставног листића са ученицима се на почетку анализира проблем, као и поступак којим ће се извршити мерење са најмањом грешком. Даља сарадња са ученицима је индивидуална, тј. у облику појединачног обраћања ученика при нејасним и проблематичним ситуацијама.

На крају часа анализира се још једном цео поступак при раду као и добијени резултати.

За наставу физике је најприроднији лабораторијски проблем као проблемски наставни систем, што је изведено из облика такве активности у наставном процесу. Лабораторијски проблем се битно разликује од лабораторијске вежбе, с обзиром на учешће свести и интелектуалну активност ученика. Лабораторијска вежба која се обрађује као лабораторијски проблем је тако одабрана да ученици применом разних

средстава по свом нахођењу не униште или не оштете прибор као и да се ученик при разним покушајима не може озледити. Лабораторијски проблем је добар метод којим ученицима треба пружити доказ да тако добро знају физику да могу самостално решавати чак и проблеме.

5.1.1.3 Трећи час: *Хидростатички притисак-спојени судови*

Тема : ПРЕНОШЕЊЕ ПРИТИСКА КРОЗ ТЕЧНОСТИ

Наставна јединица : ХИДРОСТАТИЧКИ ПРИТИСАК – СПОЈЕНИ СУДОВИ

Тип часа : обрада новог градива.

Образовни ниво: примена знања.

Наставне методе: демонстрациона, експериментална и разговор.

Облик рада: индивидуални, фронтални.

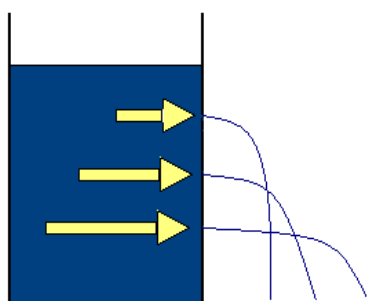
Врста наставе: проблемска

Наставна средства: стаклена посуда са отворима, стаклена када, стаклене цевчице са мембраном.

Образовни задаци: да на основу познатих чињеница и изведеног експеримента ученици дођу до закључка од чега зависи а од чега не зависи хидростатички притисак.

Васпитни задаци: оспособљавање ученика за самосталност, систематичност, на логичко закључивање, на примену стеченог знања.

СТВАРАЊЕ ПРОБЛЕМСКЕ СИТУАЦИЈЕ



*Слика 9. Шематски приказ
огледа*

Наставник демонстрира оглед са посудом која има отвор на дну као и неколико отвора на бочним странама (слика 9). Ако направимо отвор на дну јасно је зашто ће вода отицати вертикално наниже. Тежина течности делује на површину дна и изазива притисак. Правац и смер је исти као и правац и смер тежине – вертикално наниже. Ако се отворе бочни отвори течност ће опет истицати.

Напомена: неопходно је да посуда буде издигнута.

ПРОБЛЕМ: Зашто течност кроз бочне отворе уопште истиче и зашто је правац млаза на самом бочном отвору хоризонталан када је деловање тежине течности вертикално?

Активност наставника је усмерена на оријентацију при решавању.

Течност истиче не само кроз отвор на дну, већ и кроз бочне отворе.

Правац млаза на бочним отворима је хоризонталан иако тежина делује вертикално наниже.

Што је отвор на већој дубини млаз воде досеже даље.

Вода истиче због постојања бочног притиска.

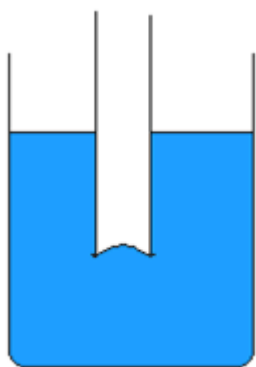
Мотивација:

Користи се претходним знањем и искуством.

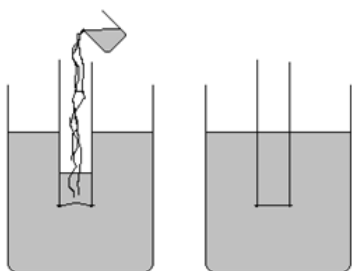
Буди отворен за нове идеје.

Пробај да поставиш хипотезу.

ХИПОТЕЗА: У течностима се јавља притисак који делује навише, наниже и на бокове.



Слика 10. Шематски приказ огледа



Слика 11. Шематски приказ огледа

Наставник наводи ученике на: **ПРОВЕРУ ХИПОТЕЗЕ:** Провери своју хипотезу користећи стаклене цевчице које на једном отвору имају еластичну мембрану.

Урони цевчицу у воду тако да је еластична мембрана на доњем делу цеви. (слика 10).

Како се угиба мембрана ?

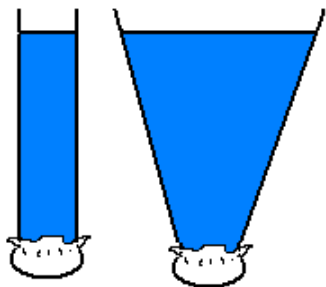
Од чега зависи испупчење мембране ?

Шта уочаваш ако на одређеној дубини закрнеш цевчицу?

У исту цев сипај воду. Шта примећујеш? (слика 11).

- Шта се дешава са мембраном ?

- Када се мембрана сасвим исправила?



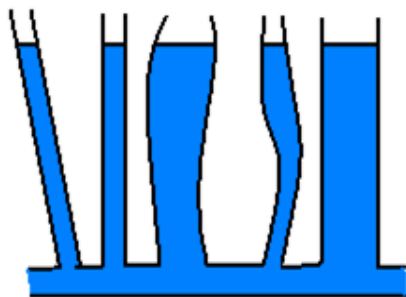
Слика 12. Шематски приказ огледа

Ако у два суда чија су дна једнаких површина али различитог облика која су подвезана еластичном мембраном сипаш воду до истог нивоа (слика 12). Шта ће се десити? Како се оне испупче у сваком од случајева? Шта закључујеш из наведених огледа?

Ученик, проверивши исправност хипотезе изводи:

ОПШТИ ЗАКЉУЧАК: Хидростатички притисак на истој дубини исти је у свим правцима. Хидростатички притисак не зависи од облика суда нити од количине течности у суду, већ од дубине испод слободне површине. Наставник упућује ученике да своје знање.

ПРОВЕРЕ У ПРАКСИ



Слика 13. Шематски приказ спојених судова

Активност ученика:

Ако ронимо у мору, језеру или реци осетићемо зујање у ушима – хидростатички притисак на бубне опне. Што дубље заронимо зујање ће бити јаче (већи хидростатички притисак).

Због великог хидростатичког притиска на већим дубинама у мору ронилачко звоно мора имати оклоп, односно јаке зидове. То важи и за подморнице као и за рониоце који морају имати

специјалну опрему.

Због великог хидростатичког притиска шкољке и неке врсте риба имају чврст оклоп.

У циљу примене знања ученици треба да објасне принцип рада спојених судова (слика 13).

Активност наставника: Шта ће се десити ако течност сипамо у једну од цевчица? Објасни.

Демонстрација

Активност ученика: У оном делу посуде у којој се течност тренутно нађе на већој висини влада при дну већи хидростатички притисак. Тај притисак потискује течност и у друге делове посуде, док се притисци на дно не изједначе у свим појединим спојеним судовима.

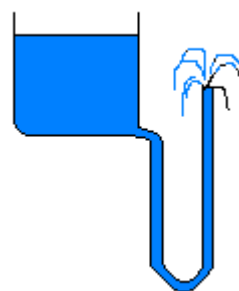
Активност наставника: *Наведи неке примере спојених судова.*

Активност ученика: Када сипамо воду у канту она се попне и у бочну цев до једнаке висине. Захваљујући томе можемо заливати.

Активност наставника:

1. Принцип рада водоскока—демонстрација огледа (слика 14).

Активност ученика: Отвор цева мора бити испод нивоа течности у резервоару, па ће млазеви течности бити избацивани навише.



Слика 14. Шематски приказ водоскока

Активност наставника:

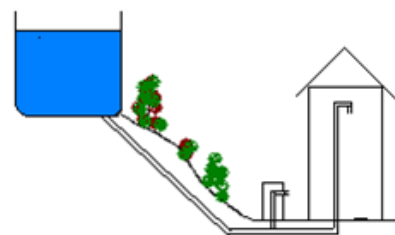
2. Принцип рада водовода (слика 15)

Активност ученика: Резервоар воде мора бити на већој висини него славине које снабдевају водом.

Водоводни систем: резервоар, спојене цеви које се пењу у зграду, сачињавају систем спојених судова.

Вода истиче из чесме под толико већим притиском што се чесма налази на нижем нивоу.

(Јаче у приземљу него на петом спрату зграде). По закону спојених судова вода би могла да се дигне до нивоа у резервоару и због тога истиче из славине.

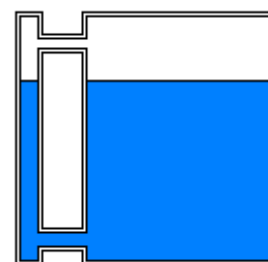


Слика 15. Шематски приказ водовода

Активност наставника:

3. Нивомертар

Активност ученика: Да бисмо знали колико има течности у неком затвореном резервоару за воду бензин и сл. На тим посудама се налази једна ужа стаклена цев на бочној страни. Знамо да ће се на основу закона спојених судова, течност у њој



Слика 16. Шематски приказ нивометра

налазити на истој висини као и у резервоару (слика 16).

Домаћи задатак :

Пронађите неколико примера нових практичних примера који се могу објаснити применом закона спојених судова.

5.1.1.4 Четврти час: Паскалов закон

Тема: ПРЕНОШЕЊЕ ПРИТИСКА КРОЗ ТЕЧНОСТИ.

Наставна јединица: ПАСКАЛОВ ЗАКОН.

Тип часа: Обрада новог градива.

Образовни ниво: Примена знања.

Наставне методе: Демонстрациона, експериментална, разговор

Облик рада: индивидуални, фронтални.

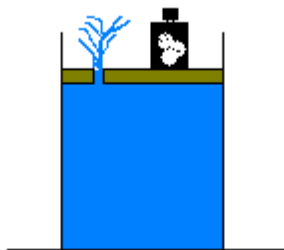
Врста наставе: Проблемска.

Наставна средства: стаклена када са поклопцем, тег, гумена лопта.

Образовни задаци: Да на основу познатих чињеница и изведеног експеримента дођу до закључка како се преноси спољашњи притисак кроз течности.

Васпитни задаци: Оспособљавање ученика на самосталност, креативност, систематичност, логичко закључивање.

СТВАРАЊЕ ПРОБЛЕМСКЕ СИТУАЦИЈЕ



Наставник узима посуду коју напуни водом, затим ставља поклопац којим потпуно затвара слободну површину течности, изузев једног малог отвора. На поклопац ставља тег. Вода ће истицати вертикално увис (слика 17).

Слика 17. Шематски приказ огледа

Ученици постављају

ПРОБЛЕМ: Зашто вода истиче вертикално у вис када тежина тега делује вертикално наниже ?

Активност наставника је усмерена на оријентацију при решавању.

Активност ученика: Постављање додатних питања и пресећање познатих чињеница.

- Тег услед своје тежине ствара притисак на поклопац.
- Поклопац и тег заједно услед тежине врше притисак на течност
- Тежина тела делује вертикално наниже.
- Честице воде су веома покретљиве.
- Хидростатички притисак делује у свим правцима

Мотивација: *Добро размишљај*

Пробај да поставиш хипотезу.

ХИПОТЕЗА: Ако делујемо неком силом на течност притисак који се услед тога јавља преноси се у свим правцима.

ПРОВЕРА ХИПОТЕЗЕ:

Ученици имају пред собом гумене лоптице као и стаклене каде напуњене водом.

Активност наставника:

Провери своју хипотезу тако што ћеш узети гумену лоптицу коју си код куће избушио ужареном иглом. Лопту ћеш напунити водом тако што је стиснеш руком и на тај начин делимично истиснеш ваздух из ње. Лопта се због еластичности исправља и у себе увлачи воду. Водом напуњену лопту стави на хоризонталну подлогу и на њу стави тег.

Како вода излази из лопте? Шта из тога закључујеш? На који начин течност преноси спољашњу силу?



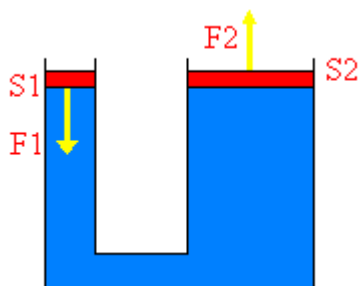
Активност ученика: Под деловањем тежине тега кроз рупице на гуменој лопти избија вода на све стране. Значи, иако тежина тега делује на ниже, притисак се преноси на све стране па и у вис (слика 18).

Слика 18. Шематски приказ огледа

Одавде следи

ОПШТИ ЗАКЉУЧАК: Кроз течност која се налази у стању мировања, спољашњи притисак преноси се једнако у свим правцима.

Наставник потврђује исправност хипотезе наводећи пример конструкције хидрауличне машине.



Хидраулична машина се састоји из два цилиндра који су међусобно спојени и испуњени неком течношћу.

Слика 19. Шематски приказ хидрауличне машине

Ако на површину мањег клипа S_1 делује на ниже сила F_1 , по Паскаловом закону тај се притисак преноси кроз течност и делује између осталог и на клип S_2 . Следи да ће се клип померити вертикално на више. Пошто знамо да је хидростатички притисак исти на клиповима S_1 и S_2 следи да што је површина другог клипа већа и сила која се производи је већа.

$$\frac{F_1}{S_1} = \frac{F_2}{S_2}$$

Активност ученика: Ученици наводе примену хидрауличне машине.

1. Хидрауличне дизалице.
2. Хидрауличне пресе.
3. Хидрауличне кочнице.

5.1.1.5 Пети час: Атмосферски притисак, манометри, барометри

Тема: ПРЕНОШЕЊЕ ПРИТИСКА КРОЗ ТЕЧНОСТИ

Наставна јединица: АТМОСФЕРСКИ ПРИТИСАК. МАНОМЕТРИ. БАРОМЕТРИ

Тип часа: обрада новог градива.

Образовни ниво: примена знања.

Наставне методе: демонстрациона, експериментална и разговор.

Облик рада: индивидуални, фронтални.

Врста наставе: проблемска

Наставна средства: пластичну боцу, шестар као и суд са водом, комад глатког, сјајног чврстог картона.

Образовни задаци: да на основу познатих чињеница и изведеног експеримента ученици дођу до закључка шта је атмосферски притисак, да праве разлику између атмосферског притиска и притиска гаса у затвореним судовима, да знају на који начин да мере наведене притиске

Васпитни задаци: оспособљавање ученика за самосталност, систематичност, на логичко закључивање, на примену стеченог знања.

СТВАРАЊЕ ПРОБЛЕМСКЕ СИТУАЦИЈЕ

Наставник демонстрира оглед (слика 20).

Пред собом има пластичну боцу, шестар као и суд са водом.

Убодом шестара направи неколико отвора на дну боце. Потопи боцу у суд са водом и палцем притисне грлић боце а затим извади боцу из воде. Вода неће истицати.

Уклањањем палца са боце вода почиње да истиче.

Ученици постављају

ПРОБЛЕМ: Зашто вода истиче када се склони палац са боце?



Слика 20. Шематски приказ огледа

Активност наставника је усмерена на оријентацију при решавању.

Активност ученика: Постављање додатних питања и присећање познатих чињеница.

- На воду делује сила теже наниже
- Мора да постоји дејство још неке силе навише која спречава воду да истекне из боце када је палац на боци.

Мотивација: *Добро размислиши*

Пробај да поставиш хипотезу.

ХИПОТЕЗА: На воду осим силе теже делује и сила услед дејства атмосферског притиска која спречава воду да истиче.

Притисак ваздуха према горе на воду довољан је да омогући води да остане у боци.

ПРОВЕРА ХИПОТЕЗЕ:

Ученици имају пред собом чаше напуњене водом, комад глатког, сјајног чврстог картона.

Провери своју хипотезу тако што ћеш узети чашу, напунити је водом, а затим преко ње пажљиво поставити комад хартије. Хартију придржавај руком. Лагано окрени чашу а затим склони руку. Хартија ће остати приљубљена уз чашу (слика 21).



Слика 21. Демонстрација атмосферског притиска

Шта из тога закључујеш? Шта држи картон приљубљен уз чашу?

Активност ученика: Ваздушни притисак делује у свим правцима. Ваздух притиска чашу у руци и исти је без обзира да ли делује са горњег или доњег дела чаше. Сила којом ваздух одоздо притиска папир, већа је од силе Земљине теже воде што омогућава води да остане у чаши.

Одавде следи

ОПШТИ ЗАКЉУЧАК: На сва тела на Земљи делује атмосфера својом тежином и врши притисак како на Земљу тако и на сва тела која се налазе на њој. Тај притисак се зове атмосферски и делује у свим правцима.

Наставник потврђује исправност хипотезе наводећи пример конструкције барометра којим се мере атмосферски притисак.

Активност ученика: Ученици наводе примену манометра

- За мерење крвног притиска
- За мерење притиска у гумама аутомобила

Наставник ученике упућује да код куће направе барометар за чију израду је поделио писано упутство.

5.1.2 Модели наставних јединица обрађених применом методе проблемске наставе у осмом разреду

5.1.2.1 Први час *Електрична струја, подела супстанци према проводљивости електричне струје*

Тема: Електрична струја

Наставна јединица: ЕЛЕКТРИЧНА СТРУЈА. ПОДЕЛА СУПСТАНЦИ ПРЕМА ПРОВОДЉИВОСТИ ЕЛЕКТРИЧНЕ СТРУЈЕ

Тип часа: обрада новог градива

Образовни ниво: разумевање

Наставне методе: демонстрациона, експериментална, разговор

Облик рада: фронтални, групни

Врста наставе: проблемска

Дидактички материјал: графофолије (пројектор)

Наставна средства: два електрометра, проводна шипка са изолаторском дршком, мала сијалица, две металне плоче, два статива, проводници са штипаљкама, Лекланшеов елемент

Образовни задаци:

- да ученици схвате суштину појма електричне струје
- да знају да тумаче електричну струју на основу атомског концепта
- да открију узрочно последичну везу при настанку електричне струје
- да ученици сазнају да се сва тела у погледу провођења електричне струје понашају тако што добро проводе, не проводе је или је проводе тек под утицајем спољашњих фактора
- да се ученици упознају са појмовима „слободна наелектрисања“ и „везана наелектрисања“

Васпитни задаци:

- развијање способности и навика перципирања и мишљења (посматрање, анализа, синтеза, закључивање)

СТВАРАЊЕ ПРОБЛЕМСКЕ СИТУАЦИЈЕ

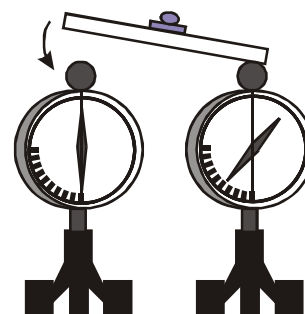
Наставник демонстрира ученицима следеће експерименте тражећи од ученика њихово објашњење.

1.експеримент

Један електрометар ћемо наелектрисати (на пример до 4. подеока) док ће други електрометар остати ненаелектрисан (слика 22)

Електрометре ћемо спојити проводником са изолаторском дршком.

Активност наставника: Шта се десило у овом огледу?



Слика 22. Шематски приказ огледа

Активност ученика: Први електрометар је био наелектрисан а после повезивања са другим и он се наелектрисао. На електрометрима су се казаљке зауставиле на 2. подеоку.

Да би се ово догодило наелектрисиња су са једног електрометра, кроз проводник прешла на други електрометар.

Активност наставника: Шта је изазвало прелазак електрона са једног на други електрометар?

Допунска питања: Шта се јавља око сваког наелектрисаног тела?

Шта се дешава када се у електричном пољу нађе лако покретљиво тело?

Активност ученика: Проводник којим смо спојили електрометре нашао се у електричном пољу наелектрисаног тела. Електрично поље је деловало електричном силом на електроне и они су се кретали кроз проводник у правцу поља.

ЗАКЉУЧАК: Електрично поље је проузроковало кретање наелектрисаних честица у правцу поља.

2. експеримент

Оба електрометра ћемо наелектрисати истом врстом али различитом количином наелектрисиња (на пример један до 4. подеока а други до 2. подеока)

Кретање електрона траје док се потенцијали оба тела не изједначе.

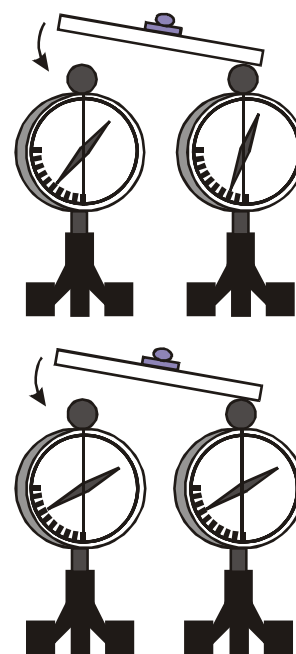
3. експеримент

Електрометре ћемо наелектрисати једнаком количином наелектрисиња али супротног знака (слика 23).

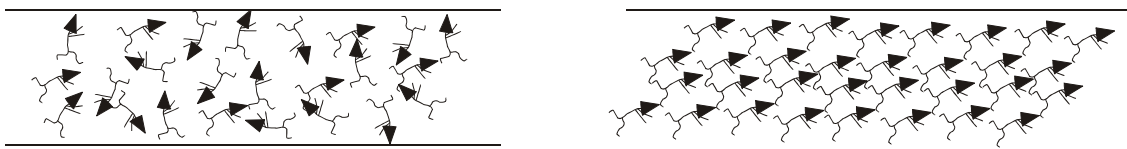
Активност ученика: Оба електрометра су наелектрисана истом количином наелектрисиња али супротног знака. Потенцијали та два електрометра имају исте бројне вредности али знамо да је потенцијал позитивног наелектрисиња позитиван а потенцијал негативног наелектрисиња негативан. То значи да ипак постоји

потенцијална разлика која је условила усмерено кретање електрона.

Активност наставника: Ово усмерено кретање електрона у проводнику називамо електрична струја (слика 24).



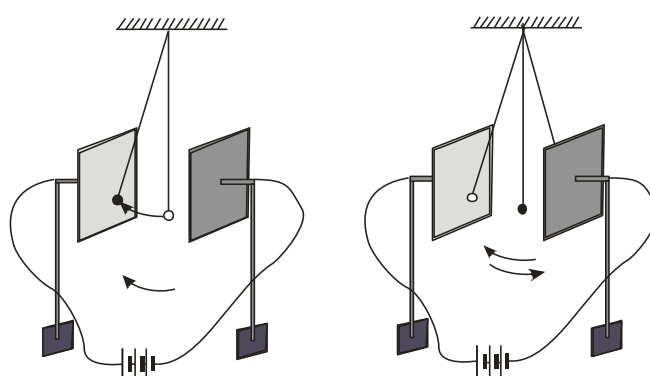
Слика 23. Шематски приказ огледа



Слика 24. Шематски приказ неуређеног и уређеног кретања електрона

То је исто као да имате запрегу теглећих коња али не би сте могли да их натерате да раде све док их не упрегнете и не приморате да иду тамо где ви желите. Исто тако се и електрони морају натерати да се крећу у жељеном правцу уместо да остану у близини свог језгра и крећу се неуређено.

СТВАРАЊЕ ПРОБЛЕМСКЕ СИТУАЦИЈЕ.



Слика 25. Шематски приказ огледа

Активност наставника: Шта ће се десити ако између наелектрисаних плоча поставимо куглицу од стиропора а шта ако уместо ње употребимо металну куглицу (куглицу од стиропора обмотану станиолом)? (слика 25)

Од ученика се могу очекивати различита мишљења јер о таквом огледу да сада нису ништа учили.

Наставник изводи експеримент са куглицом од стиропора а затим са металном куглицом.

Активност ученика: У првом случају куглица је привучена на металну плочу а да у другом случају осцилује од једне до друге плоче.

ПОСТАВЉАЊЕ ПРОБЛЕМА:

Зашто се обе куглице не понашају истоветно?

Да би се дошло до тачног одговора мора се извршити рашчлањавање проблема низом питања:

- Од чега се састоји сваки атом?

- Која сила држи електроне у електронском омотачу и који су најслабије везани?
- Како изгледа структура кристала?

Активност ученика: Сваки атом се састоји од језгра и електронског омотача. Електроне у омотачу на окупу држи Кулонова сила а најслабије везани су електрони најудаљенији од језгра. У кристалима су атоми распоређени тако да образују неки од геометријских облика. Пошто сваки атом има у близини и друге атоме то на периферијске електроне делује привлачна сила других језгара и они постају „слободни“.

Активност наставника: Шта се дешава ако се неутрално тело нађе у близини неког наелектрисаног тела?

Активност ученика: Неутрално тело ће се наелектрисати електростатичком индукцијом.

Од ученика се може очекивати одговор:

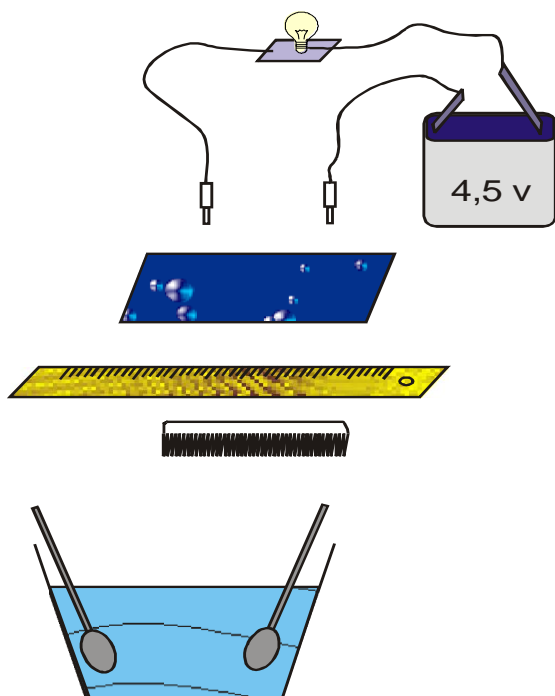
Куглица од стиропора се наелектрисала електростатичком индукцијом а затим ће је привући наелектрисана метална плоча. Пошто у овој куглици нема слободних електрона при додиру са металном плочом неће се извршити никакав прелаз наелектрисања.

У другом случају када се оглед реализује са металном куглицом такође ће доћи до електростатичке индукције али због присуства слободних наелектрисања дошло је до прелаза електрона на позитивно наелектрисану плочу (или прелаз електрона са негативно наелектрисане плоче на куглицу) због чега се куглица наелектрише додиром истом врстом наелектрисања као и додирнута плоча. Због тога ће се одбити од плоче да би на другој плочи добила њено наелектрисање а затим и од ње одбила.

ОПШТИ ЗАКЉУЧАК.

Активност ученика: Постоје две врсте супстанци. Једне поседују слободна наелектрисања (електроне, јоне) и те супстанце зовемо проводницима и друге које немају слободне носиоце наелектрисања изолаторе.

Активност наставника: Осим ове две групе постоји група супстанци које при нормалним условима не проводе електричну струју а чија се проводљивост (број слободних електрона) нагло повећава при промени спољних фактора (светлост, топлота, спољашње електрично поље)



Слика 26. Шематски приказ огледа

ЗАДАТАК: Саставите електрично коло према слици 26. и у њега укључујте разна тела начињена од различитих супстанце. На основу светлења сијалице одредите које од испитиваних супстанци су проводници а које изолатори.

Активност ученика: Сви метали, вода, водени раствори база, киселина и соли су добри проводници док су стакло, керамика, пластика, гума добри изолатори.

ПРИМЕНА ЗНАЊА У ПРАКСИ:

- Да ли се може повући јасна граница између проводника и изолатора?
- Да ли би била могућа употреба проводника да нема изолатора?
- Због чега се за цистерне предвиђене за превоз бензина и нафте учвршћује метални ланац, који се једним делом вуче по земљи?
- Зашто се проводници електричне мреже учвршћују на стубовима помоћу порцеланских држача (чашица), а не директно на металне куке?
- Зашто се унутрашња шипка електроскопа прави од метала?

5.1.2.2 Трећи час: Електрични напон, ЕМС, мерење напона

Тема: Електрична струја

Наставна јединица: ЕЛЕКТРИЧНИ НАПОН. ЕМС. МЕРЕЊЕ НАПОНА

Тип часа: обрада новог градива

Образовни ниво: примена знања

Наставне методе: демонстрациона, експериментална, разговор

Облик рада: фронтални, групни

Врста наставе: проблемска

Дидактички материјал: графофолије (пројектор)

Наставна средства: амперметри, проводници, Галвански елементи, сијалице, суд за електролизу

Образовни задаци:

- Да ученици схвате дефиницију напона и начин мерења
- Да уоче постојање и значај напона на крајевима проводника (отпорника) и да га не поистовете са напонем на половима извора струје при отвореном колу
- Да схвате шта је електромоторна сила
- Да науче да се служе волтметром као мерним инструментом

Васпитни задаци:

- Да се омогући ученицима развијање способности и навика перципирања и мишљења

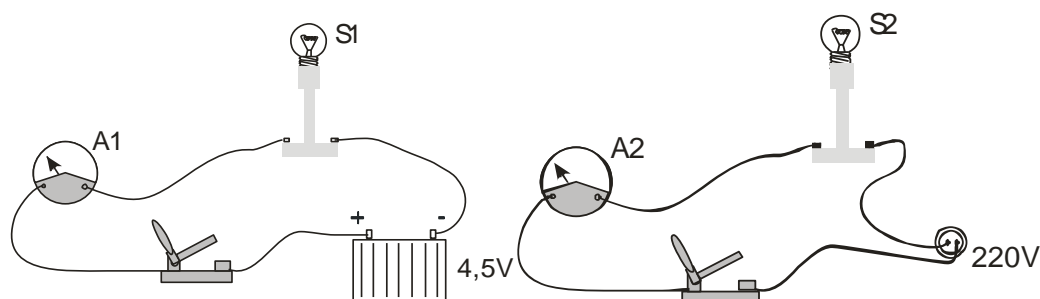
СТВАРАЊЕ ПРОБЛЕМСКЕ СИТУАЦИЈЕ

Да би се наставник активирао постојећа знања ученика час почиње постављањем питања:

Активност наставника:

- Која величина представља квантитативну карактеристику електричне струје?
- Шта је јачина струје?
- Када ће топлотно деловање електричне струје бити јаче изражено?
- Шта је узрок интензивнијем издвајању водоника и кисеоника при електролизи воде?

Наставник пројектује ученицима припремљене шеме два електрична кола (слика 27.)



Слика 27. Шематски приказ огледа

Наставник од ученика тражи да формирају електрично коло као на слици а) док он формира коло као на слици б).

Ученици користе извор струје од 4,5V, сијалицу за цепну батерију S_1 и амперметар A_1 док наставник користи градску мрежу као извор струје, сијалицу S_2 за осветљење у просторијама и амперметар A_2 .

Оба амперметра показују струју исте јачине. Наставник упућује ученике да додиром обе сијалице утврде да ли постоји разлика у издвајању количине топлоте.

Ово је тренутак када ученици сами формулишу

ПРОБЛЕМ:

Активност ученика: Зашто при једнаким јачинама електричне струје у овим експериментима струја не врши исто светлосно и топлотно деловање?

Активност наставника: Како можемо изразити учинак електричне струје тамо где је сијалица била загрејанија?

Активност ученика: Електрична струја је издвојила већу количину топлоте (извршила је већи рад).

Активност наставника: То би значило да сваки кулон наелектрисања у једном случају изврши мањи рад од исте количине наелектрисања у другом случају.

Ученици изводе **ЗАКЉУЧАК:**

Активност ученика: Рад електричне струје зависи још од неке величине а не само од јачине струје.

Наставник користи ову ситуацију да ученицима саопшти нове чињенице.

Активност наставника: Та величина која је узрок различитог деловања електричне струје при једнаким јачинама струје јесте напон и то напон који влада на крајевима обе сијалице.

Активност ученика: То значи да је напон на сијалицама различит па су и деловања различита.

Наставник постављањем питања подсећа ученике на познате чињенице.

Активност наставника: Који је неопходан услов да би кроз проводник протицала електрична струја?

Активност ученика: Постојање електричног напона.

Активност наставника: У каквој је зависности извршени рад од напона на крајевима проводника?

Активност ученика: Ако је напон на крајевима проводника већи и извршени рад је већи.

Наставник констатује да се електрични напон на крајевима проводника мери радом који изврши електрична струја при протицању кроз тај проводник и да је јединица мере за напон 1 V.

ПРИМЕНА ЗНАЊА У ПРАКСИ

Активност наставника: Зашто сијалица цепене лампе после дуже употребе батерије слабије светли?

Активност ученика: Електрични напон на крајевима сијалице је мањи после дуже употребе.

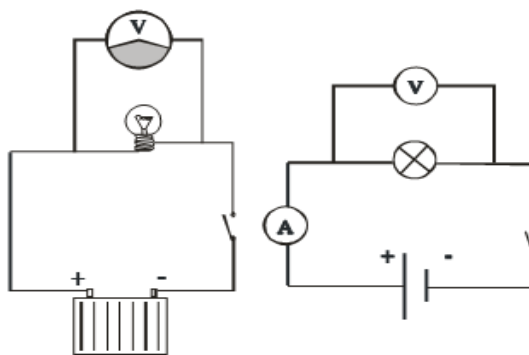
Активност наставника: Домаћица се жали да је ставила воду на електрични штедњак, међутим она никако да проври иако је укључила штедњак на тројку. У чему је проблем?

Активност ученика: Узрок је у смањеном напону.

Ученику треба саопштити да је сваки апарат предвиђен за тачно одређени напон, да виши напони оштећују уређај а нижим напonom се не остварује жељени ефекат.

Извори струје такође имају одређени напон а то значи да њихова употреба зависи од напона на његовим крајевима.

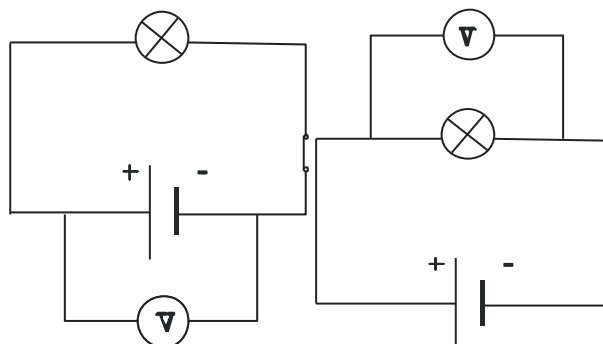
Ученицима затим треба показати волтметар и указати на начин његовог укључивања у електрично коло као и битну разлику између волтметра и амперметра (слика 28)



Слика 28. Шематски приказ укључивања волтметра у електрично коло

СТВАРАЊЕ ПРОБЛЕМСКЕ СИТУАЦИЈЕ:

Наставник пројектује припремљене шеме два електрична кола (слика 29)



Слика 29. Шема електричног кола

Наставник формулише ПРОБЛЕМ:

Шта ће се десити ако у овим колима електричне струје ако затворимо прекидач?

Шта ће показивати волтметар ако искључимо прекидач?

Активност ученика: У првом случају волтметар ће показивати известан напон а у другом случају неће.

Наставник упућује ученике да своју претпоставку провере састављајући електрично коло према датој шеми (слика 29)

Наставник формулише ПРОБЛЕМ:

Активност наставника: Посматрај напон који мери волтметар у првом случају када је прекидач укључен и када је искључен. У каквој су вези напон на половима извора и јачина струје?

Активност ученика: Напон на половима електричног извора је утолико нижи уколико извор даје јачу струју.

Наставник наводи ученике да своју претпоставку провере експериментом.

Овом приликом наставник саопштава ученицима да је напон на половима неоптерећеног извора највиши напон који може да влада на његовим половима и назива се електромоторна сила. Електромоторна сила извора је последица уложеног рада који електрични извор може вратити у струјном колу у току протицања струје. То значи да је EMS бројно једнака уложеном раду електричног извора за издвајање јединичне количине наелектрисања у њему.

ПРИМЕНА ЗНАЊА:

Активност наставника: У нашем огледу са сијалицом имали смо исте јачине струја а различите напоне. Нађи аналогне величине код две реке са истим количинама воде.

Активност ученика: Исте количине наелектрисања-једнаке јачине струје. Да би реке са истим воденим струјама имале различите учинке (једна да изврши већи рад) мора располагати већом потенцијалном енергијом а то значи мора „падати“ са веће висине. Аналогна величина напону би била висинска разлика. Када нема висинске разлике као у језеру, нема ни рада. Аналогно, када нема напона, струја не тече па нема ни рада електричне струје.

ДОМАЋИ ЗАДАТАК:

Када трола трамваја затвори коло, онда по жичаном проводнику (ваздушна линија) и по шинама пролази иста струја. Зашто је опасно додиривати руком, односно неким предметом ваздушну линију, док је додиривање шина безопасно? Објасни и запиши у својој свесци.

5.1.2.3 Четврти час: *Деловања електричне струје*

Тема: Електрична струја

Наставна јединица: ДЕЛОВАЊА ЕЛЕКТРИЧНЕ СТРУЈЕ

Тип часа: обрада новог градива

Образовни ниво: разумевање

Наставне методе: експериментална, разговор

Облик рада: фронтални, групни

Врста наставе: проблемска

Дидактички материјал: фолије (пројектор)

Наставна средства: извори електричне струје, проводници, суд са slabим воденим раствором кухињске соли, електроде, магнетна игла, сијалица, потковичасти магнет, лако покретљиви проводник, сталак, прекидач

Образовни задаци: ученици треба да стекну следећа знања и умења:

- електрична струја се не може демонстрирати већ се може показати само њено деловање
- упознавање ученика са разним деловањима електричне струје, без улажења у суштинско тумачење ових појава

Васпитни задаци:

- очигледна „открића“ различитих деловања електричне струје треба да мотивишу ученика за даље изучавање електричне струје
- путем непосредног посматрања, састављања електричног кола, извођења закључака и примене у пракси, оствариће се дијалектички пут сазнања и мишљења

Овај час се реализује групним обликом рада. Ученици су подељени у пет група које треба да демонстрирају по једно од деловања електричне струје.

СТВАРАЊЕ ПРОБЛЕМСКЕ СИТУАЦИЈЕ:

Наставник започиње час постављањем питања:

- Да ли вам се десило да код вас нестане светла у кући, а код комшије да све сијалице светле?
- Да ли сте посматрали пуњење акумулатора? Зашто се скидају чепови са акумулаторских ћелија?
- Зашто крчи радио пријемник у колима када се прође испод жица далековода?

Ученици ће вероватно на прво питање дати одговор да је код њих прегорео осигурач, а можда чак и знати да се истопила танка жица у телу осигурача.

ПРОБЛЕМ: Шта се дешава са чврстим и течним проводницима када кроз њих протиче електрична струја? Зашто се осигурач истопио?

Активност ученика:

- да струја загрева проводнике
- да хемијски мења електролит
- да жице далековода емитују електромагнетне таласе

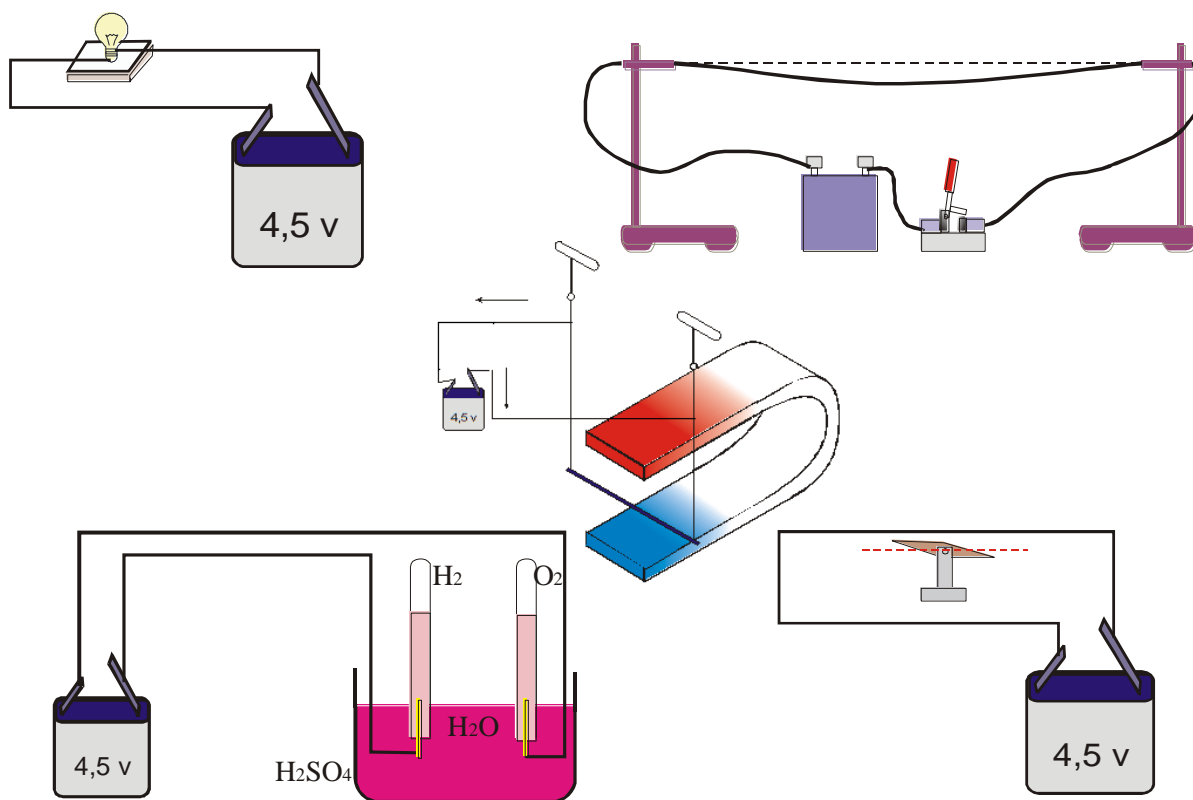
Ученици постављају

ХИПОТЕЗУ: Електрична струја врши различите утицаје на чврсте и течне проводнике, као и на околни простор (физичко поље).

Наставник наводи ученике на:

ПРОВЕРУ ХИПОТЕЗЕ: Према припремљеним шемама (слика 30), свака група треба да састави електрично коло и испита по једно деловање електричне струје тако што ће прво одабрати потребан прибор са којим ће радити.

Састављање електричног кола према шеми, за ученике представља својеврстан проблем бар на почетку проучавања ове области.



Слика 30. Шематски приказ електричних кола

Ученици прелазе на самосталан рад по групама уз вођење бележака, а после завршеног експеримента известилац информише наставника и остале групе о резултатима експеримента.

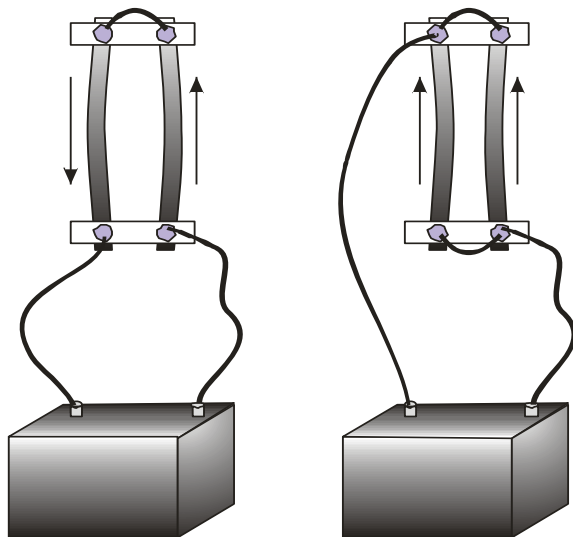
После провере хипотезе ученици доносе

ОПШТИ ЗАКЉУЧАК: Електрична струја при протицању кроз проводник испољава низ деловања: тоplotно, хемијско, механичко, магнетно, светлосно, која су потврда постојања електричне струје у проводницима.

На основу неког од деловања електричне струје може се одредити и јединица мере јачине електричне струје. У свету је договорено да је најпогоднији начин за увођење ампера као јединице мере за јачину електричне струје узајамног деловања два паралелна проводника кроз које теку струје сталне јачина.

Активност наставника: Које смо деловање електричне струје уочили када смо проводник кроз који протиче струја примакли магнетној игли?

Активност ученика: Уочава се магнетно деловање.



Слика 31. Магнетно деловање електричне струје

Активност наставника: Које се деловање електричне струје уочава у овом експерименту? (слика 31)

Активност ученика: Узајамно деловање проводника условљено је магнетним деловањем електричне струје.

Активност наставника: Од којих све величина зависи сила узајамног деловања међу проводницима? Од којих величина зависи сила узајамног деловања у конкретним условима?

Активност ученика: Сила узајамног деловања зависи од јачине струје у проводницима, дужине проводника, средине у којој се проводници налазе као и

растојања међу њима. У конкретним условима зависи само од јачине струје у проводницима.

Наставник даје објашњење ученицима да је договорено да када се проводници налазе у вакууму на растојању 1m и међу њима се јавља сила $2 \cdot 10^{-7}$ N на сваком метру дужине проводника тада кроз проводнике тече струја јачине 1 А. 1 А је основна јединица мере у SI.

ПРИМЕНА ЗНАЊА У ПРАКСИ: Наставник упућује ученике да нађу примере примене својих знања у пракси.

Активност ученика:

1. Топлотно деловање се користи код разних апарата у домаћинству: електрични штедњак, бојлер, пегла... као и код електричног заваривања.
2. Хемијско деловање електричне струје се користи у индустрији за добијање чистог алуминијума, бакра и других метала. Сличан поступак се користи при никловању, хромирању, позлаћивању металних предмета (галванизација).
3. Магнетно деловање електричне струје се користи у електромагнетима разних уређаја, дизалица...
4. Механичко деловање се користи код електричних мотора.
5. Светлосно деловање се користи код разних светлосних извора.

Задатак

У кутији су помешани бакарни и гвоздени завртњи. На који начин се могу брзо сортирати, ако се поседује батерија-акумулатор, довољно дугачак бакарни изоловани проводник и шипка од гвожђа.

Активност ученика: Бакарни проводник се намота на шипку од гвожђа, а крајеви вежу за батерију-акумулатор. Шипка ће се намагнетисати и привлачити гвоздене предмете.

Овај задатак може бити постављен и као експериментални у зависности од времена којим се располаже до краја часа.

5.1.2.4 Пети час: Јачина електричне струје, мерење јачине електричне струје

Тема: Електрична струја

Наставна јединица: ЈАЧИНА ЕЛЕКТРИЧНЕ СТРУЈЕ. МЕРЕЊЕ ЈАЧИНЕ ЕЛЕКТРИЧНЕ СТРУЈЕ

Тип часа: обрада новог градива

Образовни ниво: примена знања

Наставне методе: демонстрациона, експериментална, разговор

Облик рада: фронтални, групни

Врста наставе: проблемска

Дидактички материјал: графофолије (пројектор)

Наставна средства: амперметри, проводници, Галвански елементи, сијалице, суд за електролизу

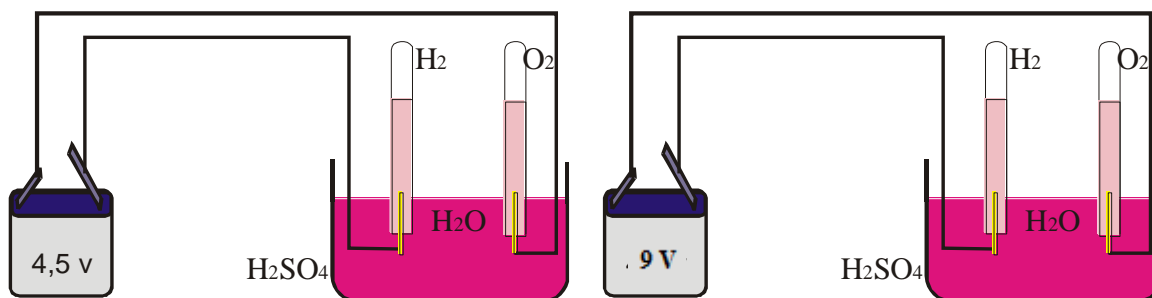
Образовни задаци:

- Да ученици сазнају дефиницију јачине електричне струје као основне физичке величине
- Дефиницију ампера као основне јединице мере и начина мерења јачине струје
- Да науче да се служе амперметром
- Да ученици схвате да је јачина струје иста у целом колу тј. да јачина струје мерена „испред“ и иза потрошача има исту вредност
- Да се ученицима саопште битне чињенице

Васпитни задаци:

- Да се омогући ученицима развијање способност и навика партиципирања и мишљења (посматрање, анализа, синтеза, закључивање)

Јачина електричне струје спада у основне физичке величине и као таква заузима посебно место како у овој теми тако и у наставном процесу. Циљ огледа који се изводе при проучавању закона електричне струје није проверавање или утврђивање тачности тих закона, јер због непрецизног мерења и недостатка прецизних мерних инструмената подаци ће само приближно одговарати односима који су изражени у законима.



Слика 32. Шематски приказ огледа

СТВАРАЊЕ ПРОБЛЕМСКЕ СИТУАЦИЈЕ

Наставник саставља два електрична кола која се састоје од извора једносмерне струје и суда за електролизу (слика 32).

У оба случаја у воду је додата иста количина сумпорне киселине (раствори су исте концентрације и у оба случаја електрична струја протиче исто време) али у другом случају тече јача струја.

Наставник поставља

ПРОБЛЕМ:

Зашто електрична струја пролазеће кроз растворе истих концентрација, за исто време не издваја исте количине водоника и кисеоника?

Прво се изведе оглед са слабом струјом тако да се ослобађа мали број мехурића, скоро да их можемо пребројати, а затим се струја нагло појача. Ако ученици застану у решавању проблема, у електрично коло се може укључити сијалица.

Овај оглед се може извести и у случају да ученици одмах дођу до решења проблема али у овом случају као потврда њихове хипотезе.

Из претходног разматрања ученици долазе до

ЗАКЉУЧКА: Јачина електричне струје је количина наелектрисања која прође кроз попречни пресек проводника у једној секунди.

Активност наставника: Од ученика се тражи да тај свој закључак напишу у облику математичке једначине ако се јачина струје означава са I .

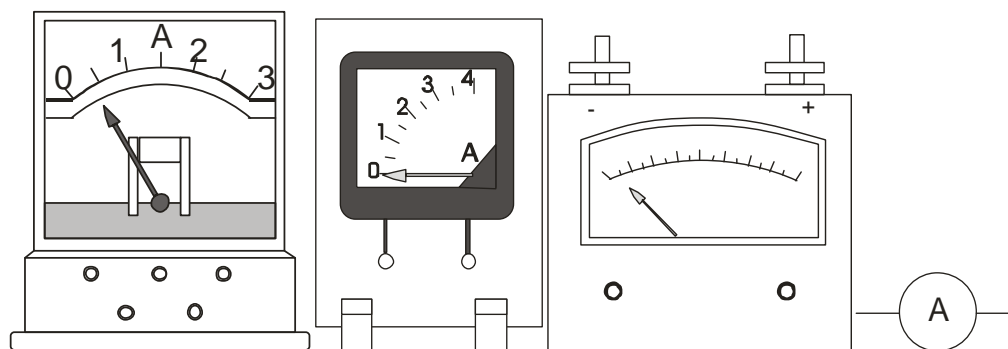
Активност ученика:

Јачина електричне струје је количина наелектрисања која прође кроз попречни пресек проводника у једној секунди.

$$I = \frac{q}{t}$$

Активност наставника је усмерена на подсећање ученика да је јачина струје основна физичка величина у SI и да је њена јединица мере 1 А.

Ученицима се затим покаже амперметар и констатује да је то инструмент за мерење јачине струје (слика 33).



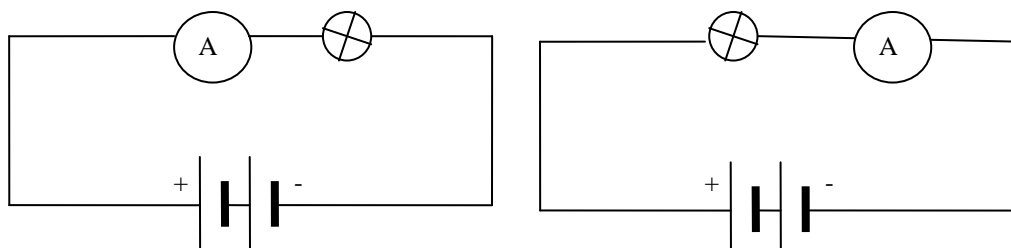
Слика 33. Шематски приказ амперметра

На овом часу ученици треба да науче како се амперметар везује у електрично коло, да схвате да су подеоци на скали изражени у А или mA или μA , да по ознакама + или – схвате да се ради о амперметрима једносмерне струје за разлику од оних који имају ознаку ~ када се ради о амперметрима наизменичне струје.

СТВАРАЊЕ ПРОБЛЕМСКЕ СИТУАЦИЈЕ

Ученике треба поделити у групе. Све групе имају исте изворе, исте сијалице и потпуно идентичне амперметре.

Ученицима се пројектују шеме електричних кола са слике 34.



Слика 34. Шематски приказ електричних кола-проблемски задатак

Активност наставника: Да ли ће све групе добити исти резултата мерења? Која група ће измерити јачу струју?

Ученици повезују елементе кола према датим шемама, а тиме уједно и вежбају везивање амперметра у коло електричне струје и откривају да ли амперметар мери јачу или слабију струју у зависности где је везан у колу електричне струје.

Ученици ће вероватно због тога што нису имали прилику да користе овај инструмент добијати различите резултате али и ако добију исте, проблемска ситуација неће изостати.

Активност наставника: Шта значи када кажемо да кроз проводник тече слабија струја?

Ако су неке групе измериле слабију струју да ли то значи да су наелектрисане честице нестале?

Активност ученика је усмерена на извођење закључка да је то немогуће јер су наелектрисане честице материјалне природе. Исто тако је немогуће да негде у колу дође до нагомилавања честица.

Ученици постављају

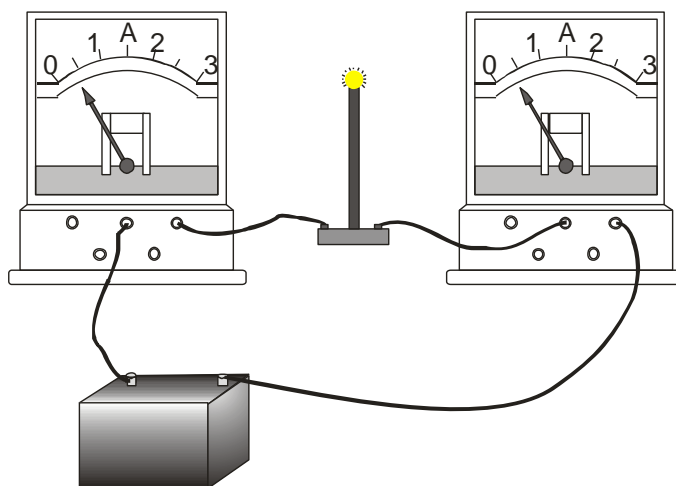
ХИПОТЕЗУ:

Јачина струје у колу је исте јачине у свим деловима кола и не мора се водити рачуна да ли се амперметар укључује испред или иза потрошача.

Наставник наводи ученике да своју

ХИПОТЕЗУ ПРОВЕРЕ формулишући им следећи задатак:

Ученици из по две групе треба да саставе електрично кола као на слици 35. и провере исправност своје хипотезе.

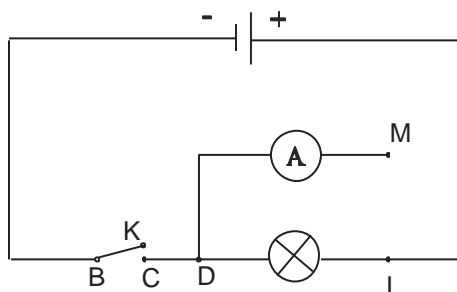


Слика 35. Шематски приказ електричног кола за проверу хипотезе

Ако је њихова хипотеза исправна оба амперметра ће мерити исту јачину струје.

ПРИМЕНА ЗНАЊА У ПРАКСИ:

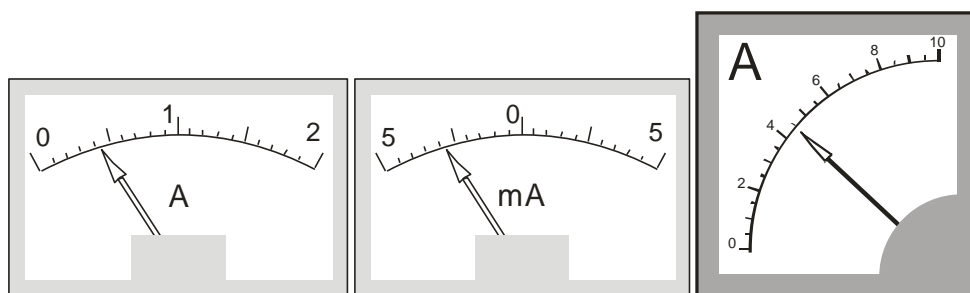
1. Код електричног воза струја иде жичаним проводником (ваздушна линија), намотајима мотора и шинама. Да ли је једнака јачина струје у танком проводнику и дебелим шинама?
2. Амперметар је везан у коло



Слика 36. Шематски приказ електричног кола, задатак примене знања

Где треба спојити клему М инструмента да се он не оштети а да мери јачину струје у колу?

3. Одреди вредност једног подеока на скали следећих инструмената (слика 37)



Слика 37. Шематски приказ амперметара

4. Знамо да је јачина струје квантитативна карактеристика електричне струје–јача струја –јаче изражено деловање. Нађи аналогну величину јачини електричне струје у следећем питању:

Која од две реке врши већи учинака на турбину, ако је висина са које вода пада иста код обе реке?

5.1.2.5 Шести час: Електрични отпор проводника

Тема: Електрична струја

Наставна јединица: ЕЛЕКТРИЧНИ ОТПОР ПРОВОДНИКА.

Тип часа: обрада новог градива

Образовни ниво: разумевање, примена

Наставне методе: експериментална, разговор

Облик рада: фронтални, групни

Врста наставе: проблемска

Дидактички материјал: фолије (пројектор)

Наставна средства: Лекланшеов елемент, проводници различитих дужина од исте супстанције и исте површине попречног пресека, проводници различитих површина

попречног пресека а исте дужине и од исте супстанције, проводници исте дужине, исте површине попречног пресека али од различите супстанције, отпорници (стални и променљиви)

Образовни задаци:

- ученици треба да схвате појаву електричног отпора, његову зависност од димензија проводника и врсте супстанције као и јединицу мере у SI
- да електрични отпор тумаче на основу атомског концепта градива и да схвате да је отпор физичка величина која је карактеристична за дати материјал
- да у току самосталног рада дођу до квалитативне везе отпора, дужине проводника, површине попречног пресека и специфичног отпора
- да се ученици упознају са отпорницима и њиховом применом у пракси

Васпитни задаци:

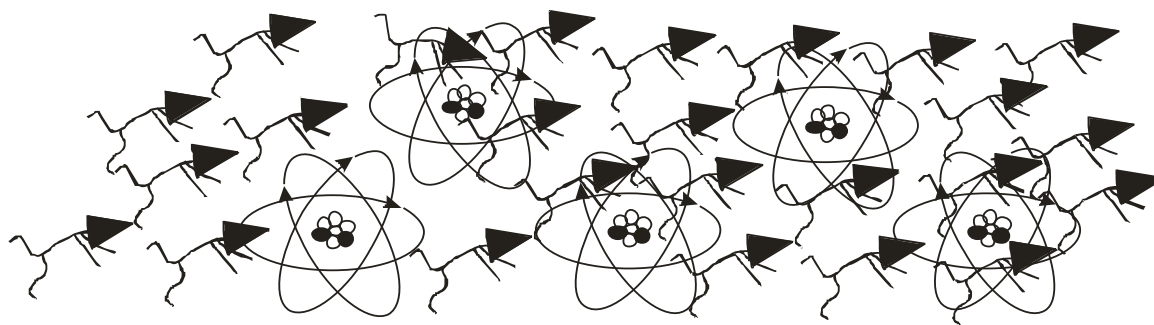
- да своје мишљење, судове и закључке формирају на бази експерименталних резултата
- да се на више примера укаже на примену стечених знања у пракси и тако допринесе схватању јединства теорије и праксе

СТВАРАЊЕ ПРОБЛЕМСКЕ СИТУАЦИЈЕ:

Час треба почети питањима која ће помоћи увођењу квалитативне дефиниције отпора.

- Шта је електрична струја?
- Шта је јачина електричне струје?
- Шта се дешава када се огроман број електрона под утицајем електричне силе креће кроз проводник?

Ученици ће вероватно претпоставити да долази до судара електрона са јонима кристалне решетке. Наставник би овај одговор могао поправити: да долази до узајамног деловања електрона и јона кристалне решетке а последица тог узајамног деловања је успоравање усмереног кретања електрона односно смањење јачине струје (илустрација на слици 38)



Слика 38. Шематски приказ кретања електрона кроз проводник

Ученици изводе

ЗАКЉУЧАК: узајамно деловање електрона и јона решетке манифестује се као сметња протицању електричне струје, успорава електроне као што сила трења делује на тело при кретању.

Наставник формулише

ОПШТИ ЗАКЉУЧАК: Ова сметња протицању електрона у проводнику потиче од особина сваког проводника и назива се електрични отпор. Електрични отпор је физичка величина која карактерише проводник и врши утицај на јачину струје у колу. Јединица мере је 1Ω .

Ученици су подељени у групе и свака поседује: проводнике различитих димензија (попречни пресек и дужина) али од исте врсте супстанције као и проводнике истих димензија али од различите супстанције.

Наставник формулише

ПРОБЛЕМ: Да ли проводник својом структуром и димензијама може да утиче на јачину електричне струје и како?

Наставник сугерише ученицима да укључујући различите проводнике у коло испитају да ли пружају исти отпор електричној струји.

Активност ученика:

- проводници су од истог материјала али различитог попречног пресека
- проводници су од истог материјала, али различите дужине
- проводници су исте дужине и попречног пресека, али од различите супстанције
- при протицању струје кроз различите проводнике амперметар региструје струје различите јачине

Ученици постављају

ХИПОТЕЗУ: Јачина струје у проводнику а то значи и отпор проводника зависи од величина које карактеришу проводник а то су: дужина, површина попречног пресека и врста супстанције.

Наставник наводи ученике на

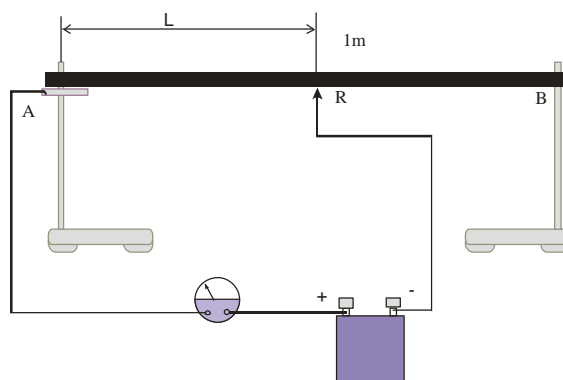
ПРОВЕРУ ХИПОТЕЗЕ:

Предложите и саставите експерименте помоћу којих ћете уочити зависност отпора од одговарајућих величина.

Активност ученика је усмерена на предлагање експеримената и „претварање“ сваког експеримента у шему.

1. ЕКСПЕРИМЕНТ

- у електрично коло везујемо проводник одређене дужине и попречног пресека као и Лекланшеов елемент од 1,5 V. Битно је да ученици запишу елементе кола и читају јачину струје (слика 39)
- формирамо електрично коло као у првом случају само проводник заменимо проводником два пута веће дужине али истог попречног пресека и од исте супстанције



Слика 39. Утврђивање зависности електричног отпора од дужине проводника

Активност наставника: Зашто се смањила јачина струје?

Активност ученика: Због повећања електричног отпора.

Активност наставника: Шта се променило у колу у другом случају у односу на прво формирано коло?

Активност ученика: Повећала се дужина проводника, а попречни пресек је остао исти.

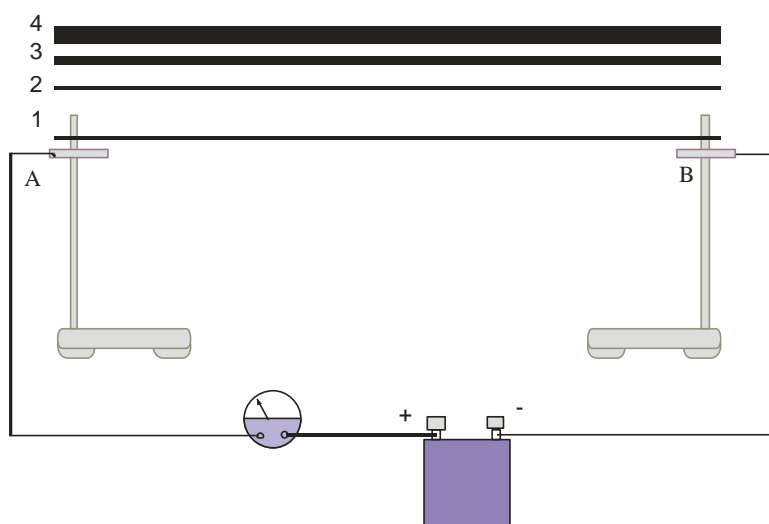
Активност наставника: У каквој је зависности отпор од дужине проводника?

Активност ученика: Када је дужина проводника већа отпор је већи, а јачина струје мања.

2. ЕКСПЕРИМЕНТ

Активност ученика: Ученици предлажу састављање електричног кола као у експерименту 1. али у коло везују проводнике исте дужине, од исте супстанције али различитог попречног пресека (слика 40).

Повећањем површине попречног пресека ученици на амперметру читавају све већу јачину струје.



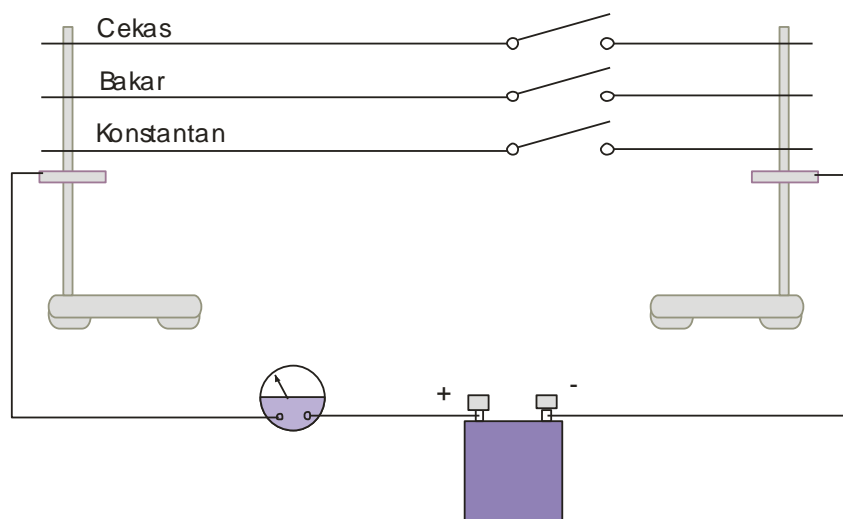
Слика 40. Утврђивање зависности електричног отпора од површине попречног пресека

Активност наставника: У каквој је зависности отпор од површине попречног пресека?

Активност ученика: Када је површина попречног пресека већа, отпор је мањи.

3. ЕКСПЕРИМЕНТ

Активност ученика: Ученици предлажу везивање у коло проводника исте дужине, исте површине попречног пресека али од различите супстанце.



Слика 41. Утврђивање зависности електричног отпора од врсте супстанције

ЗАКЉУЧАК: Електрични отпор зависи од врсте супстанције од које је направљен проводник (бакар, цекас, константан) што се запажа по различитој јачини струје која тече кроз те проводнике при истом напону извора струје.

Активност наставника: Ова зависност електричног отпора од врсте супстанције изражава се величином која се назива специфични отпор. Специфични отпор супстанције је електрични отпор проводника дужине 1m и површине попречног пресека 1m².

Од чега зависи електрични отпор проводника и како?

Активност ученика: Отпор проводника зависи од дужине проводника и специфичног отпора управо сразмерно, а обрнуто сразмерно површини попречног пресека.

Активност наставника: На основу изложеног и уведених ознака физичких величина од ученика се тражи да напишу математичку једначину којом се изражава зависност отпора од дужине, површине попречног пресека и специфичног отпора.

Активност ученика:

$$R = \rho \frac{l}{S} \Rightarrow \rho = R \frac{S}{l}$$

$$[\rho] = 1 \Omega \frac{1 \text{ m}^2}{1 \text{ m}}$$

ПРИМЕНА ЗНАЊА У ПРАКСИ:

Активност наставника: Често је у пракси потребно мењати јачину електричне струје, нађите такве примере.

Активност ученика:

- домаћица укључује штедњак на јединицу, двојку, тројку и при томе мења јачину струје
- кочничар у трамвају мења брзину трамваја тако што мења јачину струје
- у позоришту се сијалице постепено гасе тако што се јачина струје смањује постепено

Активност наставника: Како се то постиже?

Активност ученика: То је могуће постићи променом отпора, односно оних величина од којих зависи отпор проводника.

5.1.2.6 Седми час: Омов закон

Тема: Електрична струја

Наставна јединица: ОМОВ ЗАКОН

Тип часа: Обрада новог градива

Образовни ниво: примена знања

Наставне методе: експериментална, дијалогска

Облик рада: фронтални, групни

Врста наставе: проблемска

Дидактички материјал: наставни листићи

Наставна средства: амперметри, волтметри, проводници, променљиви отпорници

Образовни задаци:

- да ученици схвате квантитативни однос јачине струје, напона и отпора
- да науче аналитичке формуле за израчунавање све три физичке величине
- да науче дефиницију 1Ω као јединице за отпор у SI

Васпитни задаци:

- политехнизација наставе
- развијање логичког мишљења ученика
- да своје мишљење, судове и закључке формирају на бази експерименталних
- да се на више примера укаже на примену стечених знања у пракси и тако допринесе схватању јединства теорије и праксе

Ученици су подељени у групе. На почетку часа од њих се тражи да се присете како се дефинише јачина електричне струје, напон, отпор проводника и да констатују да ли међу њима постоји неки квантитативни однос.

Ово ученицима не би требало да представља проблем јер су на претходном часу уочили квалитативну везу између јачине струје и отпора, док су на часу обраде напона уочили везу напона и јачине струје али су те везе на тим часовима биле у другом плану.

ПОСТАВЉАЊЕ ПРОБЛЕМА:

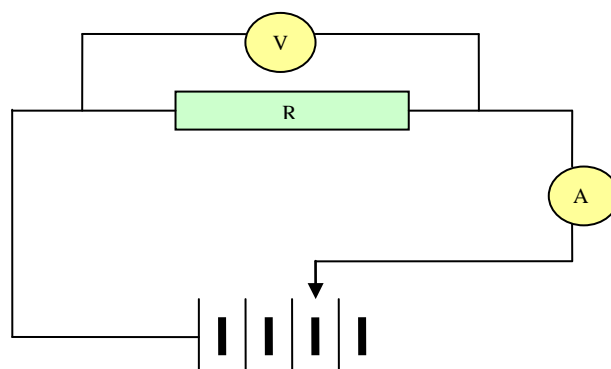
Активност наставника:

Ваш задатак је да испитате узајамну зависност јачине струје, напона и отпора. Предложите и саставите експерименте помоћу којих ћете испитати ту зависност.

Ако ученици застану у решавању проблема ученицима се помоћ може пружити у виду додатних питања и шема електричних кола (слика 42 и 43) којима ће се скренути пажња на:

- тражење односа напона и јачине струје под условом да је отпор проводника сталан и чија је вредност дата на почетку часа
- тражење односа између наведених величина тако што ће се напон одржавати сталним а мењати отпор проводника

1. Експеримент



Слика 42. Шематски приказ електричног кола за утврђивање зависности $I=f(U)$

Ученици добијене резултате сврставају у табелу коју су сами направили.

Из добијених резултата ученици ће лако доћи до

ЗАКЉУЧКА:

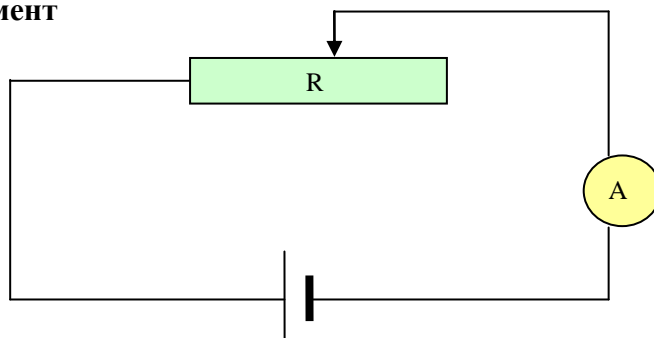
Активност ученика: Јачина струје је управо пропорционална напону при сталном отпору.

- Однос напона и јачине струје сталан је за дати отпорник
- Да је однос напона и јачине струје бројно једнак употребљеном отпору
- Да се отпор непознатог отпорника може одредити ако се напон на његовим крајевима подели јачином струје која протиче кроз тај отпорник

Из закључка следи

$$R = \frac{U}{I}$$

2. Експеримент



Слика 43. Шематски приказ електричног кола за утврђивање зависности $I = f(R)$

После извођења експеримента ученици изводе ЗАКЉУЧАК:

Активност ученика: Јачина струје је обрнуто сразмерна отпору проводника при сталном напону.

Из претходног закључка ученици долазе до ОПШТЕГ ЗАКЉУЧКА:

Активност ученика: Јачина струје управо је сразмерна напону који влада на крајевима проводника, а обрнуто је сразмерна отпору тог проводника.

$$I = \frac{U}{R}$$

ПРИМЕНА ЗНАЊА У ПРАКСИ:

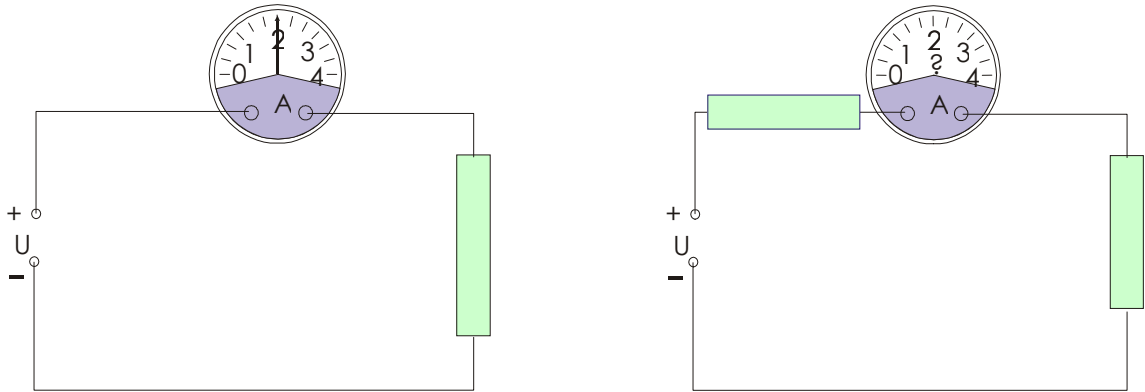
Активност наставника: Шта треба урадити да би се два пута смањила јачина електричне струје у проводнику?

Активност ученика: Потребно је два пута повећати отпор проводника или два пута смањити напон извора струје.

Активност наставника: Какве промене су наступиле у електричном колу ако амперметар показује повећање јачине струје?

Активност ученика: До повишења напона или смањења електричног отпора.

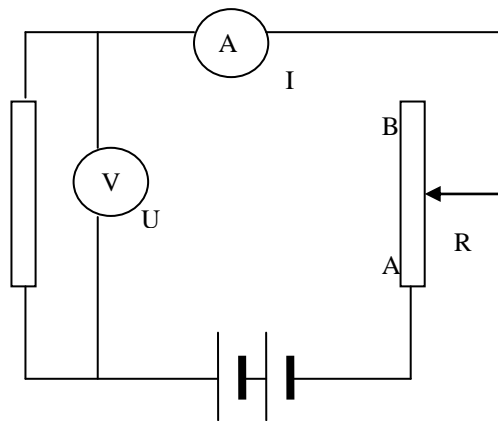
Активност наставника: Електрична кола као на слици 44. имају отпорнике истих отпора, изворе једнаких напона и исте амперметре. Колику јачину струје ће показивати амперметар у другом колу?



Слика 44. Проблемски задатак- примена знања

Активност ученика: Амперметар ће показивати струју јачине 1 А.

Активност наставника: Како ће се мењати јачина електричне струје и напон у датом колу (слика 45) ако се ручица отпорника помери навише?



Слика 45. Проблемски задатак- примена знања

Активност ученика: Померањем ручице реостата повећава се отпор, па ће по Омовом закону јачина струје у колу бити слабија. Мењањем јачине струје мења се и напон на крајевима реостата.

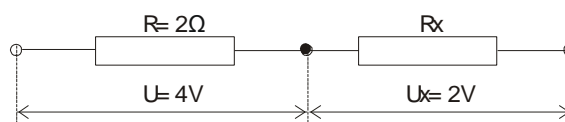
Рачунски задаци су дати у два нивоа тежине.

I Ниво: 1) Отпор неког проводника је 40Ω . Колика ће бити јачина електричне струје која кроз њега протиче ако је на његовим крајевима разлика потенцијала 220 V ?

2) Израчунати напон на крајевима проводника чији је отпор 10Ω и кроз који за 5 min протекне количина наелектрисања од 120 C .

II Ниво: 1) Кроз бакарни проводник дужине 5 km и површине попречног пресека $0,25 \text{ cm}^2$ протиче струја јачине 2 A . Колики је напон на његовим крајевима?

2) Према подацима са слике 46. израчунај непознату вредност отпора R_x .



Слика 46. Проблемски задатак- примена знања

5.2 Организација часова реализованих применом научног метода

У експерименталним одељењима, физичке појаве су на часовима физике обрађиване применом научне методе. Обрада сваке теме са теоријског и експерименталног аспекта, постигнута је пажљивим одабиром адекватних експеримената, питања и задатака. Реализовани експерименти су типа једноставних огледа који су изведени једноставним наставним средствима која су ученици сами припремали и доносили на наредни час (по добијеном упутству).

Експерименти су осмишљени тако да ученици применом научног метода усвоје физичке појмове и величине које се обрађују у оквиру тема Притисак и Електрична струја.

Модел научне методе, методички је обликован тако да се настава води кроз одговарајуће фазе које одговарају питањима:

- Шта си урадио?
- Шта си запазио?
- Шта си закључио?

Ово су уједно и кораци научног модела мишљења као и дидактичког модела активности стицања знања. У овом дидактичком моделу ученик пролази све интелектуалне фазе које су присутне у научном сазнању.

Као аутентични документ, ученици воде свеску која је по начину вођења и садржају јединствена и омогућава праћење рада и напредовања ученика. Поједине фазе експеримената ученици су фотографисали што им је омогућавало да се више пута враћају на поједине секвенце пре извођења закључка.

За сваки час ученици су добијали писане припреме за експерименте које ће радити на следећем часу на основу којих су доносили материјал за реализацију експеримента. Експерименти су рађени по групама које су формиране случајним избором а такав рад код ученика развија способност комуникације. Извештаје су ученици припремали појединачно, мада је час завршаван обавезном дискусијом.

Да би ученици били слободни у постављању питања и разрешавању дилема, на крају часа су постављали питања у писменој форми. Наставник је одговарао тог или наредног часа у зависности од времена којим је располагао.

За реализацију ових часова коришћене су различите наставне методе.

Централно место у физици заузима лабораторијска метода која подразумева постојање одређених услова за практичан рад, постојање материјала, енергије, предмета рада и оруђа за рад (Jelavić, 1994).

Проучавање се заснивало на употреби једноставних експеримената (Hestenes, 2006). Ученици су сами правили једноставна наставна средства која су користили у реализацији експеримената чиме је вредност самих експеримената вишеструко увећана (Карџа, 1980).

Приликом читања упутстава за реализацију експеримената, вођења бележака при извођењу експеримената као и састављању извештаја и читању презентација коришћена је метода рада на тексту. Коришћењем ове методе ученици читају и развијају способност мишљења, изражавања, посматрања као и оспособљавање за практичан рад (Журавлев 1989).

Она је везана са методом писања коју су ученици користили приликом вођења бележака у току експеримента, писања извештаја и презентација као и при састављању питања упућених наставнику.

Метода разговора коришћена је како приликом репродуктивног понављања тако и у слободном разговору када се ученик укључује у откривање нових спознаја (Сократ 469-399 п.н.е.). Као највиши и најекстензивнији облик разговора коришћена је дискусија. Она је коришћена приликом рада у групи као и при дискусији на крају часа када се изводе општи закључци. Ученици тада супротстављају мишљења, побијају аргументе саговорника али и износе нове аргументе (Петровић, 1994.). Коришћење метода разговора, рада на тексту као и писања има за последицу консолидацију писменог и усменог изражавања што је један од основних задатака пројекта „Рука у тесту“ уведеног у наставу природних наука а који чини основу научне методе у настави.

Најстарија и неизоставна метода усменог излагања коришћена је при описивању, образлагању и објашњењу наставних садржаја и појмова.

5.2.1 Модели наставних јединица обрађених применом научне методе у шестом разреду

5.2.1.1 Први час: *Притисак чврстих тела*

Користећи припреме које су добили на претходном часу, ученици су се припремили и донели потребан материјал за реализацију експеримента. (наставни листић 6)

Ученицима је сугерисан проблем, а затим сами формулишу хипотезе.

Дефиниција проблема: Притисак чврстих тела

Прикупљање података: Ученици имају оштру и тупу виљушку и покушавају у оба случаја да набоду комад јабуке а затим упоређују наведене случајеве тражећи онај у ком ће им бити лакше. Затим поставе на пластелин новчић широм, а потом бочном страном, делујући на новчић истом силом. У наведеним примерима посматрају који новчић дубље продире у пластелин тражећи онај у ком им је лакше да изврше задатак.

Формулација хипотезе:

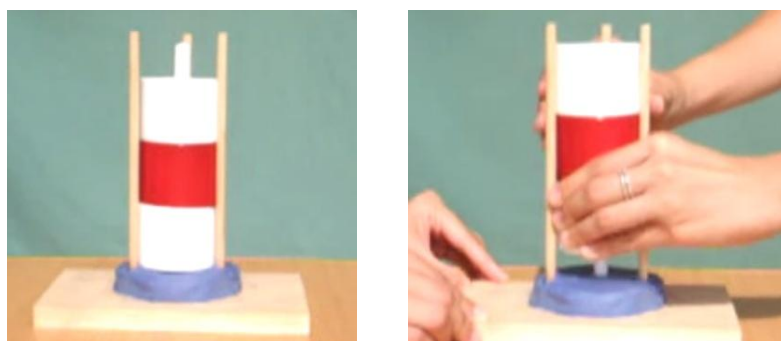
Уколико је оштрија виљушка утолико се лакше прободје јабука.

Уколико је новчић на бочној страни, дубље продире у пластелин.

Уколико јаче гурамо виљушку утолико ће дубље продрети у јабуку.

Уколико јаче гурамо новчић утолико ће дубље продрети у пластелин.

Експеримент: Тела различите тежине ослањају се истом површином и том приликом притискају подлогу остављајући траг у пластелину (Слажу се дечије дрвене коцке, слика 47). Тела исте тежине ослањају се различитом додирном површином и такође остављају траг у пластелину. Ученици мере дубину до које тела утону у пластелин.



Слика 47. Утврђивање зависности притиска од силе и додирне површине

Тестирање хипотезе: На бази резултата добијених експериментом као и анализирајући фотографије које су ученици направили дигиталним фотоапаратом закључује се да је почетна хипотеза тачна.

Закључак:

Деловање силе зависи како од њене бројне вредности тако и од величине додирне површине. Дакле притисак који неки предмет врши на подлогу зависи од силе и додирне површине са подлогом. То значи да је притисак којим неко тело делује на подлогу, сразмеран је интензитету силе а обрнуто је сразмеран величини додирне површине.

$$p = \frac{F}{S} \quad [p] = \frac{\text{N}}{\text{m}^2} = 1 \text{ Pa}$$

У циљу продубљивања стеченог знања ученици траже одговоре на питања:

- Зашто високе зграде и тешке машине имају широка постоља?
- Зашто се ножеви оштре?
- Ко осећа већи бол: онај кога нагази човек ципелом или онај кога нагази жена штиклем? Зашто?

5.2.1.2 Други час: Притисак чврстих тела-лабораторијска вежба

На другом часу ученици су реализовали лабораторијску вежбу *Притисак чврстих тела*, поштујући све кораке које предвиђа научни метод: дефинисање проблема, прикупљање података, постављање хипотезе, тестирање хипотезе (мењане различите вредности променљивих и посматрана решења) и извођење закључка.

Ученици су имали задатак да користећи стечена знања о притиску, а употребом расположивих материјала осмисле поступак за израду лабораторијске вежбе којом треба да провере зависност притиска од интензитета силе и величине додирне површине. Њихов задатак је био такође и да формирају табеле у које ће бележити резултате, да записују запажања у експерименталну свеску и фотографишу све фазе експеримента. На крају, њихов задатак је био да из добијених резултата изведу закључак.

Ученици су имали на располагању две даске различитих површина и већу посуду са песком. У првом случају су испитивали зависност притиска од интензитета силе. Два ученика својим тежинама деловала су на даску, прво један а затим и други

остављајући траг у песку. У другом делу експеримента ученик прво стаје на мању а затим на већу даску.

Током израде вежбе ученици пролазе кроз фазе научног метода, тако да следи:

Дефиниција проблема: Притисак чврстих тела;

Прикупљање података: Мерење дубине трага у песку;

Формулација хипотезе:

Уколико је тело теже, његов траг у песку је дубљи него траг лакшег тела.

Уколико стојимо на једној ноzi траг у песку ће бити дубљи него уколико стојимо на оба стопала истовремено.

Експеримент: Ученици при сталном интензитету силе мењају додирну површину, а затим површину држе константном а мењају силу која делује нормално на површину (слика 48).

Тестирање хипотезе: На бази података експеримента ученици закључују да је почетна хипотеза тачна.

Закључак: Притисак чврстог тела којим тело делује на подлогу сразмеран је интензитету силе а обрнуто сразмеран величини додирне површине.



Слика 48. Израда вежбе

5.2.1.3 Трећи час: Хидростатички притисак-спојени судови

Ученици су на претходним часовима стекли довољна предзнања, неопходна за обраду наставне јединице Хидростатички притисак, тако да час почиње разговором и присећањем наученог.

Час се наставља поделом ученика у хетерогене групе.

Након постављања хипотезе, ученици су извели експеримент али тако да су групе имале различите задатке. Из закључака изведених на основу експеримента, уследило је детаљно теоријско образложење. Експеримент је реализован кроз фазе научног метода.

Дефиниција проблема: Хидростатички притисак

Прикупљање података: Ученици знају да када роне, осећају зујање у ушима које потиче од притиска који се јавља у течностима. Интензитет зујања није увек исти.

Ученици пореде зујање које осете када роне на различитим дубинама а затим пореде зујање када роне у мору и у базену.

Формулација хипотезе:

Зујање у ушима потиче од притиска који се јавља у течностима.

Уколико се рони на већој дубини, зујање је јаче.

Уколико се рони на истој дубини у мору а затим у базену, зујање је различито.

Уколико се мења положај тела а да се при томе не мења дубина на којој се тело налази, нема разлике у интензитету зујања.

Уколико је у посуди више течности, хидростатички притисак је већи.

Експеримент: Према упутству свака група треба да испита по једну особину хидростатичког притиска тако што ће прво одабрати потребан прибор којим ће радити а који се налази на наставничком столу (слика 49). Ученици прелазе на самосталан рад по групама уз вођење бележака.

I група

На пластичној боци направи се неколико отвора један изнад другог а преко њих се залепи селотејп трака. Боца се напуни водом а затим се отвори ослободе. Посматрајући млаз воде ученици испитују зависност хидростатичког притиска од дубине.

Напомена: боцу је неопходно подићи.



Слика 49. Утврђивање особина хидростатичког притиска

II група

Кроз парче округлог картона провуче се канап тако да картон виси на канапу, а затим се прислони на стаклену цевчицу одоле тако да затвара цев. То се постиже провлачећи канап кроз цев. Цев се затим потопи у воду а потом помоћу шприца сипа обојена вода лагано у цев.

Посматрајући, ученици пореде хидростатички притиска навише и наниже на одређеној дубини.

III група

У једну од пластичних чашу сипа се обојена вода. Крајеви гуменог црева ставе се у обе чаше. Друга чаша је постављена ниже од прве а затим се повуче ваздух исисавањем из црева како би течност „крнула“ из прве чаше у другу.

Чаше се полако спуштају тако да се прва постави на квадар а друга на површину стола (прва треба да буде на нешто вишем нивоу од друге).

Посматрајући, ученици пореде хидростатички притисак у посудама у којима се налази различита количина течности али усута до истог нивоа.

IV група

На пластичној боци направи се неколико отвора један поред другог тако да сви буду на истој висини. Преко њих се залепи селотејп трака а затим се боца напуни водом. Отвори се потом ослободе и посматра млаз воде из сваког отвора понаособ.

У исту боцу се затим сипа јестиво уље. Експеримент се понавља поредећи растојање до ког досежу млазеви са растојањем када је у боци вода.

Поредећи удаљеност до које досежу млазеви, ученици испитују зависност хидростатичког притиска на одређеној дубини од густине течности.

У току реализације огледа ученици бележе поједине секвенце фотографишући дигиталним фотоапаратом.

Тестирање хипотезе: Анализа експерименталних резултата и фотографија направљених дигиталним фотоапаратом.

Закључак: Хидростатички притисак је притисак који се јавља у мирној течности или гасу а зависи од висине стуба течности као и густине течности док не зависи од облика суда нити од количине течности у суду. На одређеној дубини хидростатички притисак исти је у свим правцима.

Почетна хипотеза је потврђена је само у првом делу, јер се показало да хидростатички притисак не зависи од облика суда нити од количине течности у суду.

Кроз анализу реализованих експеримената и дискусију посебна пажња посвећена је спојеним судовима и њиховој примени.

Извођење закључка употпуњено је решавањем проблемских питања:

Зашто ронилачко звоно мора имати оклоп, односно јаке зидове?

Исто важи и за подморнице као и за рониоце који морају имати специјалну опрему.

као и рачунских задатака, тако да ученик може јасније да сагледа везу хидростатичког притиска, висине стуба течности, густине и гравитационог убрзања.

5.2.1.4 Четврти час Паскалов закон

У уводном делу часа поновљени су појмови које су ученици усвојили у на претходним часовима. Упутство за реализацију огледа као и потребан материјал, ученици су добили на претходном часу у облику наставног листића.

Дефиниција проблема: Преношење притиска у течностима

Прикупљање података: Ученици су најлон врећице напунили водом, затим иглом направили отворе како на дну тако и бочно а потом притискали врећицу и посматрали млазеве воде;

Формулација хипотезе:

Вода ће истицати на све отворе подједнако.

Уколико је сила којом делују на врећицу већа, млазеви ће доспевати даље.

Експеримент: Ученици реализују експеримент под називом Картезијански гњурац (слика 50). У пластичну флашу напуњену водом, ученици стављају капаљку коју су напунили обојеном водом како би ефекти били уочљивији. Затворили су флашу, а затим на њу деловали силом. Капаљка се креће. Ученици фотографишу експеримент дигиталним фотоапаратом;



Слика 50. Картезијански гњурац.

Тестирање хипотезе: Анализом резултата мерења заједно са анализом фотографија тестира се хипотеза;

Закључак: Спољашњи притисак преноси се у течностима и гасовима на све стране подједнако.

Након изведеног експеримента, у дискусији наставник даје детаљна теоријска објашњења а затим у циљу примене знања ученици решавају експериментални задатак. Проблем се поставља целом одељењу а ученици су подељени у групе.

Два шприца различитих попречних пресека повеже се гуменим цревом. На мањи клип се делују силом потискујући клип наниже, што доводи до померања већег клипа навише. Ученици затим делују на клип већег попречног пресека покушавајући да на исти начин помере мањи клип (слика 51).

Решавањем задатка ученици долазе до закључка да се на овај начин дејством мале силе на малој површини производи велика сила на великој површини а затим проналазе примере примене уочене појаве: дизалица, преса, кочнице.



Слика 51. Хидраулична машина

Решавањем експерименталног задатка ученици су употпунили знања о Паскаловом закону.

Ученици су за час донели потребан материјал на основу упутства добијеног на претходном часу, успешно урадили експерименте, направили фотографије, водили белешке и исправно извели закључке. Час је завршен постављањем питања и неизбежном дискусијом.

5.2.1.5 Пети час: Атмосферски притисак. Манометри и барометри.

Ученици су на претходним часовима стекли неопходна знања у област Притисак, тако да час почиње разговором и присећањем наученог. Час се наставља поделом ученика у хетерогене групе. Ученици су за час донели потребан материјал на основу упутства добијеног на претходном часу.

Експеримент је реализован кроз фазе научног метода:

Дефиниција проблема: Атмосферски притисак;

Прикупљање података: надувај два балона а затим их вежи за крајеве штапа.

Подупри штап тако да буде у равнотежи. Пробуши један балон.

Шта уочаваши? Шта се из тога може закључити?

Посматрање и фотографисање примера у којима се уочава да ваздух има тежину;

Формулација хипотезе:

Штап ће бити у равнотежи ако су балони једнако надувани.

Ако се један балон пробуши, равнотежа ће се пореметити.

Ваздух има тежину а њеним дејством на Земљину површину ствара се притисак.

Ученици изводе неколико огледа са циљем да провере хипотезу.

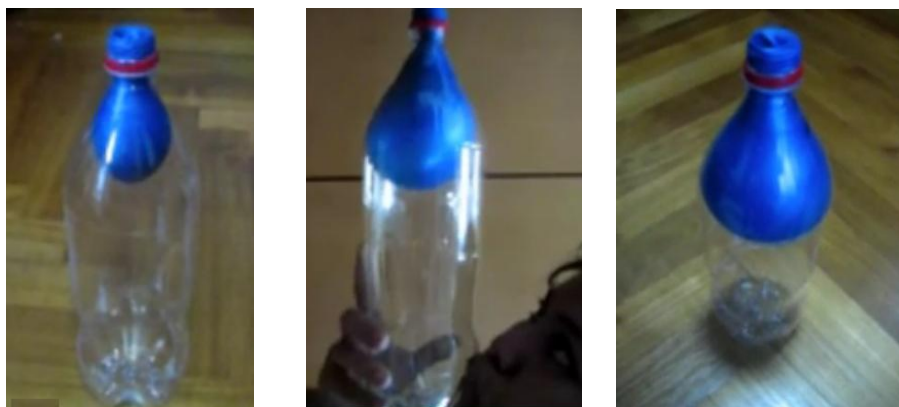
Експеримент 1: Чаша са водом се покрије картоном при чему се картон придржава руком. Чаша се затим изврне и рука пажљиво склони са картона. Ученици фотографишу експеримент дигиталним фотоапаратом (слика 52).



Слика 52. Атмосферски притисак

Експеримент 2: На флаши се направи отвор а у флашу постави балон тако да отвор балона потпуно обухвата грлић флаше. Кроз отвор на боци ученици исисавају ваздух и посматрају шта се дешава са балоном. Балон ће се ширити у боци (слика 53).

Ученици фотографишу експеримент фотоапаратом;



Слика 53. Притисак гасова

Експеримент 3: На пластичној боци направи се отвор у доњем делу. Затим се у боцу сипа вода. Вода ће истицати кроз отвор на боци. Боцу затим треба затворити чепом. Истицање воде ће престати (слика 54).

Ученици фотографишу експеримент фотоапаратом;



Слика 54. Атмосферски притисак

Тестирање хипотезе: Хипотеза се тестира анализом резултата као и фотографија направљених у току реализације огледа.

Закључак: Ваздушни омотач-атмосфера делује својом тежином на Земљу и сва тела на њој. Када нека сила делује на неку површину, ствара се притисак који делује у свим правцима.

Притисак који врши атмосфера се зове атмосферски притисак

Из закључака изведених на основу експеримента, уследило је детаљно теоријско образложење Торичелијевог огледа као и мерења притиска барометрима и манометрима.

Ученици су за овај час донели потребан материјал за реализацију експеримената, успешно урадили експерименте, направили фотографије и извели исправне закључке.

Час је завршен постављањем питања наставнику.

5.2.1.6 Шести час: Притисак-утврђивање

Одељење се подели у хетерогене групе и ради огледе примењујући знање у новим проблемским ситуацијама.

Број група треба да буде прилагођен броју огледа како групе не би радиле исте задатке. Ученици имају задатак да на основу упутства реализују оглед, дају теоријско објашњење као и да пронађу примере примене испитане појаве.

Сваки листић са уптствима садржи питања:

Шта се дешава? Зашто? Где се ово примењује?

I група Фонтана у учионици физике

Циљ: ученици треба да примене знање о спојеним судовима

Потребан прибор: пластично црево, левак, лепљива трака, шпенадла, посуда са водом

Ученицима је сугерисан проблем, а затим сами формулишу хипотезе. Њихов рад је праћен током експеримента. Час понављања реализован је кроз фазе научног метода.

Дефиниција проблема: Спојени судови

Прикупљање података: Ученици се присећају огледа са чашама које су спојене гуменим цревом а напуњене водом. (оглед реализован на часу обраде)



Слика 55. Фонтана у учионици

Формулација хипотезе: Уколико се левак напуни водом, она ће истицати из црева.

Експеримент: За један крај црева ученици су причврстили левак а други су обмотали лепљивом траком тако да буде затворена. Шпенадлом су затим пробушили лепљиву траку. Крај левка и црева држали су на истој висини и полако сипали воду. Када су црево и левак потпуно испунили водом, полако су спуштати крај црева који је обмотан траком (слика 55). Ученици снимају експеримент камером.

Тестирање хипотезе: Анализом резултата мерења заједно са анализом видео снимка тестира се хипотеза;

Закључак: Уколико је стуб воде у цреву изнад отвора виши утолико је притисак воде у цреву већи и млаз којим вода истиче је све јачи.

После реализације ученици траже одговоре на питања:

Зашто се ово дешава? Где се ово примењује?

II група: Да ли сте јачи од ваздуха



Слика 56. Дејство атмосферског притиска

Циљ: ученици треба да уоче дејство атмосферског притисака у непознатој ситуацији.

Потребан прибор: два гумене полулопте за прочишћавање водоводних цеви.

Ученицима је сугерисан проблем, а затим сами формулишу хипотезе. Њихов рад је праћен током експеримента. Фазе примене научног метода биле су:

Дефиниција проблема: Атмосферски притисак

Прикупљање података: Ученици се присећају огледа са чашом које је напуњена водом, покривене папиром а затим обрнута отвором надоле (оглед реализован на часу обраде).

Формулација хипотезе: Атмосферски притисак делује на Земљу и све предмете на њој.

Експеримент: Ученици су прислонили једну на другу полулопту и притиском истиснути нешто ваздуха из њих а затим су деловали на обе у супротним смеровима покушавајући да их раздвоје (слика 56).

Закључак: Када су спојене, гумене полулопте чине куглу у којој је смањен притисак јер је део ваздуха истисну. Под тим условима атмосферски притисак чврсто држи приљубљене кугле једну уз другу.

Ученици фотографишу експеримент фотоапаратом. После реализованог експеримента траже одговоре на питања:

Зашто се ово дешава? Где се ово примењује? На који оглед из историје физике вас ово подсећа?

III група: Шта спљошти лименку?

Циљ: уочити дејство атмосферског притисака.

Потребан прибор: празна лименка од сока, пламеник, хватаљка, посуда са хладном водом.

Дефиниција проблема: Атмосферски притисак

Прикупљање података: Ученици се присећају огледа са чашом воде поклопљеном папиром (оглед реализован на часу обраде)

Формулација хипотезе: Атмосферски притисак делује на Земљу и све предмете на њој.

Експеримент: Оглед се изводи тако што се загреје мало воде у лименој кантици. Затим су кантица склони са извора топлоте и затвори чепом. У кантици је тада мањи притисак од атмосферског тако да ће се она под дејством атмосферског притиска спљоштити. Кантица се може полити водом мада ефект неће изостати ни у супротном (слике 57 и 58).



Слика 57. Дејство атмосферског притиска



Слика 58. Дејство атмосферског притиска

Шта ће се десити? Зашто?

Тестирање хипотезе: Анализом резултата мерења заједно са анализом фотографија тестира се хипотеза;

Закључак: Већина воде је испарила а када се затвори кантица у њој се кондензује водена пара. Притисак у унутрашњости кантице је смањен те омогућава атмосферском притиску који је већи да деформише кантицу.

Ученици фотографишу експеримент фотоапаратом. После реализованог експеримента траже одговоре на питања:

Зашто се ово дешава? Где се ово примењује?

IV група: Направи манометар

Циљ: проучити како се може мерити притисак гаса у затвореним судовима

Потребан прибор: већи комад картона, хамер папир, гомено црево, обојена вода, лењир, вентил, балон

Дефиниција проблема: Притисак затворених гасова

Прикупљање података: Ученици се присећају огледа везаних за хидростатички притисак (огледи реализовани на часу обраде) као и Торичелијевог огледа.

Формулација хипотезе: Притисак гасова у затвореним посудама сличан је притиску који се јавља у течностима.

Мерење притиска затворених гасова слично је мерењу атмосферског притиска

Експеримент: Ученици су на већи картон залепили хамер папир а затим су на њега причврстили гумено црево тако да је један његов крај у вертикалом положају док је други хоризонталан и на њега је причвршћен вентил (слика 59). У цев сипају воду коју су претходно обојили. На вентил причврсте надувани балон а затим мерећи разлику нивоа воде у цевима и једначине

$$p = \rho g h$$

рачунају притисак гаса у балону.

Ученици фотографишу експеримент фотоапаратом. После реализованог експеримента траже одговоре на питања:

Зашто се ово дешава? Где се ово примењује?



Слика 59. Притисак затворених гасова

V група: **Врати сок у чашу**

Задатак ове групе је био да сок из тањира врате у чашу.

Циљ: ученици треба да примене знање о атмосферском притиску за решавање непознатог проблема.

Материјал: тањир, чаша сока, свећа, чаша



Слика 60. Атмосферски притисак

Дефиниција проблема: Атмосферски притисак

Прикупљање података: Ученици се присећају огледа са чашом воде поклопљеном папиром (оглед реализован на часу обраде)

Формулација хипотезе: Атмосферски притисак делује на Земљу и све предмете на њој.

Уколико је ваздух ређи, притисак гаса је мањи.

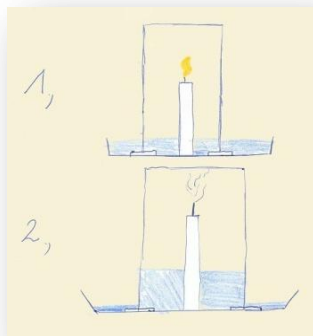
Експермент: Ученици изводе оглед тако што упале свећу, накапају на тањир неколико капи воска а затим свећу причврсте за тањир. Затим су сипали сок у тањир, упалили свећу и поклопили је чашом. Сок се попео у чашу, а затим су пажљиво окренули тањир (слика 60).

Закључак: Када гори свећа настаје угљендиоксид кога апсорбује вода, услед чега се притисак под чашом смањује. Како је спољашњи притисак већи од притиска под чашом, он гура воду у чашу.

Ученици фотографишу експермент фотоапаратом и бележе своја запажања (слика 61). После реализованог експеримента траже одговоре на питања: *Зашто се ово дешава?*

Закључци изведени из експеримента допунили су и потврдили знања ученика са претходних часова.

Час је завршен са писаним питањима ученика и одговорима наставника.



Слика 61. Белешка из ученичке свеске

5.2.2 Модели наставних јединица обрађених применом научне методе у осмом разреду

5.2.2.1 Први час: *Електрична струја. Подела супстанци према проводљивости електричне струје*

Током реализације часа ученици пролазе све фазе научног метода.

Наставник на почетку часа формира групе од четири ученика.

Дефиниција проблема:

Шта ће се десити ако два тела која су наелектрисана различитим врстама наелектрисућа доведемо у међусобни контакт? Која је улога жица у колу? Чиме бисте их могли заменити?

На пример, да ли ће сијалица засветлети ако се повезује помоћу ланеног концца?

Прикупљање података:

Електроскопи се поставе на удаљеност од око 20 cm један уз други. Један електроскоп се наелектрише стакленим штапићем. Поступак наелектрисућа треба понављати све док отклон алуминијумске траке не буде јасно уочљив. Други електроскоп треба наелектрисати на исти начин пластичним штапићем. Иглом за плетење која је провучена кроз комад стиропора треба истовремено додирнути оба електроскопа. Иглу је неопходно држати за стиропор (слика 62).

Ученици су подељени у групе и реализују експеримент за који су добили писано упутво (наставни листић 12) претходни час а електроскопе су сами направили.

Шта се дешава?

Поступак поновити тако што ће се уместо игле узети пластичну сламчицу.

Шта се закључује?



Слика 62. Белешка из свеске ученика

Формулација хипотезе

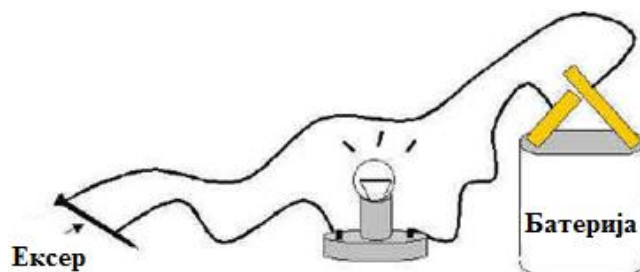
Ако тела која су наелектрисана једнаком количином наелектрисања али различитог знака повежемо металном жицом, електроскопи ће се разелектрисати.

Ако тела која су наелектрисана једнаком количином наелектрисања али различитог знака повежемо пластичном сламком, електроскопи ће остати наелектрисана.

Експеримент: Ученици формирају коло које им омогућава да упале сијалицу помоћу батерије, три проводника и лежишта за сијалицу. Пошто сијалица засветли, коло се прекида на споју између два проводника. Сада ученици покушавају поново да упале сијалицу успостављајући контакт између два проводника помоћу различитих предмета.

Од ученика се тражи да изаберу низ предмета и класификују их по томе да ли проводе или не проводе струју. Пре фазе тестирања неопходно је да формирају електрично коло које ће им омогућити да верификују своје априори постављене хипотезе о предмету као проводнику или као изолатору.

Тестирање хипотезе ученици врше на основу кола са слике 63. Ученици бирају серије предмета раздвајајући их на проводнике и изолаторе. У једној врсти табеле су предмети који омогућају да сијалица засветли (проводници), а у другој они који немају ту особину (непроводници или изолатори).



Слика 63. Утврђивање проводних особина материјала

Заједничка активност

Кроз дискусију се тумачи појава електричне струје на основу атомског концепта.

Формира се заједничка табела на табли у коју се уносе добијени резултати целог одељења. Уколико има спорних места, експеримент се понавља.

Запажање: Треба нагласити да се сам предмет не сматра проводником или изолатором него је то материјал од кога је начињен: гвожђе, бакар, алуминијум.

Закључак

Усмерено кретање наелектрисаних честица представља електричну струју. Постоје супстанце које проводе електричну струју и у ту групу спадају бакарна жица, маказе, спајалица, новчић као и раствор соли у води и друга група супстанци које не проводе електричну струју (дрво, пластика).

5.2.2.2 Други час: *Извори електричне струје. Електрично коло*

У уводном делу часа поновљени су неопходни појмови које су ученици усвојили на претходном часу: Шта чини електричну струју? Шта је неопходно да у проводнику протиче електрична струја? На који начин се може потврдити да кроз проводник протиче електрична струја?

Дефиниција проблема: На који начин се може обезбедити трајнија разлика потенцијала? Којим процесима се то обезбеђује?

Прикупљање података: Ученицима су на располагању предмети које су имали задатак да понесу од куће. Коришћењем писменог упутства (Наставни листић 13) које су такође добили на претходном часу треба да формирају извор електричне струје и да докажу да на његовим половима постоји разлика потенцијала.

Формулација хипотезе:

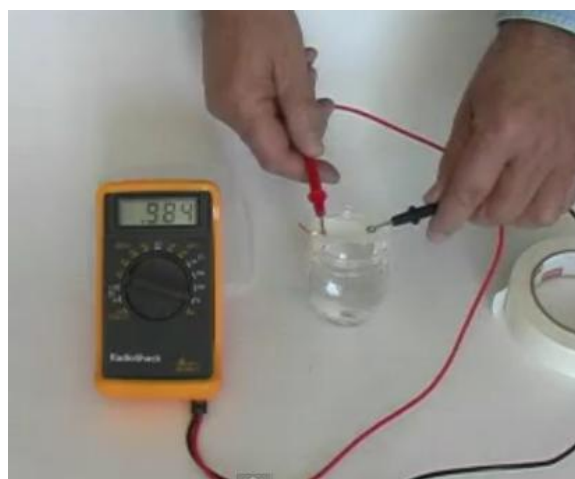
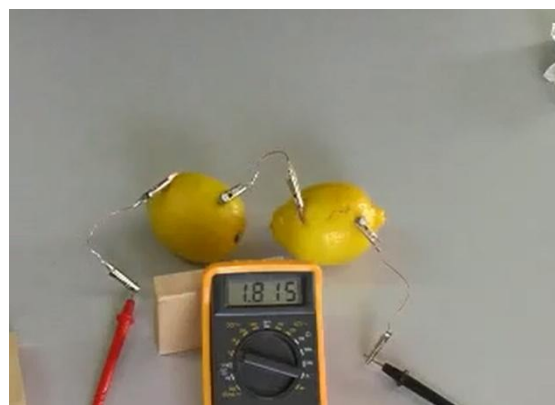
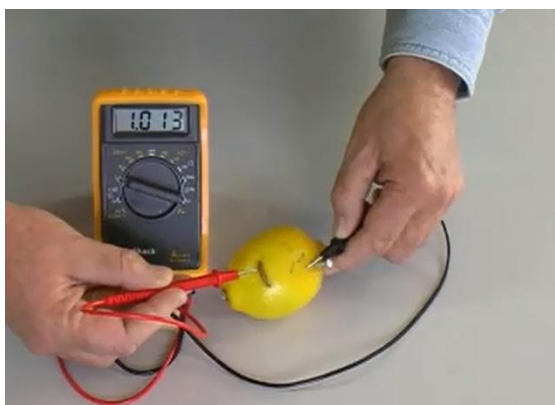
Лимун, кромпир, сирће могу под одређеним условима да се понашају као извор електричне струје.

Експеримент: ученици на основу упутства формирају извор електричне струје а затим мере разлику потенцијала на његовим половима.

Тестирање хипотезе: Анализа експерименталних резултата.

Закључак: У лимуну, кромпиру, сирћету се врши раздвајање наелектрисања (слика 64). То је могуће јер се хемијска енергија претвара у електричну.

Продискутовати могућа решења.



Слика 64. Лимун и сирће као извори електричне струје

Кроз дискусију, наставник уводи појам електричног кола, запишу се симболи појединих елемената на табли а затим се у циљу примене знања решава експериментални задатак, игра „Електрична рука“.

Проблем се поставља целом одељењу а ученици су подељени у групе.

Наставник демонстрира како функционише игра електрична рука, електрично коло које то омогућује је скривено. Ученици треба да разумеју и нацртају шему кола које омогућује функционисање следеће игре: прстен треба пренети од почетне до крајње тачке, а да се не додирне проводник, у противном, сијалица засветли (слика 65).



Слика 65. „Електрична рука“ ; шематски приказ „Електричне руке“

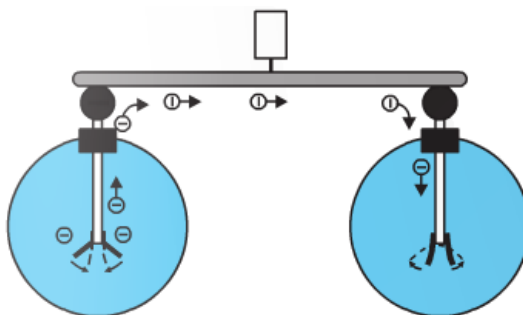
5.2.2.3 Трећи час: Електрични напон, EMS, Мерење напона.

Дефиниција проблема: Наелектрисање у колу електричне струје се креће спонтано-само од себе у једном смеру.

Прикупљање података: Посматрање и фотографисање кретања течности реализујући огледе приказане на сликама 66 и 67.



Слика 66. Кретање течности



Слика 67. Кретање електрона у електричном пољу

Ученици покушавају да одговоре на постављено питање:

На који начин можемо обезбедити враћање воде односно електрона?

Враћање воде се мора вршити неким другим путем а не кроз цев и то вршењем рада.

У случају електричне струје значи да се електрони враћају на полазно место уз утршак рада и то другим путем.

Формулација хипотезе:

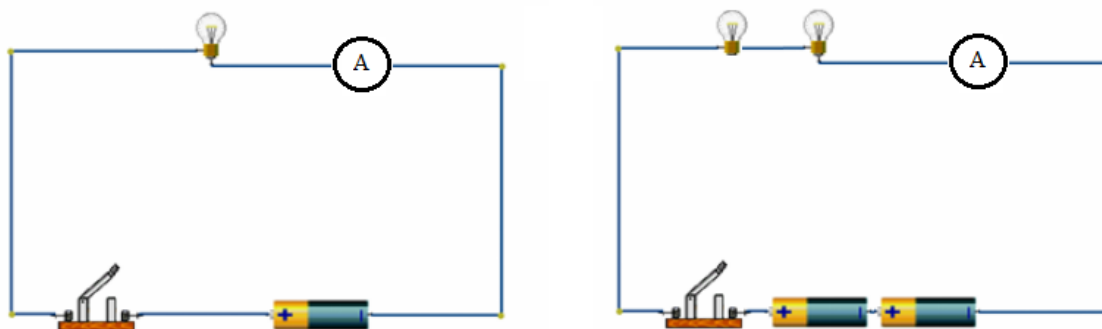
Када нестане висинске разлике нивоа течности у судовима кретање течности се зауставља.

Када нестане разлике потенцијала струја „престаје“ тећи.

Да би се течност вратила из суда Б у суд А неопходно је да спољашња сила врши рад на рачун неког облика енергије.

Да би се електрони вратили на полазно место неопходно је вршење рада на рачун неког другог облика енергије.

Експеримент: Ученицима су сугерисани огледи којима би требали доћи до решења проблема (слика 68).



Слика 68. Шема електричног кола

У првом електричном колу једна сијалица је спојена са батеријом, док су у другом случају две сијалице серијски спојене са две серијски везане батерије. Ученици мере јачину струје у оба кола и констатују да је она једнака. Како је то могуће?

Тестирање хипотезе: Анализа изведених огледа.

Закључак: Електрони примају енергију од извора. Ако приме више енергије моћи ће да савладају већи отпор. Како је у другом колу отпор на који наилазе већи, то значи да електрони од извора приме више енергије. Њихова електрична енергија се претвара у друге облике енергије.

После извођења закључка следи дефиниција *напона* као претворене енергије по јединици наелектрисања која прође кроз сијалицу.

То значи да извор у другом случају има већи напон.

Разговор се води у правцу инструмента којим се мери напон као и начину његовог коришћења. У циљу примене знања ученици мере напон на крајевима једне као и напон на крајевима две серијски везане батерије.

5.2.2.4 Четврти час: Деловања електричне струје

Ученике треба поделити у пет група. Подела може бити извлачењем картончића на којима је исписан назив једног од пет деловања електричне струје. Наставник започиње час постављањем питања:

- Да ли вам се десило да код вас нестане светло у кући, а да у суседству све сијалице светле?
- Да ли сте посматрали пуњење акумулатора? Зашто се скидају чепови са акумулаторских ћелија?
- Зашто крчи радио–пријемник у колима када се прође испод жица далековода?

Дефиниција проблема: Шта се дешава са чврстим и течним проводницима када кроз њих протиче електрична струја? Зашто се осигурач истопио?

Прикупљање података:

Повезујући полове батерије жицом, ученици уочавају да се она загрева. На основу запажања и искуства износе следеће претпоставке: да жицомнешто протиче и да је јачина свијетљења сијалице повезана са тим.

После дискусије ученици постављају хипотезу.

Формулација хипотезе:

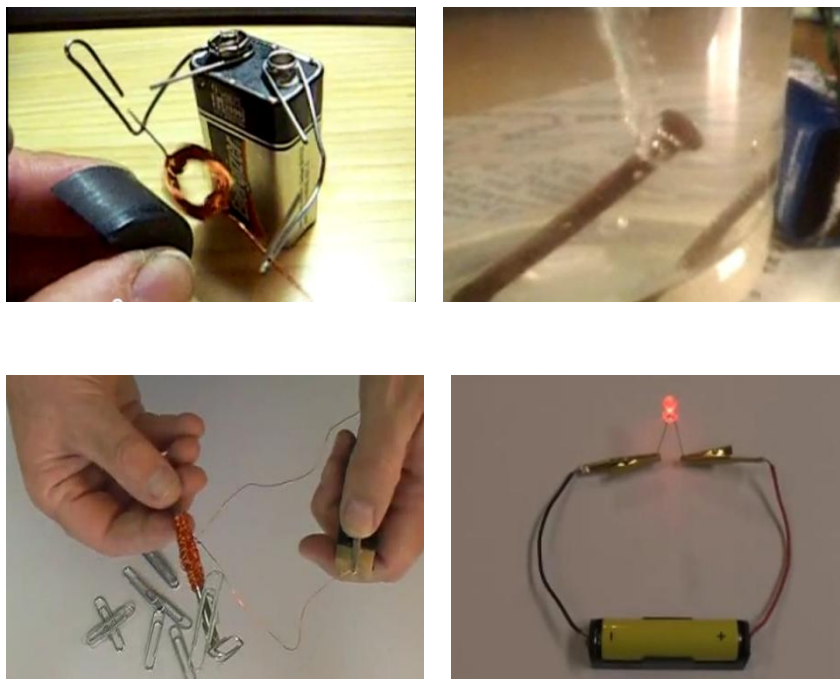
Протицање електричне струје кроз проводник може да доведе до ослобађања топлоте, емисије светлоси, разлагања воде, кретања проводника или његовог намагнетисања.

Наставник упућује ученике да изведу

Експеримент: Према шеми из упутства (наставни лист 15), свака група треба да састави електрично коло и испита по једно деловање електричне струје тако што ће прво одабрати потребан прибор којим ће радити (слика 69). Прибор се налази на наставничком столу.

Ученици прелазе на самосталан рад по групама уз вођење бележака. У току реализације огледа ученици фотографишу фотоапаратом.

Тестирање хипотезе: На основу резултата огледа и анализе фотографија ученици тестирају хипотезу.



Слика 69. Деловања електричне струје

После завршеног експеримента известилац информисае наставника и остале групе о резултатима експеримента. Све групе учествују у анализи добијених резултата.

Закључак: Електрична струја врши различите утицаје на чврсте и течне проводнике, као и на околни простор (физичко поље).

Ти утицаји се испољавају кроз низ деловања: тоplotно, хемијско, механичко, магнетно, светлосно, која су потврда постојања електричне струје у проводницима.

Наставник на основу деловања два проводника дефинише јединицу мере за јачину струје (1 А илустрација –графофолија)

Наставник упућује ученике да нађу примере примене у пракси. Код електричног воза струја тече жичаним проводником (ваздушна линија), намотајима мотора и шинама.

Да ли је једнака јачина струје у танком проводнику и дебелим шинама?

5.2.2.5 Пети час: Јачина електричне струје. Мерење јачине електричне струје

На основу стечених знања са претходног часа ученици одговарају на питања која поставља наставник:

Шта је електрична струја? Шта нам указује на то да кроз проводник протиче електрична струја?

Дефиниција проблема: Да ли између две струје постоји разлика и у чему се она састоји?

После дефиниције проблема, прелазе на самосталан рад по групама уз вођење бележака и фотографисање огледа дигиталним фотоапаратом.

Повезујући полове батерије жицом, ученици уочавају да се она почиње загревавати а сијалица почиње светлети.

Прикупљање података: Ученици су подељени у групе и имају задатак да се присете различитих утицаја електричне струје.

Електрична струја врши различите утицаје на чврсте и течне проводнике испољавајући низ деловања која зависе и од особина те струје

Формулација хипотезе:

Проводником протиче струја, а јачина светљења сијалица повезана је са тим.

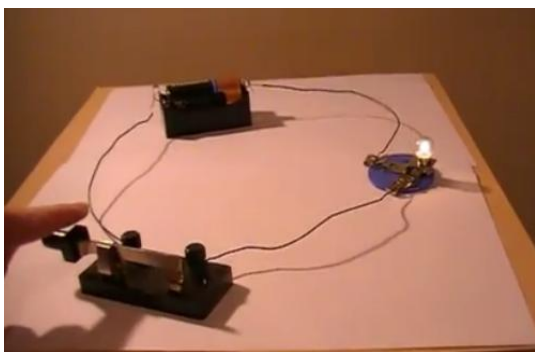
Додавањем сијалица у серијску везу, оне слабије светле.

Везивањем више извора серијски, проводник се више загрева.

Ученици прелазе на самосталан рад по групама уз вођење бележака.

Наставник упућује ученике да изведу

Експеримент: Према упутству из радних листова свака група треба да састави електрично коло и испита какви ће бити ефекти електричне струје у колу са једним а затим са два редно везана извора струје. У коло везују сијалицу и испитују шта се мења када се укључи један а затим оба извора. Након тога у коло укључују посуду са раствором кухињске соли у којој се налазе два ексера (електроде). При реализацији огледа посебан акценат је на „интензитету“ деловања које испољава струја (слика 70).



Слика 70. Испитивање деловања електричне струје у зависности од јачине струје

У току реализације огледа ученици фотографишу фотоапаратом.

Уочавају да у случају два везана извора сијалица светли јаче а на ексеру се издваја више мехурића.

Тестирање хипотезе: врши се на основу резултата огледа и фотографија направљених дигиталним фотоапаратом;

После завршеног експеримента известилац информисе наставника и остале групе о резултатима. Све групе учествују у анализи добијених резултата.

Закључак: Утицаји електричне струје на чврсте и течне проводнике испољавају се кроз разна деловања а која зависе и од особина те струје. Струја веће јачине изазива јаче деловање.

Кроз дискусију се уводи дефиниција јачине струје.

Јачина електричне струје је количина наелектрисања која прође кроз попречни пресек проводника у једној секунди.

$$I = \frac{q}{t}$$

Наставник кроз разговор упознаје ученике са начином на који се мери јачина електрична струје.

Час се завршава дискусијом и питањима која ученици упућују наставнику.

5.2.2.6 Шести час: Електрична отпорност

За наставну јединицу *Електрична отпорност*, ученици поседују предзнања усвојена на претходним часовима проучавајући област Електрична струја.

Наставник заједно са ученицима поноваља усвојене садржаје:

Шта је електрична струја? Како дефинишемо јачину електричне струје? Шта се дешава када се огроман број електрона под утицајем електричне силе креће кроз проводник?

Дефиниција проблема: Да ли проводник својом структуром и димензијама може да утиче на јачину електричне струје ?

Уколико је повезано више сијалица једна за другом, светлеће све слабије.

Прикупљање података: Ученици пред собом имају цепну батерију, сијалицу и проводнике различитих дужина, дебљина и од различитог материјала.

Формирајући коло електричне струје, мењају један од проводника тако да у коло везују проводник различите дужине, попречног пресека и материјала. Упоредно упоређују интензитет светлења сијалице.

Формулација хипотезе:

Сијалица и проводници представљају препреку за протицање електричне струје.

Када је у коло везан дужи проводник, сијалица светли сабије.

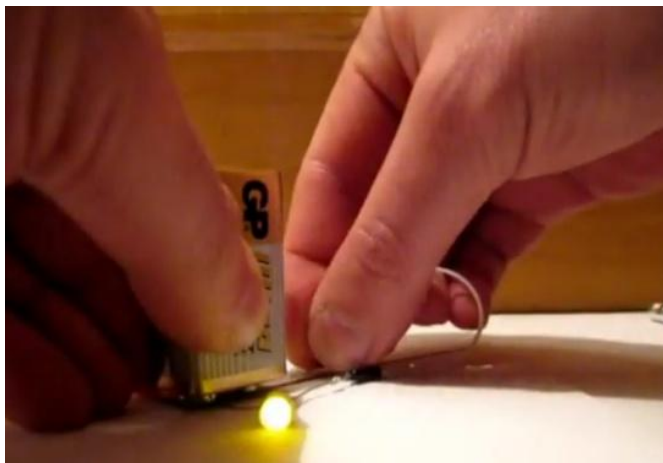
Када је у коло везан краћи проводник сијалица светли интензивније.

Ако вежемо дебљи проводник у коло, сијалица светли интензивније.

Ако се у коло веже тањи проводник, сијалица светли слабије.

Везујући у коло проводнике од различитог материјала, сијалица ће мењати интензитет светлења.

Ученици су подељени у групе и имају задатак да испитају да ли различита тела пружају исти отпор електричној струји.



Слика 71. Испитивање зависности електричног отпора од дужине проводника

Експеримент:

Задатак 1. Утврдити како дужина проводника утиче на електрични отпор проводника

Прибор: Лекланшеов елемент, мина оловке дужине 10 cm, сијалица, бакарни проводници.

Померати слободан крај проводника по графиту и посматрати промену јачине струје (јачину светлости, слика 71).

Да би се појачали ефекти, може се повезати више мина у снопић алуминијумском фолијом. У том случају потребно је обавити средину снопића алуминијумском фолијом у облику прстена тако да може да се помера дуж снопића (као клизач).

Шта се закључује?

Задатак 2. Утврдити како површина попречног пресека утиче на електричну отпорност

Прибор: Лекланшеов елемент, мина оловке (шестара), мина патент– оловке (све мине треба да су исте дужине и тврдоће), сијалица, одговарајући каблови.

У струјно коло из предходног задатка укључити мину оловке, а затим мину патент– оловке и посматрати јачину струје (јачину светљења сијалице).

Шта се закључује?

Задатак 3. Утврдити да ли врста материјала утиче на електричну отпорност

Прибор: Лекланшеов елемент, графитне мине различите тврдоће (В, 2В, НВ, F, 2Н, 3Н.....), игла за плетење, сијалица, одговарајући каблови

У поменуто струјно коло укључити мину оловке, а затим иглу за плетење (игла и мина треба да су истог попречног пресека и дужине) и посматрати јачину струје (јачину светљења сијалице).

Проверити да ли врста супстанције утиче на електричну отпорност, као и како отпорност зависи од тврдоће мина.

Шта се закључује?

Тестирање хипотезе: Анализом резултата мерења, тестира се хипотеза;

Закључак: особину проводника да делује као препрека електричној струји зовемо отпор.

Електрични отпор карактерише проводник и врши утицај на јачину струје у колу.

Његова структура и димензије утичу на јачину електричне струје у колу.

Отпор проводника зависи од дужине проводника управо сразмерно, а обрнуто сразмерно површини попречног пресека, а зависи и од врсте супстанције.

Наставник дефинише специфични отпор, као и његову јединицу мере. На основу

утврђених закључака следи формулисање математичког израза: $R = \rho \frac{l}{S}$.

Јединица мере је 1Ω .

На крају часа ученици су у писаној форми поставили питања наставнику а затим им је подељен материјал за експеримент који ће бити реализован следећег часа.

5.2.2.7 Седми час: Омов закон

На претходном часу ученицима је подељена припрема у облику писаног материјала на основу ког су се они припремили за реализацију експеримента. Ученицима је сугерисан проблем, а затим они сами формулишу хипотезе.

Дефиниција проблема: Да ли постоји веза између јачине струје и напона на крајевима проводника? Да ли постоји веза између јачине струје и отпора проводника?

Хоће ли се отпор проводника променити ако променимо напон на његовим крајевима?

Прикупљање података: У колу електричне струје везани су извор чија ЕМС може да се мења, као и сијалица. Ученици посматрају и фотографишу дигиталним фотоапаратом светлење сијалице у колу електричне струје при промени напона извора а затим у колу мењају сијалицу а да се се при томе ЕМС не мења.

Формулација хипотезе:

Уколико је на сијалице већи напон, сијалица ће јаче светлети.

Различите сијалице у колу, светлеће различитим интензитетом.

Уколико се у колу мењају напон и јачина струје, отпор сијалице се неће мењати.

Експеримент: Коло струје се затвори при употреби једног елемента цепне батерије што одговара напону од 1,5 V на половима извора. Затим се напон у колу повећава укључивањем два, три... редно везана елемента. Врши се неколико различитих мерења струје и напона на крајевима отпорне жице (слика 72).

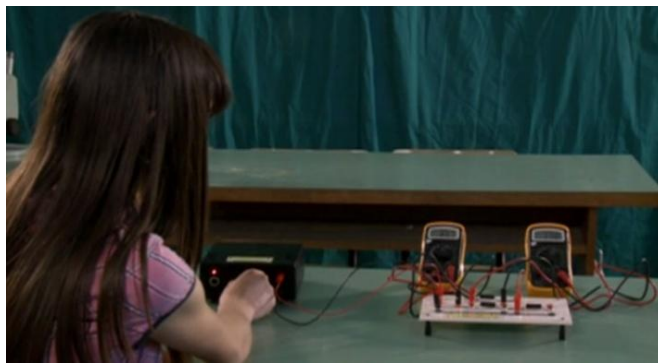
Тестирање хипотезе: Анализом резултата мерења заједно са анализом графика зависности јачине струје од напона као и добијених фотографија, траже се одговори на питања:

- Да ли се мења отпор проводника са променом напона?
- У каквој су вези струја и напон на испитиваном проводнику?

Закључак: Отпор проводника је сталан и не зависи од напона. Јачина струје у проводнику већа је уколико је напон на његовим крајевима већи а отпор мањи.

$$I = \frac{U}{R}$$

Извођење закључка употпуњено је решавањем рачунских задатака, тако да ученик може јасније да сагледа везу јачине струје, напона и отпора проводника.



Слика 72. Реализација експеримента

На крају часа ученици дискутују реализоване огледе и постављају наставнику питања у вези са евентуалним недоумицама.

5.2.2.8 Осми час: Отпорници, везивање отпорника

На почетку часа поновљени су садржаји усвојени на претходном часу.

Шта је електрична отпорност проводника? Како се мења електрична отпорност кола када се у њега укључи два, три, четири или пет пута дужи (краћи) проводник истог попречног пресека? Како се мења електрична отпорност кола када се у њега укључи два, три, четири или пет пута тањи (дебљи) проводник исте дужине? Како се објашњава постојање различите отпорности код проводника који имају исте димензије?

Дефиниција проблема: У станове улазе само два вода електричне струје међу којима је напон 220 V. Сијалице, грејачи, телевизори.... треба да буду укључени на „пун“ напон а коло струје затворено. Ако се један потрошач искључи остали несметано функционишу. Како је то могуће?

Потребан материјал: две сијалице, проводници, батерија од 4,5 V, прекидач

Прикупљање података: Ученици су подељени у групе и имају задатак да упале две сијалице само једном батеријом?

Свака група бележи своја запажања, било да су сијалице засветлеле или не. Ученици цртају електрично коло које желе да направе а затим испитују интензитет светлења сијалица у случају редне и паралелне везе као и последице искључивања једне од сијалица.

Ученицима се сугерише да уколико постоји више решења проблема, свако коло формирају поново и поставе једно поред другог како би могли да упореде интензитет светлења сијалица.

Један од ученика на табли црта шеме кола код кога су сијалице засветлеле а затим се развија дискусија о интензитету светлења сијалица.

Формулација хипотезе:

Отпорнике у колу можемо везивати на два начина: редно и паралелно.

Ако сијалице вежемо редно, оне ће светлети једнако али слабије.

Ако сијалице вежемо паралелно сијаће интнзивније него у случају редне везе..

То може бити последица различитог везивања сијалица.

Наставник упућује ученике да провере хипотезу изводећи

Експеримент:

Своје закључке провери тако што ћеш са редно везаним сијалицама, редно везати још једну сијалицу, а затим код паралелне везе сијалица, додати још једну паралелну грану и на крају другу грану паралелног споја заменити са две серијски спојене сијалице.

Тестирање хипотезе: после завршеног експеримента информисаће наставника и остале групе о резултатима експеримента. Све групе учествују у анализи добијених резултата.

Закључак:

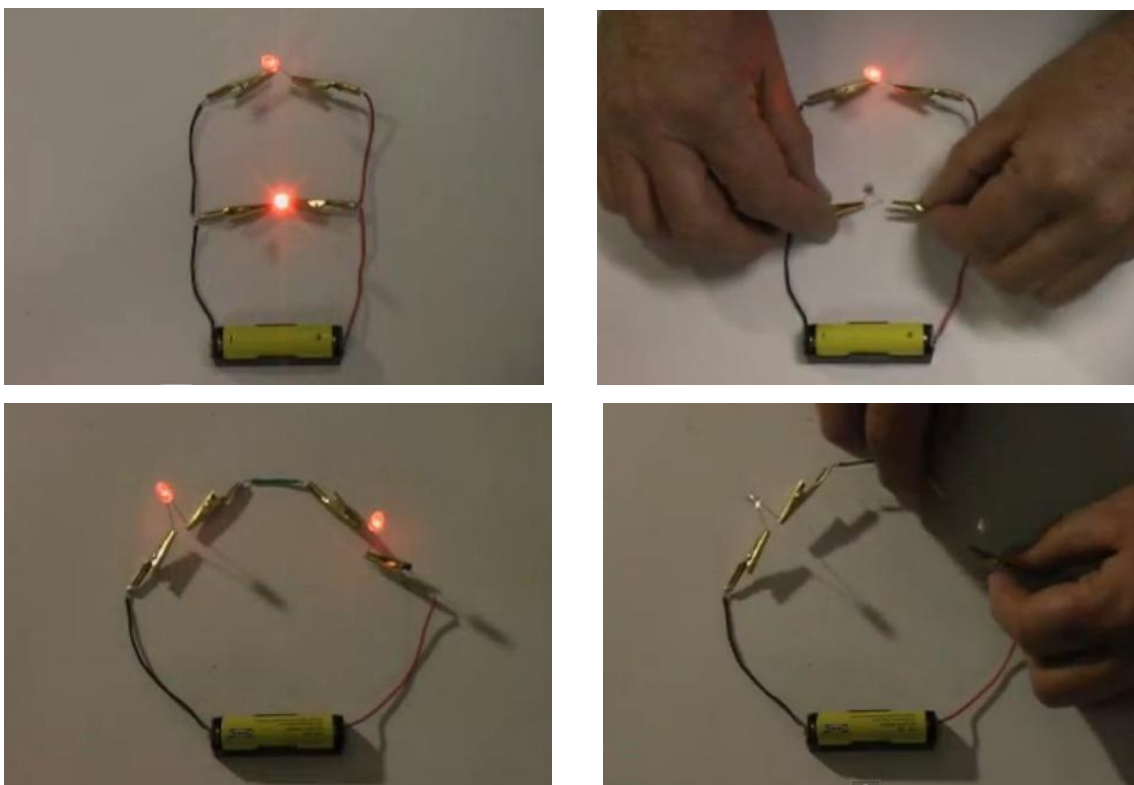
Више сијалица везаних серијски представља већи отпор електричној струји.

Додавање грана у паралелан спој резултира смањењем укупног отпора целог струјног кола. Смањење отпора може се објаснити повећањем броја путева којима струја може проћи.

У грани паралелне везе у коју смо редно везали још једну сијалицу, сијалице у тим гранама неће светлети истим интензитетом што значи да струја у овим паралелним гранама није једнака (слика 73).

Укупан отпор у струјном колу неће зависити од броја његових елемената, већ од њиховог распореда

У току трајања часа, поједини ученици су током демонстрационог огледа фотографисали дигиталном фотоапаратом.



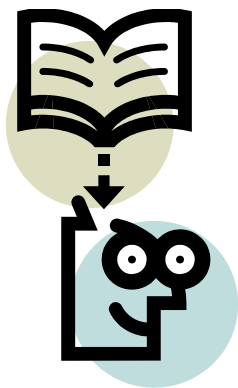
Слика 73. Редна и паралелна веза отпорника

У даљем току часа наставник изведене закључке користи за добијање једначина за израчунавање еквивалентног отпора редне и паралелне везе отпорника.

Извођење закључка употпуњено је решавањем рачунских задатака, тако да ученик може јасније да сагледа карактеристике редне и паралелне везе отпорника.

6. Наставни листићи

НАСТАВНИ ЛИСТИЋ 1



Данас ћеш учити тако што ћеш покушати да самостално решиш проблем који наставник постави на часу.

При решавању проблема треба да се “држиш” одређених поступака који ће ти помоћи да решиш постављени проблем и да успешно савладаш наставно градиво:

На почетку решавања проблема треба себи да поставиш додатна питања која могу да реше неке нејасноће у вези проблема и да се присетиш већ познатих чињеница, података, формула, дефиниција и сл. у вези проблема.

На основу чињеница и података које си сакупио и размишљања (у добром правцу) треба да покушаш да поставиш хипотезу, претпоставку решења проблема.

Своју хипотезу треба да провериш на неком примеру.

Уколико је твоја хипотеза добра то је уједно и решење проблема. Ако хипотеза није исправна мораш покушати поново.

Коначно решење треба да запишеш и да покушаш да донесеш један општи закључак о постављеном проблему.

Добро је размислити о примени новог сазнања у пракси, свакодневном животу.

Желимо ти много успеха у раду.

НАСТАВНИ ЛИСТИЋ 2



Данас ћеш учити тако што ћеш покушати да самостално решиш проблем који наставник постави на часу.

При решавању проблема треба да се “држиш” одређених поступака који ће ти помоћи да решиш постављени проблем и да успешно савладаш наставно градиво.

На почетку решавања проблема треба себи да поставиш додатна питања која могу да реше неке нејасноће у вези проблема и да се присетиш већ познатих чињеница, података, формула, дефиниција и сл. у вези проблема.- на пример:

- Тела су различите тежине
- Тела су различите додирне површине
- Тела различито тону у песак
- Да ли дубина трага зависи од облика површине
- У каквој су вези тежина и дубина трага
- То је слично као остављање трагова у снегу
- Какви су трагови одраслог дечака а какви детета
- Како могу најсигурније прећи преко залеђеног језера а не знам колико је лед дебео?

На основу чињеница и података које си сакупио и размишљања (у добром правцу) треба да покушаш да поставиш хипотезу, претпоставку решења проблема.

Своју хипотезу треба да провериш на неком примеру.

Уколико је твоја хипотеза добра то је уједно и решење проблема. Ако хипотеза није исправна мораш покушати поново.

Коначно решење треба да запишеш и да покушаш да донесеш један општи закључак о постављеном проблему.

Добро је размислити о примени новог сазнања у пракси, свакодневном животу.

Желимо ти много успеха у раду.

НАСТАВНИ ЛИСТИЋ 3

Физика описује и тумачи свет који нас окружује. Наш задатак је да тржимо повезаност између различитих појава и облика у природи. Данас ћете покушати да самостално, користећи експеримент, решите проблем који вам наставник поставља. Експеримент изведите по сопственој замисли а циљ вам је да решите и докажете постављени проблем

ЗАДАТАК:

ПРИТИСАК ЧВРТИХ ТЕЛА БРОЈНО ЈЕ ЈЕДНАК ЈАЧИНИ СИЛЕ КОЈА ДЕЛУЈЕ НОРМАЛНО НА ЈЕДИНИЦУ ПОВРШИНЕ, односно

$$P = F / S$$

Одабери прибор са којим ћеш одредити притисак тела правилног облика и доказати наведену дефиницију притиска.

УПУТСТВО ЗА РАД:

1. Добро размислимо о проблему:

- Проучи литературу
- Размисли шта треба доказати, шта је циљ експеримента
- Које величине треба да измериш и израчунаш да би остварио задатак вежбе
- На који начин ће ти вредности бити са што мањом грешком у мерењу
- Сети се шта све знаш из свог искуства
- Прикупи све важне податке

2. Експеримент:

- Одабери потребан прибор
- На основу свега што си до сада направио, припремио, закључио, изведи експеримент
- Бележи своја запажања о циљу, прибору и току рада

3. Приказ података:

- изврши мерења
- нацртај таблице и графиконе
- напиши закључак до којег си дошао на основу експеримента

У току рада можеш се обратити наставнику, постављати питања како би твој експеримент био добар.

Желимо ти пуно успеха у раду!

НАСТАВНИ ЛИСТИЋ 4

Изучавајући електричну струју упознао си три физичке величине: напон **U**, јачину струје **I** и електрични отпор **R**. Твој данашњи задатак биће да испиташ међусобну зависност ове три величине у електричном колу. Утврђивањем односа ове три величине доћи ћеш до закона који је пре тебе поставио један чувени физичар. Ваља се потрудити и доказати да и твоје истраживачке способности нису занемарљиве.

ЗАДАТАК:**ИСПИТАЈ ЗАВИСНОСТ ЈАЧИНЕ СТРУЈЕ I, ЕЛЕКТРИЧНОГ НАПОНА U И ЕЛЕКТРИЧНОГ ОТПОРА.**

Упутство за рад:

Направи план истраживања. Када га напишеш у свеску покажи га другу до себе. Размените идеје, коригујте планове. Када све завршите позовите наставника и покажите му ваш план.

План треба да садржи шеме струјних кола које ће те састављати, назначене физичке величине које ће се мерити и сл. Пошто вам наставник прегледа и одобри план узмите потребан прибор, извршите назначена мерења, утврдите однос међу физичким величинама и покушајте да формулишете закон.

Желимо вам пуно успеха у раду!

НАСТАВНИ ЛИСТИЋ 5



Изучавајући електричну струју упознао си три физичке величине: напон U , јачину струје I и електрични отпор R . Твој данашњи задатак биће да испиташ међусобну зависност ове три величине у електричном колу. Утврђивањем односа ове три величине доћи ћеш до закона који је пре тебе поставио један чувени физичар. Ваља се потрудити и доказати да и твоје истраживачке способности нису занемарљиве.

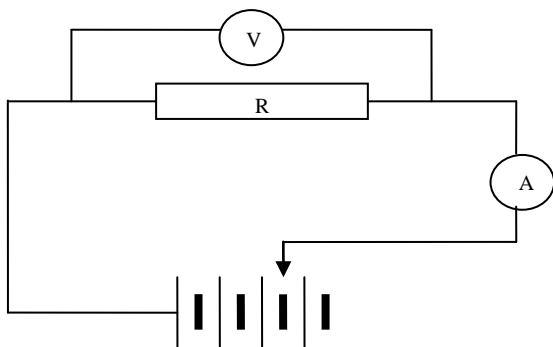
ЗАДАТАК:

ИСПИТАЈ ЗАВИСНОСТ ЈАЧИНЕ СТРУЈЕ I , ЕЛЕКТРИЧНОГ НАПОНА U И ЕЛЕКТРИЧНОГ ОТПОРА R .

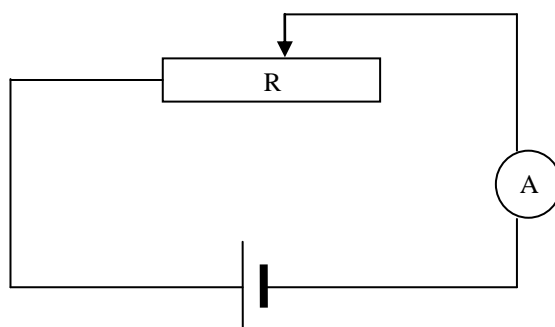
Задатак ћеш решити експерименталним путем, тако што ћеш једну величину произвољно мењати и пратити промену друге док ћеш трећу држати константном.

- Прецртај шему кола електричне струје и састави струјно коло на основу шеме.
- Изврши мерења јачине електричне струје у зависности од напона (отпор при томе држи сталним) и на основу мерења изведи закључак
- Изврши мерења јачине електричне струје у зависности од електричне отпорности (напон при томе држи константним) и на основу мерења изведи закључак
- На основу оба мерења покушај да формулишеш закон и напишеш математичку формулу закона знајући да је коефицијент сразмерности 1.

1. Експеримент



2. Експеримент



Желимо ти пуно успеха у раду!

НАСТАВНИ ЛИСТИЋ 6Притисак чврстих тела

Материјал:

Виљушка са оштрим и виљушка са тупим зупцима, комад јабуке, пластелин, новчић, дечије коцке, лењир.

У циљу прикупљања података, покушај

1. Да набодеш комад јабуке оштром и тупом виљушком. Упореди наведене случајеве тражећи онај у ком ће ти бити лакше.
2. Постави на пластелин новчић широм, а потом бочном страном, делујући на новчић истом силом. У наведеним примерима посматрај који новчић дубље продире у пластелин тражећи онај у ком ти је лакше да извршиш задатак.

На основу закључака постави хипотезу а затим је провери експериментом.

1. Постави тела различите тежине тако да се ослањају истом површином и том приликом посматрај траг у песку (посматрај случајеве када узимаш различит број коцки).
2. Постави тела исте тежине тако да се ослањају различитом површином и такође посматрај траг у пластелину (посматрај исти број коцки наређан једна на другу али у случају када се ослањају већом а затим мањом површином).

Ученици мере дубину до које тела тону у пластелин.

На основу резултата изведи одговарајући закључак.

НАСТАВНИ ЛИСТИЋ 7

Притисак чврстих тела-лабораторијска вежба

Материјал: већа посуда са песком, две дрвене даске различитих површина.

Испитај зависност притиска од силе и додирне површине решавајући задатке.

Задаци:

1. Тела исте тежине ослањају се различитом додирном површином и такође врше притисак. Одреди притисак тела за сваку површину посебно.
2. Тела различите тежине ослањају се истом површином и том приликом врше притисак на подлогу. Одреди притисак тела за сваку силу посебно.

Присети се како ћеш доћи до податка коликом силом делујеш на подлогу ти, а коликом твој друг.



Направи алгоритам за израду лабораторијске вежбе, табеле у које ћеш бележити резултате а сва запажања бележи у експерименталну свеску.

Израчунај притисак у оба случаја и изведи одговарајући закључак. На основу мерења израчунај притисак који тело врши на подлогу и утврди зависност притиска од интензитета силе и величине додирне површине. Закључак изрази математичком формулом.

НАСТАВНИ ЛИСТИЋ 8

Хидростатички притисак

Материјал: пластичне чаше, пластичне сламке, пластична боца, гумено црево, стаклена чаша, сок (обојена течност), стаклена цев, округло парче чвршћег картона (пластифицираног), канап, пластични шприц

Прикупљање података: Рониш у мору и у базену. Шта осетиш? Да ли је исто ако рониш испод површине или на дну?

Формулиши хипотезу!

Да би проверио хипотезу изведи оглед.

Задатак 1. На пластичној боци направи неколико отвора један изнад другог и преко њих залепи селотејп траку. Напуни боцу водом, ослободи отворе и посматрај млаз воде.

Шта можеш закључити?

Задатак 2. Кроз парче картона провучи канап тако да картон виси на канапу. На стаклену цевчицу одоле прислони округло парче картона тако да затвара цев а тако што провучеш канап кроз цев. Потопи цев у воду. Шта уочаваш?

Помоћу шприца сипај обојену воду лагано у цев и посматрај.

Шта уочаваш? Шта се из тога може закључити?

Задатак 3. У прву пластичну чашу сипај обојену воду. Крајеве гуменог црева стави у обе чаше. Друга чаша је постављена ниже од прве и нека се течност цури кроз цев из прве у другу чашу. Да би течност кренула мораш повући ваздух из гуменог црева исисавањем. Шта примећујеш?

Спуштај полагано обе чаше тако да прву поставиш је на квадар а другу чашу на површину стола (прва треба да буде на нешто вишем нивоу од друге).

Шта примећујеш? Шта се из тога може закључити?

Задатак 4. На пластичној боци направи неколико отвора један поред другог тако да сви буду на истој висини. Преко њих залепи селотејп траку. Напуни боцу водом, ослободи отворе и посматрај млаз воде.

Шта можеш закључити?

НАСТАВНИ ЛИСТИЋ 9

Паскалов закон

Материјал: Најлон кеса, игла, вода, пластична флаша са чепом, капалка, обојена вода, пластични шприцеви различитих пресека, гумено црево, статив.

Прикупљање података: Најлон врећицу напуни водом и завежи је. Направи иглом неколико отвора како на дну, тако и бочно а потом посматрај млаз воде.

Формулиши хипотезу!

Да би проверио хипотезу изведи оглед.

Експеримент: Пластичну флашу напуни водом, стави капалку коју си напунио обојеном водом како би ефекти били уочљивији. Затвори флашу, а затим притисни флашу руком. Шта примећујеш? Како се то објашњава?

Фотографиши експеримент дигиталним фотоапаратом, води белешке, анализирај и дискутуј.

Донеси закључак а затим провери решавајући експериментални задатак:

Повежи шприцеве гуменим цревом. Шприц са мањим клипом причврсти на статив а на већи делуј силом. Можеш ли на тај начин померити клип у ужем цилиндру.

Покушај обрнуто делујући на мањи клип. Шта уочаваш? Како би ово објаснио?



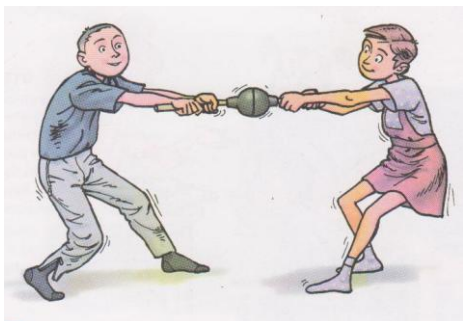
НАСТАВНИ ЛИСТИЋ 11

Атмосферски притисак

I група: Да ли сте јачи од ваздуха

Циљ: уочити дејство атмосферског притисака.

Потребан прибор: два гумене полулопте за прочишћавање водоводних цеви



Шта ће се десити? Зашто?

Прислонити једну на другу полулопту и притиском истиснути нешто ваздуха из њих. Покушајте да их раздвојите.

II група **Фонтана у учионици физике**

Циљ: Уочи закон спојених судова

Потребан прибор: пластично црево, левак, лепљива трака, шпенадла, посуда са водом



За један крај црева причврсти левак а други обмотај лепљивом траком тако да буде затворен. Затим шпенадлом пробуши лепљиву траку.

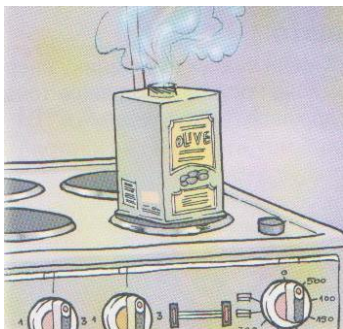
Крај левка и црева држи на истој висини и полако сипај воду. Када се црево и левак потпуно испуне водом, полако спусти крај црева који је обмотан траком. Спусти црево све ниже. Посматрај.

Шта ће се десити? Зашто? Где се ово примењује?

III група Шта спљошти кантицу?

Циљ: Уочи дејство атмосферског притиска

Потребан прибор: лименка, хватаљка, извор топлоте



Загреј мало воде у лименој кантици.
Кантицу склони са извора топлоте и затвори чепом.
Кантицу можеш полити водом мада ефект неће изостати ни у супротном.

Шта ће се десити? Зашто? Где се ово примењује?

IV група: Направи манометар

Циљ: проучи како се може мерити притисак гаса у затвореним судовима

Потребан прибор: већи комад картона, хамер папир, гумено црево, обојена вода, лењир, вентил, балон



Рачунај притисак гаса у балону користећи једначину $p = \rho g h$

На већи картон залепи хамер папир а затим на њега причврсти гумено црево тако да је један његов крај у вертикалом положају док је други хоризонталан и на њега причврсти вентил. У цев сипај воду коју су претходно обојило. На вентил причврсти надувани балон, отвори вентил а затим мери разлику нивоа воде у цевима.

V група: **Врати сок у чашу**

Ваш задатак је да сок из тањира вратите у чашу.

Циљ: ученици треба да примене знање о атмосферском притиску за решавање непознатог проблема.

Материјал: тањир, чаша сока, свећа, чаша



Упали свећу, накапај на тањир неколико капи воска а затим свећу причврсти за тањир.
Сипај сок у тањир, упалили свећу и поклопили је чашом.

Шта ће се десити? Зашто?

НАСТАВНИ ЛИСТИЋ 12

Електрична струја. Подела супстанци према проводљивости

Потребан прибор:

- Два електроскопа која сте сами направили на претхоним часовима
- Стаклени штапић
- Пластични штап
- Игла за плетење
- Комад стиропора
- Цемпер
- 1 сијалица од 3,5 V + сијалично место,
- батерија од 4,5 V
- електрични кабл
- предмети и материјали које ученици лако могу да нађу: пластични лењир, парче дрвета, папир, алуминијумски оклоп хемијске оловке, бакарна жица, маказе, спајалица, новчић, итд.,
- електролуминисцентна диода за тестирање течности
- со, лимун, шећер, уље

Прикупљање података:

Наелектриши два електометра различитим врстама наелектрисања (један ћеш наелектисати стакленим а други пластичним штапићем. Иглу за плетење провуци кроз комад стиропора а затим њом истовремено додирни оба електроскопа. Иглу је неопходно да држиш за стиропор.

Шта се дешава?

Поступак понови тако што ћеш уместо игле узети пластичну сламчицу.

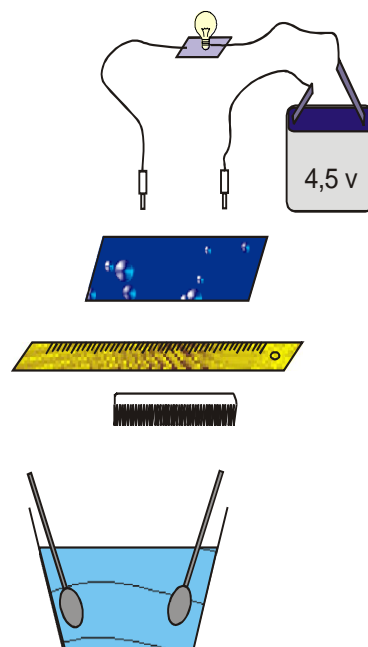
Шта закључујеш?



Постави хипотезу а затим је провери огледом.

Повежи електрично коло које садржи сијалицу, батерију, проводнике и лежиште за сијалицу. Када сијалица засветли, прекини коло на споју између два проводника. Покушај поново да упалиш сијалицу успостављајући контакт између два проводника помоћу различитих предмета.

Изабери предмете и класификуј их по томе да ли проводе или не проводе струју.



НАСТАВНИ ЛИСТИЋ 13

Извори електричне струје.

Задатак 1.

Потребан материјал: лимун, јабука, грејпфрут, кромпир

Изгњечи лимун тако што ћеш га притиснути неколико пута руком о сто. Пресеци лимун и у једну половину забоди два новчића бели (може и ексер) и жути. Помоћу волтметра измери напон.

Шта си уочио? Шта си закључио?

Вежи затим два лимуна један за други али тако да повежеш бели новчић са жутим.

Шта си уочио? Шта си закључио?



Задатак 2.

Потребан материјал: стаклена чаша, сирће, леукопласт, цинкани ексер, бакарна жица

У чашу сипај сирће. Залепи леукопласт преко чаше и у њега забоди ексер и бакарну жицу. Помоћу волтметра измери напон између ексера и бакарне жице.

Шта си уочио? Шта си закључио?



НАСТАВНИ ЛИСТИЋ 15

Деловања електричне струје

Задатак 1

Потребан прибор:

термометар, цевна батерија, танка бакарна жица.

Обавити резервоар термометра са неколико навоја танке бакарне жице.

Записати температуру коју показује термометар.

Спојити крајеве бакарне жице са половима батерије.

После неког времена измерити температуру и записати.

Шта примећујеш? Шта закључујеш? Где се то примењује?



Задатак 2

Потребан прибор:

изолована бакарна жица,

гвоздена игла за плетење,

ексерчићи,

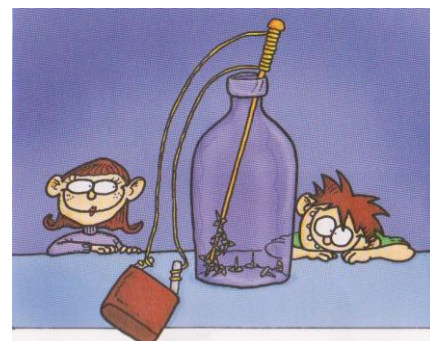
батерија,

боца

Стави ексерчиће (спајалице) у боцу или на сто. Око игле за плетење (већег ексера) намотај бакарну жицу.

Споји крајеве жице за половине батерије и принеси слободан крај ексера спајалицама.

Шта примећујеш? Шта закључујеш? Где се то примењује?



Задатак 3

Потребан прибор:

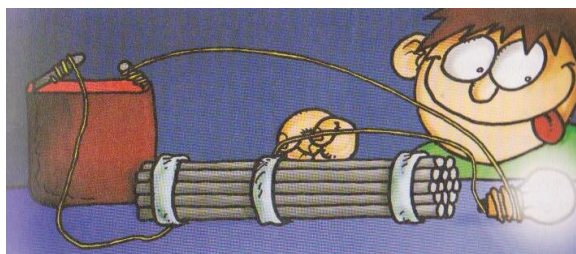
батерија, сијалица за џепну лампу, графитне мине, бакарни проводници, селотејп.

Повежи фолијом у снопић неколико графитних мина.

Обавити крајеве снопића фолијом у облику прстена.

Повезати батерију, снопић и сијалицу са бакарним проводницима (за спајање користити селотејп).

Померај клизач лево-десно и прати сјај сијалице.



Шта примећујеш? Шта закључујеш? Где се то примењује?

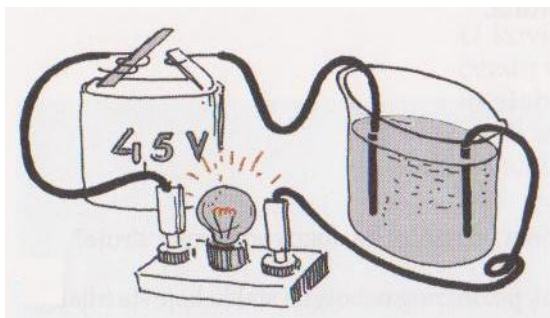
Задатак 4

Потребан прибор:

џепна батерија, сијалица за џепну лампу, чаша са водом, кухињска со, бакарна жица.

Напуни чашу водом, а затим додај кухињску со. Повежи џепну батерију бакарним проводницима са ексерима (могуће је и бакарне проводнике директно заронити у водени раствор). Ексере стави у водени раствор кухињске соли.

Шта примећујеш? Шта закључујеш? Где се то примењује?



Задатак 5

Потребан прибор:
цепна батерија,
стални магнет,
бакарни проводник.



Повежи половине цепне батерије са спајалицама које си претходно „размотао“ или направи рупице на половима батерије. Од бакарног провонника направи прстен са више намотаја а затим такође од бакарног проводника симетрично постави по два равна извода која ћеш ставити у лежиште формирано од спајалица тако да се проводник слободно креће (види слику). Принеси магнет.

Шта примећујеш? Шта закључујеш? Где се то примењује?

НАСТАВНИ ЛИСТИЋ 17Е л е к т р и ч н а о т п о р н о с т**Задатак 1. Утврди како дужина проводника утиче на електрични отпор проводника**

Прибор: Лекланшеов елемент, мина оловке дужине 10 cm, сијалица, бакарни проводници.

Померај слободан крај проводника по графиту и посматрај промену јачине струје (јачину светлости).

Да би се појачали ефекти, може се повезати више мина у снопић алуминијумском фолијом. У том случају потребно је обавити средину снопића алуминијумском фолијом у облику прстена тако да може да се помера дуж снопића (као клизач).

Шта се закључује?

Задатак 2. Утврди како површина попречног пресека утиче на електричну отпорност

Прибор: Лекланшеов елемент, мина оловке (шестара), мина патент– оловке (све мине треба да су исте дужине и тврдоће), сијалица, одговарајући каблови.

У струјно коло из предходног задатка укључи мину оловке, а затим мину патент– оловке и посматрај јачину струје (јачину светљења сијалице).

Шта закључујеш?

Задатак 3. Утврди да ли врста материјала утиче на електричну отпорност

Прибор: Лекланшеов елемент, графитне мине различите тврдоће (В, 2В, НВ, F, 2Н, 3Н.....), игла за плетење, сијалица, одговарајући каблови

У поменуто струјно коло укључи мину оловке, а затим иглу за плетење (игла и мина треба да су истог попречног пресека и дужине) и посматрај јачину струје (јачину светљења сијалице).

Проверити да ли врста супстанције утиче на електричну отпорност, као и како отпорност зависи од тврдоће мина.

Шта закључујеш?

Од чега зависи електрични отпор проводника и како?

7. Тестови

ТЕСТ Т₁ 6. РАЗРЕД - иницијални

1. Наведеним јединицама мере у десном ступцу, придружи одговарајуће физичке величине у левом ступцу:

- | | | |
|-------------|---|----------------|
| • Пут | → | а. секунд |
| • Маса | → | б. метар |
| • Време | → | ц. њутн |
| • Сила | → | д. метар кубни |
| • Запремина | → | е. килограм |

2. У левом ступцу уписане су физичке величине а у десном мерни инструменти. Свакој физичкој величини придружи њен мерни инструмент

- | | | |
|----------------------|---|----------------|
| • Запремина | → | а. ареометар |
| • Густина | → | б. нонијус |
| • Дужина | → | ц. динамометар |
| • Сила | → | д. хронометар |
| • Временски интервал | → | е. мензура |

У датим задацима заокружи тачно тврђење

3. При котрљању низ косо постављен жлеб, куглица се креће:

- а) **Неравномерно**
- б) Равномерно или неравномерно у зависности од нагиба
- в) Равномерно

4. Густину супстанције одређујемо тако што:

- а) Запремину поделимо тежином
- б) Тежину поделимо запремином
- в) Запремину помножимо масом
- д) **Масу поделимо запремином**
- е) Запремину поделимо масом

5. Две силе делују на неко тело у супротном смеру. Једна износи 90 N, а друга 30 N. Вредност њихове резултенте је:

- **60N**
- 30 N
- 270 N

- 150 N
- 120 N

6. Који од дечака треба да употреби већу силу да би померио тело и зашто?



Већу силу мора да употреби дечак приказан на другој слици јер савлађује већу силу трења.

7. Поред сваке реченице упиши Т или Н у зависности да ли је она тачна или нетачна:

- Тежина тела је иста на Месецу и на Земљи **Н**
- Тежина и маса имају јединицу 1kg **Н**
- Материја се не може уништити нити ни из чега створити **Т**
- На некој течности пливају сва тела чија је густина мања од густине течности **Т**

Допуни следеће реченице:

- Силу осим бројне вредности, потпуније одређују правац и смер. Сила се мери динамометром.
9. Бициклиста се креће по хоризонталном путу. Какву путању у односу на Земљу, описују поједини делови његовог бицикла:

- Звонце праволинијску
- Вентил на предњој гуми криволинијску
- Задња осовина точка праволинијску
- Педале криволинијску
- Седиште праволинијску



10. Ако се коњ у галопу нагло заустави неопрезни јахач прелети преко коња. Чиме се објашњава ова појава?

Ова појава се објашњава законом инерције.

11. Зимом се улице посипају пепелом или ситним каменчићима (ризлом). Објасни зашто људи то раде.

На овај начин се повећава сила трења а то за последицу има лакше кретање по залеђеној улици.



12. Авион се креће средњом брзином од 250 m/s. За које време ће прелетети растојање од 350 km?

$$s = 350 \text{ km} ; v = 250 \text{ m/s} ; t = ?$$

$$t = \frac{s}{v} ; t = 1400 \text{ m}$$

13. Маса леда 450 kg има запремину 500 l. Колика је густина леда?

$$m = 450 \text{ kg} ; V = 500 \text{ l} = 0,5 \text{ m}^3 ; \rho = ?$$

$$\rho = \frac{m}{V} ; \rho = 900 \text{ kg/m}^3$$

14. У назначена места стави знаке <, > или = да би тврђења била тачна.

$$10 \text{ km/h} < 10 \text{ m/s}$$

$$72 \text{ km/h} = 20 \text{ m/s}$$

$$25 \text{ m/s} > 80 \text{ km/h}$$

15. Колико се рибица може ставити у акваријум чије су димензије 50 cm, 30 cm и 25 cm, ако је за једну рибицу потребно 2 l воде?

$$a = 50 \text{ cm} = 5 \text{ dm} ; b = 30 \text{ cm} = 3 \text{ dm} ; c = 25 \text{ cm} = 2,5 \text{ dm} ; V_l = 2 \text{ l} ; n = ?$$

$$V = a b c ; V = 37,5 \text{ l} ; n = \frac{V}{V_l} ; n = 18,75 \quad n = 18 \text{ рибица}$$

ТЕСТ Т₁ 8. РАЗРЕД - иницијални

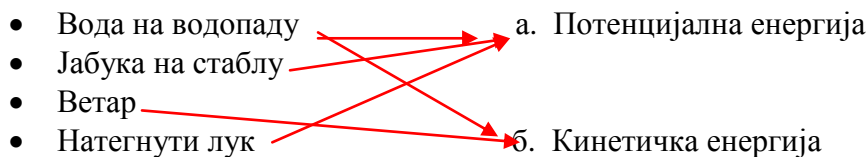
- 1) Наведеним јединицама мере у десном ступцу, придружи одговарајуће физичке величине у левом ступцу:



- 2) У левом ступцу уписане су физичке величине а у десном мерни инструменти. Свакој физичкој величини придружи њен мерни инструмент



- 3) Која тела имају потенцијалну а која кинетичку енергију? Податке из левог ступца повежи са одговарајућим подацима из десног ступца.



У датим задацима заокружи тачно тврђење

- 4) Тело које слободно пада креће се:
- неравномерно убрзано
 - равномерно убрзано и праволинијски**
 - равномерно и праволинијски
 - неравномерно и праволинијски
 - равномерно убрзано и криволинијски
- 5) Густину супстанције одређујемо тако што:
- Запремину поделимо тежином
 - Тежину поделимо запремином
 - Запремину помножимо масом
 - Масу поделимо запремином**
 - Запремину поделимо масом

- 6) Трење клизања санки повећава се с порастом:
- Брзине
 - Површине
 - Тежине**
 - Температуре
 - Запремине
- 7) Полуга је проста машина која је примењена код дизалице, маказа, клешта...Помоћу ње:
- Добијамо на раду
 - Смањујемо трење
 - Постиже се уштеда у сили**
 - Добијамо на енергији
 - Губимо на раду
- 8) Две силе делују на неко тело у истом смеру. Једна износи 90 N, а друга 30 N. Вредност њихове резултенте је:
- 60N
 - 30 N
 - 270 N
 - 150 N
 - 120 N**
- 9) Разлику електричних потенцијала називамо **напон**.
- 10) Када птица полети са гране, грана се помери. Ова појава објашњава се законом **акције и реакције**.
- 11) Зашто се при трењу оба тела наелектришу једнаким количинама наелектрисања
- Приликом трења се оба тела наелектришу једнаким количинама наелектрисања супротног знака јер је тело пре наелектрисања било електронеутрално а то значи да је имало исти број позитивно и негативно наелектрисаних честица. Приликом наелектрисања дошло је до раздвајања две врсте наелектрисања.
- 12) При померању наелектрисања у електричном пољу врши се рад. Напиши образац за израчунавање тог рада и објасни од којих величина зависи и како?
- $A = q U$** Извршени рад у електричном пољу сразмеран је количини наелектрисања и електричном напону између тачака међу којих се врши премештање наелектрисања.
- 13) Да би се узорала бразда дужине 100 m, потребно је било да се изврши рад од 20 kJ. Израчунај тежину плуга којом се орало, под условом да се зна да је коефицијент трења 0,02

$$s = 100 \text{ m} \quad A = 20000 \text{ J} \quad \mu = 0,02 \quad Q = ? \quad A = Q \mu s$$

$$\underline{Q = 10000 \text{ N}}$$

- 14) На једном краку полуге делује сила 40 N. Њена нападна тачка удаљена је од ослонца 0,9 m. С коликом силом се може успоставити равнотежа на полузи ако је нападна тачка те силе удаљена од ослонца 60 cm,

$$F_1 = 40 \text{ N} ; a = 0,9 \text{ m} ; b = 0,6 \text{ m} ; F_2 = ?$$

$$F_1 a = F_2 b ; \underline{F_2 = 60 \text{ N}}$$

- 15) Израчунати јачину електричног поља између паралелних плоча чије је међусобно растојање 8cm, а њихови потенцијали 120V и -120V

$$\varphi_1 = 120 \text{ V} ; \varphi_2 = -120 \text{ V} ; d = 8 \text{ cm} ; E = ?$$

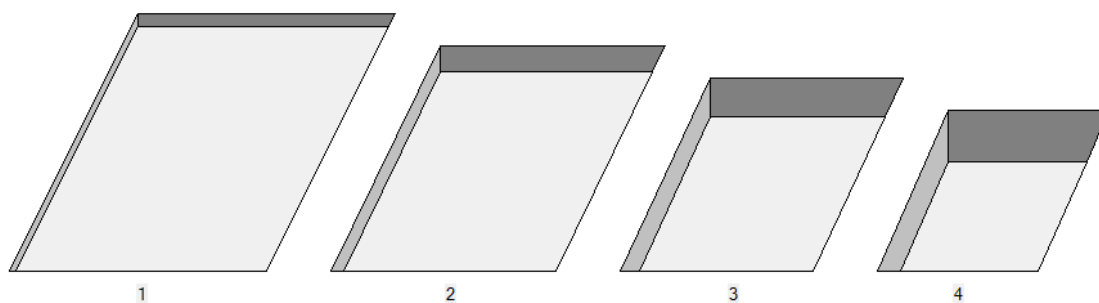
$$E = \frac{U}{d} ; U = \varphi_1 - \varphi_2 ; U = 240 \text{ V} ; \underline{E = 3000 \text{ V}}$$

ТЕСТ Т₂ 6. РАЗРЕД - финални

Заокружи тачно тврђење:

1. На слици су приказани отисци четири квадрата од дрвета, различитих запремина на равну површину снежног покривача. Који квадрат врши највећи притисак?

- а) у положају 1
- б) у положају 2
- ц) у положају 3
- д) у положају 4



2. Притисак код чврстих тела преноси се :

- а) у свим правцима подједнако
- б) у правцу деловања силе
- ц) вертикално навише
- д) на супротну страну од деловања силе

3. По којој се од ових формула одређује притисак :

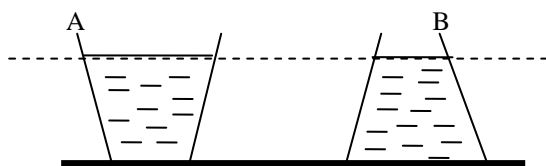
- а) сила * додирна површина
- б) додирна површина / сила
- ц) маса / додирна површина
- д) сила / додирна површина

4. Ако је хидростатички притисак у посуди А је p_1 а хидростатички притисак у посуди Б је p_2 , њихов међусобни однос биће

- а) $p_1 > p_2$

b) $p_1 < p_2$

c) $p_1 = p_2$



Допуни следеће реченице :

5. Притисак који настаје у течности због тежине саме течности назива се хидростатички . Овај притисак зависи од висине стуба течности, густине течности и гравитационе константе.
6. Притисак је бројно једнак јачини силе која нормално делује на јединицу површине.
Јединица мере за притисак је 1 Па (Паскал) .
7. Зашто железнички вагони и камиони за превоз тежих терета имају више пари точкова ?
Повећањем броја точкова повећава се додирна површина а на тај начин смањује притисак.
8. Примери који су дати са леве стране раде на принципима који су дати са десне стране. Повежи одговарајуће парове.
- | | |
|-------------------------|---|
| а) водоскок | → 1) стварање великог притиска услед деловања силе на малу површину |
| б) хидраулична дизалица | → 2) спојени судови |
| ц) игла за шивење | → 3) преношење спољашњег притиска на све стране |
9. Закон спојених судова гласи: У спојеним судовима нивои слободне површине налазе се у истој хоризонталној равни.

Спојени судови се примењују код нивомера, водоскока, водовода

Принцип рада спојених судова се објашњава **Паскаловим законом**

10. Како објашњавамо да мали комарац може да разори ткиво коже и крвног суда ?
Комарац делује силом на малу површину и ствара велики притисак.

11. Колики је хидростатички притисак у мору на дубини 1,5 m ? Густина морске воде је 1030 kg/m^3 .

$$h = 1,5 \text{ m}; \rho = 1030 \text{ kg/m}^3; p = ?$$

$$p = \rho g h \quad p = \underline{15450 \text{ Pa}}$$

12. Коликом силом се може подићи терет од 1,5 kN помоћу хидрауличне дизалице код које је површина мањег клипа 40 cm^2 а површина већег клипа је 15 dm^2 ?

$$F_2 = 1,5 \text{ kN}; S_1 = 40 \text{ cm}^2; S_2 = 15 \text{ dm}^2; F_1 = ?$$

$$F_1 / S_1 = F_2 / S_2; \quad F_1 = \underline{40 \text{ N}}$$

13. Дно сандука има облик правоугаоника странице 1m и 60 cm. Колики притисак врши сандук на под, ако је маса сандука 122,4 kg ?

$$a = 1 \text{ m}; b = 60 \text{ cm}; m = 122,4 \text{ kg}; p = ?$$

$$p = \frac{F}{S}; S = a b; S = 0,6 \text{ m}^2; F = m g; F = 1224 \text{ N}; \quad p = \underline{2040 \text{ Pa}}$$

14. На дну цистерне висине 10 m, која је до врха напуњена водом, налази се бочни отвор површине 10 cm^2 . Колику јачину силе савлађује овај отвор?

$$h = 10 \text{ m}; S = 10 \text{ cm}^2; F = ?$$

$$p = \frac{F}{S}; p = \rho g h; p = 100000 \text{ Pa}; \quad F = \underline{10 \text{ N}}$$

ТЕСТ Т₂ 8. РАЗРЕД - финални

Заокружи тачно тврђење

1. Ако се бакарни проводник намота на шипку од гвожђа, а крајеви проводника повежу са извором струје, лако можемо раздвојити помешане бакарне и гвоздене предмете. Ово је могуће урадити на основу:

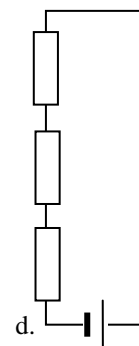
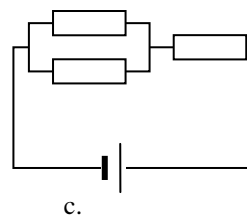
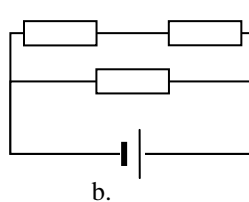
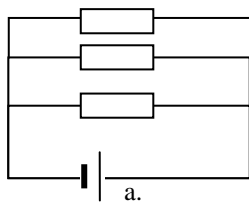
- a) Механичког дејства електричне струје
- b) Хемијског дејства електричне струје
- c) Топотног дејства електричне струје
- d) Магнетног дејства електричне струје

2. Два проводника различите дужине, али истог попречног пресека и материјала укључени су паралелно у електрично коло. Издвојена количина топлоте

- a) Већа је на дужем проводнику
- b) Већа је на краћем проводнику
- c) Једнака је јер су на истом напону
- d) Не зависи од дужине проводника

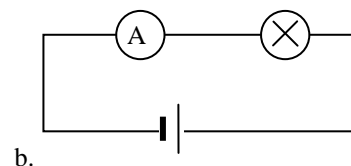
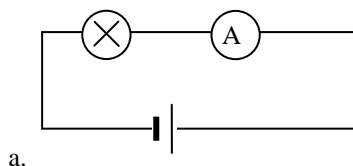
3. Три једнака отпорника везана су као што је приказано на шемама. Најмањи отпор имаће електрично коло приказано на слици:

- a) Шеми а
- b) Шеми б
- c) Шеми ц
- d) Шеми д



4. У колу а. амперметар је укључен испред потрошача и показује јачину струје 2 А.
У колу б. амперметар је укључен иза потрошача и показује јачину струје

- a) Мању од 2 A
 b) Једнаку 2 A
 c) Већу од 2 A



5. Брзина усмереног кретања слободних електрона у проводницима, под утицајем електричног поља је:

- a) много мања од брзине успостављања електричне струје
 b) много већа од брзине успостављања електричне струје
 c) једнака је брзини успостављања електричне струје.

Допуни следеће реченице:

6. Код електростатичке машине, раздвајање наелектрисања се врши на рачун **механичке енергије**, а код Лекланшеовог елемента на рачун **хемијске енергије**.
7. Код паралелне везе отпора највише се греје отпорник чији је отпор у односу на остале отпорнике **најмањи**.
8. Шта значи када кажемо да је јачина струје у једном колу мања од јачине струје у другом колу?
Да кроз попречни пресек проводника у јединици времена протекне мања количина наелектрисања

9. Наелектрисану шипку примаћемо електроскопу, а не додирнемо га.

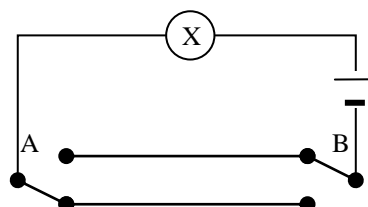
- a) Зашто се листићи шире?

Листићи су се наелектрисали електростатичком индукцијом.

- b) Да ли је ова појава могућа када би статив на коме се налазе листићи био од било каквог материјала? Објасни.

Неопходно је да статив буде проводник како би се унутар њега вршило кретање наелектрисаних честица.

10. На слици је електрично коло са два



прекидача: прекидач А и прекидач Б.

- a) Да ли светли ова сијалица? **НЕ**
 б) Може ли се прекидачем А “палити” и “гасити” сијалица? **ДА**
 c) Може ли се прекидачем В “палити” И “гасити” сијалица? **ДА**
 d) Може ли се прекидачем А “палити” а прекидачем В “гасити” сијалица и обрнуто? **ДА**

11. Одреди колико електрона протекне кроз вољмен 4 W који је прикључен на идеалну батерију електромоторне силе 9 V ако је он био укључен од 8 до 12 часова. $e = 1,6 \cdot 10^{-19}$ C.

$$P = 4 \text{ W}; U = 9 \text{ V}; t = 4 \text{ h}; n = ?$$

$$P = UI; I = 0,44 \text{ A}; I = \frac{q}{t}; q = 6400 \text{ C}; n = \frac{q}{e}; \underline{n = 4 \cdot 10^{22}}$$

12. Колики је отпор грејача бојлера снаге 2 kW који је прикључен на напон 220 V?

$$P = 2 \text{ kW}; U = 220 \text{ V}; R = ?$$

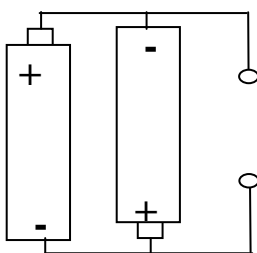
$$I = \frac{U}{R}; P = UI; I = 9,09 \text{ A}; \underline{R = 24,2 \Omega}$$

13. Два отпорника су везана паралелно. Отпор једног од њих је 9 Ω и кроз њега протиче струја јачине 0,5 A. Колики је отпор другог ако кроз њега протиче струја јачине 0,75 A?

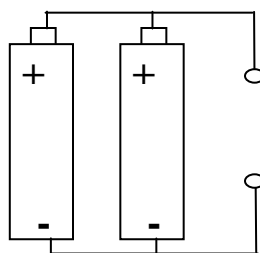
$$R_1 = 9 \Omega; I_1 = 0,5 \text{ A}; I_2 = 0,75 \text{ A}; R_2 = ?$$

$$U_1 = U_2; U_1 = I_1 R_1; U_1 = 4,5 \text{ V}; I_2 = \frac{U}{R_2}; \underline{R_2 = 6 \Omega}$$

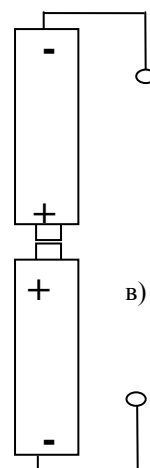
14. Милан има два извора од по 1,5 V. Треба да их веже тако у коло па да добије извор са напонам 3 V. На којој слици је приказано везивање које Милан треба да изабере?



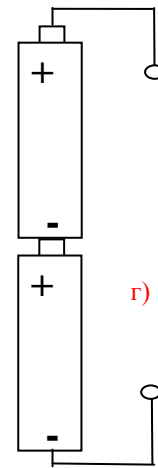
a)



б)



в)



г)

15. Два проводнока начињена су од истог материјала. Дужина првог је 4m, а другог 50 cm. Попречни пресек првог је $0,12\text{cm}^2$, а другог 3mm^2 . Који проводнок има већи отпор и колико пута?

$$R = \rho \frac{l}{S}; \quad Q_1 = Q_2; \quad l_1/S_1 = l_2/S_2$$

Отпор првог отпорника је већи два пута.

УПИТНИК

Интересује нас твоје мишљење о начинима и поступцима формирања знања које користи наука у току истраживања. У том циљу одговори на следећа питања:

1. Бројна знања до којих је дошла наука налазе се данас у вашим уџбеницима. Да ли сматраш да ће (неће) се научна знања у будућности мењати? Образложи свој одговор.

2. Колико су научници сигурни у описану структуру атома и на који начин се одређује изглед атома?

3. Наведи разлику између научног закона и научне теорије ако их има. Објасни на примеру.

4. О повезаности науке, друштвене средине и културе постоје различита мишљења. Интересује нас твоје мишљење: Да ли је наука универзална и независна или је на неки начин повезана са друштвеном средином? Образложи свој одговор.

5. Да ли научници користе креативност и машту у научном истраживању? Када и како?

6. Нека неучна знања се налазе у твојим удбеницима физике, хемије, биологије. Како научници стварају научно знање (чињенице, законе и теорије)? Да ли је експеримент једина научна метода којом се долази до научних знања?

7. Сматра се да су диносауруси изумрли пре 65 милиона година. Да би објаснили изумирање диносауруса научници поставили две хипотезе. Прва тврди да је Земљу погодио велики метеорит пре 65 милиона година што је имало за последицу низ догађаја који су довели до изумирања диносауруса. По другој до изумирања је дошло након велике вулканске ерупције што је за последицу имало изумирање диносауруса.

Како је могућа да више научника добије различите научне закључке ако сви користе исту базу податка?

ЛИТЕРАТУРА

1. Abd-El-Khalick, Fouad (2002): *The Development of Conceptions of the Nature of Scientific Knowledge and Knowing in the Middle and High School Years: A Cross-sectional Study*, Paper presented at the annual meeting of the National Association for Research in Science Teaching, New Orleans;
2. Akerson, Valarie L; Abd-El-Khalick, Fouad; Lederman, Norman G. (2000), *Influence of a Reflective Explicit Activity Based Approach on Elementary Teachers' Conceptions of Nature of Science*, Journal of Research in Science Teaching, Vol. 37(4), str. 295–317;
3. American Association for the Advancement of Science (1993), *Benchmarks for Science Literacy*, New York: Oxford University Press.
4. Andersson J.R, (1985), *Cognitive Psychology*,
5. Autray C. et al. (2003), *Зрнца наука 1*, ДФС, Београд;
6. Банђур В. и Поткоњак Н, (1999), *Методологија педагогије*. Београд: Савез педагошких друштава Југославије
7. Basarić D. M, (1979), *Metodika nastave fizike*, Naučna knjiga, Београд;
8. Baucal A, (2012), *Ključne kompetencije mladih u Srbiji u PISA 2009 ogledalu*. Београд: Министарство просвете Републике Србије и Институт за психологију.
9. Bek В, (1989), *Metodološke osnove oblikovanja početne nastave fizike*, Školska knjiga, Zagreb;
10. Benetruy P. et al. (2006), *Зрнца наука 4*, Завод за уџбенике и наставна средства, Београд;
11. Beyer В, (1984), *Improving thinking skills practical approaches*, Phi Delta Kappan, 65, 556-560.
12. Bloom В, (1981), *Taksonomija ili klasifikacija obrazovnih i odgojnih ciljeva*. Београд : Републички завод за унапредјивања образовања;
13. Бошњак М. и Обадовић Ж.Д, (2009): *Анализа заступљености изборног предмета „Рука у тесту – откривање света“ у наставној пракси у Западнобачком округу*, Београд: Педагогија, бр.1, год. LXIV, 15, 254;
14. Bloom S. V. i dr. (1956), *Taksonomija ili klasifikacija odgojnih ciljeva, Kognitivno područje*, u prevodu I. Furlana, 1965. 7. Bloom, В. V: *Taxonomy Of Educational Objectives*
15. Бранковић Д, (1999б). *Интерактивно учење I*, стр. 109-131. Бања Лука: Министарство просвете Републике Српске.
16. Bransford J. & Stein В. (1984). *The IDEAL Problem Solver: A guide for improving thinking, learning, and creativity*. New York: W.H. Freeman.
17. Bruner J.S, (1972), *Tok kognitivnog razvoja. Psihologija*, vol. 5, br.1-2, str 100-112 (adaptiran članak *The Course of Cognitive Growth*, American Psychologist Journal, 1/19, 1964, str 1-16
18. Вујас Z, (1950), *Eksperimentalni prilog psihologiji takmičenja u osnovnim školama*, (Experimental of contribution to the psychology competition in elementary schools), Zagreb, 1-37

19. Vilotijević M, (1999):*Didaktika 1-3*, Naučna knjiga i Učiteljski fakultet, Beograd,
20. Воскресенски К, (1977):*Неке могућности у активирању ученика у настави*, Мисао бр.11, Нови Сад;
21. Воскресенски К, (1994):*Интеракција и комуникација као чиниоци социјализације у индивидуализованој настави*, Педагошка стварност, Нови Сад;
22. Воскресенски К,(1981): *Неке могућности примене учења путем решавања проблема у настави основне школе*, Педагошка стварност, Нови Сад;
23. Воскресенски К,(1996):*Психолошко дидактичке основе групног рада*, Зборник радова са VIII Конгреса педагога Југославије “Образовање и људски фактор данас”, Стручна књига, Београд;
24. Воскресенски К,(1996):*Дидактика – Индивидуализација и социјализација у настави*, Технички факултет “Михајло Пупин”, Зрењанин;
25. Воскресенски К, *Индивидуализација и социјализација у настави у тематски управљеној интеракцији*, IX Конгрес СПД Југославије, Педагогија 2000/34.Београд;
26. Voker Dž, (1986):*Leteći cirkus fizike*, Vuk Karadžić, Beograd;
27. Вуковић Г, (1988): *Политехнизација наставе физике*; Просвета, Београд
28. Vygotsky L. S, (1985). *Arbeiten zu theoretischen und methodologischen Problemen der Psychologie* [Works concerning the methodological problems of psychology] (Vol. 1). Edited by J. Lompscher. Berlin.
29. Wertheimer M, (1987) *Produktivnoye myshleniye* [Productive thinking]. М.: Progress, 1987. – 336 p.
30. Gagne R. M, (1985), *The Conditions of Learning*,
31. Gajić, Gabela, Vrcelj, *Eksperimentalni zadaci iz fizike za osnovne i srednje škole*, Svjetlost, Sarajevo, 197516
32. Galjperin P.J, (1972) *O istraživanju intelektualnog razvoja deteta*. Psihologija, vol. 5, br. 1-2, str. 113-123
33. Gardner H, (1993), *Frames of Mind. The Theori of Multiple inteligences*. New York, Basic Books
34. Garofalo J, Lester F, (1985), *Metacognition, Cognitive Monitoring and Mathemacal Performance*, Journal for Research in Mathematics Education, 16(3), 163. (ERIC database Document Reproduction Service No EJ320305) Retrieved May 5, 2008, from ERIC database
35. Gaugh H. G, (2003): *Scientific Method in practice*, Cambridge: Cambridge Uneversity Press, доступно на <http://www.cambridge.org/2002022271.pdf>;
36. Germann J.P, (1994). *Testing a Model of ScienceProcess Skills Acquisition: an Interaction with Parents' Education, Preferred Language, Gender, Science Attitude, CognitivemDevelopment, Academic ability and Biology Knowledge*. Journal of Research in ScienceTeaching. 31 (7),749-783.
37. Грибанова Е. Н, (2006): *Научные факты как средство формирования эмпирических и теоретических методов познания природы: Курс физикиосновной школы*, Москва: Наука;

38. Давыдов В.В, (1992): *Психологическая теория учебной деятельности и методов начального обучения, основанных на содержательном обобщении*, Томск: Пеленг;
39. Dancy M. & Henderson C, (2007): *Framework for articulating instructional practices and conceptions*, Physical Review Special Topics – Physics Education Research 3, 010103;
40. DeBono E, (1983), *The direct teaching of thinking as a skill*, Phi Delta Kappan, 64, 703-708
41. Deslauriers, L, Schelew, E., Wieman, W. (2011), *Improved Learning in a Large-Enrollment Physics Class*, Science, **332**, 862-864.
42. Desimone L, (2002): *How can Comprehensive School Reform Models be Successfully Implemented?*, Review of Education Research ,Vol.72, No. 3, pp.433 – 479, Fall;
43. Димић Г, Печић М, Бошковић Б, Башић Д, (1970): *Физика за 6, 7, и 8. разред о. ш.* Завод за издавање уџбеника, Београд
44. Dogru M, (2008): *The Application of Problem Solving Method on Science Teacher Trainees on the Solution of the Environmental Problems*, Journal of Environmental & Science Education, 2008, 3 (1), 9 – 18 ISSN 1306-3065
45. Dolin J & Krogh L.B, (2010). *The relevance and consequences of PISA science in a Danish context*. International Journal of Science and Mathematics Education, 8, 3, 565-592
46. Duit R, (2006), Science Education Research – An Indispensable Prerequisite for Improving Instructional Practice, *ESERA Summer School Braga*
47. Ђорђевић Ј, (1997): *Настава и учење у савременој школи*, Београд
48. Ђорђевић Ј, (1981): *Савремена настава-организација и облици*, Научна књига, Београд;
49. Ђорђевић Ј, (1986): *Иновације у настави*, Просвета, Београд;
50. Erden M, Akman Y, (1998), *Education Psychology*, Ankara, Arkadas Press
51. Жасман Д, (2007), *Европа открића*, Завод за уџбенике, Београд
52. Журавлев И.К, (1989): *Средства руководства познавательной деятельностью учащихся в учебниках по учебным предметам сведущими компонентами «способы деятельности» и «формирование опыта эмоционально – ценностного отношения»*, *Теоретические проблемы современного школьного учебника*, Москва: Наука;
53. Зајечариновић Г, (1974): *Основи методологије науке*, Београд: Факултет политичких наука;
54. Занкова Л. В, (1965), *Усвоение знаний и развитие младших школьников*, Просвещение
55. Ивић И, Пешикан А, Антић С, (2001): *Активно учење 2*, Институт за психологију, Београд;
56. Ивић И, (2007): *Наша школа, статус наставе природних наука у њој данас и сутра*, Зборник предавања и постер радова са Републичког семинара о настави физике, Врњачка Бања: ДФС, стр. 1;

57. Jelavić F, (1994), *Didaktičke osnove nastave*, Naklada Slap, Jastrebarsko,
58. Јокић С, (2005): *Улога наставника у припреми и вођењу часа*, Београд; Просветни преглед, Педагошка пракса, бр.586;
59. Jokić S, (2006): *Teaching Science in Primary School: Serbian experience with the project „Ruka u testu“ (Hands-on, La main á la pâte)*, The International Workshop Science Literacy and Lifelong Learning. Europe towards a Knowledge based Society, 18 – 20 May Bucharest, Romania;
60. Jonassen D, (1997), *Instructional design model for well-structured and ill-structured problem-solving learning outcomes*. Educational Technology: Research and Development, 45(1), 65-95
61. Jonassen, D, & Tessmer, M. (1996). *An outcomes-based taxonomy for the design, evaluation, and research on instructional systems*. Training Research Journal.
62. Jonassen D, (in press), *Instructional Design Model for Practice and Situated Problem-Solving Learning Outcomes*, Educational Technology Research and Development Journal.
63. Каделбург Н, (2003): *Збирка задатака из физике за 8. разред*, Београд:Круг;
64. Kang, Sukjin; Scharmann, Lawrence; Noh, Taehee (2004), *Examining Students' Views on the Nature of Science: Results from Korean 6th, 8th, and 10th Graders*, Science Education, Vol. 89, str. 314–334.
65. Карича Р Л,(1980), *Експеримент, теорија, пракса*, Нови Сад: Раднички универзитет „Радовој Ћирић“
66. Капор Д, Шетрајчић Ј, (1998): *Уџбеници физике за 6. 7. 8. разред основне школе*, Завод за уџбенике и наставна средства, Београд;
67. Квашчев Р, (1977), *Како развити стваралачке способности код ученика*, Приручник за наставнике, BIGZ;
68. Квашчев Р, Ђурић Ђ, Крклјуш С,(1989): *Способност, особине личности и успех ученика*, Завод за издавање уџбеника, Н. Сад;
69. Квашчев Р,(1978): *Моделирање процеса учења*, Просвета, Београд,;
70. Kirkley J, (2003): *Principles for Teaching Problem Solving*: Indiana University
71. Кнежевић В, (1981): *Modeli učenja I nastave*, Prosveta, Beograd;
72. Ковач – Церовић Т, (2000): *Реформе у Централној и Источној Европи* Петница: Перспективе образовања;
73. Ковач – Церовић Т. и др. (2004): *Квалитетно образовање за све, изазови реформе образовања у Србији*, Београд: МиПРС, Парал;
74. Коменски Ј.А, (1954): *Velika didaktika*, Beograd: Savez pedagoških društava Jugoslavije;
75. Korolija J. i Stanišić J, (2009): *Nastava prirodnih nauka u funkciji povezivanja nauke, tehnologije i društva*, Zbornik instituta za pedagoška istraživanja, God.41, Br. 2. (461 – 477);
76. Kosso P, (2009): *The Large – scale Structure of Scientific Method*, Science & Education, 18:33 – 42;

77. Krneta Lj, Potkonjak N, (1957):*Pedagogija*, Zavod za izdavanje udžbenika SRS, Beograd;
78. Krsnik Rudolf, (2007): *Prirodnoznanstvena pismenost – što, zašto, kako?*, Zbornik radova Nastava fizike za prirodnoznanstvenu pismenost, Zagreb: Hrvatsko fizikalno društvo, str. 7–15.
79. Krsnik Rudolf (2008): *Suvremene ideje u metodici nastave fizike*, Zagreb: Školska knjiga;
80. Kulenović E,(1964): *Fizika za 7. i 8. razred o. š* , Zavod za izdavanje udžbenika, Sarajevo;
81. Khishfe i Abd-El-Khalick, (2002), *Influence of explicit and reflective versus implicit inquiry-oriented instruction on sixth graders' views of nature of science*, Journal of Research in Science Teaching, Volume 39, Issue 7, pages 551–578, September 2002
82. Laudan L, (1968), *Theories of Scientific Method from Plato to Mach*,History of Science 7, 1–38;
83. Lawson E. A, (2009): *Basic Inferences of Scientific Reasoning, Argumentation, and Discovery*, Wiley Periodicals, Inc: Science Education, 94,336 – 364. dostupno na <http://www.interscience.wiley.com>;
84. Lawson E. A, et al. (2001): *Evaluating CollEe Science and Mathematics Instruction: A Reform Effort that Improves Teaching Skills*, Journal of CollEe Science Teaching, 31(6), 388 – 393;
85. Lederman G. N. (1998), *The State of Science Education: Subject Matter Without Context*, Electronic Journal of Science Education , ISSN 1087 – 3430 Vol. 3 No. 2 – December 1998;
86. Lederman N. G. et al. (2002), *Views of nature of science ques – tionnaire: Toward valid and meaningful assessment of learners. Conceptions of nature of science*, Journal of Research in Science Teaching, 39(6), 497 – 521;
87. Lederman L, (2001). *Revolution in science education: Put physics first!* The Physics Teacher, 54, 11-12. doi: <http://dx.doi.org/10.1063/1.1420496>
88. Lederman, Norman G. i O'Malley M, (1990), *Student's perceptions of tentativeness in science: Development, use, and sources of change*, Science Education, Vol. 74(2), str. 225–239.
89. Lehrer K. (1990): *Theory of Knowledge*, London: Routledge;
90. Lelas S, Vukelja T, (1996), *Filozofija znanosti s izborom tekstova*, Zagreb, Školska knjiga,
91. Léna P. & Quéré Y, (2004), *A new Approach to Teaching Science and Mathematics*, Proceedings of International Conference on Primary Science and Mathematics Education, Beijing, China 1 – 4. november 8 – 10;
92. Leontiev A. V, (1981). *Problems of the development of mind*. Moscow.
93. Lesh R & Zavojewski J, (2007), *Problem solving and modeling in F.K. Lester (Ed)*, Second handbook of research on matematics teaching and learning (pp. 763-804). Charlotte, NC Information Age
94. Luera R.G, Otto C. & Zitzewitz W. P, (2005), *A conceptual changeap proach to teaching energy and thermodynamics to pre – service elementary teachers*,

- Illinois State University Physics Dept.J. : Phys. Tchr. Educ. Online, 2(4)
 доступно на [http:// www.phy.ilstu.edu/jpteo2\(4\)may05.pdf](http://www.phy.ilstu.edu/jpteo2(4)may05.pdf);
95. Луковић И. и Вербић С, (2009), *Постигнуће ученика из физике*, ТИМСС 2007, Београд: Институт за педагошка истраживања, стр.187;
 96. Mandić P. D, (1980): *Inovacije u nastavi i njihov pedagoški smisao*, Zavod za izdavanje udžbenika , Sarajevo;
 97. Martin I.V.S. et al. (2004): *TIMSS 2003 international science report: findings from IEAs trends in international mathematics and science study at the fourth and eighth grade*, Chestnut Hill, MA: Boston College;
 98. Малешевих Ј, Димитријевић С, Пећанац Д, (1990):*Методички приручник за наставнике физике у основној школи*, Педагошки завод Војводине, Н. Сад;
 99. Maslov A, (2004), *Psihologija u menadžmentu*, Adizes, Novi Sad;
 100. Mayer R, (1983). *Thinking, problem solving, cognition*. New York: W.H. Freeman and Company.
 101. Mayer R.E.&Wittrock M.C,(1996), *Problem Solving Transfer*. In D.C. Berliner and R.C. Calfee(Eds.) *Handbook of Educational Psychology* (pp47-62) New York.
 102. Meichtry Y.J, (1992), »*Influencing student understanding of the nature of science:Data from a case curriculum development*«, *Journal of Research in Science Teaching*, Vol. 29, str. 389–407;
 103. Mestre J.P,(2001): *Implications of research on learning for the education of prospective science and physics teachers*. *Physics Education* 36
 104. Metz, K. (2008).*Narrowing the gulf between the practices of science and the elementary school science classroom*. *The Elementary School Journal*, 109(2), 138 – 161.
 105. McComas, William F,(1993), *The effects of an intensive summer laboratory internship on secondary students' understanding of the NOS as measured by the test on understanding of science*, Paper presented at the annual meeting of the National Association for Research in Science Teaching, Atlanta.
 106. McComas, William F, (1993), *The effects of an intensive summer laboratory internship on secondary students' understanding of the NOS as measured by the test on understanding of science*, Paper presented at the annual meeting of the National Association for Research in Science Teaching, Atlanta.
 107. McComas, William F; Clough, Michale P; Almazroa, Hiya, (1998), *The Nature of Science in Science Education: An Introduction*, *Science & Education*, Vol. 7(6), str 511–532;
 108. McComas, William F; Clough, Michale P.; Almazroa, Hiya (1998), *The Nature of Science in Science Education: An Introduction*, *Science & Education*, Vol. 7(6), str. 511–532.
 109. Miljanovic T, (2001): *Efikasnost aktivnog ucenja biologije u odnosu na tradicionalnu nastavu*, *Prirodnomatematicki fakultet, Departman za biologiju*, Novi Sad, *Nastava i vaspitanje*, Vol.L 3-4,347-356

110. Montgomery D.E, (1992), *Young children's theory of knowing: The development of a folk epistemology*, Developmental Review, Vol. 12, str. 410–430.
111. Morgan J.T, Kittleson T, (2012), *What Constitutes Effective Physics Instruction? Surveying the Views of Iowa High School Physics Teachers*, „Electronic Journal of Science Education Vol. 16,
112. Mužić V, (1982): *Metodologija pedagoških istraživanja*, Svijetlost, Sarajevo;;
113. National Academy of Science (1996), *National science education standards*, Washington: National Academy Press.
114. National Science Board. (Virginia, USA), (2010). *Science and engineering indicators 2010*. (Chapter 7: Science and technology: public attitudes and understanding). Arlington: National Science Foundation.
115. National Science Education Standards, National Research Council **1996** National Academy Press Washington, D.C.
116. Naylor R. H. (1990): *Galileo's Method of Analysis and Synthesis*, Isis, 81: 695 – 707;
117. Naša škola, (2009): *Metode učenja/nastave u školi*, Zavod za školstvo, Crna Gora;
118. Нагл Г.М. и Обадовић Ж.Д, (2008): *Научни метод у настави физике у друштвено – језичком смјеру гимназије*, Нови сад: Педагошка стварност 7 – 8 год. LIV;
119. Newell A & Simon H.A, *Human problem solving*. Englewood Cliffs, N. J.: Prentice-Hall, 1971, in press.
120. НИКИТИН А. А, (2001): *Теоретические основы обучения учащихся методам научного познания при изучении физики в школе*, Санкт –Петербург: Издательство Санкт – Петербургскова университета
121. Ничковић Р, (1970): *Учење путем решавања проблема у настави*, Завод за издавање уџбеника и наставна средства, Београд;
122. Obadović D, Rančić I, Cvjetićanin S, Segedinac M, (2013), *The Impact of Implementation of Simple Experiments on the Pupils' Positive Attitude in Learning Science Contents in Primary School*, The New Educational Review, 34, No.4, 138-150, ISSN: 1732-6729
123. Obadović D, Rančić I, Cvjetićanin S and Segedinac M (2013), *The Impact of Implementation of Simple Experiments on the Pupils' Positive Attitude in Learning Science Contents in Primary School*, The New Educational Review, 34, No.4, 138-150, ISSN: 1732-6729
124. Obadović D.Ž. et al. (2007): „*Hands on“ Experiments in Interated Approach in Teaching Physics and Chemistry*, CP899, Sixth International Conference of the Balkan Physical Union, edited by S. A. Cetin and I. Hikmet American Institute of Physics 978–0–7354–0404–5/07/pp507–508;
125. Обадовић Д, Павков-Хрвојевић М, Стојановић М. (2007): *Једноставни огледи у физици, 6. Разред*, Завод за уџбенике, Београд;
126. Обадовић Д, Павков-Хрвојевић М, Стојановић М, (2007): *Једноставни огледи у физици, 7. Разред*, Завод за уџбенике, Београд;

127. Обадовић Д, Павков-Хрвојевић М, Стојановић М.(2007): *Једноставни огледи у физици, 8. Разред*, Завод за уџбенике, Београд;
128. OECD (2004): *Learning for Tomorrow`s World – First Results from PISA (2003)* доступно на: <http://www.oecd.org/dataoecd/1/60/34002216.pdf>;
129. Ornek F, Robinson W.R, Haugan M.P,(2008): *What makes physics difficult?*, International Journal of Environmental & Science Education, 2008, 3 (1), 30 – 34
130. Osborne J. F. and Collins S, (2000). *Pupils` and parents` views of the school science curriculum*, London: King`s College London
131. Офре Ш. са сар. (2004): превод на српски Јокић С, *Зрнца нуке 2*, Београд:ЗУНС и ДФС;
132. Павловић-Бабић Д, Бауцал А, (2013), *PISA 2012 у Србији: први резултати, Подржи ме, инспири ме*, Београд
133. Park Y, (2004): *Teaching and learning of physics in cultural contexts*, New Jersey: World Scientific s.
134. Петровић Т, (1994), *Дидактика физике*, Београд: Физички факултет;
135. Петровић Т, Вуковић Г и др,(1979): *Лабораторијски практикум, II део*, Научна књига, Београд;
136. Петровић Т, Вуковић Г и др,(1981) *Лабораторијски практикум, II део*, Научна књига, Београд;
137. Петровић Т. (1998): *Настава физике у основним и средњим школама – стање и путеви побољшања*“, Зборник предавања са Републичког семинара о настави физике, Београд: Друштво физичара Србије;
138. Петровић Т,(1988):*Проблемско развојна настава физике*, Просвета, Београд,
139. Реџина Р, Планинка и Слишко Ј, (2007), *Toricellijevo pismo Ricciju i njegove moguće primjene u nastavi*, Zbornik radova Nastava fizike za prirodoznanstvenu pismenost, Zagreb: Hrvatsko fizikalno društvo, str. 180– 186
140. Пејхел В, (1934). *Опита педагогика: (елементарни курс)*. Крагујевац : Шумадија.
141. Пешикан А, Антић С. и Маринковић С, (2010а), *Концепција стручног усавршавања наставника у Србији - између прокламованог и скривеног модела, Настава и васпитање*, вол. 59, бр. 2, 278-296 [49]
142. Пешикан А, Антић С и Маринковић С, *Концепција стручног усавршавања наставника у Србији - колико смо далеко од ефикасног модела, Настава и васпитање*, вол. 59, бр. 3, 2010б, 471-482
143. Piaget J, (1970). *Science education and the psychology of the child* (D. Coltman, Trans.). New York: The Viking Press. (Original work published 1969)
144. Piaget J, (1969). *The Child's Conception of Time*. London: Routledge and Kegan Paul Ltd.
145. Piaget J, (1975). *The Development of Thought: Equilibration of Cognitive Structures*, Translated (1977), New York: Viking Press
146. Piaget J, (1975). *The Development of Thought: Equilibration of Cognitive Structures*. Translated (1977). New York: Viking Press

147. Пијаже Ж, (1968): *Психологија интелигенције*, Београд: Полит;
148. Plut D, Krnjaić Ž, (2004), *Društvena kriza i obrazovanje: Dokument o jednom vremenu*, Београд, Institut za psihologiju
149. Polya G, (1957), *How To Solve It*, 2nd ed., Princeton University Press, ISBN 0-691-08097-6.
150. Разумовский В. Г, (2004): *Физика в школе. Научный метод познания и обучения* / В. Г. Разумовский, В. В. Майер. - М.: Гуманитар. изд. центр ВЛАДОС;
151. Репкин В.В, (1997): *Развивающее обучение и учебная деятельность*, Рига;
152. Rubinstein S. L, (1979), *Probleme der allgemeinen Psychologie*. Problems of general psychology, Berlin
153. Svedružić A, (2007), *Razumijevanje prirode znanosti i znanstvenog istraživanja*, Zbornik radova - Nastava fizike za prirodnoznanstvenu pismenost, Zagreb: Hrvatsko fizikalno društvo, str. 26–31;
154. Svedružić A, (2009), *Aspekti prirode znanosti u suvremenoj nastavi fizike*, Metodički oglеди, 16 (2009) 1–2, 113–142
155. *Sveobuhvatna analiza sistema osnovnog obrazovanja u SRJ* (2001), Београд: UNICEF.
156. Segedinac M. i Halaši R, (1998), *Blumova taksonomija kao osnova za konkretizaciju i operacionalizaciju culjeva i zadataka nastave hemije u nastavnoj oblasti struktura materije*, Pedagogija 2/98, 88 – 99;
157. Senge P, (2003): *Peta disciplina*, Adizes, Novi Sad;
158. Сењћански Т, (2001), *Мали кућни огледи 1, 2 и 3*, Креативни центар, Београд;
159. Skinner B. F, (1977), *Why I Am Not a Cognitive Psychologist Behaviorism*, Vol. 5, No. 2, pp. 1-10, Cambridge Center for Behavioral Studies (CCBS)
160. Sliško J, (2007), *Filozofija i povijest fizike: zašto je neophodno njihovo prisustvo u nastavi i učenju?*, Zbornik radova - Nastava fizike za prirodnoznanstvenu pismenost, Zagreb: Hrvatsko fizikalno društvo, str. 42–47.
161. Службени гласник РС – Просветни гласник СР Србије, број 5/2008, 6/2009 и 2/2010, Београд;
162. Stevanović B, (1975), *Pedagoška psihologija*, Zavod za udžbenike I nastavna sredstva, Београд;
163. Stevanović M, (1997): *Edukacija za stvaralaštvo*, Tonimir, Varaždinske Toplice.
164. Стојков-Жижих М, (1976): *Прилози методици наставе физике у основној школи*, Завод за уџбенике, Београд;
165. Стратегија развоја образовања у Србији до 2020
166. Ткачић М, (1939), *Metodika*, U Pataki S. i dr. (ured.), Pedagogijski leksikon, Minerva, Zagreb,
167. Torres R.M, (1996). *Without the reform of teacher education there will be no reform of education*, Prospects, 25(3), 446-467.
168. Thomas J.W: *A Review of Research on Project-Based Learning*, dostupno sa: http://www.bobpearlman.org/BestPractices/PBL_Research.pdf (15.01.2006.);

169. Thye, Tan L, i Kwen, Boo H, (2004), Assessing the Nature of Science Views of Singaporean Per Service Teachers, *Australian Journal of Teacher Education*, Vol. 29(2) str. 1–10.
170. Yeo R. R, (1986): *Scientific Method and the Rhetoric of Science in Britain, 1830–1917, in The Politics and Rhetoric of Scientific Method: Historical Studies*, Dordrecht: D. Reidel Publishing Company;
171. Havelka N, (1990). *Efekti osnovnog obrazovanja*. Beograd: Institut za psihologiju.
172. Haig B.D,(2005): *An Abductive Theory of Scientific Method*, *Psychological Methods*, 10(4), 371 – 380 доступно на <http://www.sciencedirect.com/science>;
173. Хајдуковић Г, Кнежевић М, Петљански Д, Димитријевић С. (2009): *Тестови из физике за 6, 7, и 8. разред*, Нови Сад:Змај;
174. Хајдуковић-Јандрић Њ. Г, (2005): *Реализација наставне јединице „Рад и снага електричне струје“ применом проблемске наставе*, Зборник предавања и постер радова са Републичког семинара о настави физике, Врњачка Бања: ДФС, стр. 163;
175. Хајдуковић-Јандрић Њ. Г. (2006): *Учење путем решавања проблема у физици*, Зборник предавања и постер радова са Републичког семинара о настави физике, Тара: ДФС, стр. 145;
176. Хајдуковић-Јандрић Њ. Г, (2007): *Електрични отпор проводника*, Зборник предавања и постер радова са Републичког семинара о настави физике, Врњачка Бања: ДФС, стр. 151;
177. Хајдуковић-Јандрић Њ. Г. и Обадовић Ж.Д, (2007): *Проблемски заснована почетна настава физике* Нови Сад: Педагошка стварност, 5 – 6 год. ЛПІ;
178. Hake R. R, (1998) *Interactive-engagement versus traditional methods: A sixthousand student survey of mechanics test data for introductory physics courses*. *American Journal of Physics*. 66(1): 64-74.
179. Halloun I.A, Hestenes D, (1985), *The initial knowledge state of college physics students*, Published: *Am. J. Phys.* 53(11), pp 1043-1048
180. Halloun, Hestenes, (1985), *The initial knowledge state of college physics students*, Published in: *Am. J. Phys.* 53 (11), November 1985, pp 1043-1048.
181. Hanushek E, *Education Production Functions*, Palgrave Encyclopedia, 2007
182. Hattie J. A. C, (2009). *Visible learning*. London: Routledge
183. Hestenes D, (2006). *Notes for a Modeling Theory of Science, Cognition and Instruction*. Retrieved October 2010, from http://modeling.asu.edu/R&E/Notes_on_Modeling_Theory.pdf.
184. <http://www.vtsnis.edu.rs/StrategijaObrazovanja.pdf>
185. Cahyadi V. & Butler P. H, (2007): *Empowering Learners of Physics: Helping Instructors Use Physics Education Research*, *Research and Development in Higher Education*, Christchurch: University of Canterburypress. 5, 352
186. Cakmakci, Gultekin; Sevindik, Hatice; Pektas, Meryem; Uysal, Asli; Kole, Fatma; Kavak, Gamze, (2011), *Investigating Turkish Primary School Students' Interest in Science by Using Their Self-Generated Questions Research in Science Education , Online First*

187. Charpak G, *La main à la pâte*, Flammarion, Paris 1996 (two edition on Serbian language Ruka u testu, translated by Stevan Jokic, Društvo fizicara Srbije, Beograd, 2001 i 2003)
188. Crouch C, Fagen A. P, Callan J. P, & Mazur E. (2004), Classroom demonstrations: Learning tools or entertainment?. *American Journal of Physics*, 72, 835-838. <http://dx.doi.org/10.1119/1.1707018>
189. Чалуковић Н, (2003): *Збирка задатака из физике за 6. и 7. разред*, Београд:Круг;
190. Шарпак Ж, (2001): *Рука у тесту – науке у основној школи*, Београд:ДФС;
191. Šindler dr G, (1990):*Prilozi problemski usmerenoj nastavi fizike*, Školska knjiga, Zagreb;
192. Šindler-Bek, (1986):*Primjena metode laboratorijskih radova u nastavi fizike*, Školska knjiga, Zagreb;
193. Šišović D,(2000): *Obrada, sistematizacija i proveravanje usvojenosti ppjmova opste hemije u gimnaziji primenom aktivnih metoda*, doktorska disertacija, Hemijski fakultet, Beograd

Биографија аутора



Гордана Хајдуковић-Јандрић, рођена је у Новом Саду 1965. Дипломирала је на Природно-математичком факултету у Новом Саду 1991. на катедри за физику и стакла звање професор физике. Магистрирала је на Техничком факултету „Михјло Пупин“ у Зрењанину 2004. Живи у Футогу са сталним запослењем у школи „Мирослав Антић“ као наставник физике.

Аутор је и коаутор више стручних радова објављених у домаћим и иностраним часописима. Више пута је радила рецензије уџбеника и збирки задатака. Аутор је наставничких припрема за часове физике за 6, 7, и 8. разред објављених на сајту Завода за уџбенике као и тестова знања Завода за уџбенике. За издавачку кућу Змај вишегодишњи је аутор тестова знања као и коаутор радне свеске за 8. разред основне школе.

Аутор је пројекта који је на конкурс „Рука у тесту“, Француског института у Србији, освојио награду LAMAP 2014.

Била је полазник многих семинара међу којима је вредно истаћи семинар одржан од стране експертског тима као део интернационалног ТЕМПУС пројекта под називом „Унапређење квалитета наставе у југоисточној Европи“.

УНИВЕРЗИТЕТ У НОВОМ САДУ
ПРИРОДНО–МАТЕМАТИЧКИ ФАКУЛТЕТ, ДЕПАРТМАН ЗА ФИЗИКУ
КЉУЧНА ДОКУМЕНТАЦИЈСКА ИНФОРМАЦИЈА

<i>Редни број:</i> РБР	
<i>Идентификациони број:</i> ИБР	
<i>Тип документације:</i> ТД	Монографска документација
<i>Тип записа</i> ТЗ	Текстуални штампани материјал
<i>Врста рада:</i> ВР	Докторска дисертација
<i>Аутор:</i> АУ	мр Гордана Њ. Хајдуковић-Јандрић
<i>Ментор:</i> МН	Др Душанка Ж. Обадовић и Др Маја Стојановић
<i>Наслов рада:</i> НР	Развој наставних инструкција у активној настави физике
<i>Језик публикације:</i> ЈП	Српски (ћирилица)
<i>Језик извода:</i> ЈИ	српски/енглески
<i>Земља публикација:</i> ЗП	Република Србија
<i>Уже географско подручје:</i> УГП	Војводина
<i>Година:</i> ГО	2015.
<i>Издавач:</i> ИЗ	Ауторски репринт
<i>Место и адреса:</i> МА	Природно-математички факултет, Департман за физику, Трг Доситеја Обрадовића 4, Нови Сад
<i>Физички опис рада:</i> ФО	5 поглавља / 232 стране / 41 табела / 14 графика / 193 референце / 3 прилога
<i>Научна област:</i> НО	Физика
<i>Научна дисциплина:</i> НД	Методика наставе физике
<i>Предметна одредница/кључне речи:</i> ПО	Проблемска настав, научна метода, настава физике, метод паралелних група, ефикасност учења
УДК	
<i>Чува се:</i> ЧУ	Библиотека департмана за физику, ПМФ-а у Новом Саду
<i>Важна напомена:</i> ВН	
<i>Извод:</i> ИЗ	Предмет овог истраживања су ефекти два типа наставне инструкције: традиционалне, и експерименталне-наставне инструкције засноване на активној настави физике. У раду су приказане проблемска настава и научни метод као наставне инструкције у активној настави физике. Научни метод који је предмет овог истраживања заснива се на једноставним огледима у физици који не захтевају скупу опрему и могу се реализовати уз минимум наставних средстава која су доступна сваком

	<p>ученику. Приказани су резултати истраживања спроведеног са циљем испитивања утицаја примењених наставних инструкција у настави физике, на резултат укупног образовног учинка, трајности стечених знања као и разумевање аспеката природе науке и научног истраживања у односу на традиционалну наставу. Испитивање је извршено као педагошки експеримент типа паралелних група, на узорку шестих и осмих разреда основне школе „Мирослав Антић“ и „Десанка Максимовић“ у Футогу. Утврђено је постојање значајне разлике у трајности задржавања знања као и бржем и темељнијем усвајању наставних садржаја применом наставних инструкција у активnoj настави физике у односу на традиционалну наставу. Анализа резултата финалног теста указује на позитиван тренд разумевања скоро свих аспеката природе науке у експерименталним групама. Главни недостатак у примени ових наставних инструкција представљају индивидуалне разлике ученика у брзини решавања постављеног проблема, као и недостатак адекватне литературе која би подржала овакав облик наставе.</p>
<p><i>Датум прихватања теме од НН већа:</i> ДП</p>	<p>04.09.2014 године</p>
<p><i>Датум одбране:</i> ДО</p>	
<p><i>Чланови комисије:</i> КО</p>	<p><i>Председник:</i> др Милица Павков Хрвојевић, редовни професор, ПМФ, Нови Сад <i>Ментор:</i> др Душанка Ж.Обадовић, редовни професор, ПМФ, Нови Сад <i>Ментор:</i> др Маја Стојановић, ванредни професор, ПМФ, Нови Сад <i>Члан:</i> др Споменка Будић, доцент, Филозофски факултет, Нови Сад</p>

UNIVERSITY OF NOVI SAD
 FACULTY OF SCIENCES, DEPARTMENT OF PHYSICS
 KEY WORDS DOCUMENTATION

Accession number: ANO	
Identification number: INO	
Document type: DT	Monograph publication
Type of record: TR	Textual printed material
Content code: CC	PhD Thesis
Author: AU	Gordana Hajduković-Jandrić
Mentor/comentor: MN	<i>Menthor:</i> Ph.D. Dušanka Obadović, full professor Faculty of Sciences, Novi Sad <i>Menthor:</i> Ph.D. Maja Stojanović, associate professor, Faculty of Sciences, Novi Sad
Title: TI	Modern teaching methods aimed at increasing the efficiency of learning in physics
Language of text: LT	Serbian (Cyrilic)
Language of abstract: LA	Serbian/English
Country of publication: CP	Republic of Serbia Vojvodina
Locality of publication: LP	Novi Sad
Publication year: PY	2015
Publisher: PU	Author's reprint
Publication place: Physical description: PP	Faculty of Sciences, Department of Physics, Trg Dositeja Obradovića 4, Novi Sad
Physical description: PD	5 chapters / 232 pages / 41 tables /14 graphs / 193 references / 3 appendix
Scientific field: SF	Physics
Scientific discipline: SD	Didactics of physics
Subject/ Key words: SKW	Pedagogical experiment, scientific method, education, physics teaching, Improvement, problem performance,
UC	
Holding data: HD	Library of Department of Physics, Faculty of none Sciences, Trg Dositeja Obradovića 4, Novi Sad
Note: N	
Abstract: AB	The subject of this study is the effects of two types of teaching instruction: traditional and experimental teaching instructions based on the active teaching of physics. In this article is presented <i>the problem solving teaching</i> and <i>the scientific method</i> as a teaching instruction in active teaching of physics.

	<p>Scientific method that is the subject of this research is based on simple experiments in physics that do not require expensive equipment and can be implemented with minimum teaching resources that are available to every student. There are presented results of research carried out to study the effect of the applied educational instruction in physics, the result of the overall educational performance, durability of acquired knowledge and understanding of aspects of the nature of science and scientific research in relation to the traditional teaching. The study was conducted as a pedagogical experiment of parallel groups in a sample of sixth and eighth-graders, in schools "Miroslav Antic" and "Desanka Maksimovic" in Futog. The study of pedagogical documentation as well as the results obtained from initial test designed for the purpose of this research, formed the control and experimental groups matched for relevant educational parameters. Is done a comparison of the control group – the problem teaching, the control group - the scientific method and the problem teaching - the scientific method, in quantum, quality and efficiency of knowledge of the applied methods. The results were statistically analyzed. There existed significant differences in the durability of knowledge retention, faster and more thorough adoption of educational content using of the active teaching instruction in teaching physics than traditional teaching. Analysis of the results of the final test shows a positive trend understanding of almost all aspects of the nature of science in the experimental groups. The main drawback in the implementation of the teaching instruction students is individual differences in the speed of solving the problem, and the lack of adequate literature to support this form of teaching.</p>
<p><i>Accepted by the Scientific Board:</i> ASB</p>	<p>04.09.2014.</p>
<p><i>Defended on:</i> DE</p>	
<p><i>PhD Thesis defend board:</i> DB</p>	<p><i>President:</i> Ph.D. Milica Pavkov Hrvojević, full professor, Faculty of Sciences, Novi Sad <i>Menthor:</i> Ph.D. Dušanka Obadović, full professor Faculty of Sciences, Novi Sad <i>Menthor:</i> Ph.D. Maja Stojanović, associate professor, Faculty of Sciences, Novi Sad <i>Member:</i> Ph.D. Spomenka Budić, associate professor, Faculty of Philosophy, Novi Sad</p>