



УНИВЕРЗИТЕТ У НОВОМ САДУ
ПРИРОДНО – МАТЕМАТИЧКИ ФАКУЛТЕТ
ДЕПАРТМАН ЗА ФИЗИКУ

ПРИНЦИП ОЧИГЛЕДНОСТИ У НАСТАВИ ФИЗИКЕ

-мастер рад-

Ментор:
др Душан Лазар

Кандидат:
Југослава Балаћ

Нови Сад, 2014

Захваљујем се ментору, др Душану Лазару, на сртрпљењу, помоћи и саветима током израде овог рада.

Захваљујем се својој породици, на указаној подрици коју су ми пружили током израде рада и својој ћерки Елени која ми је неисцрпна мотивација за све што радим.

Садржај:

1. Увод	1
2. МОТИВАЦИЈА ЗА УЧЕЊЕ ФИЗИКЕ	2
2.1. Порекло, врсте и улога наставника физике у процесу мотивације	2
2.2. Експеримент у настави физике као мотивација за учење физике	4
3. ДИДАКТИКА И ДИДАКТИЧКИ ПРИНЦИПИ	5
3.1. Историјски развој дидактике	5
3.2. Остваривање дидактичких принципа у настави физике	7
3.3. Принцип очигледности	11
4. ТЕОРИЈСКИ ДЕО	14
4.1. Интензитет и густина струје	14
4.2. Електрична отпорност и Омов закон	16
4.3. Рад и снага електричне енергије. Џулов закон	20
5. ОБРАДА ОДАБРАНИХ НАСТАВНИХ ЈЕДИНИЦА НАСТАВНЕ ТЕМЕ „ЕЛЕКТРИЧНА СТРУЈА“	23
6. ОБРАДА РЕЗУЛТАТА И АНАЛИЗА УСПЕШНОСТИ ПРИМЕНЕ ПРИНЦИПА ОЧИГЛЕДНОСТИ У НАСТАВИ ФИЗИКЕ ПРИ ОБРАДИ НАСТАВНИХ ЈЕДИНИЦА НАСТАВНЕ ТЕМЕ „ЕЛЕКТРИЧНА СТРУЈА“	61
7. ЗАКЉУЧАК	66
8. Литература	68
9. ПРИЛОГ	70
Кратка биографија кандидата	78
Кључна документацијска информација.	79

1. УВОД

Циљ наставе физике у основним школама је да ученици упознају природне појаве и основне природне законе, оформе основу научног погледа на свет и да се усмере према примени физике у животу и раду. Из циљева су изведени задаци који подразумевају да ученици: упознају основне законе природе, упознају значај коришћења експеримента, буду оспособљени за квалитативно решавање физичких задатака и проблема, развијају мишљење и расуђивање, развијају радне навике и заинтересованост за физику и природне науке, развијају правилан однос према заштити животне средине, развију смисао за тимски рад, као и позитивне особине личности, да формирају научни поглед на свет, итд. Посебан акценат се ставља на развијање логичког и апстрактног мишљења и закључивања и примену стеченог знања у конкретним ситуацијама. Поједини педагози очигледност сматрају полазном тачком ка апстрактном мишљењу. У настави физике, најбољи начин за оспособљавање ученика за примену стеченог знања у конкретним ситуацијама су лабораторијске вежбе и демонстрације у којима су ученици активни учесници. За било који успешан мисаони или неку другу врсту рада, неопходна је мотивација. Из тог разлога, у првом делу рада, поред поделе мотивације, разматрам у којим ситуацијама мотивација за учење физике слаби, као и узрочно - последичне везе слабљења мотивације, особина личности ученика и улоге наставника физике у овом процесу; један од начина за мотивисање ученика у настави физике је свакако школски експеримент у било ком облику.

Уз осврт на историјски развој дидактике и дидактичких принципа, издвајам најважније дидактичке принципе у настави физике, од којих је један и принцип очигледности, који је детаљније образложен у раду, уз напомену да су дидактички принципи неодвојиви и да се међусобно допуњавају. За успешно извођење наставе физике наставник их мора комбиновати у складу са захтевима часа.

Следи излагање теорије везане за обраду наставних јединица наставне теме *Електрична струја*. Кључни део рада је обрада одабраних наставних јединица наставне теме „Електрична струја“ у два одељења осмог разреда. На основу резултата иницијалног теста, одабрала сам експериментално одељење, којима су наставне јединице излагане наглашеном употребом принципа очигледности. Обрада и анализа резултата оба одељења указује на циљ овог рада: да ли и у којој мери се употребом принципа очигледности у настави физике у основној школи постижу бољи резултати, трајније и дубље знање, оспособљеност за израду рачунских задатака, заинтересованост за физику као природну науку и за учење физике.

2. МОТИВАЦИЈА ЗА УЧЕЊЕ ФИЗИКЕ

2.1. Порекло, врсте и улога наставника физике у процесу мотивације

Реч мотивација потиче од латинске речи *movere* (кретати се). Ближи термин био би латински *motivus* (оно што покреће). У најширем смислу, мотивација представља све психолошке факторе који утичу на понашање људи. Психолог Жарко Требјешанин мотивацију дефинише као: „сложени психички процес покретања, усмеравања и регулисања делатности усмерене ка одређеном циљу.“ Карактеристике мотивисаног понашања су истрајност, упорност, интензитет и усмереност. Мотивација има два аспекта:

- позитивни: ученик тежи ка одређеном циљу;
- негативни: ученик активно избегава било коју врсту деловања; настаје као последица негативног унутрашњег стања.

Општа подела облика и врсте мотивације повезане са учењем:

➤ Екстринзична (спољашња) мотивација:

- Усмерена је на испуњавање обавеза у предмету;
- Под великим је утицајем спољашњих притисака или подстицаја (позитивних и негативних);
- Води према површном приступу учењу и страху од неуспеха;
- Ако нема награде, нема ни активности;
- Исходи учења нису применљиви у новонасталим ситуацијама.

➤ Интринзична (унутрашња) мотивација:

- Рефлектује лични циљ ученика;
- Настаје као производ интересовања за подручје и област учења;
- Зависи од личног ангажовања ученика;
- Зависи од осећаја личних компетенција и самоуверености;
- Води према „дубљем“ учењу и разумевању концепата;
- Реализоване активности су саме по себи награда;

- Исходи учења су опште применљиви.

Спољна мотивација требала би бити само додатни подстицај унутрашњој мотивацији. На жалост у школској пракси није реткост да су ученици (већинским делом) вођени само спољном мотивацијом као што су учење искључиво пред оцењивање (циљ: добити добру оцену) или учење због родитеља (награда и казна).

Фактори који су извори мотивације у наставном процесу:

- Психо-физичка структура ученика;
- Карактеристике наставника (креативност, стручне и педагошке компетенције);
- Карактеристике наставног садржаја;
- Наставна технологија;
- Социо-културни фактори и окружење.

Када мотивација за учење слаби?

- Када циљ делује неоствариво или је временски веома удаљен
- Када се усвајање градива не сматра сопственим циљевима већ наметнутим од стране наставника или родитеља
- Услед понављања неуспеха

Наставник физике игра кључну улогу у мотивисању ученика. У циљу избегавања осећаја наметања градива, наставник физике треба да предочи ученицима у којим свакодневним животним ситуацијама могу искористити знање стечено на часу физике и на тај начин их додатно мотивисати. Да би се спречило експоненцијално опадање мотивације код лошијих ученика, треба их активно укључивати у рад, чиме добијају прилику за субјективни доживљај успеха. Веома добар начин за наведено је рад у паровима или групама, који се у настави физике може реализовати у виду лабораторијских вежби или демонстрационих и једноставних експеримената. Наставник одабиром примера и демонстрација које су блиске и познате ученицима, повећава њихово интересовање за физичке појаве и законе; на овај начин остваривање циља у виду представљања повезаности физике са свим што нас окружује у природи засигурно неће изостати. Још један битан фактор који дефинише успешност мотивисања ученика је динамичност часа. Уместо монотоног излагања градива по принципу креда-табла употребом монолошке методе,

неопходно је укључити ученике у ток часа. Један од начина за постизање наведеног, може бити употреба мултимедије. Са циљем да се код ученика ангажује више рецептора приликом добијања и усвајања нових информација, дошло је до потребе за увођењем информационо-комуникационих технологија и применом мултимедије у настави. Настава потпомогнута мултимедијом постаје очигледнија, а поред принципа очигледности у други најважнији педагошки принципи морају бити испоштовани. На интернету постоји огроман број анимација и симулација, уз могућност промене параметара у чијем ће одређивању почетних вредности учествовати ученици; улога наставника је да одабиром одговарајућих садржаја наводи ученике на самостално закључивање и предвиђање могућих исхода појаве или процеса који се проучава.

2.2. Експеримент у настави физике као мотивација за учење физике

Експеримент је у науку уведен од стране Галилеја. Пре увођења експеримента као методе истраживања, појаве су у природним наукама проучаване само у тренутку њихових догађања у природи, а резултати нису били довољно ефикасни и потпуни. Лабораторијски физички експеримент је експеримент који је реализован у лабораторији. Резултати експеримента могу бити очекивани и неочекивани, на основу којих се доноси суд о одбацивању или прихватању хипотезе која је испитивана.

Школски експеримент обухвата:

- ❖ Демонстрационе експерименте
- ❖ Лабораторијске вежбе
- ❖ Израду учила
- ❖ Лабораторијске експерименталне задатке
- ❖ Домаће експерименталне задатке

Школски експеримент се суштински разликује од лабораторијског експеримента у физици као науци. У настави физике циљ експеримента је првенствено упознавање ученика са експерименталном методом, мерењем, грешком мерења, извођењем закључака на основу резултата експеримента; са друге стране, испуњава дидактички принцип очигледности и ученици стичу посредно знање о физичким појавама и законима. Ученик, полазећи од стечених знања, изводи

претпоставке и врши анализу исхода експеримента; у случају да се претпоставке не слажу са резултатима експеримента, наставник заједно са учеником врши корекцију и на тај начин подстиче самокорекцију, развијање логичког и апстрактног размишљања код ученика.

Пракса је показала да школски експеримент изузетно позитивно утиче на интересовање ученика за наставу физике, а самим тим и на мотивацију за учење физике, као и на развијање посматрања и уочавања повезаности међу физичким појавама и величинама. У току експеримента, ученик активно учествује у настави, чиме се постиже интерактивност у настави физике. Субјективни доживљај ученика је да је био од велике користи и на овај начин сам себе додатно мотивише за даљи рад. Радећи домаће експерименталне задатке, ученик развија практичне способности, умеће и вештине.

3. ДИДАКТИКА И ДИДАКТИЧКИ ПРИНЦИПИ

3.1. Историјски развој дидактике

Дидактика се развила као грана педагогије, а из дидактике су се издвојиле методике наставних предмета. Реч дидактика потиче од латинске речи *didactica* која има корен у старогрчкој речидidaskein (поучавати, обучавати). Термин дидактика први је употребио немачки филозоф Јохан Волфганг Ратке (Johann Wolfgang Ratke), а чешки педагог Јан Амос Коменски (Jan Amos Komensky) је својим делом „Велика Дидактика“ (*Didactica Magna*) допринео устаљивању термина нарочито у словенским и германским језицима. У складу са развојем у 16. и 17. веку, на развој дидактике знатно утичу захтеви друштва да се подучавање врши на матерњем језику уместо латинског. Ратке је уз захтев да сва деца похађају школу, поставио основна начела која су за циљ имала учење без присиле, понављање наученог, концентрацију и усклађеност породичног и школског васпитања. Развој дидактике трајао је дуго и обележен је многобројним именима, а ја ћу навести само нека од њих (ако повучемо паралелу са физиком, попут Њутна, Галијеја, Ајнштајна, Планка, итд. и њиховог значаја у развоју физике) који су имали пресудан значај за формирање дидактике као самосталне науке која се руководи дидактичким принципима.

Јан Амос Коменски је дао општу дефиницију дидактике и сматра се зачетником развоја дидактичке мисли. Залагао се за доступност образовања на матерњем језику без обзира на пол и сталеж. Имао је пресудан утицај у историјском току обликовања наставе коју ми данас познајемо из разлога што је увео принципе напредовања од општег ка посебном, од лакшег ка тежем, **принцип очигледности** и понављање и репродукцију наученог градива. Увео је школску годину, наставну недељу, наставни час, летњи распуст, разред одељење, наставни план и програм, наставне целине и јединице, уџбеник.

Јохан Хајнрих Песталоц (Johann Heinrich Pestalozzi) је детаљно разрадио **принцип очигледности**, истичући и важност принципа систематичности и поступности. Очигледност је посматрао врло широко: „Уколико више упознаш суштину или појаву било кога предмета, утолико ћеш га темељније упознати.“ Очигледност је сматрао само полазном тачком ка сазнању.

Јохан Фридрих Хербарт (Johann Friedrich Herbart) је додатно разрадио теоријске основе дидактике и захваљујући њему се дидактика издвојила као самостална педагошка дисциплина. Предмет проучавања му је био процес преношења знања од стране наставника на ученика у процесу наставе. Залагао се за активност ученика у виду преношења својих искустава у настави.

У 20. веку амерички педагог Џон Дјуи (John Dewey) и његови следбеници одбацују Хербертову дидактику по којој се преноси готово знање и стављају акценат на развијање когнитивних процеса код ученика и њихову способност примене знања у пракси. Мењају задатак дидактике, који постаје оријентисан на потребе ученика у наставном процесу.

Владимир Пољак је дидактику дефинисао на следећи начин: „Дидактика се бави проучавањем законитости образовања“. Аутор Томислав Петровић своју дефиницију излаже на следећи начин: „Дидактика је педагошка дисциплина која се бави проучавањем теорије и праксе наставе и образовања уопште“.

3.2. Остваривање дидактичких принципа у настави физике

Термин „принцип“ је латинског порекла и има више сродних значења: опште, основно, руководеће начело, основно правило, полазиште, примарни захтев, став, смерница у раду, итд. *Дидактички принципи* су општа, основна начела која важе за све наставне предмете и учеснике наставног процеса. Они су полазна тачка наставника у руковођењу организације, планирања и речизације наставе. Примена наставних метода се не може сматрати успешном, ако се не испоштују основни дидактички принципи. Дидактички принципи произилазе из законитости наставних процеса и представљају уопштени одраз наставне праксе, који су генерализовани да важе на свим нивоима и свим врстама наставе. Њихове мање уопштене случајеве представљају *дидактичка правила* (настала су на основу искустава најбољих наставника и интуиције познатих имена из педагошких истраживања), која се посебно изучавају за сваки предмет у виду методике наставних предмета. Принципи се међусобно надовезују и допуњују, па је немогуће посматрати и примењивати их у изолованом случају, већ их је неопходно посматрати као целину или јединствени систем. Принципи се формулишу на основу потреба и захтева друштва и педагошких наука, па се у складу са тим и мењају, развијају и допуњују. Не можемо их прихватати као непроменљиве и „за сва времена“.

У настави физике, најзначајнији дидактички принципи су:

- Принцип научности
- Принцип систематичности и поступности
- Принцип повезаности теорије и праксе
- Принцип свесне активности
- Принцип трајности знања
- Принцип индивидуализације наставног рада
- Принцип рационализације и економичности
- **Принцип очигледности**

Принцип научности

Овај принцип је од велике важности за наставу физике, али и за друге наставне предмете. Подразумева испуњење два захтева:

1. Дефиниције, описи и тумачење појава, извођење лабораторијских вежби и демонстрационих огледа се морају вршити у складу са достигнућима физике као савремене науке. Другим речима, наставник мора да „буде у току“ са променама које настају у развоју физике као науке.
2. Методе које се користе у настави, употреба одговарајуће наставне технологије и однос наставник-ученик мора да буде у складу са променама у дидактици, педагогији и психологији.

Принцип научности не односи се само на наставне садржаје, већ укључује и наставне методе, поступке и разне облике извођења наставе. У физици овај принцип обухвата и примену математике у настави физике (али и других наука са којима је физика повезана попут хемије, биологије, техничког образовања, географије, итд.); огледа се у повезаности теорије и праксе, остваривањем кроз експерименте, као и примени физике у савременој техници. Суштина овог принципа је да се чињенице и знање не усвајају зато што на пример ученици верују наставнику, већ да све што се учи мора да има научну позадину и доказ или објашњење.

Принцип систематичности и поступности

Овај принцип указује на планирање и логичку повезаност излаганог садржаја. Темеље овог принципа је поставио Коменски, а они се графички могу приказати на следећи начин.



Слика 1. Дидактичка правила

У основи овог принципа налазе се *дидактичка правила*, о којима је већ било речи. У савременој дидактици у односу на Коменског, налази се још једно правило „од конкретног ка апстрактном“. У случају игнорисања овог принципа, знање стечено на часовима физике било би хаотично, површно и неповезано, а самим тим и практично неупотребљиво. У Плану и Програму Министарства Просвете за физику је систематичност великим делом остварена, као и у уџбеницима предвиђеним за разреде у којима се физика изучава, јер се градиво просто надовезује на предходно стечено знање из физике.

Принцип повезаности теорије и праксе

Овај принцип је од највећег значаја за наставу физике у поређењу са осталим природним наукама. У корак са физиком иде и хемија у којој такође постоји нераскидива повезаност теорије и праксе. При првом сусрету ученика са физиком у 6. разреду основне школе, ученици долазе до сазнања да је физика теоријска и експериментална наука. Осврт на историјски развој физике као науке указује да су неке појаве и закони прво практично, а потом и теоријски доказани, а неке друге су прво имале формулацију у виду теорије која је касније експериментално и практично доказана. У физици се овај принцип највише примењује кроз експеримент (праксу), односно у виду лабораторијских вежби.

Принцип свесне активности

Основни захтеви овог принципа су:

1. Сконцентрисаност наставника физике на суштину градива и проблема који се јављају у неразумевању истог
2. Приближити ученицима разлоге и сврху учења дате теме или наставне јединице
3. Подићи ниво активности ученика на максимум у датим условима

Свесно усвајање знања, које омогућава практичну примену истог у новонасталим ситуацијама је могуће само уз одговарајуће пропратне активности. Неопходан услов за реализацију овог принципа је активно укључивање ученика у наставу, као саговорника и особу која ће учествовати у дискусијама, формирајући при томе

сопствене ставове и погледе. На овај начин се потпуно умањује ефекат механичког и шаблонског учења, увођења математичких формула без осврта на њихов физички смисао, као и учења напамет, а резултат је трајније и дубље знање. Успешна метода за постизање наведеног су добро планирана питања и задаци за контролне вежбе и усмена испитивања, која неће бити у форми питање-одговор из књиге у виду дефиниције или закона, већ питања која захтевају од ученика да преиспита знање и да логичким закључивањем дође до жељеног одговора. Овај принцип је од велике важности у формирању личности, а може да утиче на целокупан процес образовања ученика, како у позитивном, тако и у негативном смислу.

Принцип трајности знања

Принцип трајности знања је уско повезан са предходним, из разлога што ученик трајно знање може да стекне само ако је активан и укључен у наставу. Трајност знања је веома важна у физици због практично-техничке примене. Начини да се испоштује овај принцип су разноврсни, а свакако се међу њима мора наћи понављање, вежбање и утврђивање градива. Пракса је показала да ученици боље памте нешто што им је на неки начин познато, па наставник уводећи одговорајуће аналогии прави паралеле са физичким законима и појавама које објашњава, водећи рачуна да су примери занимљиви и да се односе на суштину. У случају обимне теме или целине препоручљиво је изделити на више логички повезаних јединица.

Принцип индивидуализације наставног рада

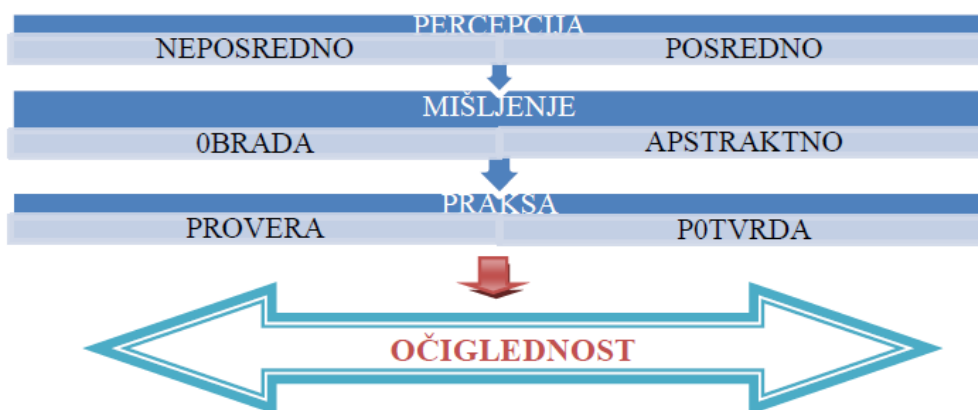
Свако људско биће је индивидуа за себе. Ученици истог разреда имају различите психо-моторне, социјалне и интелектуалне способности. Усклађујући се са потребама „просечног“ ученика, наставник видно може да оштети надарене или ученике који заостају у савлађивању градива. Из овог разлога се врши индивидуализација наставе према ученичким способностима, узимајући у обзир сваког ученика посебно. У виду редовне наставе, овај циљ се постиже задацима и захтевима различите тежине или радом у групама и паровима. Ван редовне наставе су могућности за индивидуализацију наставе шири и врше се у виду додатне и допунске наставе, секција, изборних и факултативних предмета.

Принцип рационализације и економичности

Овај принцип ставља пред наставника захтев да са што мање утрошеног времена, енергије и средстава, оствари планиране циљеве и жељене резултате. Ученике треба оспособити за примену што ефикаснијих техника учења. Наведено се постиже детаљним планирањем наставног рада уз правилну употребу наставних облика и средстава, као и добром припремом за час. Улагање у савремену образовну технологију, посебно рачунаре и образовне софтвере, доводи до економичности и рационализације наставе.

3.3. Принцип очигледности

Принцип очигледности постоји још од првобитних људских цивилизација и примитивних метода преношења знања у циљу преживљавања, преко старогрчких филозофа; другим речима овај принцип се „родео“ са првим процесом преношења знања и учења. Очигледност је незаобилазан захтев у наставном раду, од планирања до реализације часа. Реченица која описује овај принцип била би „верујем у оно што видим“. Ни у ком случају се не сме направити грешка у примени овог принципа да ученик стекне представу „верујем *само* у оно што видим“. Принцип очигледности заснива се првенствено на употреби људских чула. Универзалност овог принципа је да се он преплиће са свим осталим дидактичким принципима и присутан је у целокупном образовно-васпитном процесу.



Слика 2.

У настави физике принцип очигледности остварује се:

- ✓ Употребом разноврсног дидактичког материјала: слике, филм, анимације, симулације, графикони, илустрације, шеме, плакати, модели, скице, итд.
- ✓ Реализацијом лабораторијских вежби и демонстрационих огледа
- ✓ Извођењем математичких доказа физичке теорије или закона
- ✓ Коришћењем мисаоних експеримената

При одабиру одговарајућег дидактичког материјала треба водити рачуна о суштини проблема на који се жели указати, а циљ употребе овог принципа треба да буде отклањање сваке сумње и недоумице везане за постављени проблем. У складу са предвиђеним типом часа, наставник врши селекцију дидактичког материјала, водећи рачуна о временској компоненти. На пример, ако су за реализацију лабораторијске вежбе предвиђена два школска часа, наставник има широке могућности за одабир. У случају временске ограничености, бирају се краће анимације, симулације или демонстрације. Слике, скице, модели и графикони су незаобилазан део готово сваког часа у зависности од наставне јединице.

У настави физике, све што се даје у виду информације ученицима, попут физичких закона и тврдњи везаних за неку физичку појаву, мора на неки начин бити показано или доказано, да би се могло прихватити као веродостојно. Нарочито ако се ради о некој појави која се „коси“ са схватањима у свакодневном животу (појмови попут масе и тежине који се у свакодневном животу користе у погрешном контексту). У остваривању принципа очигледности наставник се труди да користи посматрања објекта што је могуће ближе његовој изворној стварности. У нижим разредима основне школе преовлађује чулно опажање обично у виду посматрања, из разлога што ученици, на овом узрасту, претежно упознају појавну страну појава које се изучавају. Касније се развија и моћ апстрактног мишљења. Правилна употреба принципа очигледности као резултат даје развој појмовног и апстрактног мишљења, целовито сагледавање логичких појава и процеса и узрочно-последичних веза међу објектима и појавама које се проучавају.

Са друге стране, постоје случајеви у којима поред употребе многобројних наставних средстава настава није очигледна и обрнуто: без употребе очигледних

средстава наставник може испоштовати принцип очигледности. Претераном и неприкладном употребом средстава очигледности, ученичка активност се своди само на посматрање и опажање, без активног учешћа у настави и добија се контра-ефекат од жељеног. Приказивање предмета, слика или појава није само по себи довољно и ако нема мисаоне активности ученика, суштина овог принципа се губи.

Коришћење мисаоног експеримента у процесу наставе није довољно заступљено, иако је ово један економичан и увек доступан начин за остваривање принципа очигледности. Експеримент нам понекад пружа недовољно знање због ограничених техничких могућности у лабораторијама, опасности за експериментатора или недоступне опреме неопходне за реализацију лабораторијског експеримента. За разлику од лабораторијског, мисаони експеримент је фиктиван и изводи се у лабораторији ума. Мисаони експеримент нам помаже у поимању апстрактних појмова и појава користећи око ума. Од велике је важности за развијање маште код ученика. Улогу и значај маште у физици истицала су многобројна звучна имена физике, а један од њих је био и Ајнштајн. У областима попут квантне механике и теорије релативитета мисаони експеримент је имао кључну улогу.

Очигледност не значи употребу што више средстава истовремено. Бирањем конкретних типичних примера на основу којих ће ученик уочити основна обележја закона, појмова и правила, доћи до уопштене формулације истих и на тај начин омогућити стицање практично применљивог и трајнијег знања. Честа грешка са којом се сусрећемо у наставном процесу је неадекватна употреба илустрација у оквиру принципа очигледности. Ова грешка се манифестује у излагању чињеница и карактеристика непознате појаве, а после излагања се дају илустрације употребом одабраних дидактичких средстава. Очигледност се никако не може „надовезати“ на већ изложени наставни садржај, већ мора да тече упоредо са излагањем или се илустрације дају пре започетог излагања.

Циљ употребе принципа очигледности треба да буде уочавање прво појединачних карактеристика физичке појаве кроз типичне примере, а затим уопштавање истих, извођењем генералних закључака или закона који ће бити применљиви на разнолике случајеве. Апстрактно мишљење је у уској вези са информацијама које добијамо

чулним путем. Чулна искуства представљају темељ, чијом се даљом мисаоном прерадом изводе генерализације. Наставник ни у ком случају не сме да направи грешку претераном употребом очигледности и да на тај начин спречи развијање апстрактног мишљења код ученика.

4. ТЕОРИЈСКИ ДЕО

4.1. Интензитет и густина струје

Електрична струја настаје усмереним кретањем електрицитета под дејством електричног поља. Покретљива наелектрисања која образују струју су електрони, позитрони или јони. Уводећи аналогije из механике флуида, кретање електричне струје (у даљем тексту струје) може се упоредити са струјањем флуида. *Интензитет (јачина) електричне струје* кроз попречни пресек проводника представља количник протекле количине електрицитета у јединици времена:

$$I = \frac{dq}{dt} \quad (4.1)$$

Једначина (4.1) истовремено представља дефиницију *тренутне струје*.

Електрична струја сразмерна је брзини протицања електрицитета кроз попречни пресек проводника. Ако се протицање односи на стационарни ток, тј. ако је константа са променом времена, може се написати:

$$I = \frac{q}{t} \quad (4.2)$$

Просечна (средња) струја I се дефинише као количник укупног помереног наелектрисања Δq и временског интервала у коме се врши тај померај Δt :

$$I = \frac{\Delta q}{\Delta t} \quad (4.3)$$

Јединица мере за јачину електричне струје представља струју при којој у стационарном току протекне јединица количине електрицитета у јединици времена и назива се *Ампер* (А).

$$1\text{A} = \frac{1\text{C}}{1\text{s}}$$

Јачина електричне струје је скаларна величина. По конвенцији се смер струје узима у смеру кретања позитивног наелектрисања.

Подела струје у односу на њен интензитет:

- Променљива;

- Стална.

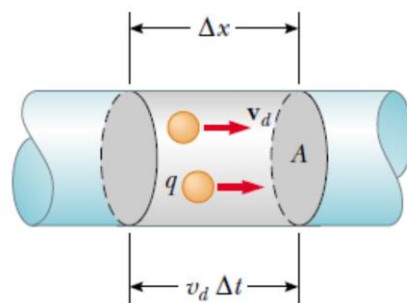
Најједноставнији облик је стална струја, тј. струја сталног интензитета.

Подела струје у односу на смер:

- Једносмерна;
- Наизменична.

Једносмерна је она струја која увек тече у истом смеру. Наизменична струја периодично мења свој смер. Говорећи о смеру струје, треба нагласити да се не мисли на геометријски смер у простору, већ на смер струје у проводницима, који могу бити различитог облика.

На слици 3. је представљен део металног проводника кроз који протиче електрична струја. Посматрајмо дужину проводника Δx коју електрони пређу за време dt крећући се средњом брзином v_d . Нека је попречни пресек проводника A , запремина дела проводника ће бити $V = A\Delta x = Av_d dt$. Ако је n број слободних електрона у јединици запремине проводника (односи се само на електроне који се крећу), укупно наелектрисање у посматраној запремини проводника ће износити $dq = neV = neAv_d dt$, где је e елементарна количина наелектрисања. На основу овога, једначину (4.1) можемо написати у облику:



Слика 3.

$$I = \frac{dq}{dt} = \frac{neAv_d dt}{dt} = neAv_d \quad (4.4)$$

Густина електричне струје једнака је количнику интензитета струје и површине кроз коју количина електрицитета протиче:

$$J \equiv \frac{I}{A} = nev_d \quad (4.5)$$

Јединица мере густине електричне струје је $\frac{A}{m^2}$. Густина струје је векторска величина и усмерена је као и кретање позитивног наелектрисања:

$$\vec{J} = ne\vec{v}_d \quad (4.6)$$

Правећи паралелу са механиком, количина електрицитета по јединици запремине дефинише се као *запреминска густина електрицитета* и износи:

$$\rho = ne \quad (4.7)$$

$$I = \vec{J} \cdot \vec{A}$$

$$dI = \vec{J} \cdot d\vec{A} \quad (4.8)$$

$d\vec{A}$ је вектор елементарне површине кроз кроју протиче струја. Из једначине (4.8) изводи се још једна могућност дефиниције електричне струје. Интеграљењем једначине (4.8) добија се израз

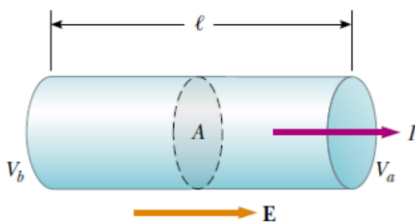
$$I = \int_A \vec{J} \cdot d\vec{A} \quad (4.9)$$

на основу којег се јачина електричне струје може дефинисати на следећи начин:

Јачина електричне струје кроз неку површину једнака је флуксу вектора густине струје кроз ту површину. Без обзира што се на овај начин „језиком“ електродинимике јачина струје дефинише преко густине струје, у физици је ипак примарна величина јачина електричне струје из које се изводи појам и дефиниција густине струје.

4.2. Електрична отпорност и Омов закон

Електрична отпорност. На слици 4. је приказан хомогени метални проводник



Слика 4.

сталног попречног пресека A и дужине l на чијим је крајевима успостављен напон $U = V_a - V_b$. У оваквом проводнику ће електрично поље бити хомогено и износиће

$$E = \frac{U}{l} \quad (4.10)$$

Са друге стране густина струје је пропорционална јачини електричног поља; константа пропорционалности је електрична проводљивост σ :

$$J = \sigma E = \sigma \frac{U}{l} \quad (4.11)$$

Комбинацијом једначина (4.5) и (4.11) коначно се добија:

$$U = \frac{l}{\sigma} J = \left(\frac{l}{\sigma A} \right) I \quad (4.12)$$

Величина

$$R = \frac{l}{\sigma A} = \rho \frac{l}{A} \quad (4.13)$$

назива се *електрична отпорност*; $\rho = \frac{1}{\sigma}$ представља *специфичну отпорност* (специфични отпор). Специфична отпорност зависи од карактеристика материјала и од температуре.

Јединица мере за електричну отпорност је Ω (ом), а ом се дефинише као један волт по амперу:

$$1\Omega = \frac{1V}{1A}$$

Зависност отпорности од температуре код метала

Отпорност металног проводника расте са повећањем температуре. Ова појава се може објаснити чињеницом да је термичко кретање електрона и атома при вишим температурама много израженије него на нижим температурама, а последица оваквог кретања је већа отпорност на макроскопском нивоу. Резултати добијени експерименталним путем за отпорности једног истог метала на различитим температурама формирају на графику једну криву, која се у грубој апроксимацији може сматрати правом чија се једначина даје у следећем облику:

$$\rho = \rho_0 [1 + \alpha(t - t_0)] \quad (4.14)$$

где је ρ је специфична отпорност на температури T (изражена у степену Целзијусу), а ρ_0 је специфична отпорност на температури T_0 (обично на температури 20°C), α је *термички коефицијент* електричне отпорности и може се изразити као

$$\alpha = \frac{1}{\rho_0} \frac{\Delta\rho}{\Delta T}, \quad (4.15)$$

где су $\Delta\rho = \rho - \rho_0$ и $\Delta T = T - T_0$, редом, промене у специфичном отпору и температури. Јединица мере за термички коефицијент електричне отпорности је $\frac{1}{^\circ\text{C}}$.

Из пропорционалности специфичне отпорности и отпорности проводника добија се једначина зависности електричне отпорности од температуре:

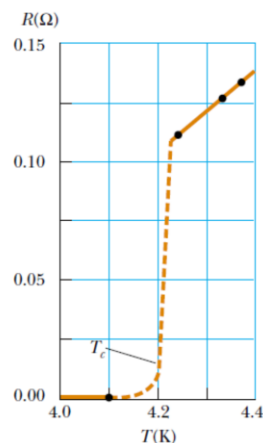
$$R = R_0 [1 + \alpha(T - T_0)] \quad (4.16)$$

Метали најбоље проводе електричну струју и као електрични проводници имају широку примену у пракси. Тела која најслабије проводе струју називају се изолаторима. Примена изолатора је у пракси распрострањена у истој мери колико и примена проводника. Постоје и тела која се по својој проводљивости струје налазе

између проводника и изолятора и називају се полупроводници, који су исто као и проводници и изолатори пронашли своје место у практичној примени. Најважнији полупроводници су германијум, силицијум, угљеник и оксиди неких метала.

Суперпроводници

У близини апсолутне нуле неки чисти метали, бројне легуре и једињења показују необично понашање у погледу отпорности: приликом хлађења отпор на некој одређеној температури - у веома уском температурном интервалу - скоковито се смањује до немерљиве мале вредности, односно практично до нуле. Другим речима, на температурама блиским апсолутној нули електрична струја може неко време да тече кроз отпорник без електромоторне силе која обезбеђује напон на крајевима проводника. На ниским температурама блиским апсолутној нули, проводници се понашају као идеални проводници. Ова појава се назива *суперпроводност* и њу је открио 1911. Камерлинг Онес (Kamerlingh Onnes) код живе.



Слика 5.

Зависност њеног отпора од промене температуре приказана је на слици 5. Са графика се види да је критична температура за живу 4,2K и на температурама нижим од ове температуре вредност отпора је практично једнака нули.

Метали који се понашају као жива на температурама нижим од критичне, називају се суперпроводници. Данас има на хиљаде суперпроводника, који имају веома широку практичну примену. Међутим, важно је напоменути да данас постоје бројни новосинтетизовани материјали, тзв. *високотемпературни суперпроводници* који суперпроводљивост испољавају на релативно високој температури од око стотинак келвина.

Омов закон. Експериментално је утврђена зависност између отпорности и дужине проводника, а са друге стране и зависност интензитета струје од електричне отпорности и напона. Добијена формулација представља **Омов закон** који гласи:

Интензитет струје обрнуто је сразмеран електричној отпорности проводника, а директно сразмеран напону на крајевима проводника. Математичка форма Омовог закона гласи:

$$I = \frac{U}{R}$$

$$J = \frac{I}{A} = \frac{1}{\rho} E = \sigma E \quad (4.17)$$

Враћајући се на дефиницију густине електричне струје, она се сада може исказати и у облику:

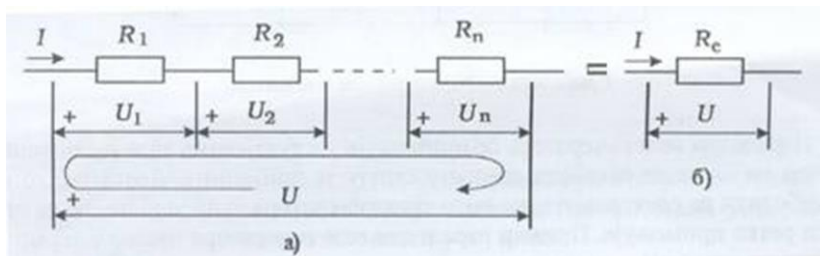
Једначина (4.17) представља још један облик Омовог закона.

Везивање отпорника

Отпорници се у електричном колу могу везати:

- Редно (серијски);
- Паралелно;
- Мешовито.

Редна веза. Ова веза приказана је на слици 6. Полазећи од Омовог закона, кроз n отпорника који су везани редно протиче иста струја I . На крајевима сваког отпорника који се налази у редној вези постоји напон у складу са Омовим законом. Укупан напон једнак је збиру појединачних напона на сваком од отпорника.



Слика 6.

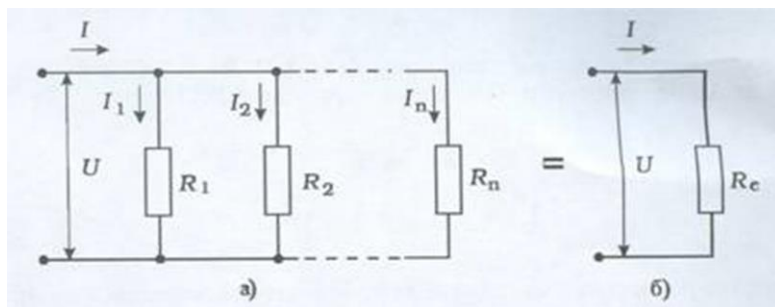
$$\begin{aligned} U_1 &= IR_1 \\ U_2 &= IR_2 \\ &\vdots \\ U_n &= IR_n \end{aligned} \quad (4.18)$$

$$\begin{aligned} U &= U_1 + U_2 + \dots + U_n \\ RI &= R_1I + R_2I + \dots + R_nI \\ R &= R_1 + R_2 + \dots + R_n \end{aligned}$$

$$R_e = \sum_{i=1}^n R_i \quad (4.19)$$

одакле следи да је *еквивалентна отпорност* R_e за више отпорника који су редно везани једнака је збиру њихових појединачних отпорности.

Паралелна веза. На слици 7. приказана је паралелна веза n отпорника. У складу са Омовим законом, на крајевима паралелно везаних отпорника влада исти напон који је једнак напону на еквивалентној отпорности. Са друге стране, укупни интензитет струје једнак је збиру интензитета у појединачним отпорностима.



Слика 7.

$$I = I_1 + I_2 + \dots + I_n \quad (4.20)$$

$$U = U_1 = U_2 = \dots = U_n \quad (4.21)$$

$$RI = R_1 I_1 = R_2 I_2 = \dots = R_n I_n$$

Елиминацијом интензитета струје из једначина (4.20) и (4.21) коначно се добија:

$$\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \dots + \frac{1}{R_n}$$

$$\frac{1}{R_e} = \sum_{i=1}^n \frac{1}{R_i} \quad (4.22)$$

односно, реципрочна *еквивалентна отпорност* паралелно везаних отпорника једнака је збиру реципрочних вредности појединачних отпорности.

4.3. Рад и снага електричне енергије. Џулов закон

Под дејством електричног поља електрони се убрзавају услед преноса кинетичке енергије. У судару електрона са атомима, кинетичка енергија се преноси и долази до загревања проводника. Рад који електрони примају од електричног поља, који у проводнику манифестује у виду загревања, назива се *рад електричне струје*. Као што је већ речено при дефинисању интензитета електричне струје, кроз попречни пресек проводника S , у елементу времена dt протекне $nSvdt$ електрона, при чему сваки електрон добије eU кинетичку енергију од електричног поља, па је укупни рад једнак:

$$dA = neSvUdt \quad (4.23)$$

Заменом једначине (4.4) у једначину (4.23) (са разликом у ознаци површине попречног пресека из практичних разлога да се не би помешала са ознаком за рад $A = S$), добија се:

$$dA = UI dt$$

$$A = \int_0^t UI dt \quad (4.24)$$

У случају када су напон и електрична струја константни у времену и рад је сталан у временском интервалу t и једнак је:

$$A = UI t \quad (4.25)$$

При константној струји и напону, *рад електричне струје* једнак је производу напона, јачине струје и времена протикања струје.

Количник извршеног рада и времена за које се тај рад изврши, тј. брзина вршења рада, назива се снага. *Снага електричне струје* једнака је производу напона и интензитета струје:

$$P = \frac{dA}{dt} = UI \quad (4.26)$$

Јединица мере за снагу је W (ват). Снага јачине један ват добија се при напону од једног волта и јачине струје од једног ампера:

$$1W = 1V \times 1A$$

У случају када се део струјног кола састоји само од металног проводника, укупан рад се претвара у топлоту. Отпорност R представља термогени отпор, који се често назива и омски отпор. Ако се у једначину (4.26) уврсти израз за напон у складу са Омовим законом, добија се:

$$P = (RI)I = RI^2 \quad (4.27)$$

Ова снага представља развијену топлоту у јединици времена или другим речима брзину развијања топлоте, која не зависи од смера струје:

$$\frac{dQ}{dt} = RI^2$$

$$dQ = RI^2 dt = UI dt$$

$$Q = RI^2 t \quad (4.28)$$

Једначина (4.28) представља закон до кога је Џул (James Prescott Joule) дошао експерименталним путем. Овај закон познат је под именом Џулов закон и он гласи:

Количина топлоте развијене у проводнику једнака је производу квадрата јачине струје, отпорности и времена у току којег се топлота развије.

Количина топлоте која се развија у проводнику назива се и Џулова топлота. Она има широку примену у пракси. Сви апарати за грејање користе топлоту добијену радом електричне струје. Поред позитивних ефеката, Џулова топлота има и своје негативне ефекте који се манифестују у виду губитака кроз проводнике; губици се смањују употребом добрих проводника који имају малу специфичну отпорност (Џулова топлота је директно сразмерна електричној отпорности, па ће смањење отпорности директно довести до смањења губитака) попут бакра или алуминијума, јер употреба злата и сребра није економична.

5. ОБРАДА ОДАБРАНИХ НАСТАВНИХ ЈЕДИНИЦА НАСТАВНЕ ТЕМЕ „ЕЛЕКТРИЧНА СТРУЈА“

При обради наставних јединица наставне теме „Електрична струја“ у два одељења осмог разреда, једном одељењу је градиво излагано на „класичан“ начин, а другом одељењу, које је на основу лошијих резултата на иницијалном тесту одабрано за експериментално одељење, су наставне јединице излагане уз наглашеност принципа очигледности. Припреме су урађене за одељење које је наставне јединице слушало на „класичан“ начин, а за експериментално одељење сам нагласила шта је урађено уместо чега у односу на „класично“ излагање и које су резултате на овај начин остварили ученици експерименталног одељења.

Обрада наставне јединице „Услови за настанак и деловање електричне струје. Једносмерна и наизменична струја. Јачина електричне струје.“

Припрема за час је урађена за контролно одељење. После структуре и тока наставног часа за контролно одељење, дат је изглед табле, а потом и изглед часа експерименталног одељења са детаљним образложењем експеримената и демонстрација које су рађене, заједно са обрадом резултата и закључцима до којих су дошли ученици експерименталног одељења.

Школа: О.Ш.“Иван Горан Ковачић“		Наставник: Југослава Балаћ	Разред и одељење: VIII _a , VIII _b	Датум: 15. 01. 2014.
Место: Сонта		Локација рада: Кабинет физике	Редни број часа: 34	
Наставни предмет: Физика				
Наставна тема		Електрична струја		
Наставна јединица		Услови за настанак и деловање електричне струје.Једносмерна и наизменична струја. Јачина електричне струје.		
Тип часа		Обрада новог градива		
Образовни стандарди:		ФИ.1.3.1. ФИ.2.4.1.		
Облик рада		Фронтални, индивидуални, групни.		
Наставне методе		Монолошка, дијалогска, демонстрациона, илустрациона		
Наставна средства		2 електрометра, проводник, креда, табла		
Циљ часа		Ученици треба да знају: • Појам и дефиницију електричне струје • Јединицу мере за струју, као и веће и мање јединице које се користе у пракси • Технички и физички смер струје		

<i>Оперативни задаци наставног часа:</i> <i>-Образовни:</i> • Усвајање основних знања о условима настанка електричне струје • Схватање разлике између техничког и физичког смера струје • Усвајање дефиниције јачине електричне струје и мерне јединице <i>-Функционални:</i> • Развијање логичког мишљења и закључивања, способности за повезивање физичких појава • Повезивање знања с наученим из претходне теме • Примена знања и вештина анализом експеримената <i>-Васпитни:</i> • Развијање способности опажања и научног погледа на свет; развијање интереса за физику и остале природне науке, подстицање радозналости и развијање истраживачких способности.
Задатак наставника: Одабир демонстрација које су најприкладније за разумевање потпуно нових физичких величина и појмова, мотивисати ученика да активно учествују у дискусији и извођењу закључака, провера новостечених знања у завршном делу часа.
Задатак ученика: Активно учествовање, самостално размишљање, одговарање на постављена питања и израда задатка на крају часа.
Временски ток часа: 1. Уводни део часа: 5 минута 2. Главни део часа: 35 минута 3. Завршни део часа: 5 минута

СТРУКТУРА И ТОК НАСТАВНОГ ЧАСА

Уводни део часа (5 минута)

Понављање градива наставне теме Електрично поље које је у уској вези са појавом и интензитетом електричне струје.

Пиитање: Како су наелектрисани електрони, а како протони?

Очекивани одговор: Електрони су негативно наелектрисане честице, а протони позитивно наелектрисане честице.

Питање: Шта је напон и која је његова мерна јединица?

Очекивани одговор: Напон је разлика потенцијала, мерна јединица је волт (V)

Питање: Шта су електричне линије сила?

Очекивани одговор: Електричне линије сила су замишљене линије, које се поклапају са правцем дејства електричног поља.

Питање: Којом физичком величином описујемо деловање електричног поља и који је њен правац и смер?

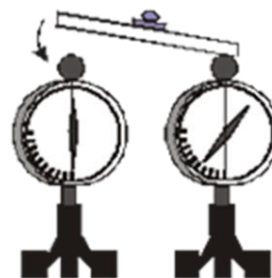
Очекивани одговор: Физичка величина којом се описује утицај електричног поља назива се јачина електричног поља (E). Правац и смер су исти као и смер силе којом електрично поље делује на позитивно наелектрисање.

Главни део часа (35 минута)

Демонстрација огледа број 1. (слика 8.):

Један од два електрометра се наелектрише, а други остаје ненаелектрисан. Електрометри се споје проводником. Шта се запажа?

Очекивани одговор: Дошло је до преласка електрона са једног електрометра на други.

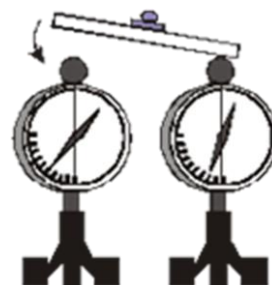


Слика 8.

Демонстрација огледа број 2. (слика 9.):

Оба електрометра се наелектришу истом врстом наелектрисања, али различитим количинама и споје се проводником. Шта се запажа?

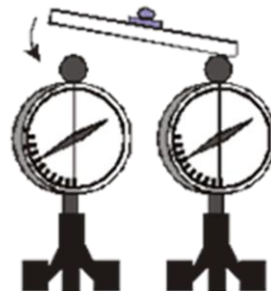
Очекивани одговор: Дошло је до преласка електрона, услед тежње за изједначавањем наелектрисања.



Слика 9.

Демонстрација огледа број 3. (слика 10.):

Оба електрометра наелектрисати истом количином, али различитом врстом наелектрисања и спојити их проводником.



Слика 10.

Шта се запажа?

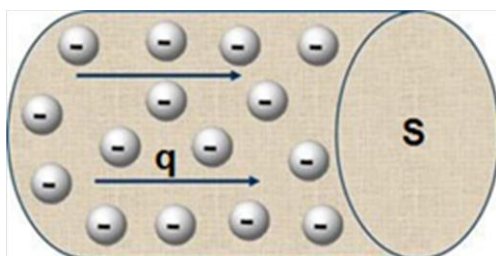
Очекивани одговор: Електрометри се услед преласка електрона са негативно наелектрисаног електрометра на позитивно наелектрисан електрометар, разелектришу. У овом процесу се ствара краткотрајна струја. Позитивно наелектрисан електрометар се налазио на вишем, а негативно наелектрисан електрометар на nižем потенцијалу.

Из наведених огледа изводи се закључак и дефиниција појма електричне струје: **Неопходан услов за настанак електричне струје је разлика потенцијала, тј. електрични напон.**

Усмерено кретање наелектрисања кроз проводник у електричном пољу је електрична струја. Смер електричне струје је увек од тачке вишег потенцијала ка тачки нижег потенцијала.

Сама дефиниција појма електричне струје не даје довољно информација о количини електрицитета који се преноси, као ни о времену за које се тај процес изврши. Из

овог разлога се уводи физичка величина-јачина електричне струје (I).



Слика 11.

Јачина електричне струје представља количину електрицитета која се у јединици времена пренесе кроз попречни пресек проводника.

$$I = \frac{q}{t},$$

где је q протекла количина наелектрисања, а t време протцања наелектрисања. Јачина електричне струје је основна физичка величина.

Ознака: I

Мерна јединица: А (ампер) $1\text{A} = \frac{1\text{C}}{1\text{s}}$

У пракси се користе веће и мање мерне јединице од ампера:

$$1\text{ kA} = 1000\text{ A} = 10^3\text{ A}$$

$$1\text{ mA} = 0,001\text{A} = 10^{-3}\text{ A}$$

$$1\text{ MA} = 1000000\text{ A} = 10^6\text{ A}$$

$$1\text{ }\mu\text{A} = 0,000001\text{ A} = 10^{-6}\text{ A}$$

Ако је кретање наелектрисања кроз проводник увек у истом смеру и не мења се током времена, говоримо о *сталној једносмерној струји*. Смер кретања наелектрисања у проводнику може да буде и променљив.

Електрична струја која периодично мења смер и јачину, назива се *наизменична струја*.

Смер струје је одређен још у време када се није познавала природа наелектрисања, па је усвојено да струја тече од позитивног ка негативном полу извора и то је технички смер струје. Физички смер струје се поклапа са смером кретања слободних електрона у електричном пољу и супротан је од техничког смера струје.

Завршни део часа (5 минута)

Пример из уџбеника из секције *Примери* на страни бр. 42.

Одредити јачину електричне струје електронског снопа који осветљава екран компјутера ако током једне секунде у екран удари 10^{13} електрона. $e = 1,6 \cdot 10^{-19}\text{ C}$

Решење: Укупна количина наелектрисања која за једну секунду прође кроз попречни пресек електронског снопа је $q = ne$, где је n број електрона, а e елементарна количина наелектрисања.

$$n = 10^{13}\text{ електрона}$$

$$\underline{e = 1,6 \cdot 10^{-19}\text{ C}} \quad I = \frac{q}{t} = \frac{ne}{t} = \frac{10^{13} \cdot 1,6 \cdot 10^{-19}\text{ C}}{1\text{ s}} = 1,6 \cdot 10^{-6}\text{ A} = 1,6\text{ }\mu\text{A}$$

$I = ?$

ИЗГЛЕД ТАБЛЕ

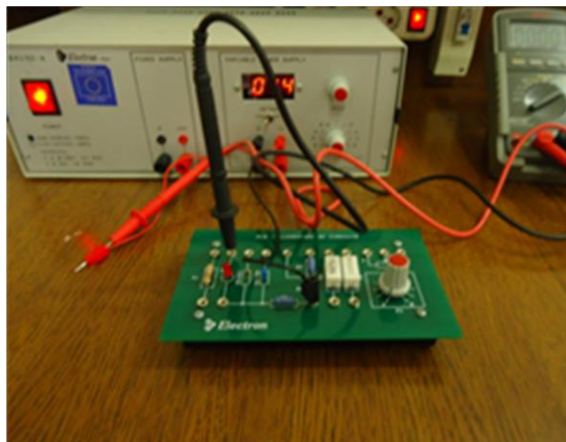
Услови за настанак и деловање електричне струје. Једносмерна и наизменична струја. Јачина електричне струје.	
Јачина електричне струје I	сразмерна је количини наелектрисања $\sim q$
	обрнуто је сразмерна времену $\sim 1/t$
Електрична струја: једносмерна и наизменична	
Мерна јединица: $[I] = A$;	Друге мерне јединице
	$1 \text{ kA} = 1000 \text{ A} = 10^3 \text{ A}$
	$1 \text{ MA} = 1000000 \text{ A} = 10^6 \text{ A}$
$n = 10^{13}$ електрона	
<u>$e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$</u>	
$I = ? \quad I = \frac{q}{t} = \frac{ne}{t} = \frac{10^{13} \cdot 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}}{1 \text{ s}} = 1,6 \cdot 10^{-6} \text{ A} = 1,6 \mu\text{A}$	

Експериментално одељење VIIa

Код експерименталног одељења после закључка да је разлика потенцијала неопходан услов за настанак и протицање електричне струје која није краткотрајна, демонстрација утицаја напона на појаву електричне струје у елементарном струјном колу. Овом демонстрацијом се постиже суштинско разумевање разлике између електричне струје и јачине електричне струје.

Елементарно струјно коло

Елементарно струјно коло се састоји од извора, сијалице (потрошача) и отпорника. Наставник одмах уводи поделу на једносмерну и наизменичну струју, на основу карактеристика извора који се користи у демонстрацији. Повећавањем вредности напона на извору, долазимо до вредности када ће сијалица почети да светли. Смањивањем напона испод одређене вредности, сијалица ће се угасити. Следећи видео приказује описани експеримент.



Слика 12.



MOV02702.AVI

Наставник показује да за вредности напона мање од $1,4\text{ V}$ нема ни протицања електричне струје, јер сијалица не светли. Уводимо дефиницију јачине електричне струје и врсте струје.

У завршном делу часа због другачијег распореда времена, задатак који је рађен на часу код другог одељења, експериментално одељење има за домаћи.

Припрема за обраду наставне јединице „Деловање електричне струје. Проводници и изолатори.“

Припрема је урађена за контролно одељење, а после структуре и тока часа, дат је изглед табле. За експериментално одељење је наведен употребљени видео материјал који илуструје кретање наелектрисања код проводника и полупроводника, као и разноврсна дејства електричне струје која имају велику практичну примену.

Школа: О.Ш.“Иван Горан Ковачић“		Наставник: Југослава Балаћ	Разред и одељење: VIII _a , VIII _b	Датум: 21. 01. 2014.
Место: Сонта		Локација рада: Кабинет физике	Редни број часа: 35.	
Наставни предмет: Физика				
Наставна тема	Електрична струја			
Наставна јединица	Деловање електричне струје. Проводници и изолатори.			
Тип часа	Обрада новог градива			
Образовни стандарди:	ФИ.1.3.1. Ф.И. 1.3.2. Ф.И.2.3.1. Ф.И.2.3.5 ФИ.2.4.1.			
Облик рада	Фронтални, индивидуални, групни			
Наставне методе	Монолошка, дијалошка, демонстрациона, илустрациона			
Наставна средства	Електроскоп, рачунар са пројектором, листићи са исписаним именима супстанци и предмета			
Циљ часа	Ученици треба да науче: • да изолатори не проводе, а проводници проводе електричну струју, • врсте проводника, • која се дејства електричне струје користе у свакодневном животу и у којим ситуацијама.			
Оперативни задаци наставног часа:				
- Образовни: • Усвајање основних знања о врстама проводника, полупроводника и изолатора • Схватање значаја електричне струје кроз њена различита дејства - Функционални: • Развијање логичког мишљења и закључивања, способности за повезивање физичких појава • Повезивање знања с наученим из претходне теме • Примена знања и вештина анализом експеримената				

- <i>Васпитни:</i> • Развијање интереса за физику и остале природне науке • Економично коришћење електричне енергије.
Задатак наставника: Одабир демонстрација које су најприкладније за разумевање потпуно нових физичких величина и појмова, мотивисати ученика да активно учествују у дискусији и извођењу закључака, провера новостечених знања у завршном делу часа.
Задатак ученика: Активно учествовање, самостално размишљање, одговарање на постављена питања и на питања на крају часа у писменом облику.
Временски ток часа: 1. Уводни део часа: 5 минута 2. Главни део часа: 30 минута 3. Завршни део часа: 10 минута
Евауација:

СТРУКТУРА И ТОК НАСТАВНОГ ЧАСА

Уводни део часа (5 минута)

Понављање појмова који су неопходни за нову наставну јединицу.

Питање: Како смо поделили материјале према проводности?

Очекивани одговор: На проводнике, изолаторе и полупроводнике.

Питање: Шта је електрична струја?

Очекивани одговор: Електрична струја је усмерено кретање наелектрисања кроз проводник у електричном пољу.

Питање: Која је основна мерна јединица јачине електричне струје?

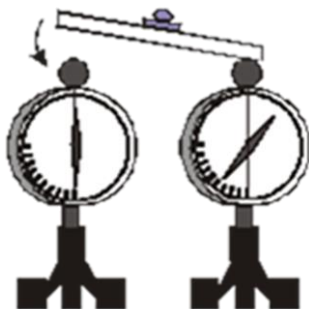
Очекивани одговор: А (ампер)

Питање: Где се користи електрична струја?

Очекивани одговор: У домаћинству, за осветљење, за грејање, код разних електричних уређаја., итд. (наставник на табли записује само примере које ће моћи да искористи код груписања дејства електричне струје)

Главни део часа (30 минута)

Оглед број 1. (слика 13.):



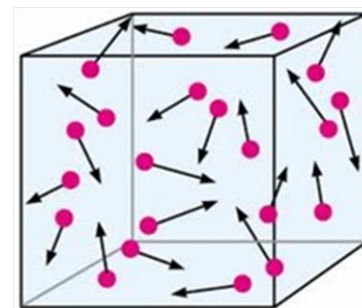
Слика 13.

Ако се један од 2 електроскопа наелектрише, па се потом споје стакленом шипком, шта ће се догодити?

Очекивани одговор: Неће доћи до кретања наелектрисања јер су спојени стакленом шипком, а не проводником.

Закључак: стаклена шипка не проводи струју - она је изолатор.

Наставник објашњава разлику у структури између проводника и изолатора (корелација са хемијом). У металима (проводницима) услед грађе у виду кристалне решетке, долази до ослобађања електрона од атома и до хаотичног кретања електрона унутар решетке. Ослобођени електрони називају се **слободни електрони** из разлога што се могу готово слободно кретати унутар кристалне решетке. Носиоци електричне струје у металу су слободни електрони. Код изолатора су сви електрони чврсто везани за атоме и не постоји могућност кретања електрона. Када се метал унесе у електрично поље, услед дејства поља електрони почињу усмерено да се крећу.



Слика 14.

Проводници се деле на:

1. метале и графит, графен - носиоци протока наелектрисања су електрони; код графена су угљеникови атоми везани као и код графита, али у равни - откривен је 2004. године.
2. растворе киселина и соли- носиоци протока наелектрисања су јони;

3. гасове - под одређеним условима (високи напон), носиоци протока су јони и електрони.

Полупроводници нагло повећавају своју електропроводљивост под утицајем промене спољних фактора. То су елементи IV, V и VI групе периодног система, а најпознатији су силицијум и германијум. Наставник допуњује поделу суперпроводницима о којима се не учи у основној школи.

На основу примера из уводног дела часа, наставник ако је потребно допуњава примере и групише дејства електричне струје:

1. светлосно дејство - електрична енергија се претвара у светлосну енергију:
 - сијалице, неонске лампе, светлеће диоде
2. топлотно дејство - електрична енергија се претвара у топлотну енергију:
 - решо, пегла, бојлер, грејалица
3. механичко дејство - електрична енергија се претвара у механичку енергију:
 - вентилатор, веш машина или једном речју електромотори
4. магнетно дејство - електромагнети су завојнице са гвозденим језгром, које се намагнетише при протицању струје кроз завојницу; њихова примена је широка а неки од примера су:
 - релеј
 - електромагнетна дизалица
 - електрично звонце
5. хемијско дејство (слика 15.) - користи се у индустрији за добијање чистог алуминијума, бакра и других метала и ова појава се назива електролиза. Сличан поступак користи се и при никловању, хромирању или позлаћивању металних предмета и назива се галванизација. Батерија је пример претварања хемијске енергије у електричну.



Слика 15.

Важно је нагласити да наведени процеси нису једносмерни, тј. други облици енергије се могу претварати у електричну енергију као на пример у термоелектранама где се

топлотна енергија ротацијом турбине прво претвара у механичку, а потом у генераторима у електричну енергију. За све наведене процесе ваћи закон одржања енергије.

Сви наведени уређаји у којима се електрична енергија претвара у неки други вид енергије се једним именом називају **потрошачи**.

Завршни део часа (10 минута)

Наставник дели листиће са исписаним именима супстанци и предмета, а ученици у писменом облику сврставају понуђене супстанце у табелу. По завршетку индивидуалног рада, наставник заједно са ученицима попуњава табелу на табли.

ИЗГЛЕД ТАБЛЕ

Деловање електричне струје. Проводници и изолатори.

Стакло	Гвожђе	Вода и со	Ваздух, када севне муња
Уље	Бакар	Вода са чесме	Неонке
Шећер	Злато	Раствор у акумулатору	Флуоресцентне сијалице
Пластика	Графит	Вода и сирће	Штедљиве сијалице
Дрво (суво)	Алуминијум	Вода и шећер	Варница кад додирнеш металну кваку
Вода (дестилована)	Гвожђе	Воћни сок	



ИЗОЛАТОРИ	ПРОВОДНИЦИ		
	Чврсти материјали	Течности	Гасови

Дејство електричне струје: - механичко

- светлосно

- хемијско

- топлотно

- магнетно

Експериментално одељење VIIа

Ученици имају потешкоће да схвате како се заправо електрони „хаотично“ крећу у металу, па је следећи анимирани видео најбољи приказ тог кретања.

Наставник одмах по завршетку Огледа 1. пушта ученицима видео, паралелно са којим објашњава кретање слободних електрона и како се наелектрисање креће у полупроводницима. После одгледаног видеа, њихово разумевање кретања слободних електрона се свакако разликује од нивоа усвојености овог кретања групе која није гледала видео.

<https://www.youtube.com/watch?v=KprFTxjQAoE>

Како долази до кретања наелектрисања код полупроводника, који су то спољни фактори који утичу на отпуштање електрона који су чврсто везани и шта се дешава када се полупроводник стави у електрично поље, такође приказујемо анимираним видеом.

<https://www.youtube.com/watch?v=kD1O9B5CUUw>

По груписању дејства електричне струје, пуштамо видео који приказује магнетно дејство електричне струје- модел електричног звона који су направили ученици осмог разреда на техничком образовању.

<http://www.youtube.com/watch?v=6plv6pvHPVc>

Најједноставнији електромотор уз демонстрацију прављења за неколико секунди-механичко дејство електричне струје такође приказујемо уз помоћ видеа:

<http://www.youtube.com/watch?v=zyN5azTucLM>

Припрема за обраду наставне јединице „Електрични извори. Мерење јачине и напона електричне струје.“

Структура и ток наставног часа приказују час контролног одељења, одмах потом следи изглед табле. Час експерименталног одељења се огледа у практичном раду са амперметром и волтметром, мерењем електричне струје и напона.

Школа: О.Ш.“Иван Горан Ковачић“	Наставник: Југослава Балаћ	Разред и одељење: VIII _a , VIII _b	Датум: 22.01.2014.
Место: Сонта	Локација рада: Кабинет физике	Редни број часа: 36.	
Наставни предмет: Физика			
Наставна тема	Електрична струја		

Наставна јединица	Електрични извори. Мерење јачине и напона електричне струје.
Тип часа	Обрада новог градива
Образовни стандарди:	Ф.И.1.4.1. Ф.И. 1.4.2. Ф.И. 1.4.5. Ф.И.2.3.2 Ф.И. 2.4.1. Ф.И. 2.4.3. Ф.И. 3.3.1. Ф.И. 3.4.1. Ф.И.3.4.2.
Облик рада	Фронтални, индивидуални
Наставне методе	Монолошка, дијалoшка, демонстрациона, илустрациона
Наставна средства	Амперметар, волтметар, извор, макета струјног кола са елементима
Циљ часа	Ученици треба да: • науче како се мере јачина струје и напон, • разумеју како се везују амперметар и волтметар у електрично коло. • знају који су извори електричне струје, • знају који су основни елементи струјног кола,
<i>Оперативни задаци наставног часа:</i> - <i>Образовни:</i> • Усвајање основних знања о начину представљања електричног кола – шематско представљање • Разумевање да електрична струја не може да се оствари без извора и затвореног струјног кола • Усвајање основних електричних величина које се дефинишу ради разумевања појаве електричне струје • Усвајање основних знања о коришћењу мерних инструмената - <i>Функционални:</i> • Повезивање знања из физике са знањем из хемије • Примена знања и вештина анализом експеримената • Практична примена мерних инструмената у свакодневном животу - <i>Васпитни:</i> • Развијање рационалног односа при трошењу извора електричне струје • Развијање манипулативних способности и вештина • Могућност откривања нових интересовања према науци и техници	

Задатак наставника: Одабир демонстрација које су најприкладније за разумевање потпуно нових физичких величина и појмова, мотивисати ученика да активно учествују у дискусији и извођењу закључака, провера новостечених знања у завршном делу часа.
Задатак ученика: Активно учествовање, самостално размишљање, одговарање на постављена питања.
Временски ток часа: 1. Уводни део часа: 5 минута 2. Главни део часа: 35 минута 3. Завршни део часа: 5 минута

СТРУКТУРА И ТОК НАСТАВНОГ ЧАСА

Уводни део часа (5 минута)

Понављање обрађеног градива чије је знање неопходно за разумевање наставне јединице.

Питање: Који је неопходан услов за постојање струје?

Очекивани одговор: Разлика потенцијала-напон.

Питање: Наброј дејства електричне струје?

Очекивани одговор: Светлосно, механичко, топлотно, хемијско и магнетно,

Питање: Наведи пример хемијског дејства електричне струје?

Очекивани одговор: Батерија

Питање: Дефиниши потрошаче електричне струје?

Очекивани одговор: Уређаји у којима се електрична енергија претвара у неки други вид енергије се једним именом називају потрошачи.

Главни део часа (35 минута)

Из датих одговора се изводи закључак да постоје уређаји који обезбеђују сталну разлику потенцијала на крајевима проводника, која ће резултовати сталном непрекидном струјом (о томе се говорило прошлог часа у огледима је струја била краткотрајна). Изводи се дефиниција електричног извора:

Уређаји којима се то постиже стална разлика потенцијала на крајевима проводника, зову се **извори електричне струје**.

Ученици набрајају изворе за које су чули, а на основу датих одговора се врши подела извора:

1. Извори наизменичне струје: генератори наизменичне струје;
2. Извори једносмерне струје: батерије, акумулатори и генератори једносмерне струје.

Најважнија карактеристика извора струје јесте **електромоторна сила (емс)**. То је напон на крајевима извора када није прикључен у струјно коло. Наставник приказује шематски приказ емс (слика 17.)

Ознака: ε

Мерна јединица: V

Батерије имају углавном емс од 1,5 V. Ако је потребна већа вредност, везују се серијски (редно) и укупна емс је једнака збиру појединих емс.

Основни елементи струјног кола су:

1. извор електричне струје,
2. потрошач,
3. прекидач,
4. проводници.

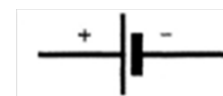
Наставник пројектује шематски приказ елемената кола и појединачно показује шематски приказ свих набројаних елемената струјног кола.

Инструмент за мерење јачине електричне струје зове се **амперметар**. Може се везати било где у колу јер је јачина струје свуда иста. Везује се **серијски (редно)** у коло са потрошачем. Амперметар се не сме директно прикључити на извор струје без потрошача, јер се може оштетити или прегорети.

Инструмент за мерење напона или емс зове се **волтметар**. Везује се између тачака чија се разлика потенцијала мери. Везује се **паралелно** у коло с потрошачем.



Слика 16.



Слика 17.



Слика 18.



Слика 19.

Волтметар се не сме везати редно (серијски) са потрошачем, јер може доћи до оштећења или прегоривања инструмента.

Наставник пројектује симбол амперметра и волтметра и демонстрира њихово везивање у коло (на макети струјног кола). На табли даје шематски приказ истог.

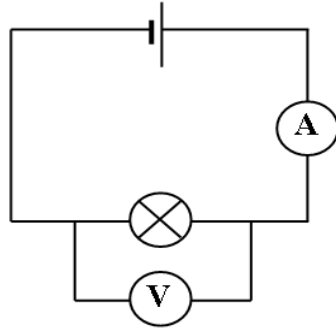
Завршни део часа (5 минута)

Наставник укратко објашњава ко је био Алесандро Волта и Анри Мари Ампер. Домаћи задатак број 3.5,6, и 7 на страни 45.

ИЗГЛЕД ТАБЛЕ

Електрични извори. Мерење јачине и напона електричне струје	
Једносмерна струја	Наизменична струја
1. Батерије 2. Акумулатори 3. Генератори једносмерне струје	1. Генератори наизменичне струје
Електромоторна сила (емс) јесте напон на крајевима извора када је коло отворено. Ознака: ε Мерна јединица: $[\varepsilon] = V$ Начин везивања: редно и паралелно Елементи струјног кола: 1. извор електричне струје, 2. потрошач, 3. прекидач, 3. проводници. Шематски приказ волтметра  Шематски приказ амперметра 	

Електрично коло са инструментима



Амперметар је са потрошачем везан редно.

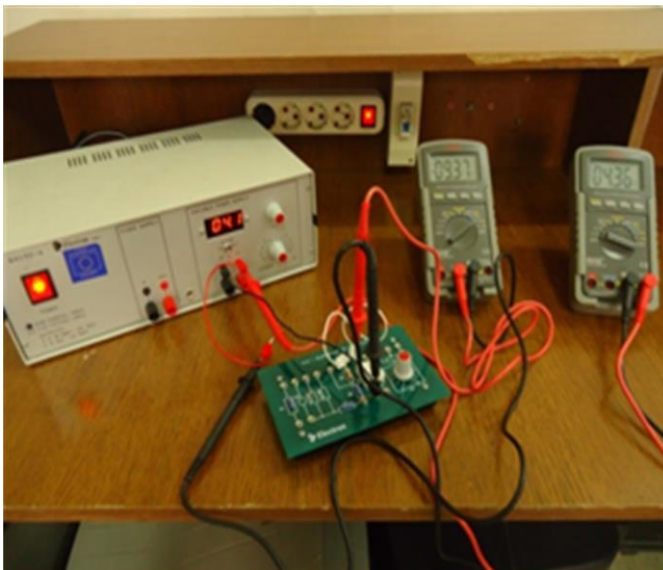
Волтметар је са потрошачем везан паралелно.

Експериментално одељење VIIa

Демонстрирамо везивање амперметра и волтметра у коло, објашњавајући делове кола на макети, наглашавајући како се везују амперметар и волтметар и шта може да се деси ако се вежу неправилно. Предходно објашњавам функције мултиметра и одабир опсега мерења. Заједно са ученицима меримо јачину струје и напона, потом ученици у групама мењају јачину напона на извору и врше самостална мерења. Надгледам самостална мерења ученика и њихово везивање амперметра и волтметра у коло.

Мерење струје и напона

Мерење струје и напона помоћу мултиметра у простом струјном колу. Елементи



Слика 20.

кола: отпорник отпорности $R = 470\Omega$, амперметар и волтметар. Као што је приказано на слици, амперметар је у коло са отпорником везан редно, а волтметар паралелно. Амперметар показује негативну вредност јачине електричне струје, па се закључује да је стварни смер струје супротан и да треба заменити „+“ и „-“ прикључке амперметра.

Резултати мерења:

$$I = 9,7 \text{ mA}$$

$$U = 4,36 \text{ V}$$

На овај начин ученици експерименталног одељења, схватају да ако елементе кола погрешно повежемо, нећемо моћи да измеримо јачину струје или напон; практичним радом усвајају појам редне и паралелне везе у колу и стичу способност самосталног извођења једноставнијих мерења струје и напона, које им може олакшати неке животне ситуације у којима се буду нашли у будућности. Имају одличну припрему за наставак школовања, нарочито за средње стручне школе у којима имају праксу.

Обрада наставне јединице „Електрична отпорност проводника“

Припрема за 37. час је урађена за контролно одељење, завршно са изгледом табле за исто одељење. У обради ове наставне јединице код експерименталног одељења коришћена је симулација и практичан рад са омметром.

Школа: О.Ш.“Иван Горан Ковачић“		Наставник: Југослава Балаћ	Разред и одељење: VIII _a , VIII _b	Датум: 28. 01. 2014.
Место: Сонта		Локација рада: Кабинет физике	Редни број часа: 37.	
Наставни предмет: Физика				
Наставна тема		Електрична струја		
Наставна јединица		Електрична отпорност проводника		
Тип часа		Обрада новог градива		
Образовни стандарди:		ФИ.2.3.2. ФИ.2.4.1. ФИ.2.6.1. ФИ.3.4.1.		
Облик рада		Фронтални, индивидуални		
Наставне методе		Дијалогска, илустрациона		
Наставна средства		Креда, табла, уџбеник		
Циљ часа		Ученици треба да:		

	• науче шта је електрична отпорност и у којим мерним јединицама се изражава, • разумеју зашто постоји, • знају шта је специфична отпорност и од чега зависи.
<i>Оперативни задаци наставног часа:</i> - <i>Образовни:</i> • Усвајање основних електричних величина које се дефинишу да би се разумела појава електричне струје - <i>Функционални:</i> • Практична примена знања из свакодневног живота ради бољег разумевања појаве електричног отпора • Примена отпорника у електротехници - <i>Васпитни:</i> • Могућност откривања нових интересовања према науци и техници • Развијање математичке писмености • Развијање логичког закључивања и аналитичког размишљања	
Задатак наставника: Одабир илустрација које су најприкладније за разумевање потпуно нових физичких величина и појмова везаних за електричну струју, мотивисати ученика да активно учествују у дискусији и извођењу закључака, провера новостечених знања у завршном делу часа.	
Задатак ученика: Активно учествовање, самостално размишљање и закључивање, одговарање на постављена питања и израда задатка у завршном делу часа.	
Временски ток часа: 1. Уводни део часа: 3 минута 2. Главни део часа: 35 минута 3. Завршни део часа: 7 минута	

СТРУКТУРА И ТОК НАСТАВНОГ ЧАСА

Уводни део часа (3 минута)

Обнављање до сада научених дефиниција физичких величина.

Питање: Дефиниши јачину електричне струје?

Очекивани одговор: Јачина електричне струје представља количину електрицитета која се у јединици времена пренесе кроз попречни пресек проводника

Питање: Дефиниши електромоторну силу?

Очекивани одговор: Најважнија карактеристика извора струје јесте електромоторна сила (емс). То је напон на крајевима извора када није прикључен у струјно коло.

Главни део часа (35 минута)

Наставник поставља питања везана за градиво 7. разреда из физике:

- Шта је трење и од чега зависи?
- Шта је отпор средине и од чега зависи?
- Шта је заједничко за те две појаве?

Закључак из датих одговора: Отпор утиче на брзину кретања тела.

При протицању наелектрисаних честица кроз проводну средину долази, такође, до супротстављања те средине кретању честица. Код метала, кретању електрона. Метал није шупаљ, гради га кристална решетка од позитивних јона, која смета усмереном кретању електрона. Отпор који кристална решетка пружа кретању електрона можемо да упоредимо са трчањем кроз ходник пун ученика. Неопходно је увести нову физичку величину која ће дати прецизне податке колики отпор нека средина пружа кретању електрона, тј. протицању електричне струје, па јој је дат назив **електрична отпорност**.

Електрична отпорност је физичка величина која представља меру супротстављања проводника протицању струје кроз њега.

Ознака: R

Мерна јединица: Ω

Анализирајмо од чега зависи електрична отпорност. Употребом чисте логике, наставник наводи ученике на очекивани одговор. У већини случајева ученици сами дођу до закључка да електрична отпорност зависи од врсте проводника и његове дужине, на основу размишљања да ако је дужина проводника већа, електрони се више сударају и наилазе на „додатну“ отпорност, па је електрична отпорност већа ако је проводник дужи. Наставник записује на табли у математичком облику да је *отпорност директно сразмерна дужини проводника ($R \sim l$)*. Наставник допуњује да

отпорност зависи и од површине попречног пресека проводника. Како електрична отпорност зависи од површине попречног пресека? Што је проводник дебљи, тј. има већи попречни пресек, електрична отпорност је мања, јер електрони лакше пролазе. Као када пет ђака лакше прође истовремено кроз велика врата него кроз мања. Наставник записује на табли у математичкој форми да је *отпорност обрнуто сразмерна површини попречног пресека* ($R \sim \frac{1}{S}$). Различити метали пружају различиту отпорност протицању струје. Да бисмо могли прецизно да говоримо о утицају материјала на отпорност, уводимо нову карактеристику проводника – специфичну отпорност, која искључиво зависи од врсте материјала и одређује се експериментално. *Специфична отпорност представља електричну отпорност проводника од датог материјала, дужине једног метра и површине попречног пресека једног квадратног метра.*

Ознака: ρ

Мерна јединица: Ωm .

У уџбенику на 75. страни дата је таблица специфичних отпорности различитих материјала на 20°C . Анализом дате таблице долази се до закључка да се од материјала који имају велику специфичну отпорност праве се **отпорници**, елементи струјног кола којима се може утицати на интензитет јачине електричне струје. Отпорници могу бити *стални* и *променљиви*.

Електрични извор има своју унутрашњу отпорност која се обележава r .

Инструменти за мерење електричне отпорности називају се омметри, али се све чешће користе мултиметри (универзални инструменти) с више функција.

Закључак: **формула за електричну отпорност је** $R = \rho \frac{l}{S}$.

Ученик уз помоћ наставника на табли изводи јединицу мере за специфичну отпорност:

$$\rho = R \frac{S}{l}$$

$$[\rho] = \Omega \frac{\text{m}^2}{\text{m}} = \Omega\text{m}$$

Завршни део часа (7 минута)

Пример из уџбеника у одељку 4.5. Електрична отпорност проводника на 75. страни:

Колика је електрична отпорност бакарне жице полупречника 2 милиметра и дужине 2 километра? Специфична отпорност бакра је $\rho = 1,7 \cdot 10^{-8} \Omega m$

Решење:

$$r = 2 \text{ mm} = 2 \cdot 10^{-3} \text{ m}$$

$$l = 2 \text{ km} = 2000 \text{ m}$$

$$S = r^2 \pi = (2 \cdot 10^{-3} \text{ m})^2 = 12,56 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2$$

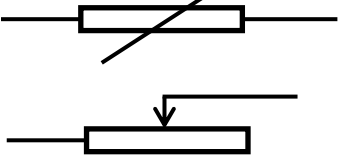
$$\underline{\rho = 1,7 \cdot 10^{-8} \Omega m}$$

$$R = \rho \frac{l}{S} = 1,7 \cdot 10^{-8} \Omega m \cdot \frac{2000 m}{12,56 \cdot 10^{-6} m^2} = 2,7 \Omega$$

$R = ?$

Домаћи задатак Збирка задатака 45. страна задатак број 11,12 и 13.

ИЗГЛЕД ТАБЛЕ

Електрична отпорност проводника	
Електрична отпорност R	Сразмерна је дужини проводника $\sim l$
	Обрнуто је сразмерна површини поперчног пресека $\sim \frac{1}{S}$
Ознака: R	
Мерна јединица: Ω , изведена јединица према SI.	
Формула за електричну отпорност је: $R = \rho \frac{l}{S}$	
ОТПОРНИЦИ	
Стални	Променљиви
	

Експериментално одељење VIIa

Упркос чињеници да су ученици експерименталног одељења ученици осмог разреда, многи од њих и даље у потпуности не разумеју и нису у могућности да примене зависности међу физичким величинама које су дате терминима „директна“ и „обрнута пропорционалност“. Ученици добијају увид у још једну функцију мултиметра-омметар.

https://phet.colorado.edu/sims/resistance-in-a-wire/resistance-in-a-wire_en.html

Симулација приказује зависност електричне отпорности од дужине, специфичне отпорности и површине попречног пресека. Из формуле произилази да је електрична отпорност директно пропорционална специфичној отпорности и дужини жице, а обрнуто пропорционална површини попречног пресека жице. Ученици визуелним путем примају информације- ако се једна величина повећа, како се мења друга и на тај начин у много већем проценту усвајају појмове директне и обрнуте пропорционалности.

Мерење електричне отпорности омметром



Слика 21.

Наставник демонстрира правилно повезивање мултиметра у функцији омметра на отпорник електричне отпорности $R = 100\Omega$

Резултат мерења:

$$R_{\text{exp}} = 98,5\Omega$$

Обрада наставне јединице „Омов закон за део струјног кола. Омов закон за цело струјно коло.“

Припрема за 38. час је урађена за контролно одељење, код кога је као допуна теоријском објашњавању коришћена симулација. Потом је дат изглед табле, а затим демонстрација Омовог закона за експериментално одељење, где су мерени јачина струје и напон при константном отпору, са резултатима мерења.

Школа: О.Ш.“Иван Горан Ковачић“		Наставник: Југослава Балаћ	Разред и одељење: VIII _a , VIII _b	Датум: 29. 01. 2014.
Место: Сонта		Локација рада: Кабинет физике	Редни број часа: 38.	
Наставни предмет: Физика				
Наставна тема		Електрична струја		
Наставна јединица		Омов закон за део струјног кола. Омов закон за цело струјно коло		
Тип часа		Обрада новог градива		
Образовни стандарди:		Ф.И. 1.4.2 ФИ.2.3.2. ФИ.2.3.4 ФИ.2.6.1. ФИ.3.4.1.		
Облик рада		Фронтални, индивидуални, групни		
Наставне методе		Дијалогска, демонстрациона, илустрациона		
Наставна средства		Креда, табла, Збирка задатака, рачунар са пројектором, амперметар, волтметар, макета струјног кола са елементима.		
Циљ часа		Ученици треба да: • науче Омов закон за део струјног кола и за цело струјно коло, • разумеју везу између јачинсе струје, напона и електричне отпорности, • да науче аналитичке формуле за израчунавање све три физичке величине, • знају да примене Омов закон.		

<i>Оперативни задаци наставног часа:</i> - <i>Образовни:</i> • Усвајање основног закона који повезује електричне величине - <i>Функционални:</i> • Схватање Омовог закона као основног закона електротехнике - <i>Васпитни:</i> • Развијање унутрашње мотивације да се своје мишљење, закључак или став заснива на бази експеримента и демонстрације • Развијање способности генерализације
Задатак наставника: Одабир симулација и демонстрација које су најприкладније за разумевање Омовог закона, мотивисати ученика да активно учествују у дискусији и извођењу закључака, провера новостечених знања у завршном делу часа.
Задатак ученика: Активно учествовање, самостално размишљање и закључивање, одговарање на постављена питања и израда задатка у завршном делу часа.
Временски ток часа: 1. Уводни део часа: 7 минута 2. Главни део часа: 30 минута 3. Завршни део часа: 8 минута

СТРУКТУРА И ТОК НАСТАВНОГ ЧАСА

Уводни део часа (7 минута)

Анализа домаћег задатка. Наставник, ако је потребно објашњава решење задатка на табли. Понављање градива које је у вези са Омовим законом.

Питање: Шта је јачина електричне струје?

Очекивани одговор: Јачина електричне струје представља количину електрицитета која се у јединици времена пренесе кроз попречни пресек проводника.

Питање: Шта је отпорност?

Очекивани одговор: Електрична отпорност је физичка величина која представља меру супротстављања проводника протицању струје кроз њега.

Питање: Шта је напон?

Очекивани одговор: Напон је разлика потенцијала између две тачке.

Главни део часа (30 минута)

Наставник истиче да су до сада дефинисане све те величине, али нисмо их повезивали. Само смо наслућивали да веза постоји. Наставник набраја све елементе струјног кола и слуша предлоге ученика за селекцију елемената који ће се користити за дефинисање везе између напона, отпорности и јачине електричне струје. Ако ученици не дођу сами до предлога, треба их навести питањима шта је узрок а шта последица протока струје, који параметри треба да се мењају и како можемо да их мењамо, шта можемо да меримо.

Закључак:

- Тражити однос између јачине струје и напона који се мења, при истој електричној отпорности,
- Тражити однос између јачине електричне струје и електричне отпорности која се мења, при сталном напону.

Наставник уз помоћ симулације (http://phet.colorado.edu/sims/ohms-law/ohms-law_sr.html) демонстрира како јачина струје зависи од напона при сталној отпорности и како јачина струје зависи од отпорности при сталном напону. Ученици у групама самостално мењају вредности наведених величина на рачунару.

1. Веза јачине струје и напона у делу кола

– Шема се црта на табли.

– Прате се вредности јачине струје и напона на екрану и уочава веза.

Резултат: што је више батерија везано на ред у коло, напон на крајевима отпорника је већи, јачина струје је већа.

Јачина електричне струје директно је сразмерна напону у делу струјног кола.

Математички запис: $I \sim U$

2. Веза јачине струје и електричне отпорности дела кола

– Шема се црта на табли.

– Прате се вредности јачине струје и напона, при промени отпорности и уочава веза.

Резултат: што је већа отпорност, при сталном напону, јачина струје је мања.

Јачина електричне струје је обрнуто сразмерна електричној отпорности дела кола.

Математички запис: $I \sim \frac{1}{R}$

Наставник наводи ученике да повежу ове две зависности јер имају већ искуства с тим.

Омов закон за део струјног кола гласи:

Јачина електричне струје сразмерна је напону, а обрнуто сразмерна електричној отпорности дела струјног кола.

Математички запис: $I = \frac{U}{R}$.

Наставник подсећа ученике да сваки извор има своју унутрашњу отпорност и да ће се топлотни ефекат електричне струје осетити на свим деловима кола који имају отпорност-поред проводника и електрични извор ће се загрејати. Наставник црта шему струјног кола са извором електромоторне силе ε и унутрашње отпорности r и допуњује Омов закон са део кола, чиме се добија **Омов закон за цело струјно коло:**

Јачина електричне струје у колу сразмерна је електромоторној сили извора, а обрнуто сразмерна збиру спољашње и унутрашње отпорности кола.

Математички запис: $I = \frac{\varepsilon}{R + r}$

Завршни део часа (8 минута)

Ученици изводе јединицу за отпорност из Омовог закона. Израда задатка 29 на страни 47.

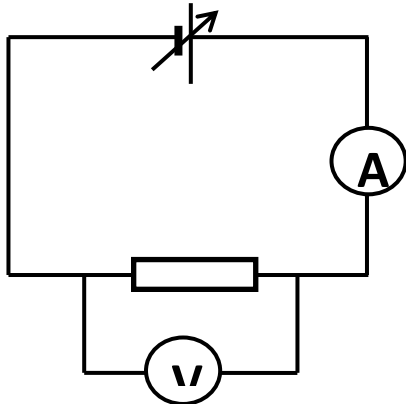
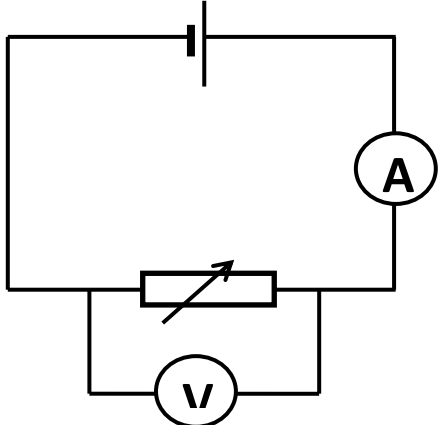
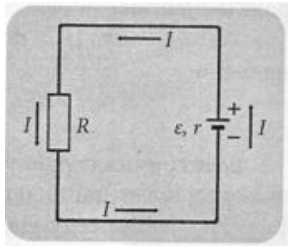
Решење:

$$\begin{array}{l} R = 4\Omega \\ \varepsilon = 2\text{ V} \\ \underline{r = 1\Omega} \end{array} \quad I = \frac{\varepsilon}{R + r} = \frac{2\text{ V}}{4\Omega + 1\Omega} = \frac{2\text{ V}}{5\Omega} = 0,4\text{ A}$$

$I = ?$

Домаћи задатак: Збирка задатака на страни 46. задаци број 19, 21 и 28.

ИЗГЛЕД ТАБЛЕ

1. Шема елемената електричног кола за утврђивање везе између јачине електричне струје и напона	2.Шема елемената електричног кола за утврђивање везе између јачине електричне струје и електричне отпорности
 $I \sim U$	 $I \sim \frac{1}{R}$
Омов закона за део кола: $I = \frac{U}{R}$	
	Омов закон за цело струјно коло $I = \frac{\varepsilon}{R + r}$
$R = 4\Omega$ $\varepsilon = 2V$ $r = 1\Omega$ $I = \frac{\varepsilon}{R + r} = \frac{2V}{4\Omega + 1\Omega} = \frac{2V}{5\Omega} = 0,4A$	
I=?	

Експериментално одељење VIII_a

Уместо симулације која је коришћена са другим одељењем, код експерименталног се провера Омовог закона врши мерењем напона и јачине електричне струје, при константном отпору. Променом вредности напона на електричном извору једносмерне струје, на амперметру читавамо промену јачине електричне струје, а на волтметру промену напона. На слици су приказана прва три мерења, која смо радили групно.



Слика 22.

Елементи кола: једносмерни извор, отпорник $R = 470\Omega$, амперметар и волтметар.

Резултати мерења

На основу теоријског знања, очекивани резултат експеримента је, у случају непромењеног отпора и постепеног повећавања напона, повећање интензитета електричне струје. Добијени резултати потврђују ову међусобну линеарну зависност напона и јачине електричне струје.

$U(V)$	2,2	2,4	2,6	2,8
$I(mA)$	4,74	5,19	5,60	6,02

Табела 1.

$R(\Omega)$	464,1	462,4	464,3	465,1
-------------	-------	-------	-------	-------

Табела 2.

С обзиром да је $1A = 1000mA$, претварањем у одговарајуће мерне јединице СИ система и користећи релацију Омовог закона $R = U / I$ израчунаћемо отпорност R и

на овај начин потврдити Омов закон и видети колика су одступања експерименталних резултата од теоријске вредности за отпорност $R = 470\Omega$.

Обрада наставне јединице „Везивање отпорника“

Структура и ток наставног часа и изглед табле су приказани за контролно одељење. Код експерименталног одељења је практично демонстрирано везивање отпорника, а применом Омовог закона на еквивалентну отпорност се дошло до закључака везаних за јачину струје и напон код редно и паралелно везаних отпорника.

Школа: О.Ш.“Иван Горан Ковачић“	Наставник: Југослава Балаћ	Разред и одељење: VIII _a , VIII _b	Датум: 04. 02. 2014.
Место: Сонта	Локација рада: Кабинет физике	Редни број часа: 39.	
Наставни предмет: Физика			
Наставна тема	Електрична струја		
Наставна јединица	Везивање отпорника		
Тип часа	Обрада новог градива		
Облик рада	Фронтални, индивидуални		
Наставне методе	Дијалогска, илустрациона		
Наставна средства	Креда, табла, Збирка задатака, рачунар са пројектором,		
Циљ часа	Ученици треба да: • науче начина везивања отпорника у струјно коло • разумеју како се различитим начином везивања отпорника, у струјном колу мењају јачина струје и напон дела кола, • разумеју примену Омовог закона при различитим везама, • знају да израчунају еквивалентну отпорност редне, паралелне и мешовите везе отпорника.		

<i>Оперативни задаци наставног часа:</i> - <i>Образовни:</i> • Схватање сврхе коришћења различитих начина везивања отпорника - <i>Функционални:</i> • Практична примена различитог везивања отпорника - <i>Васпитни:</i> • Развијање логичко критичког процеса за унутрашњу мотивацију у спознајном смислу • Развијање способности систематизације
Задатак наставника: Одабир илустрација које су најприкладније за разумевање наставне јединице, мотивисати ученика да активно учествују у дискусији и извођењу закључака, провера новостечених знања у завршном делу часа.
Задатак ученика: Активно учествовање, самостално размишљање и закључивање, одговарање на постављена питања и израда задатка у завршном делу часа.
Временски ток часа: 1. Уводни део часа: 10 минута 2. Главни део часа: 20 минута 3. Завршни део часа: 15 минута

СТРУКТУРА И ТОК НАСТАВНОГ ЧАСА

Уводни део (10 минута)

Анализа домаћег задатка. Понављање наученог градива о електричној отпорности.

Питање: Шта је електрична отпорност проводника и која је њена мерна јединица?

Очекивани одговор: Електрична отпорност је физичка величина која претставља меру супротстављања проводника протицању струје кроз њега. Мерна јединица је ом.

Питање: Како се мења електрична отпорност проводника исте површине попречног пресека када се он продужи?

Очекивани одговор: Електрична отпорност је директно сразмерна дужини проводника; ако се проводник продужи, отпорност се повећа.

Питање: Како се мења електрична отпорност проводника исте дужине, ако се површина попречног пресека смањи 3 пута?

Очекивани одговор: Електрична отпорност је обрнуто сразмерна површини попречног пресека. Ако се површина попречног пресека смањи 3 пута, електрична проводност ће се повећати 3 пута.

Питање: Како гласи Омов закон?

Очекивани одговор: Јачина струје на отпорнику директно је сразмерна напону на његовим крајевима, а обрнуто сразмерна његовом електричном отпору.

Главни део часа (20 минута)

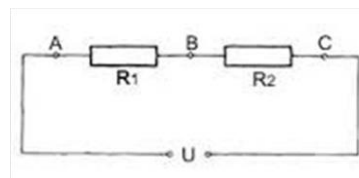
Из закона одржања наелектрисања произлази чињеница да је јачина струје иста у сваком пресеку струјног кола. До сада је посматрана веза између јачине струје која протиче кроз потрошач (отпорник), електричне отпорности тог потрошача и напона на његовим крајевима. Та веза је заправо Омов закон за део кола.

Шта се дешава с јачином електричне струје када се прикључи више потрошача?

Да ли је битан редослед и начин везивања у коло?

На ова питања ћемо дати одговор у завршном делу часа.

Када се у струјно коло се везује једна, па се надовезује по једна, две, три сијалице и прати њихов сјај, закључује се да све слабије светле што је већи број сијалица. Посматрајући слику 4.11 из уџбеника на страни 78. (слика 23.) која приказује два отпорника која су редом везани као и сијалице. На основу Омовог закона следи да је



Слика 23.

$$U_{AB} = R_1 I$$

$$U_{BC} = R_2 I$$

$$U = R_e I$$

Узимајући у обзир знање из разлике потенцијала можемо написати да је

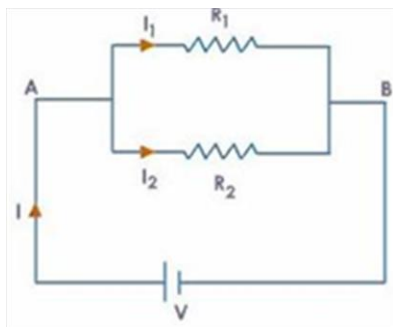
$$U = U_{AB} + U_{BC}$$

Заменом израза за напон добијамо: $R_e I = R_1 I + R_2 I \quad / : I$

$$R_e = R_1 + R_2$$

Еквивалентна електрична отпорност редно везаних отпорника једанка је збиру њихових појединачних отпорности.

Применом Омовог закона, закључује се да једнака јачина струје протиче кроз оба отпорника, а да је укупан напон једнак збиру појединачних напона на крајевима отпорника.



Слика 24.

Ако се два отпорника R_1 и R_2 вежу један испод другог, тј. паралелно као на слици 4.12. на страни 79. у уџбенику, ускладу са Омовим законом може се написати:

$$U_{AB} = R_e I$$

$$U_{AB} = R_1 I_1 = R_2 I_2$$

Коначно се добија израз за еквивалентну отпорност паралелно везаних отпорника:

$$\frac{1}{R_e} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}$$

$$R_e = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2}$$

Реципрочна вредност еквивалентне отпорности паралелне везе отпорника једнака је збиру реципрочних вредности појединачних отпорности.

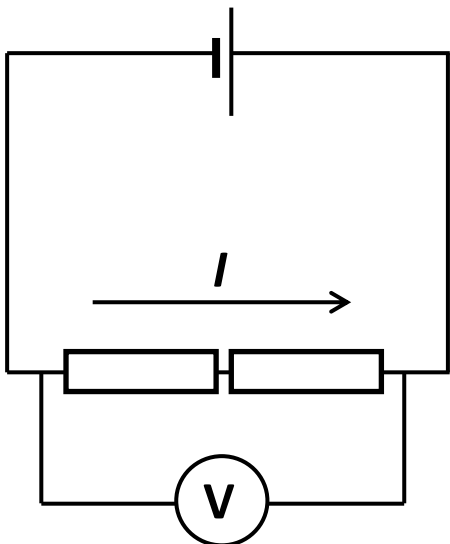
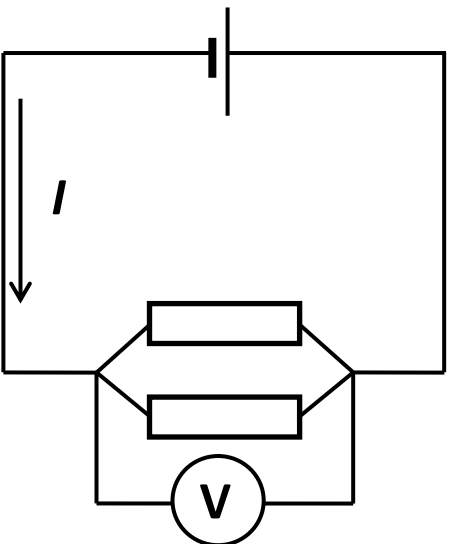
Применом Омовог закона закључује се да је напон на крајевима паралелно везаних отпорника једнак, а укупна јачина струје кола једнака је збиру струја које протичу кроз паралелно везане отпорнике.

Поред редне и паралелне везе, постоји и мешовита, у којој се комбинују редна и паралелна веза.

Завршни део часа (15 минута)

Ученици самостално врше израду задатака из Збирке на страни 48. задаци број 44, 45 и 46 који представљају мешовите везе отпорника. Циљ сва 3 задатка је наћи еквивалентну отпорност. Наставник оцењује најуспешније ученике.

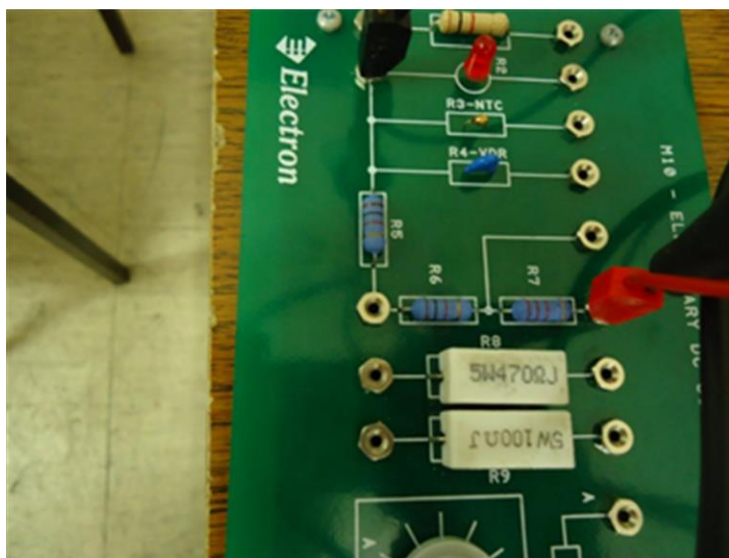
ИЗГЛЕД ТАБЛЕ

1. Шема редне везе два отпорника	2. Шема паралелне везе два отпорника
 $R_e = R_1 + R_2$	 $1/R_e = 1/R_1 + 1/R_2$

Експериментално одељење VIII_a

Ученици експерименталним путем долазе до вредности еквивалентне отпорности и за паралелну и за редну везу, а затим је систематски уопштавају, долазећи до формуле за еквивалентну отпорност. Активним учешћем у извођењу вежбе, ученици експерименталног одељења долазе до сазнања о односима и везама напона и јачине струје између појединачних отпорности и еквивалентне отпорности; знање стечено на овај начин је трајније и дубље, а практична примена је проширена на разноврсне ситуације.

Редна веза отпорника



Слика 25.

Три отпорника R_5 , R_6 и R_7 су редно везана као на слици 25. Мерећи напон и јачину струје, показаћемо да је еквивалентна отпорност редне везе једнака збиру појединачних отпорности и да је напон једнак збиру појединачних напона на сваком отпорнику, а да је јачина струје која протиче кроз сва три отпорника иста.

$$R_5 = R_6 = 1\text{k}\Omega = 1000\Omega$$

$$R_7 = 2,2\text{k}\Omega = 2200\Omega$$

$$R_e = R_5 + R_6 + R_7 = 1\text{k}\Omega + 1\text{k}\Omega + 2,2\text{k}\Omega = 4,2\text{k}\Omega$$

Резултати мерења

$$U = 3,3\text{V}$$

$$I = 0,79\text{mA} = 0,00079\text{A}$$

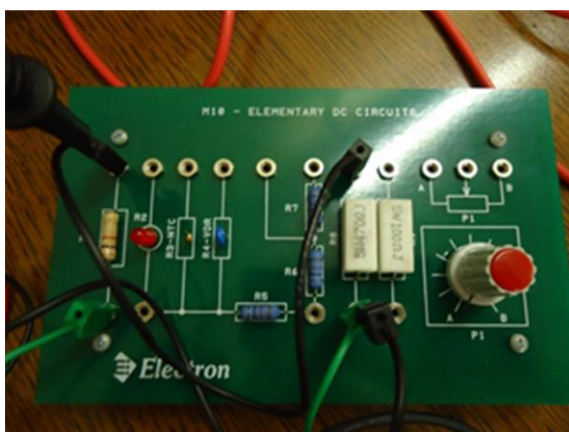
$$R_e = \frac{U}{I} = \frac{3,3\text{ V}}{0,00079\text{ A}} = 4177,2\Omega = 4,17\text{ k}\Omega \approx 4,2\text{ k}\Omega$$

$$U = U_5 + U_6 + U_7 = IR_5 + IR_6 + IR_7 = \\ = 0,00079\text{ A} \cdot 1000\Omega + 0,00079\text{ A} \cdot 1000\Omega + 0,00079\text{ A} \cdot 2200\Omega$$

$$U = 0,79\text{ V} + 0,79\text{ V} + 1,74\text{ V}$$

$$U = 3,32\text{ V}$$

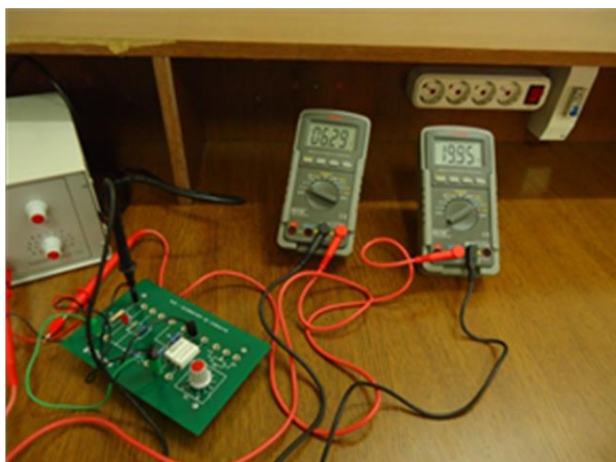
Паралелна веза отпорника



Слика 26.

Отпорнике R_1 и R_8 повежемо паралелно (слика 26.), тако да су почетак првог и другог отпорника у истој тачки, и крајеви оба отпорника у истој тачки. Мерењем напона и јачине струје, показаћемо да је реципрочна вредност еквивалентне отпорности паралелно везаних отпорника једнака збиру реципрочних вредности појединачних

отпорника, да је укупан напон једнак напонима на крајевима паралелно везаних отпорника, а да је јачина струје кола једнака збиру појединачних јачина струје која протиче кроз паралелно везане отпорнике.



Слика 27.

$$R_1 = 1\text{ k}\Omega = 1000\Omega$$

$$R_8 = 470\Omega$$

$$\frac{1}{R_e} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_8} = \frac{R_1 + R_8}{R_1 R_8}$$

$$R_e = \frac{R_1 R_8}{R_1 + R_8} = \frac{1000\Omega \cdot 470\Omega}{1000\Omega + 470\Omega} = \frac{470000\Omega^2}{1470\Omega}$$

$$R_e = 320\Omega$$

Резултати мерења:

$$U = 6,29 \text{ V}$$

$$I = 19,95 \text{ mA} = 0,01995 \text{ A}$$

$$R_e = \frac{U}{I} = \frac{6,29 \text{ V}}{0,01995 \text{ A}} = 315,29 \Omega$$

Јачина струје која протиче кроз отпорник R_1 је

$$I_1 = \frac{U}{R_1} = \frac{6,29 \text{ V}}{1000 \Omega} = 0,00629 \text{ A} = 6,29 \text{ mA}$$

Јачина струје која протиче кроз отпорник R_8 је

$$I_8 = \frac{U}{R_8} = \frac{6,29 \text{ V}}{470 \Omega} = 0,01338 \text{ A} = 13,38 \text{ mA}$$

Укупна јачина струје мора бити једнака збиру ове две појединачне струје

$$I = I_1 + I_8 = 6,29 \text{ mA} + 13,38 \text{ mA}$$

$$I = 19,67 \text{ mA}$$

Упоредјујући ову експерименталну вредност еквивалентне отпорности са рачунском и јачину струје добијену експерименталним путем са збиром јачина струја које протичу кроз појединачне проводнике (са малом грешком мерења), потврдили смо образац за израчунавање еквивалентне отпорности паралелно везаних отпорника и применили смо Омов закон на различите везе.

6. ОБРАДА РЕЗУЛТАТА И АНАЛИЗА УСПЕШНОСТИ ПРИМЕНЕ ПРИНЦИПА ОЧИГЛЕДНОСТИ У НАСТАВИ ФИЗИКЕ ПРИ ОБРАДИ НАСТАВНИХ ЈЕДИНИЦА НАСТАВНЕ ТЕМЕ „ЕЛЕКТРИЧНА СТРУЈА“

Одабране наставне јединице наставне теме „Електрична струја“ обрађене су у два одељења осмог разреда различитим методама. Прво одељење (8_a) има 19 ученика, 7 девојчица и 12 дечака; друго одељење (8_b) има 15 ученика, 6 девојчица и 9 дечака. На основу иницијалног теста, чији су резултати графички приказани на Графику 1.,

утврђено је да одељење 8_a, које је имало лошији резултат на иницијалном тесту буде експериментална група (у даљем тексту I група), којој су наставне јединице излагане употребом принципа очигледности уз одабир одговарајућих дидактичких материјала. Одељење 8_b (у даљем тексту II група), које је имало бољи резултат на иницијалном тесту је обраду наставних јединица слушало на „класичан“ начин. Иницијални и излазни тест су дати, редом, у прилозима 1 и 2.

Процентуални садржај учесника I групе (експерименталне) и II групе по



График 1.

половима дат је, редом, на Графику 1. и Графику 2.



График 2.

Резултати иницијалног теста (просечни бодови целог одељења, као и просечни бодови које су остварили посебно дечаци, а посебно девојчице) I групе

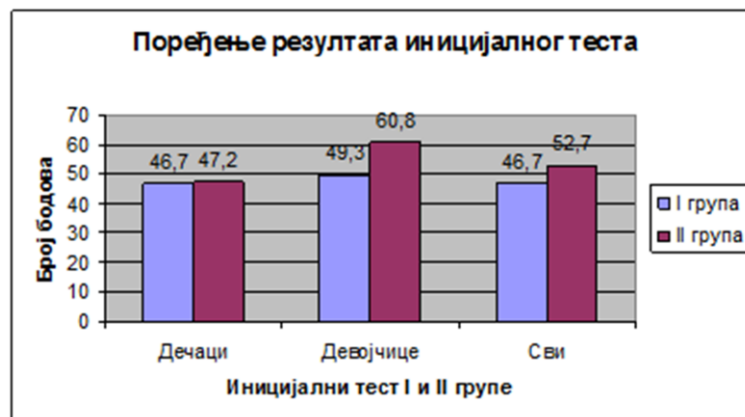


График 3.

(експерименталне) и II групе дати су на Графику 3. ради лакшег поређења.

Очекивани резултат излазног теста требало би да буде остварен већи број бодова I (експерименталне) групе, која је на иницијалном тесту у сваком погледу (укупан просечни број бодова у одељењу, као и просечан број бодова посебно за девојчице и посебно за дечаке) имала слабије просечне резултате од II групе, **бар у односу на сопствени иницијални тест. Пожељни резултати,** са циљем верификације принципа очигледности као успешног, су да експериментална група покаже напредак у просечном броју бодова на излазном тесту и у односу на II групу, а не само у односу на свој иницијални тест.

График 4. приказује поређење резултата иницијалног и излазног

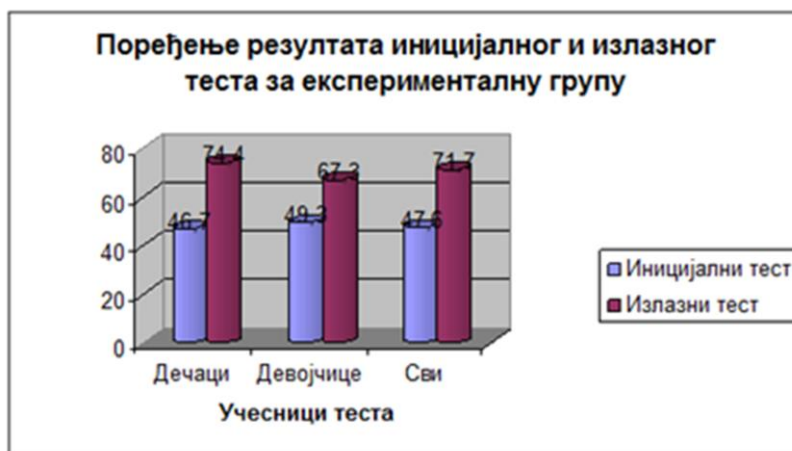


График 4.

теста за експерименталну групу.

Са Графика 4. се јасно види да су учесници I групе (експерименталне) показали напредак у просеку од 24,1 % (девојчице 17,9%; дечаци чак 27,7%) у односу на иницијални тест, на коме су тачно урадили мање од 50% питања. На овај начин је испоштован један од услова за верификацију успешности примене принципа очигледности у настави физике при обради одабраних наставних јединица наставне теме „Електрична струја“.

Резултати излазних тестова за I групу и II групу су приказани на Графику 5.

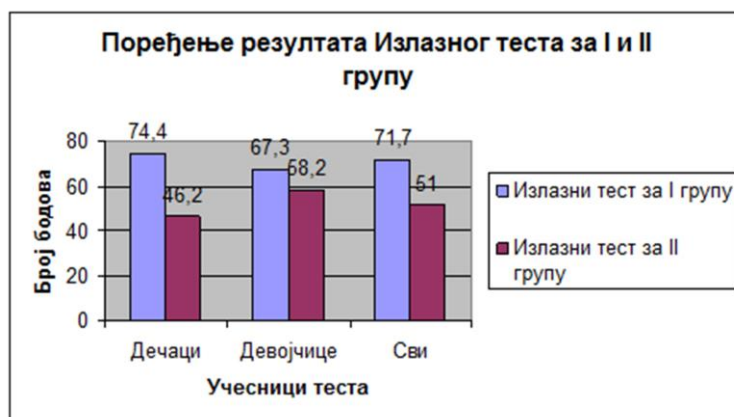


График 5.

На основу резултата графика 5. могу да кажем да је експериментално одељење показало изванредне резултате у односу на II групу на излазном тесту. Укупан просечни број бодова II групе је мало изнад 50% тачних одговора на тесту, тачније 51%; док је за експерименталну групу број тачно одговорених питања и урађених рачунских задатака 71,2% од укупног броја бодова. Изразито занимљив податак, који је скренуо моју пажњу је чињеница да су дечаци експерименталног одељења у односу на II групу показали напредак од чак 28,2 % више тачних одговора од укупног броја бодова, док су девојчице показале једва приметан напредак од 9,1%. Упоређујући ове чињенице са резултатима иницијалног теста, на коме су девојчице експерименталног одељења оствариле боље резултате од дечака истог одељења, могу

са сигурношћу да донесем закључак, који се односи на учеснике експерименталне групе: дечаци су склонији експерименталном раду, док су девојчице успешније у савлађивању градива које им је излагано на „класичан“ начин. Ову чињеницу потврђује и резултат излазног теста II групе, јер су девојчице имале 58,2 % тачних одговора, а дечаци исте групе 46,2 % тачних одговора у односу на укупан број бодова.

Узимајући у обзир резултате и приказану обраду резултата иницијалних и завршних тестова за обе групе, обрада наставних јединица са акцентом на принципу очигледности показала као веома успешна за обраду одабраних наставних јединица из наставне теме „Електрична струја“. На основу резултата излазног теста могу да кажем да су учесници експерименталног одељења потпуно усвојили и схватили кључне појмове и појаве из наставне теме „Електрична струја“, што је директно довело до веома успешног решавања рачунских задатака и делимично решило математичке недоумице са којима се ученици срећу при изради рачунских задатака из физике. Моја лична процена је да би учинак принципа очигледности могао да буде још успешнији у одељењима која спретно и потпуно владају математичким апаратом, што није био случај са мојим експерименталним одељењем (генерално говорећи).

7. ЗАКЉУЧАК

У раду сам првенствено, желела да истакнем значај поштовања дидактичких принципа за успешно извођење наставе. Од велике важности, при употреби принципа очигледности је способност наставника да одабере одговарајуће демонстрације у складу са захтевима часа; да би се ово постигло, неопходно је бити у току са развојем технике и науке уопште, као и похађати акредитоване семинаре за професионално усавршавање.

У експерименталном одељењу осмог разреда се принцип очигледности при обради наставне теме „Електрична струја“ показао веома успешан. Ученици су поред доброг разумевања кључних појмова из наставне теме и пораста интересовања за наставу физике и друге техничке науке попут електронике и електротехнике, побољшали квалитет израде рачунских задатака за дату наставну тему. Занимљив податак до кога сам дошла је да су дечаци експерименталног одељења показали знатно већи напредак од девојчица, које су биле успешније при „класичној“ обради наставних јединица. Овај податак би можда могао да послужи као основа за неку другу врсту научног рада или истраживања, које би у великој мери помогло при професионалној оријентацији ученика на крају основног образовања.

Морам да нагласим да је сва опрема која је коришћена за обраду наставних јединица у експерименталном одељењу позајмљена од Средње техничке школе из Сомбора, из разлога што наш кабинет физике годинама није обнављан и нисмо опремљени за извођење свих лабораторијских вежби и демонстрација које су предвиђене у оквиру обраде нових наставних јединица. Употребом одговарајућих анимација, симулација и мултимедије уопште, овај проблем се делимично решава. Часови обogaћени демонстрацијама и огледима имају велики значај у разумевању кључних појмова, физичких појава и величина и из тог разлога су незаменљиви. У складу са наведеним, овај рад може да се употреби и за сакупљање средстава за обнову кабинета физике, како би се побољшао квалитет наставе, јер је позитиван ефекат принципа очигледности више него очигледан.

Сматрам да би учинак употребе принципа очигледности био још упечатљивији у одељењима која потпуно владају математичким апаратом, који се често јавља као препрека у решавању рачунских задатака, чак и у условима потпуног разумевања физичких појава и процеса. С обзиром да су ученици експерименталног одељења осми разред и да завршавају основно образовање, није постојала могућност поновног тестирања после дужег временског периода, да би се проверила трајност стеченог знања. Из овог разлога бих напоменула да би било пожељније за експериментално одељење одабрати ученике нижих разреда, који се могу тестирати после дужег временског периода и на тај начин бисмо добили потпунију и прецизнију анализу успешности примене принципа очигледности у настави физике у основној школи.

У нашем образовном систему је, по мом мишљењу, превише заступљена психолошка принуда у смислу награде и казне. Ученици експерименталног одељења су били мотивисани за рад, без притиска и размишљања о доброј или лошој оцени; на часовима је владала позитивна атмосфера, а школски час је био максимално искоришћен. Примена принципа очигледности у мом раду је поред статистичких резултата, довела и до много важнијих резултата- добили смо ученике са жељом и мотивацијом за учење физике и на неки начин развили љубав према физици као природној науци; предуслов за успешност у било којој делатности је да првенствено волимо оно што радимо.

8. Литература:

1. Fizika II-Elektromagnetika i optika, dr inž. Dragiša M. Ivanović, inž. Vlastimir M. Vučić, Univerzitet u Beogradu, Naučna knjiga, Beograd, 1971.
2. Physics For Scientist and Engineers with Modern Physics, Razmond A. Serwaz, John W. Jewett, Jr. California State Polytechnic University - Pomona, Brooks/Cole-Thomson Learning, 6th Edition, 2004.
3. Дидактика Физике – теорија наставе физике, др Томислав Петровић, друго исправљено издање, Физички факултет Универзитета у Београду, Београд, 1994.
4. Методика наставе физике, Милан О. Распоповић, Завод за уџбенике и наставна средства, Београд, 1992.
5. Физика за осми разред основне школе, Дарко В. Капор, Јован П. Шетрајчић, Завод за уџбенике, Београд, 2010 – 2011.
6. Збирка задатака са лабораторијским вежбама за осми разред основне школе, Бранислав В. Цветковић, Дарко В. Капор, Јован П. Шетрајчић, Завод за уџбенике, Београд, 2010.
7. Збирка задатака са лабораторијским вежбама за 8. Разред основне школе, четврто издање, Наташа Каделбург, Круг, Београд, 2011.
8. Семинарски рад Методика решавања рачунских задатака, Југослава Балаћ, ментор др Маја Стојановић, Нови Сад, 2014.
9. Семинарски рад Мисаони експеримент, Југослава Балаћ, ментор др Дарко Капор, Нови Сад, 2014.
10. Didaktika, Vladimir Poljak, Školska knjiga, 1984.
11. Rečnik psihologije, Ž. Trebešjanin, Stubovi kulture, Beograd, 2004.
12. Prilozi za pedagoško-andragošku praksu na univerzitetu, Prof. dr. Hašim Muminovic, Univerzitet u Sarajevu, Filozofski fakultet, Odsjek za pedagogiju

13. Дидактика, Бабић – Кекез Снежана, Универзитет у Новом Саду, ТФ „Михајло Пупин“, Нови Сад, 2012.
14. <http://pspasojevic.blogspot.com>
15. <http://licencazarad.palankaonline.info/didaktika/4-didakticki-principi/4-5-princip-ociglednosti>
16. http://pspasojevic.blogspot.com/2011/03/blog-post_7949.html
17. <http://previewer.org/?pdfurl=1qeXpurpn6Wih-SUpOGul66nh7yPu4W4iKaQuYm9lK2VtoW2j7eHr9ufoayL1Jah6KeZnqmYzejc1aqhmOXr3aPY2tfQo8zm19jd19Lh6Mvnm8jb3KXV2M6UpaSX3tjMl6ji>
18. www.rgf.bg.ac.rs/
19. <http://www.tehnikum.edu.rs/>
20. <http://phet.colorado.edu/bs/simulation>
21. <http://www.os-domovinske-zahvalnosti-kn.skole.hr/>
22. <http://www.ac-see.org/>
23. www.fudmegatrend.net

9. ПРИЛОГ

Прилог 1: Иницијални тест

1. Атом је:
а) позитивно наелектрисан б) негативно наелектрисан в) електронеутралан
2. Електрон је _____ наелектрисана честица, а протон је _____ наелектрисана честица.
3. а) Ако атом отпусти 1 електрон, постаје _____.
б) Ако атом прими 1 електрон, постаје _____.
4. Дефиниши електричну силу?
5. Електрична сила може бити:
а) привлачна б) одбојна в) привлачна и одбојна
6. Имајући у виду Кулонов закон, ако се растојање између 2 наелектрисане куглице смањи 3 пута, електростатичка сила се:
а) повећа 3 пута б) смањи 3 пута в) повећа 9 пута г) смањи 9 пута
7. Како гласи закон одржања наелектрисања?
8. Шта је електрометар?
9. Заокружи ДА код тачне тврдње, а НЕ код нетачне тврдње:
а) Електричне линије сила су замишљене линије које се поклапају са правцем дејства сила електричног поља. ДА НЕ
б) Електричне линије сила су стварне линије које се поклапају са правцем дејства сила електричног поља. ДА НЕ
в) Електричне линије сила су замишљене линије које се не поклапају са правцем дејства сила електричног поља. ДА НЕ
10. Шта је хомогено електрично поље?

11. Дефиниши потенцијал и напон и напиши њихове мерне јединице?

12. Укупна количина позитивног наелектрисања коју садржи неутралан бакарни

новчић износи $2,3 \cdot 10^3 \text{ C}$. Константе : $e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$, $k = 9 \cdot 10^9 \frac{\text{Nm}^2}{\text{C}^2}$

а)Колико протона садржи овај новчић?

б) Ако се наелектрисање „пренесе“ на металну куглу и удаљи на растојање 70 m од новчића,колики је интензитет силе којом кугла привлачи новчић?

13. Две куглице наелектрисане истим количинама наелектрисања од по 10C одбијају

је силом интензитета 1000 N . Колико је растојање између куглица? $k = 9 \cdot 10^9 \frac{\text{Nm}^2}{\text{C}^2}$

14. При премештању куглице наелектрисане количином наелектрисања 0,8C из једне у другу тачку електричног поља, изврши се рад од 200J . Колика је разлика потенцијала између тих тачака?

Прилог 2: Излазни тест

1. Својим речима објасни разлику између појмова *јачина електричне струје* и *електрична струја*?

2. Који је неопходан услов за настанак и протицање електричне струје?

3. Заокружи формулу за израчунавање јачине електричне струје:

а) $q = \frac{I}{t}$

б) $I = \frac{q}{t}$

в) $t = \frac{I}{q}$

4. Решо, пегла, грејалица, бојлер, итд. претварају електричну енергију у _____ енергију, а сијалице, светлеће диоде, лампе, итд. претварају електричну енергију у _____ енергију.

5. Батерије и акумулатори дају _____ струју.

6. А) Амперметар се у коло везује:

а) редно

б) паралелно

в) унакрсно

Б) Волтметар се у коло везује:

а) редно

б) паралелно

в) унакрсно

7. Дефиниши изворе електричне струје?

8. Технички смер струје представља кретање електрона од _____ ка _____ полу извора, а физички смер струје од _____ ка _____ полу извора.

9. Просто електрично коло састоји се од _____, _____ и _____.

10. Нацртај симболе шематског приказа за:

Електрични извор

Амперметар

Волтметар

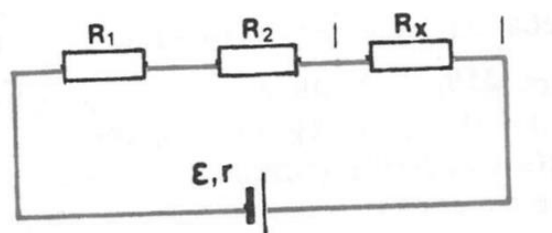
Потрошач

11. Како гласи Омов закон за део струјног кола и за цело струјно коло? Обе формулације запиши и у математичком облику!

12. Колико је напон потребан да би кроз проводник електричне отпорности $5\ \Omega$ протичала струја јачине $1000\ \text{mA}$?

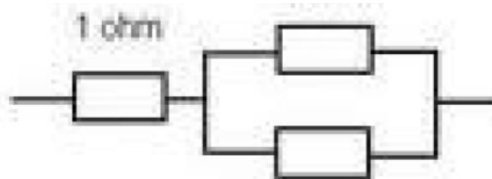
13. Колика треба да буде површина попречног пресека гвоздене телефонске жице дужине $400\ \text{km}$ да би јој отпор био $40\ \text{k}\Omega$? Специфични отпор гвожђа је $12 \cdot 10^{-8}\ \Omega\text{m}$.

14. Колика је електрична отпорност непознатог отпора R_x ако је електромоторна сила јачине $12\ \text{V}$, унутрашња отпорност извора је $5\ \Omega$, отпорници R_1 и R_2 редом $10\ \Omega$ и $20\ \Omega$, а јачина електричне струје која протиче кроз коло је $0,2\ \text{A}$?

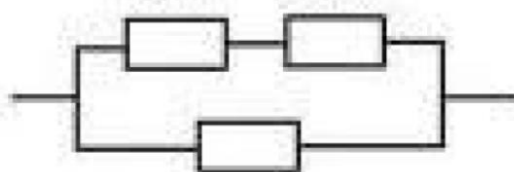


15. Нађи еквивалентну отпорност отпорника са слике ако су сви отпорници једнаки и њихова отпорност износи $1\ \Omega$?

а)



б)





AKNEN

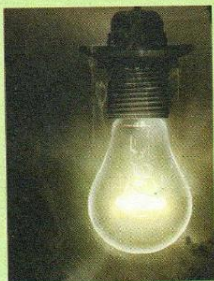
4.4. Задаци за самосталан рад

1. Како настаје електрична струја у металним проводницима?
2. Зашто топлотно кретање електрона у проводнику не може да „произведе“ електричну струју?
3. Које све честице могу бити носиоци електричне струје у разним срединама?
4. Које честице су носиоци електричне струје између полова акумулатора у његовој унутрашњости?
5. Током олује гром је ударио у метални стуб. Ако је електрично пражњење трајало $20 \mu\text{s}$, одредити количину наелектрисања која је протекла кроз пресек стуба. Кроз стуб је током пражњења протицала електрична струја јачине $10\,000 \text{ A}$.
6. У близини Земље јачина струје снопа протона који потичу са Сунца износи $2 \mu\text{A}$. Колико је времена потребно да прође да би укупна количина наелектрисања која „стигне“ на Земљу била 1 C .
7. Кроз црево за заливање баште током 1 s протекне 500 cm^3 воде. Одредити јачину струје негативних наелектрисања која протиче кроз црево. Један молекул воде садржи 10 електрона.
8. Зашто се усија само нит у електричној сијалици, а не усијају се доводни проводници?
9. Да ли електрична отпорност проводника зависи од величине електричног напона на његовим крајевима и јачине електричне струје која протиче кроз коло?
10. Попречни пресек железничке шине је 50 cm^2 . Одредити електричну отпорност шине, ако је њена дужина 20 m . Специфична електрична отпорност челика износи $3 \cdot 10^{-7} \Omega\text{m}$.
11. Попречни пресек проводне жице је круг пречника 2 mm . Ако је дужина жице 4 m , одредити специфичну електричну отпорност материјала од кога је жица начињена. Електрична отпорност жице износи $50 \text{ m}\Omega$.
12. Попречни пресек алуминијумске шипке, чија дужина износи 1 m , је квадрат странице 5 mm . Колика је електрична отпорност шипке? Колики мора бити пречник бакарне жице кружног попречног пресека, исте дужине, да би њена електрична отпорност била једнака електричној отпорности алуминијумске шипке? Специфичне електричне отпорности алуминијума и бакра су $2,75 \cdot 10^{-8} \Omega \cdot \text{m}$ и $1,69 \cdot 10^{-8} \Omega \cdot \text{m}$, респективно.
13. Електрична отпорност проводника је 10Ω . Колика је електрична отпорност проводника начињеног од истог материјала, чија дужина је 3 пута већа, а површина попречног пресека два пута мања?
14. Бакарна жица је истегнута тако да јој је дужина повећана два пута. Електрична отпорност те жице након истезања износи 8Ω . Колика је била електрична отпорност ове жице пре истезања, ако је њена запремина током истезања остала непромењена?

45

ФИЗИКА

1. Осцилаторно и таласно кретање
2. Светлосне појаве
3. Електрично поље
- 4. Електрична струја**
5. Магнетно поље
6. Елементи атомске и нуклеарне физике



Слика 4.3



Слика 4.4



Слика 4.5

15. Колика је маса бакарног проводника површине попречног пресека 4 mm^2 , чија електрична отпорност износи $1,69 \Omega$? Густина бакра је $8900 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$, док је специфична електрична отпорност $1,69 \cdot 10^{-8} \Omega \cdot \text{m}$.
16. Наведите неке примере електричног извора и електричног потрошача.
17. Кроз електричну пеглу протиче електрична струја јачине 2 A . Колика је електрична отпорност пегле, ако је она прикључена на напон од 220 V ?
18. Електрична отпорност амперметра, који може да мери јачину електричне струје до 10 A , је $0,02 \Omega$. Да ли смо овај амперметар непосредно везати за полове акумулатора чији електрични напон износи 2 V ?
19. Човек може да настрада чак и ако електрична струја јачине 50 mA прође у близини његовог срца. Неопрезни електричар је мокрым рукама ухватио два проводника између којих постоји разлика електричних потенцијала од 80 V . Ако је електрична отпорност његовог тела 4000Ω , да ли ће неопрезни електричар ипак остати неозлеђен?
20. Електрична отпорност проводника је 80Ω . Одредити јачину електричне струје која протиче кроз проводник, ако је разлика потенцијала на његовим крајевима 220 V .
21. Одредити количину наелектрисања која, у току 2 минута, прође кроз попречни пресек проводника електричне отпорности 4Ω . Електрични напон између крајева проводника износи 12 V .
22. Кроз сијалицу депне лампе протиче електрична струја од $0,2 \text{ A}$. Ако је електрична отпорност сијалице 7Ω , одредити пад електричног напона на сијалици (Сл. 4.3).
23. Колики електрични напон влада на крајевима проводника електричне отпорности 100Ω , кроз који за 10 минута прође количина наелектрисања од 240 C ?
24. Када настаје кратак спој у електричном колу? Чему служе електрични осигурачи?
25. Зашто није опасно стајати на трамвајским шинама, иако електрична струја из електромотора трамваја у покрету пролази кроз шине? (Сл. 4.4)
26. Зашто птице које стоје на проводницима са електричном струјом (Сл. 4.5) не добијају „удар“ те струје?
27. Зашто је веома опасно додирнути проводник са електричном струјом када смо у контакту са земљом?
28. Електромоторна сила аутомобилског акумулатора је 12 V . Кроз акумулатор протиче електрична струја од 50 A . Одредити вредност електричног напона на акумулатору, ако је његова унутрашња отпорност $0,04 \Omega$.

29. Жица електричне отпорности 4Ω повезана је са батеријом чија електромоторна сила износи 2 V . Одредити јачину електричне струје која протиче кроз ово струјно коло, ако унутрашња отпорност батерије износи 1Ω .
30. Који мерни инструменти су потребни да би се одредио рад електричне струје?
31. Када су на аутобусу (Сл. 4.6) укључена позициона светла кроз сијалице уграђене у фарове протиче стална електрична струја од 2 A . Колика је снага сијалица, ако је напон на крајевима акумулатора из кога се сијалице напајају 12 V ?
32. Турбина у хидроелектрани покреће генератор који производи електричну струју јачине 1000 A и напона 5 kV . Колика је снага те хидроелектране?
33. Одредити јачину електричне струје која протиче кроз машину за веш снаге 400 W , која је прикључена на електрични извор напона 220 V .
34. Да ли се електрична тестера снаге 2 kW сме прикључити на напон од 220 V , ако највећа дозвољена струја кроз дато електрично коло износи $9,2 \text{ A}$?
35. Одредити количину наелектрисања која протекне кроз вокмен (Сл. 4.7) снаге 4 W који је прикључен на идеалну батерију чија је електромоторна сила 9 V , ако је вокмен био укључен од 8 до 12 часова пре подне.
36. Колико ће износити месечни рачун за коришћење фена снаге 400 W , који је просечно дневно укључен $0,5$ сати? Цена 1 kWh електричне енергије је $2,5$ динара.
37. Колики месечни рачун за електричну енергију плати домаћинство које просечно употребљава електричну пеглу снаге 500 W у времену од 3 h на дан? Цена 1 kWh електричне енергије је $2,5$ динара.
- 38.* Колико електричне енергије утроши термоакумулациона пећ прикључена на електрични напон од 220 V када кроз њу протиче електрична струја јачине 10 A током 6 часова?
39. Отпорност електричне пегле је 40Ω . Одредити количину топлоте која се ослободи на пегли када кроз њу током 5 минута протиче електрична струја од 4 A .
40. Израчунати коефицијент корисног дејства радијатора запремине 5ℓ , ако се вода у њему загреје од 20 до 80°C за пола сата. Грејач је прикључен на електрични напон од 220 V , а јачина електричне струја која протиче кроз грејач је 5 A . Специфична топлотна капацитивност воде је $4200 \frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot \text{K}}$.
- 41.* Лифт у згради са 20 спратова користи се за подизање терета тежине 7000 N . Терет се подиже сталном брзином $2 \frac{\text{m}}{\text{s}}$. Ако је коефицијент корисног дејства електромотора 90% , одредити јачину електричне струје која протиче кроз електромотор. Електромотор је прикључен на електрични извор напона од 380 V .



Слика 4.6



Слика 4.7

ФИЗИКА

1. Осцилаторно и таласно кретање

2. Светлосне појаве

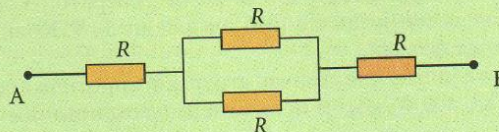
3. Електрично поље

4. Електрична струја

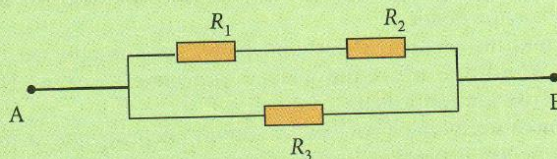
5. Магнетно поље

6. Елементи атомске и нуклеарне физике

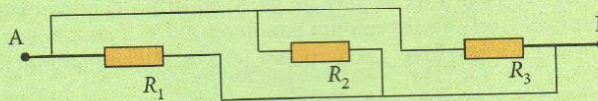
42. Три отпорника чији електрични отпори су: $R_1 = 360 \Omega$, $R_2 = 180 \Omega$ и $R_3 = 40 \Omega$ везани су редно. Колики је еквивалентни отпор?
43. Еквивалентни отпор два паралелно везана отпорника је 320Ω . Ако је електрични отпор једног отпорника 960Ω колики је отпор другог отпорника?
44. Отпорници једнаких електричних отпора $R = 100 \Omega$ везани су као на слици. Колики је еквивалентни отпор?



45. Електрични отпорници отпора $R_1 = 100 \Omega$, $R_2 = 100 \Omega$ и $R_3 = 40 \Omega$ везани су као на слици. Одредити еквивалентни отпор.



46. Електрични отпорници су везани као на слици. Одредити еквивалентни отпор између тачака А и В, ако је $R_1 = 200 \Omega$, $R_2 = 300 \Omega$ и $R_3 = 400 \Omega$.



47. Како би требало везати отпорнике електричних отпора 10Ω , 20Ω , 30Ω и 40Ω да би еквивалентни отпор био 25Ω ?

Кратка биографија кандидата

Југослава Балаћ, рођена 26. 09. 1983. у Сомбору. Завршила основну школу „Жарко



Зрењанин“ у Апатину, а потом и гимназију „Никола Тесла“ у Апатину 2002. Исте године уписала Технолошко-металуршки факултет у Београду, који напушта и одлази у Турску. 2007. године уписала Природно - математички факултет на Егејском Универзитету у Измиру, смер дипломирани физичар - теоријска и експериментална физика, који завршава 2011. године. 2013. године почиње

да ради у ОШ „Иван Горан Ковачић“ у Сонти. Исте године уписала мастер студије, смер Мастер професор физике на Природно-математичком факултету у Новом Саду.

УНИВЕРЗИТЕТ У НОВОМ САДУ
ПРИРОДНО-МАТЕМАТИЧКИ ФАКУЛТЕТ
КЉУЧНА ДОКУМЕНТАЦИЈСКА ИНФОРМАЦИЈА

Редни број:

РБР

Идентификациони број:

ИБР

Тип документације: Монографска документација

ТД

Тип записа: Текстуални штампани материјал

ТЗ

Врста рада: Мастер рад

ВР

Аутор: Југослава Балаћ

АУ

Ментор: др Душан Лазар

МН

Наслов рада: Принцип очигледности у настави физике

НР

Језик публикације: српски (ћирилица)

ЈП

Језик извода: српски/енглески

ЈИ

Земља публикација: Република Србија

ЗП

Уже географско подручје: Војводина

УГП

Година: 2014

ГО

Издавач: Ауторски репринт

ИЗ

Место и адреса: Природно-математички факултет, Трг Доситеја Обрадовића 4, Нови

Сад

МА

Физички опис рада: 9/83/1/2/27/5/2

ФО

Научна област: Физика

НО

Научна дисциплина: Методика наставе физике

НД

Предметна одредница/кључне речи: Електрична струја/ настава физике у основној школи

ПО

УДК

Чува се: Библиотека департмана за физику, ПМФ-а у Новом Саду

ЧУ

Важна напомена: нема

ВН

Извод: У раду су приказане основне карактеристике наставе физике у основној школи. Обрадом наставних јединица тематске целине „Електрична струја“ указано је на важност принципа очигледности у настави физике.

ИЗ

Датум прихватања теме од НН већа: 26. 08. 2014.

ДП

Датум одбране: 02. 12. 2014.

ДО

Чланови комисије:

КО

Председник: др Соња Скубан, ванредни професор

Члан: др Душан Лазар, ванредни професор

Члан: др Милан Пантић, редовни професор

**UNIVERSITY OF NOVI SAD
FACULTY OF SCIENCE AND MATHEMATICS
KEY WORDS DOCUMENTATION**

<i>Accession number:</i>	
ANO	
<i>Identification number:</i>	
INO	
<i>Document type:</i>	Monograph publication
DT	
<i>Type of record:</i>	Textual printed material
TR	
<i>Content code:</i>	Final paper
CC	
<i>Author:</i>	Jugoslava Balać
AU	
<i>Mentor/comentor:</i>	Ph. D. Dušan Lazar
MN	
<i>Title:</i>	The principle of obviousness in teaching physics
TI	
<i>Language of text:</i>	Serbian (Cyllirilic)
LT	
<i>Language of abstract:</i>	English
LA	
<i>Country of publication:</i>	Serbia and Montenegro
CP	
<i>Locality of publication:</i>	Vojvodina
LP	
<i>Publication year:</i>	2014
PY	
<i>Publisher:</i>	Author's reprint
PU	
<i>Publication place:</i>	Faculty of Science and Mathematics, Trg Dositeja Obradovića 4, Novi Sad
PP	
<i>Physical description:</i>	9/83/1/2/27/5/2
PD	
<i>Scientific field:</i>	Physics
SF	
<i>Scientific discipline:</i>	Methodology of teaching physics
SD	
<i>Subject/ Key words:</i>	electric current/ elementarz scool physics teaching
SKW	
UC	
<i>Holding data:</i>	Library of Department of Physics, Trg Dositeja Obradovića 4
HD	
<i>Note:</i>	none
N	
<i>Abstract:</i>	This paper presents the main characteristic of physics teaching in elementary school. The theme unit which consist of teachings concerning electric current stresses the importance of the principle of obviousness.
AB	
<i>Accepted by the Scientific Board:</i>	26. 08. 2014.
ASB	
<i>Defended on:</i>	02. 12. 2014.
DE	
<i>Thesis defend board:</i>	President: Ph. D. Sonja Skuban, associate prof.
DB	Member: Ph. D. Dušan Lazar, associate prof. Member: Ph. D. Milan Pantić, full prof.

