



Универзитет у Новом Саду
Природно–математички факултет
Департман за Физику



ОБРАДА НАСТАВНЕ ТЕМЕ „ЕЛЕКТРИЧНО ПОЉЕ“ У ОСНОВНИМ ШКОЛАМА

-МАСТЕР РАД-

Ментор:

др Мирјана Шиљековић

Студент:

Марија Карвак

Нови Сад, 2019

Овај рад посвећујем својој сестри, Викторији Мићин, која је од самог почетка студија била уз мене и када је било најтеже, она је веровала у мене и моје снове.

Хвала ти секо, не бих ово успела без тебе!

САДРЖАЈ

1. УВОД.....	1
2. ПРИПРЕМА НАСТАВНИКА.....	2
2.1. Глобално – годишње припремање.....	2
2.2. Тематско – месечно и актуелно – дневно припремање.....	3
2.3. Месечни план.....	3
2.4. Писана припрема за час.....	3
3. ГОДИШЊИ И ОПЕРАТИВНИ ПЛАН РАДА ЗА ОСМИ РАЗРЕД ОСНОВНЕ ШКОЛЕ.....	4
3.1. Циљеви и задаци наставе физике.....	4
Пример годишњег плана рада за осми разред основне школе.....	6
Пример оперативног плана рада за осми разред основне школе.....	7
4. ДНЕВНЕ ПРИПРЕМЕ У СКЛОПУ НАСТАВНЕ ТЕМЕ „ЕЛЕКТРИЧНО ПОЉЕ“.....	9
4.1. Наелектрисање тела. Количина наелектрисања. Закон одржавања наелектрисања. Проводници и изолатори.....	9
4.1.1. Уводни део часа.....	9
4.1.2. Главни део часа.....	10
4.1.3. Завршни део часа	13
4.2. Количина наелектрисања. Закон одржавања наелектрисања – понављање и рачунски задаци	17
4.2.1. Уводни део часа.....	14
4.2.2. Главни део часа.....	17
4.2.3. Завршни део часа	18

4.3. Електрична сила. Кулонов закон.....	18
4.3.1. Уводни део часа.....	19
4.3.2. Главни део часа.....	19
4.3.3. Завршни део часа	20
4.4. Кулонов закон – понављање и рачунски задаци.....	24
4.4.1. Уводни део часа.....	21
4.4.2. Главни део часа.....	21
4.4.3. Завршни део часа	22
4.5. Електрично поље. Електростатичка индукција.....	23
4.5.1. Уводни део часа.....	23
4.5.2. Главни део часа.....	24
4.5.3. Завршни део часа	28
4.6. Електрично поље. Електростатичка индукција – понављање, рачунски и експериментални задаци.....	28
4.6.1. Уводни део часа.....	29
4.6.2. Главни део часа.....	29
4.6.3. Завршни део часа	33
4.7. Електрични потенцијал и напон, рад у електричном пољу.....	34
4.7.1. Уводни део часа.....	34
4.7.2. Главни део часа.....	35
4.7.3. Завршни део часа	37
4.8. Електричне појаве у атмосфери.....	37
4.8.1. Уводни део часа.....	38
4.8.2. Главни део часа.....	38
4.8.3. Завршни део часа	40

4.9. Електрично поље – систематизација теме	41
4.9.1. Уводни део часа.....	41
4.9.2. Главни део часа.....	41
4.9.3 Завршни део часа	42
4.10. Електрично поље – тест.....	45
4.10.1. Уводни део часа.....	42
4.10.2. Главни део часа.....	42
4.10.3 Завршни део часа	43
5. ЗАКЉУЧАК.....	44
ЛИТЕРАТУРА.....	45

1. УВОД

Кад неко каже реч физика, најчешћа асоцијација код већине људи је нешто тешко и углавном тешко разумљиво, односно апстрактно. Из мог личног искуства, људи који мисле да не воле физику када чују неке занимљиве информације баш из физике, веома се заинтересују и нису ни свесни да им се допала баш та физика коју толико наводно не воле. Па у чему је онда проблем? Како навести људе да заволе физику? Све креће од детињства, од школских клупа пред којима наставник Физике треба да представи ову невероватну науку на најбољи и најлакши начин. Притом нема потребе за излагањем великог броја информација и непознатих појмова ђацима, јер физика може врло једноставно да се кроз игру и разноврсне огледе демонстрира на прави начин. Примери за физичке појаве су свуда око нас у природи што би требало да олакша рад наставника, али нажалост у школама нема довољно средстава за извођење експеримената. Овим радом желим да дам пример како би часови физике требали изгледати када би постојала одговарајућа средства за рад у циљу дочаравања физичких појава и закона. Бити наставник подразумева веома одговоран и креативан посао, а највећи изазов је заинтересовати ученике, пробудити у њима радозналост и задржати њихову пажњу, због чега се надам се да ће овај рад учинити часове физике занимљивијим.

2. ПРИПРЕМА НАСТАВНИКА

У делатности наставника планирање и припрема су изузетно значајне активности. Сходно томе наставник има обавезу да изврши одговарајућу припрему што је саставни део рада у школи. Припрема наставника никако не би требало да се сведе на задовољавање форме јер директно утиче на успешност остваривања програма наставног предмета и ефикасност рада са ученицима у току школске године.

Да би могао да приступи изради плана рада, предметни наставник мора да проучи програм наставног предмета, актуелна упутства и правилнике из Службеног гласника.

Припремање наставника састоји се из три врсте припреме:

- Глобално – годишње припремање,
- Тематско – оперативно – месечно припремање и
- Дневно припремање

Приликом планирања наставе треба водити рачуна о условима под којима се настава реализује, као што су предзнање ученика, услови рада и слично, јер они условљавају успешност наставног процеса. Ако наставник добро испланира наставу, градиво које је предвиђено наставним програмом ће бити равномерно распоређено током школске године. Такође, оптерећење ученика предвиђеним градивом и активностима морају бити прилагођени узрасту ученика. При планирању наставе полази се од наставног плана и програма, календара образовно- васпитног рада и образовних стандарда.

За све образовне системе карактеристично је да садрже исте основне елементе и да у планирању наставе решавају три основна питања:

- Садржајно планирање које полази од садржаја учења (шта се учи)
- Процесно – развојно планирање које полази од метода учења (како се учи) и
- Циљно планирање које полази од циљева учења (зашто се учи)

2.1. Глобално – годишње припремање

Глобални (годишњи) план рада је прилог годишњем програму рада школе. У оквиру глобалног плана наставника даје се преглед наставног градива одређеног предмета које ће се реализовати током школске године. То је званични обавезујући документ који су школе и наставници законом обавезни да обезбеде за сваки предмет и сваки разред.

При изради овог плана наставник се руководи циљевима и задацима образовања и васпитања, наставним програмом и одређеним бројем наставних часова за сваку тему.

2.2. Тематско – месечно и актуелно – дневно припремање

Тематско и актуелно припремање обухватају:

- Стручну, односно садржајну припрему (избор и структура садржаја наставног градива)
- Педагошку припрему (како ће се предавати)
- Организациону и материјално – техничку припрему (остваривање услова за извођење наставе)
- Психолошку припрему (превазилажење треме и стварање осећаја сигурности захваљујући добро припремљеном часу)

2.3. Месечни план

Месечни план се израђује поступно у току године и у оквиру њега би требало са се детаљно и прецизно испланира шта треба да се оствари у настави у току месец дана. Треба да прати годишњи план, а доприноси припремљености наставника и ученика за свакодневни рад. У оквиру овог плана се планира редослед и бројни однос различитих типова часова.

2.4. Писана припрема за час

Писана припрема за час је најконкретнији облик припреме наставника за рад, у њој су разрађене активности и захтеви за дати школски час. Наставник је користи као водич, скицу и подсетник за извођење једног часа. Приликом израде припрема за час, наставник треба да усклади задатке, одређене облике и методе рада. Такође, планира структуру часа, као и ток, при чему води рачуна о унутрашњој повезаности међусобним односима појединих делова и елемената часа. Припрема за час, као и годишњи и месечни план, треба да буде реална и изводљива, а постављени циљеви достижни.

Зашто наставник треба да има писану припрему за сваки час? Одговор на ово питање је комплексан и подразумева следеће:

- ефикасно спровођење школског часа и увек у сличној динамици
- непроштавање неког важног дела часа
- избегавање импровизације на часу
- избегавање утицаја тренутних поремећаја из околине (замор наставника, расположење ученика и друго)
- због уједначене реализације часова у различитим одељењима, колико је то могуће.

3. ГОДИШЊИ И ОПЕРАТИВНИ ПЛАН РАДА ЗА ОСМИ РАЗРЕД ОСНОВНЕ ШКОЛЕ

3.1. Циљеви и задаци наставе физике

Општи циљ наставе физике јесте да ученици упознају природне појаве и основне природне законе, да стекну основну научну писменост, да се оспособе за уочавање и распознавање физичких појава у свакодневном животу и за активно стицање знања о физичким појавама кроз истраживање, да оформе основу научног метода и да се усмере према примени физичких закона у свакодневном животу и раду.

Остали циљеви и задаци наставе физике су:

- развијање функционалне писмености,
- упознавање основних начина мишљења и расуђивања у физици
- разумевање појава, процеса и односа у природи на основу физичких закона,
- развијање способности за активно стицање знања о физичким појавама кроз истраживање,
- развијање радозналости, способности рационалног расуђивања, самосталности и критичности у мишљењу,
- развијање вештине јасног и прецизног изражавања,
- развијање логичког и апстрактног мишљења,
- схватање смисла и метода остваривања експеримента и значаја мерења,
- решавање једноставних проблема и задатака у оквиру наставних садржаја,
- развијање способности за примену знања из физике,
- схватање повезаности физичких појава и екологије и развијање свести о потреби заштите, обнове и унапређивања животне средине,
- развијање радних навика и склоности ка изучавању наука о природи,
- развијање свести о сопственим знањима, способностима и даљој професионалној оријентацији.

Оперативни задаци предвиђају да ученик треба да:

- разликује физичке величине које су одређене само бројном вредношћу (време, маса, температура, рад, енергија, количина наелектрисања, електрични напон и струја) од оних које су дефинисане интензитетом, правцем и смером (брзина, убрзање, сила, јачина електричног и магнетног поља...),

- уме да слаже и разлаже силу, јачину електричног поља...,
- разликује различите врсте кретања (транслаторно, осцилаторно, таласно) и да зна њихове карактеристике,
- зна основне карактеристике звука и светлости,
- зна да је брзина светлости у вакууму највећа постојећа брзина у природи,
- разуме да је рад силе једнак промени енергије и на нивоу примене користи трансформацију енергије у рад и обрнуто,
- на нивоу примене користи законе одржања (масе, енергије, количине наелектрисања),
- зна услове за настанак струје и Омов закон,
- прави разлику између температуре и топлоте,
- уме да рукује мерним инструментима,
- користи јединице Међународног система (SI) за одговарајуће физичке величине.

У складу са циљевима и задацима садржаја програма наставне теме „Електрично поље“, ученик треба да:

- зна да постоје две врсте наелектрисања;
- упозна појаве наелектрисавања тела и узајамно деловање наелектрисаних тела;
- објасни наелектрисавање на основу структуре атома;
- разуме појам електричног поља и рада у електричном пољу;
- усвоји и разуме појам количине наелектрисања и напон, њихове мерне јединице и да уме да користи волтметар.

Садржај програма наставне теме „Електрично поље“ (5+5+0) чине следеће подтеме:

- Наелектрисавање тела. Елементарна количина наелектрисања. Закон о одржању количине наелектрисања. Узајамно деловање наелектрисаних тела. Кулонов закон. (2+2)
- Електрично поље (линије сила, хомогено и нехомогено поље). Рад силе електричног поља. Напон. Веза напона и јачине хомогеног електричног поља. Електричне појаве у атмосфери. (3+2)
- Систематизација и обнављање градива. (0+1)

Пример годишњег плана рада за осми разред основне школе

Ред. број	Наставна тема	Број часова			
		Обрада градива	Утврђивање, понављање, рачунске вежбе, систематизација	Лаб. вежбе	Укупно
1.	Осцилаторно и таласно кретање	4	3	1	8
2.	Светлосне појаве	7	6	2	15
3.	Електрично поље	5	5	/	10
4.	Електрична струја	8	8	3	19
5.	Магнетно поље	4	2	/	6
6.	Елементи атомске и нуклеарне физике	5	3	/	8
7.	Физика и савремени свет	2	/	/	2
Укупно		35	27	6	68

Пример оперативног плана рада за осми разред основне школе

Наставна тема	Наставна јединица		Тип часа	Облик рада	Метод рада	Наставна средства
	Редни број	Назив				
Електрично поље	1.	Наелектрисавање тела. Елементарна количина наелектрисања. Закон о одржању количине	обрада	Фронтални, индивидуални	дијалошки демонстрациони	Стаклена шипка, свилена тканина, ебонитна шипка, вунена тканина, ситни комадићи хартије, ел клатно.
	2.	Наелектрисавање тела и закон о одржању количине наелектрисања	обнављање	Фронтални, индивидуални	дијалошки демонстрациони, текстуални	Со, бибер, пластична кашика, вунена тканина, крстић од хартије са једним зашиљеним крајем, прибадача или игла на изолаторском постољу, свилена тканина, стаклена чаша, дечији балон, пластична плоча, две дебеле књиге, пуно лаких разнобојних ситних папирића
	3.	Узајамно деловање наелектрисаних тела. Кулонов закон	обрада	Фронтални, индивидуални	Дијалошки, демонстрациони	Метална лопта, поливинилска или ебонитна шипка, електрично клатно, вунена тканина
	4.	Кулонов закон	обнављање	Фронтални, индивидуални	Дијалошки, текстуални	Збирка задатака
	5.	Електрично поље. Електростатичка индукција	обрада	Фронтални, индивидуални	Дијалошки, демонстрациони	две перјанице, електро-статичка инфлуентна машина, два жичана проводника, две металне плоче (25x25 cm), картон на коме су прибадаче на чијим врховима су уске траке од танке хартије (од салвета), два проводника, два електроскопа, метални проводник са изолаторском дршком, поливинилна шипка, вунена тканина, кавез од металне мреже, метална лопта са шилком, свећа
	6.	Понављање. Рачунски и експериментални задаци. Електрично поље. Електростатичка индукција	обнављање	Фронтални, индивидуални	Дијалошки, демонстрациони, текстуални	метална лопта са узаним отвором или метална конзерва од сока (лименка) на изолаторском постољу, два електроскопа, два дужа жичана проводника, поливинилна шипка, вунена тканина, лимена конзерва кока-коле или неког другог сока, пластични лењир, вунена тканина, алуминијумска фолија, свилени конац, пластични троугао, две

						лименке од сока, стиропор, плута, маказе, вунена тканина, Метална плоча површине 1m ² , или алуминијумска фолија, високонапонски уређај (10 kW), концентрат сапуна за мехуре сапунице, метална жица, пластични штап, стиропор, каблови
7.	Електрични потенцијал и напон, рад у електричном пољу.	обрада	Фронтални, индивидуални	Дијалошки, демонстрациони	два електрометра ебонитна шипка или пластични лењир, вунена тканина, проводник са изолаторском дршком, метална лопта постављена на изолаторско постоље, поливинилска или ебонитна шипка, електрично клатно, вунена тканина	
8.	Електричне појаве у атмосфери	обрада	Фронтални, индивидуални	Дијалошки, демонстрациони	Свећа, изолаторска шипка, два проводника, електрометар, стаклена шипка, свилена тканина, три суве стаклене чаше, метална плоча (послужавник), пластични лењир, метална кашика, вунена тканина (крзно), Два балона, конач дужине 1m, вунена тканина, игла или чиода, селотејп.	
9.	Електрично поље, систематизација градива	систематизација	фронтални	Дијалошка, илустративна, решавање задатака	Збирка задатака	
10.	Контролни задатак	провера знања	Индивидуални	Рад на тексту		

4. ДНЕВНЕ ПРИПРЕМЕ У СКЛОПУ НАСТАВНЕ ТЕМЕ „ЕЛЕКТРИЧНО ПОЉЕ“

У овом поглављу је дат предлог дневних припрема за наставне јединице у оквиру наставне теме „Електрично поље“. Посебна пажња је посвећена имплементацији једноставних експеримената, раду у групама, као и одабиру домаћих задатака који ће додатно подстицати мотивацију ученика за рад.

4.1. Наелектрисање тела. Количина наелектрисања. Закон одржавања наелектрисања. Проводници и изолатори

Тип часа: обрада

Образовни ниво: примена

Облик рада: фронтални, индивидуални

Наставне методе: дијалошка, демонстрациона

Наставна средства: Стаклена шипка, свилена тканина, ебонитна шипка, вунена тканина, ситни комадићи хартије, електрично клатно.

Циљ и задаци:

- Да ученици науче које особине поседује наелектрисано тело као и врсте наелектрисања.
- Да упознају појам елементарног наелектрисања као и закон одржања наелектрисања.
- Да знају навести примере наелектрисања из свакодневног живота.

4.1.1. Уводни део часа

У уводном делу часа треба поновити све што је научено о овим наставним садржајима на часовима физике у шестом разреду као и на часовима хемије: наелектрисање тела додиром, врсте наелектрисања, структура супстанције кроз питања.

Питање: Како се дели материја?

Очекивани одговор: На супстанцију и физичко поље (6. разред).

Питање: Из чега се састоји супстанција?

Очекивани одговор: Из молекула и атома.

Питање: Из чега се састоји атом?

Очекивани одговор: Из атомског језгра, у коме се налазе протони и неутрони, и електронског омотача у коме су електрони. (Хемија, 7. разред)

Питање: Да ли је атом наелектрисан?

Очекивани одговор: Атом је у целини електронеутралан јер садржи исти број протона и електрона.

Наставник може прозвати неког од ученика да демонстрира наелектрисање тела трењем као и особине наелектрисаних тела.

Потребан прибор за извођење експеримента: стаклена шипка, свилена тканина, ебонитна шипка, вунена тканина, ситни комадићи хартије.

Ток експеримента: Прво се стаклена шипка приближи комадићима хартије, као што је илустровано на слици 4.1-а. Примећује се да се ништа не дешава. После овога стаклена шипка се протрља свиленом тканином и приближи комадићима хартије. (слика 4.1-б) Комадићи хартије „скоче” на стаклену шипку јер их стаклена шипка привлачи. (слика 4.1-в).

Исти експеримент се изводи коришћењем ебонитне или поливинилске шипке, али њих треба трљати вуненом тканином. Реализацијом овог експеримента долази се до закључка да тело протрљано свиленом или вуненом тканином добија нове особине (привлачи комадиће хартије). За такво тело каже се да је наелектрисано.



Слика 4.1. Наелектрисавање тела трењем

4.1.2. Главни део часа

На основу онога што се зна о атому, закључује се да се тела наелектрисавају преласком електрона с тела на тело или прерасподелом електрона унутар тела. Тело је негативно наелектрисано ако има више електрона, а позитивно ако има мање електрона. У зависности од тога да ли се електрони слободно крећу кроз тела, материјали се деле на:

1. проводнике – добро проводе наелектрисања
2. полупроводнике – проводе само под одређеним условима

3. изолаторе – не проводе

Демонстрација експеримента од стране наставника.

Потребан прибор: Две стаклене шипке и две ебонитне шипке, свилена и вунена тканина, сталак са носачем.

Ток експеримента: Једна стаклена шипка се наелектрише трењем са свиленом тканином и постави у носач са сталком (слика 4.2). Затим се наелектрише друга стаклена шипка и приближи шипки која је окачена. Примећује се да се шипке одбијају. Ово исто се може урадити и са ебонитним шипкама. Ефекат ће бити исти. Ако се у носач постави наелектрисана стаклена шипка, а онда јој се принесе наелектрисана ебонитна шипка, примећује се да стаклена и ебонитна шипка привлаче.



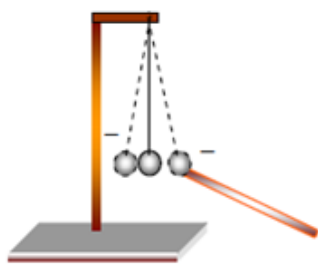
Слика 4.2. Одбијање истоимених наелектрисања (а), привлачење разноимених наелектрисања (б)

Кроз разговор објаснити постојање две врсте електрицитета и како оне делују једно према другом, а може се извести и оглед чије објашњење наставник очекује од ученика.

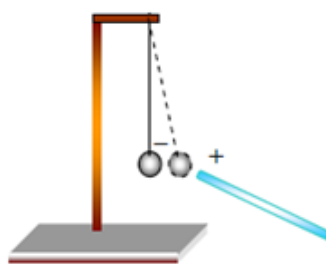
Потребан прибор: Електрично клатно, стаклена и ебонитна шипка, свилена и вунена тканина.

Ток експеримента: Наелектрисана ебонитна шипка се приближи куглици клатна. Шипка привлачи куглицу. Кад куглица дотакне шипку она се одбија од ње. Исти ефекат се постиже и са стакленом шипком,

Објашњење: Кад је куглица дотакла шипку, део електрицитета је тада са шипке прешао на куглицу. Пошто се на овај начин куглица наелектрисала истом врстом електрицитета (слика 4.3 а) као и шипка долази до одбијања. Ако куглици која је наелектрисана ебонитном шипком приближимо наелектрисану стаклену шипку тада ће доћи до привлачења. (слика 4.3 б).



а)



б)

Слика 4.3. Одбијање истоимених наелектрисања (а), привлачење разноимених наелектрисања (б)

Увођење појма елементарног наелектрисања и објашњавање смисла израза $q = n e$

Најмања количина наелектрисања је наелектрисање електрона (или протона) и зове се елементарно наелектрисање.

Ознака: e

Мерна јединица: $[e] = C$, изведена према SI

Бројна вредност: $e = 1,6 \cdot 10^{-19} C$

Количина наелектрисања је производ елементарног наелектрисања (e) и броја који показује колико има мање или више електрона (n).

Ознака: q

Формула: $q = n \cdot e$

Мерна јединица: $[q] = C$

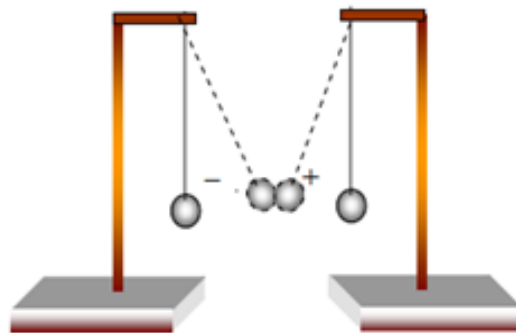
На које начине се тела могу наелектрисати? Одговор: трењем, додиром, индукцијом.

Наставник на електроскопу демонстрира сва три начина наелектрисавања стакленим штапом.

Поступак:

- приближити наелектрисану шипку електрометру односно електроскопу (без додиривања), казаљка се помера
- додирнути куглицу електрометра односно електроскопа, казаљка се помера.

Слична појава се дешава и приликом чешљања дуге косе. Чешаљ привлачи косу и када је не додирује.



Слика 4.4. Демонстрација закона одржања наелектрисања на клатну

Да би се објаснио закон одржања наелектрисања наставник демонстрира експеримент приказан на слици 4.4.

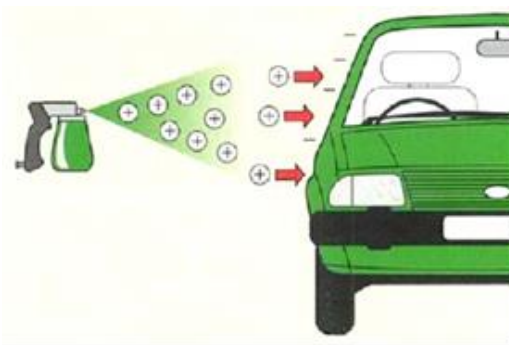
Потребан прибор: Два електрична клатна, стаклена и ебонитна шипка, свилена и вунена тканина.

Ток експеримента: Једна куглица се наелектрише ебонитном шипком, а друга стакленом. Затим се куглице приближе једна другој. Примећује се да се оне привлаче. Кад се дотакну више се не привлаче и клатна висе вертикално (слика 4.4)

Објашњење: Приликом наелектрисавања, куглица наелектрисана стакленом шипком је позитивно наелектрисана, а куглица која ја наелектрисана ебонитном шипком наелектрисана је негативно. Када се тела наелектрисана једнаким количинама позитивног и негативног електрицитета додирну долази до разелектрисања-неутрализације.

Наелектрисање се не може уништити нити створити, већ се само раздваја и преноси с тела на тело.

Овај закључак представља закон одржања наелектрисања.



Слика 4. 5. Пример наелектрисавања током поступка бојења аутомобила

Електрицитет се среће свакодневно.

Навести пример у којима је наелектрисање корисно, пример 1. као и пример где је појава наелектрисања негативна, пример 2.

Пример 1. Бојење аутомобила: распршена боја, течност, се наелектрише “+” услед трења кроз млазницу. Каросерија аутомобила се наелектрише супротног врстом наелектрисања-негативно те тако привлачи капљице боје из компресора. (слика 4.5).

Пројектовати са рачунара или графофолије.

Пример 2. Статички електрицитет се ствара при кретању једних тела по другима. У том случају његова појава је негативна и електрицитет се на неки начин мора одвести са тела (одвођење електрицитета у земљу са аутоцистерне које превозе запаљиве материје бензин, течни гас... ланцима који додирују пут).

4.1.3. Завршни део часа

У завршном делу часа потребно је укратко поновити шта је научено на часу кроз серију питања.

Питање: На који начин се могу наелектрисати тела?

Очекивани одговор: Трење, додир и индукција.

Питање: Које врсте наелектрисања постоје у природи?

Очекивани одговор: Позитивно и негативно.

Питање: Која је разлика између проводника и изолатора?

Очекивани одговор: Код проводника постоје носиоци наелектрисања који могу да се усмерено крећу дуж целог узорка-добро проводе наелектрисање, док код изолатора такви носиоци не постоје или их има у малој количини – не проводе.

На крају часа потребно је задати ученицима домаћи задатак. Ученици треба да реализују мини пројекат у оквиру којег је њихов задатак да на интернету пронађу упутство како могу направити једноставан електроскоп користећи празну теглу са поклопцем, спајалицу, алуминијумску фолију. Затим свој електроскоп треба да искористе да провере које предмете око себе могу наелектрисати трењем о вунени џемпер. Након реализације пројекта треба да напишу кратак извештај.

4.2. Количина наелектрисања. Закон одржавања наелектрисања – понављање и рачунски задаци

Тип часа: понављање

Образовни ниво: примена

Облик рада: групни, фронтални, индивидуални

Наставне методе: дијалогска, текстуална

Наставна средства: Со, бибер, пластична кашика, вунена тканина, крстић од хартије са једним зашиљеним крајем, прибадача или игла на изолаторском постољу, свилена тканина, стаклена чаша, дечији балон, пластична плоча, две дебеле књиге, пуно лаких разнобојних ситних папирића

4.2.1. Уводни део часа

У уводном делу часа неопходно је поделити ученике у групе и задати им демонстрационе експерименте након којих ће сами доћи до одређених закључака и презентовати их пред остатком одељења у циљу понављања градива са претходног часа.

Прва група:

Потребан прибор: Со, бибер, пластична кашика, вунена тканина.

Ток експеримента: Помешати со и бибер. Наелектрисану пластичну кашику приближити смеши (слика 4.6). Зрнца бибера скачу ка наелектрисаној кашики, а

зрнца соли не. Ако се кашика примакне на врло мало растојање почињу и зрнца соли да скачу на кашику. Већи део соли и бибера остају на кашици док мањи део пада на подлогу. Нека зрна поново скачу на кашику, а затим поново падају на подлогу.

Објашњење: Зрнца соли су јонски кристали. Позитивни и негативни јони Na^+ и Cl^- имају приближно сферну симетрију. У нехомогеном електричном пољу наелектрисаног предмета, електростатичка сила делује на јоне на површини кристала, незнатно их помера и тако настаје раздвајање наелектрисања унутар кристала. Зрнца бибера су углавном састављена од угљоводоничних ланаца, са одређеним атомским групама ($\text{C}_{12}\text{H}_{12}\text{NO}_3$ – дају биберу јак укус), које бивају раздвојене у електричном пољу наелектрисаног предмета. Електростатичка сила која је већа од тежине соли и бибера, привлачи их ка предмету. При том зрна бибера имају мању масу од зрна соли, те даље одскоче. Кашичица није равномерно наелектрисана због облика. На местима где су испупчења наелектрисање је веће. Због тога висина до које скоче зрнца бибера под утицајем привлачне електричне силе, зависи од места на ком се она налазе, величине поларизације зрна, као и масе. Међутим, потпуно одвајање зрна соли и бибера није могуће постићи.



Слика 4.6. Одвајање соли од бибера путем наелектрисавања

Друга група:

Потребан прибор: Крстић од хартије са једним зашиљеним крајем, прибадача или игла на изолаторском постољу, свилена тканина, стаклена чаша.

Ток експеримента: Крстић од хартије мора бити тако подешен да кад се стави на врх прибадаче стоји хоризонтално. Овако постављен крстић на прибадачи поклопи се чашом. Чаша мора бити потпуно сува. Кад се чаша протрља свиленом тканином врх крстића се окреће према том месту. Поново се протрља чаша на друго место крстић се поново помера. На овај начин се може постићи да се крстић окреће.

Објашњење: Кад се чаша протрља свиленом тканином наелектрише се само онај део чаше који је протрљан и он привлачи папирни крстић. Кад се чаша протрља на другом месту, тада се тај део чаше наелектрише и он привлачи крстић. Због тога се може постићи да се крстић окреће.

Трећа група:

Потребан прибор: Дечији балон.

Ток експеримента: Надувани балон се протрља о зид, вунену тканину или свеже опрану и суву косу тако да балон буде добро приљубљен уз косу. Балон се држи мало са стране, а затим принесе коси.

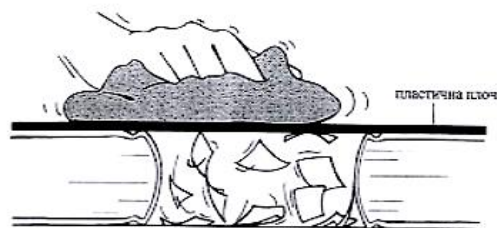
Објашњење: На овај начин се коса наелектрише истом врстом електрицитета и свака длака се одбија једна од друге па коса стоји усправно.

Четврта група:

Потребан прибор: Пластична плоча, две дебеле књиге, пуно лаких разнобојних ситних папирића, вунена тканина.

Ток експеримента: Поставити две дебеле књиге на сто, а између њих ситно исечене папириће (величине нокта). На књиге ставити пластичну плочу. Трљати плочу вуненом тканином све док папирићи не почну да се исправљају. Неки ће се подићи од плоче и поново одбити од ње, а други ће остати на плочи. Неки ће се привидно лепити један на други градећи разигране парове (слика 4.7).

Објашњење: Трењем се пластична плоча наелектрише негативним наелектрисањем. Електрично поље, које потиче од плоче, доводи до поларизације наелектрисања у папирићима. Папирићи се подижу, јер су својим позитивним крајем окренути ка плочи и привучени од плоче. Лаки папирићи се одвоје од стола и приљубе уз плочу. Ако је контакт између плоче и папирића слаб, на папириће не прелази негативно наелектрисање плоче и они остају приљубљени уз плочу. При добром контакту електрони прелазе са плоче на папириће и наелектришу се негативно. Овакви папирићи се одбијају од плоче.



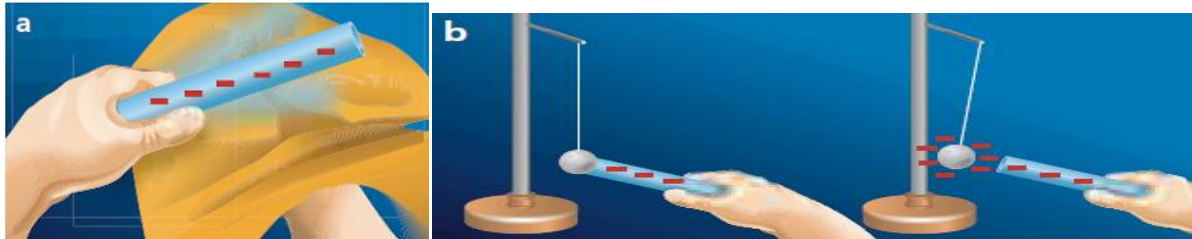
Слика 4.7. Наелектрисавање папирића вуненом тканином

Пета група:

Потребан прибор: Електрично клатно, стаклена и ебонитна шипка, пластични лењир, суво дрво, метална жица, влажна хартија, влажно дрво, вунена тканина.

Ток експеримента: Електрично клатно се наелектрише додиром, наелектрисаном стакленом и ебонитном шипком (слика 4.8). Кад се лоптици клатна приближи прст она скрене ка прсту и дотакне га, а затим се врати у свој равнотежни положај. Ако јој се опет приближи прст, лоптица се неће померити. Значи лоптица није више наелектрисана, односно разелектрисала се. Поново се наелектрише лоптица, а затим додирне наелектрисаном стакленом шипком или ненаелектрисаним лењиром, сувим дрветом. Кад се лоптици поново приближи прст она креће ка њему. Значи остала је наелектрисана. Када се додирне металном жицом, влажним дрветом или влажном хартијом лоптица се разелектрише.

Објашњење: Материјали који су разелектрисали лоптицу зову се проводници, а они који немају ту способност називају се изолатори. Разелектрисање лоптице објашњава се електронском теоријом. Проводници у свом саставу садрже слободне електроне који су врло покретљиви док су код изолатора електрони чврсто везани у атому, тако да се не крећу кроз супстанцу. У овом огледу се може видети да је људско тело проводник.



Слика 4.8. Наелектрисање куглице клатна

4.2.2. Главни део часа

Главни део овог часа представљају задаци. Овде су неведени неки од примера које је могуће применити на часу.

1. Тело је наелектрисано трењем. Количина наелектрисања на њему је $q = -12.8 \cdot 10^{-19} \text{ C}$. Колико је електрона „вишак“ на том телу?

$$q = -12.8 \cdot 10^{-19} \text{ C}$$

$$n = ?$$

Наелектрисање једног електрона приближно износи $1e = -1.6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$. На телу које је наелектрисано количином наелектрисања $q = -12.8 \cdot 10^{-19} \text{ C}$ налази се вишак електрона који можемо израчунати из следећег израза:

$$\text{решење: } n = q/e = -12.8 \cdot 10^{-19} \text{ C} / -1.6 \cdot 10^{-19} \text{ C} = 8$$

На наелектрисаном телу налази се 8 електрона вишка.

2. Атом водоника отпусти један електрон при чему настаје јон водоника. Колико је наелектрисање овог јона?

одговор: Водоник има један електрон и један протон. С обзиром да је атом у целини неутралан, протон и електрон су наелектрисани једнаким наелектрисањима, што би значило да је наелектрисање јона $1.6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$.

3. Метална куглица наелектрисана је количином наелектрисања $q = 6.8 \cdot 10^{-17} \text{ C}$. Колико најмање електрона треба довести на то тело да не би било позитивно наелектрисано?

решење: $n=q/e=6.8 \cdot 10^{-17} \text{ C} / 1.6 \cdot 10^{-19} \text{ C} = 425$

Наелектрисаном телу треба довести најмање 425 електрона.

4. Две једнаке металне полулопте наелектрисане су разноименим количинама наелектрисуња једнаким по апсолутној вредности. Када се од тих тела направи лопта колико ће бити њено наелектрисуње?

одговор: Лопта ће постати неутрална, што значи да је наелектрисуње 0.

5. Тело А наелектрисано је количином наелектрисуња $q_A = -12.8 \cdot 10^{-18} \text{ C}$, а тело В $q_B = 6.4 \cdot 10^{-18} \text{ C}$. Оба тела направљена су од метала. Ако су тела једнака, колика ће количина наелектрисуња бити на сваком од њих после спајања металном жицом?

решење:

Пошто су тела једнака, после њиховог повезивања проводником количина наелектрисуња на њима ће бити једнака:

$$(q_A + q_B)/2 = (-12.8 \cdot 10^{-18} \text{ C} + 6.4 \cdot 10^{-18} \text{ C})/2 = -3.2 \cdot 10^{-18} \text{ C}$$

4.2.3. Завршни део часа

Уколико се предвиђени задаци не реше на часу, треба их задати за домаћи задатак. Додатно за домаћи задатак треба задати ученицима да испитају све могућности PhET симулације на линку: <https://phet.colorado.edu/sr/simulation/balloons-and-static-electricity> и <https://phet.colorado.edu/sr/simulation/john-travoltage>.

4.3. Електрична сила. Кулонов закон

Тип часа: обрада

Образовни ниво: примена

Облик рада: фронтални, индивидуални

Наставне методе: дијалошка, демонстрациона

Наставна средства: Метална лопта постављена на изолаторско постоље, поливинилска или ебонитна шипка, електрично клатно, вунена тканина

Циљ и задаци:

- Ученици треба да знају на који начин зависи интензитет електричне силе од количине наелектрисуња а како од међусобног растојања.
- Ученици треба да умеју да Кулонов закон искажу речима и математичком формулом као и да га примене.

4.3.1. Уводни део часа

У уводном делу часа треба поновити све што је обрађено током претходна два часа (наелектрисавање и количина наелектрисања) кроз питања.

Питање: Када кажемо да су тела наелектрисана?

Очекивани одговор: Тело постаје наелектрисано нарушавањем равнотеже броја протона и неутрона.

Питање: Које су две врсте наелектрисања? Објасни разлику?

Очекивани одговор: Тело може бити наелектрисано негативно и позитивно. Негативно наелектрисано тело садржи већи број електрона од броја протона, а позитивно наелектрисано тело садржи већи број протона од броја електрона.

Питање: Какво је међусобно дејство два наелектрисања у зависности од њихове врсте (знака)?

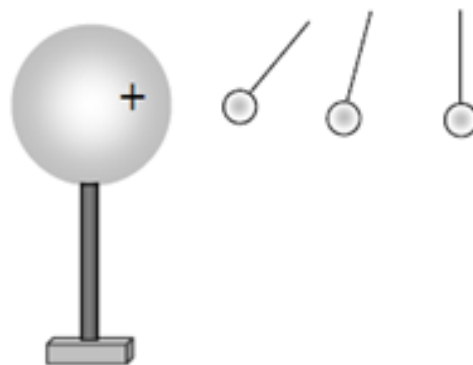
Очекивани одговор: Ако су два тела наелектрисана истим врстама наелектрисања онда се она одбијају, а ако су наелектрисани супротним врстама наелектрисања онда се привлаче.

Питање: Шта је електрична сила?

Очекивани одговор: Мера узајамног деловања наелектрисаних тела.

4.3.2. Главни део часа

У овом делу часа наставник треба да објасни ђацима зашто се, приликом представљања наелектрисаних тела, цртају куглице, односно сферна тела. Наставник објашњава да је још Шарл Кулон у 19. веку утврдио од чега зависи електрична сила и да је битно каквих су облика тела која узајамно делују. Да би илустровао Кулонов закон, наставник демонстрира експеримент.



Слика 4.9. Електрично клатно у електричном пољу на различитим растојањима

Потребан прибор: Метална лопта постављена на изолаторско постоље, поливинилска или ебонитна шипка, електрично клатно, вунена тканина.

Ток експеримента: Метална лопта на изолаторском постољу се наелектрише додиром помоћу наелектрисане поливинилске шипке. Затим јој се полако приближава

електрично клатно. Примећује се да како се клатно све више приближава наелектрисаној лопти тако је и куглица клатна удаљенија од равнотежног положаја.

Објашњење: Наелектрисана кугла око себе ствара електрично поље. Ако је клатно даље од лопте она је ближе равнотежном положају, а кад је ближе лопти оно је даље од равнотежног положаја. Из овог се може закључити да електрична сила којом кугла делује на клатно није иста на различитим растојањима. Уколико је клатно ближе, интензитет силе је већи, следи сила је обрнуто сразмерна квадрату растојања. На исти начин може се демонстрирати зависност електричне силе од количине наелектрисања. Растојање држати сталним а мењати количину наелектрисања кугле додатним наелектрисавањем.

Следи закључак да је интензитет силе сразмеран количинама наелектрисања тела.

Закон који је Кулон открио важи за сферна тела или тзв. тачкаста тела (тела чије су димензије занемарљиве у односу на растојања на којима се налазе), а математички се може записати као:

$$F = \pm k \frac{q_1 \cdot q_2}{r^2}$$

Интензитет електричне силе сразмеран је количинама наелектрисања, а обрнуто сразмеран квадрату њиховог растојања.

Потом се експеримент понавља, али тако да се сада позитивно наелектрисаној металној лопти приближава негативно наелектрисано клатно. Између лопте и клатна ће се јављати одбојна сила али следи закључак да њен интензитет не зависи од врсте наелектрисања.

Знак + се користи ако су тела наелектрисана разноименим наелектрисањима (привлаче се).

Знак – се користи ако су тела наелектрисана истоименим наелектрисањима (одбијају се).

Величина k је константа сразмерности и износи $9 \cdot 10^9 \text{ Nm}^2/\text{C}^2$ у вакууму. У другим срединама константа сразмерности је мања, што значи да електрична сила зависи од средине. Она представља силу по јединици наелектрисања и јединици дужине. Има велику вредност јер је електрична сила јака сила и одговорна за постојање и нас самих као и свих тела око нас...

4.3.3. Завршни део часа

У завршном делу часа потребно је укратко поновити шта је научено на часу постављањем питања. Овде су неведени неки примери питања.

Питање: Од чега све зависи електрична сила?

Очекивани одговор: Електрична сила зависи од облика наелектрисаних тела, количине наелектрисуња, средине у којима се тела налазе и њиховог међусобног растојања.

Питање: Како гласи Кулонов закон?

Очекивани одговор: Интензитет електричне силе сразмеран је количинама наелектрисуња, а обрнуто сразмеран квадрату њиховог растојања

На крају је потребно задати за домаћи задатак ученицима да испитају све могућности PhET симулације на линку: <https://phet.colorado.edu/sr/simulation/coulombs-law>.

4.4. Кулонов закон – понављање и рачунски задаци

Тип часа: понављање

Образовни ниво: примена

Облик рада: фронтални, индивидуални

Наставне методе: дијалогска, текстуална

Наставна средства: Збирка задатака

Циљ и задаци

- Понављање и проширивање знања из Кулоновог закона.
- Развијање логичког мишљења као и математичке писмености.

4.4.1. Уводни део часа

У уводном делу часа треба поновити све што је обрађено током претходног часа (Кулонов закон) кроз питања.

Питање: Како гласи Кулонов закон?

Очекивани одговор: Интензитет електричне силе сразмеран је количинама наелектрисуња, а обрнуто сразмеран квадрату њиховог растојања.

Написати формулу за Кулонов закон на табли.

4.4.2. Главни део часа

Главни део овог часа представљају задаци. Овде су неведени неки од примера које је могуће применити на часу.

1. Два наелектрисана тела, $q_1=q_2= 1\mu\text{C}$, налазе се у ваздуху на растојању $r=10\text{ m}$. Колики је интензитет електростатичке силе којом се та тела одбијају? Сматрати да су наелектрисања тачкаста.

$$q_1=q_2= 1\mu\text{C}= 0.000001\text{ C}$$

$$r=10\text{ m}$$

$$F = ?$$

$$F = \pm k \frac{q_1 \cdot q_2}{r^2} = 9 \cdot 10^9 \frac{0.000001^2}{100} = 90\text{ N}$$

2. Два тачкаста наелектрисања $q_1=5\mu\text{C}$ и $q_2=-20\mu\text{C}$ налазе се на растојању $r=10\text{ cm}$. Колики је интензитет електростатичке силе којом се та тела привлаче?

$$q_1=5\mu\text{C} = 0.000005\text{ C}$$

$$q_2=-20\mu\text{C} = -0.00002\text{ C}$$

$$r=10\text{ cm} = 0.1\text{ m}$$

$$F = ?$$

$$F = k \frac{q_1 \cdot q_2}{r^2} = 9 \cdot 10^9 \frac{0.000005 \cdot (-0.00002)}{0.01} = -90\text{ N}$$

3. Две куглице су наелектрисане количинама наелектрисања $5 \cdot 10^{-7}\text{ C}$ и $-5 \cdot 10^{-7}\text{ C}$. Колико је растојање међу куглицама ако се оне налазе у вакууму? Сила узајамног деловања куглица је $9 \cdot 10^{-5}\text{ N}$.

$$q_1=5 \cdot 10^{-7}\text{ C}$$

$$q_2=-5 \cdot 10^{-7}\text{ C}$$

$$F=9 \cdot 10^{-5}\text{ N}$$

$$r=?$$

$$F = k \frac{q_1 \cdot q_2}{r^2} \rightarrow r^2 = k \frac{q_1 q_2}{F} \rightarrow r = \sqrt{k \frac{q_1 q_2}{F}} = \sqrt{9 \cdot 10^9 \frac{5 \cdot 10^{-7} \cdot 5 \cdot 10^{-7}}{9 \cdot 10^{-5}}} = 5\text{ m}$$

4.4.3. Завршни део часа

У завршном делу часа предвиђено је задавање задатака из збирке за домаћи задатак.

4.5. Електрично поље. Електростатичка индукција

Тип часа: обрада

Образовни ниво: примена

Облик рада: фронтални, индивидуални

Наставне методе: дијалошка, демонстрациона

Наставна средства: две перјанице, електро-статичка инфлуентна машина, два жичана проводника, две металне плоче (25x25 cm), картон на коме су прибадаче на чијим врховима су уске траке од танке хартије (од салвета), два проводника, два електроскопа, метални проводник са изолаторском дршком, поливинилна шипка, вунена тканина, кавез од металне мреже, метална лопта са шиљком, свећа

Циљ и задаци:

- Ученици треба да знају шта су линије сила и који је њихов правац као и смер у случају радијалног и хомогеног поља
- Ученици треба да умеју да објасне утицај електричног поља и електричну инфлуенцију
- Ученици треба да знају какав је распоред наелектрисаних честица на проводнику
- Ученици треба да познају дејство шиљка.

4.5.1. Уводни део часа

Уводни део часа треба се започети понављањем претходно обрађеног градива постављањем питања.

Питање: Када кажемо да је неко тело наелектрисано?

Очекивани одговор: Тело постаје наелектрисано нарушавањем равнотеже броја протона и електрона.

Питање: Како се тело може наелектрисати?

Очекивани одговор: Трење, додир и индукција.

Питање: Које врсте наелектрисућа постоје?

Очекивани одговор: Позитивно и негативно.

Питање: Која сила се јавља међу наелектрисаним телима?

Очекивани одговор: Кулонова сила.

Питање: Од чега зависи њен интензитет?

Очекивани одговор: Интензитет електричне силе сразмеран је количинама наелектрисућа, а обрнуто сразмеран квадрату њиховог растојања.

4.5.2. Главни део часа

У овом делу часа потребно је присетити се појма електричног поља као једног од облика материје и демонстрирати експерименте.

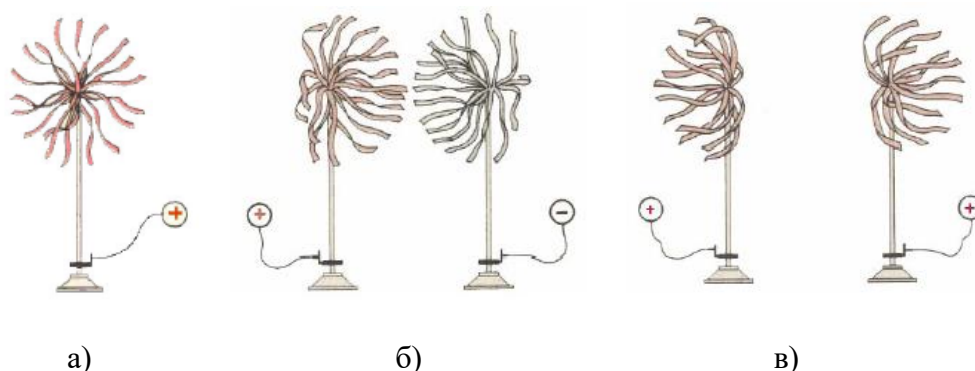
Потребан прибор: Две перјанице, електро-статичка инфлуентна машина, два жичана проводника.

Ток експеримента:

Први случај, слике 4.10, а

Ток експеримента: Доњи крај проводника на изолованом сталку се споји (нпр. за + пол) са инфлуентном машином. Помоћу инфлуентне машине наелектрише се проводник и листићи хартије на његовом врху. Листићи који су до наелектрисавања били опуштени сад заузимају разне положаје, усправне, косе, хоризонталне и др.

Објашњење: Када се врши наелектрисавање проводника истовремено се наелектришу и папирне траке на његовом врху. Све траке се наелектришу истом врстом електрицитета па долази до одбијања. Положаји трака показују правце линија силе електричног поља.



Слика 4.10. Наелектрисавање перјаница

Други случај, слика 4.10 б

Ток експеримента: Оба проводника на сталцима споје се за инфлуентну машину тако да се један споји за + пол, а други за – пол. Затим се изврши наелектрисавање оба проводника. И код једног и код другог проводника папирне траке заузимају различите положаје. Затим се проводници са папирним тракама приближе један другом. Примећује се да се листићи хартије једног проводника примичу листићима другог проводника.

Објашњење: Како је један проводник са тракама хартије наелектрисан позитивно, а други негативно, кад се међусобно приближе долази до привлачења. Папирне траке се такође привлаче и заузеће правце односно облик које имају електричне линије силе.

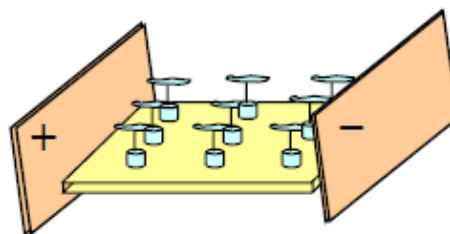
Трећи случај, слике 4.10, в

Оба проводника са папирним тракама се повежу са инфлуентном машином, али оба на исти пол (+ или -). (слика 4.10, а) Кад се проводници наелектришу папирне траке заузму положаје правца електричних линија силе. Полако се приближавају проводници један другом. Папирне траке једног проводника као да беже од папирних трака другог проводника.

Објашњење: Проводник и траке наелектрисане су истом врстом електрицитета и одбијају се па папирне траке показују изглед линија сила при одбијању наелектрисувања.

Хомогено поље настаје између две паралелне металне плоче наелектрисане једнаким количинама наелектрисувања супротног (пред)знака, што се може демонстрирати следећим експериментом:

Потребан прибор: Две металне плоче (25x25 cm), картон на коме су прибадаче на чијим врховима су уске траке од танке хартије (од салвета), инфлуентна машина, два проводника.



Слика 4.11. Папирне траке у хомогеном електричном пољу

пољу

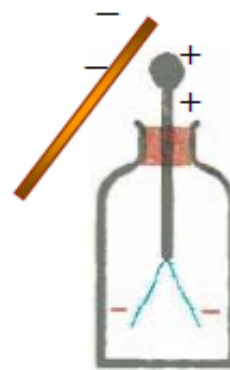
Ток експеримента: Металне плоче се поставе усправно на растојање око 10 cm. Између плоча се постави картон са прибадачама. Плоче се повежу проводником за инфлуентну машину, један за + пол а други за – пол. Листићи на прибадачама стоје опуштени. Кад се плоче наелектришу папирне траке се усправе и заузимају положај у правцу нормалном на плоче (слика 4.11).

Објашњење: Кад се плоче наелектришу различитим врстама електрицитета тада се између њих јавља електрично поље, а такође плоче привлаче папирне траке које заузимају правац електричних линија силе створеног хомогеног електричног поља.

Да би се објаснио утицај електричног поља ученици демонстрирају експеримент помоћу електроскопа који могу сами да направе.

Потребан прибор: Поливинилска шипка, вунена тканина, електроскоп.

Ток експеримента: Наелектрисана поливинилна шипка се приближи електроскопу. Листићи се размишу. Кад се шипка удаљи листићи се поново врате у првобитни положај. Поново



Слика 4.12. Наелектрисување инфлуенцијом

се шипка примагне електроскопу. Листићи се размакну. Ако се електроскоп додирне прстом листићи се врате у првобитни положај. Кад се истовремено удаље шипка, и прст скине са електроскопа, листићи се поново размакну. Кад се сад приближи шипка електроскопу листићи почињу да се приближавају, а кад се удаљи поново се размичу (слика 4.12).

Објашњење: Кад се наелектрисана шипка приближила електроскопу дошло је до раздвајања наелектрисања на електроскопу. Шипка је негативно наелектрисана па се на куглици и електроскопу раздвојило позитивно наелектрисање, а на листићима негативно. Кад се ставио прст на куглицу електроскопа тада је негативно наелектрисање (електрони) са тела прешло на куглицу и успоставила се електрична равнотежа. Одмицањем шипке и прста са електроскопа истовремено, негативно наелектрисање је остало на електроскопу и он је остао негативно наелектрисан. Због тога су се листићи поново размакли. Да је електроскоп остао негативно наелектрисан доказује се поновним приближавањем шипке електроскопу јер се листићи приближавају.

Кад се позитивно пробно наелектрисање нађе у електричном пољу, на њега ће оно деловати силом. Пробно наелектрисање ће се кретати у правцу дејства силе. С обзиром на то да електрично поље не мора да буде исто у свим тачкама, уводи се нова физичка величина – **јачина електричног поља**.

Ознака: E

Формула: $E = \frac{F}{q_0}$

где је q_0 позитивно пробно наелектрисање.

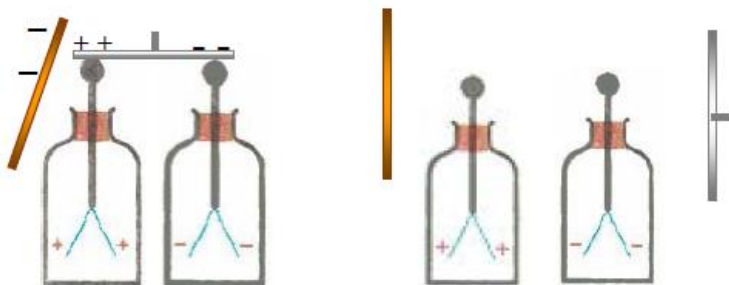
Мерна јединица: $[E] = \text{N/C}$

Демонстрација експеримента од стране наставника.

Потребан прибор: Два електроскопа, метални проводник са изолаторском дршком, поливинилна шипка, вунена тканина

Ток експеримента: Електроскопи се поставе тако да се могу спојити металним проводником.

Овако спојеним електроскопима се приближи, једном од њих, наелектрисана поливинилска шипка (слика 4.13, а) Листићи оба електроскопа се размакну. Затим се поливинилна шипка удаљи, листићи електроскопа се поново



Слика 4.13. Наелектрисавање електроскопа инфлуенциом (лево); електроскопи после наелектрисавања (десно)

врате у почетни положај. Поново се приближи шипка једном од електроскопа. Листићи се поново размакну код оба електроскопа. После овога подигне се проводник и у исто време се удаљи шипка. Примећује се да су листићи код оба електроскопа остал размакнути.(слика 4.13, б) Ако се наелектрисана шипка приближи првом електроскопу његови листићи почеће да се приближавају један другом, а ако се шипка приближи другом електроскопу његови листићи се још више рашире.

Објашњење: Кад се наелектрисано тело приближи проводнику, тада у проводнику долази до раздвајања наелектрисања под утицајем електричне инфлуенције. У овом случају негативно наелектрисана шипка раздвоји наелектрисање у проводнику па и електроскопима, тако да се на ближем крају проводника удаље електрони, који су покретни у проводнику, на његов други крај због Кулонове силе. Кад се истовремено удаљи шипка и проводник са електроскопа, раздвојени електрицитети који су наелектрисали електроскопе остају на њима па су електроскопи наелектрисани разноименим наелектрисањем.

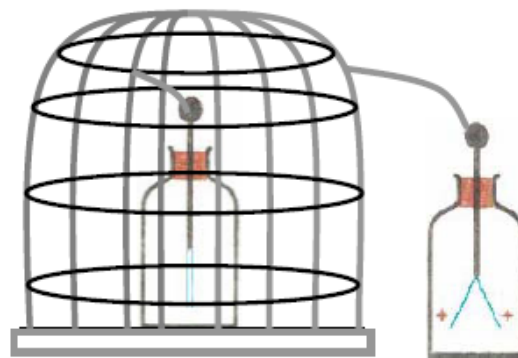
У циљу објашњења распореда електрицитета на проводницима као и дејство шипка, наставник демонстрира следеће експерименте.

Потребан прибор: Кавез од металне мреже (димензија да у њега може да стане електроскоп), два електроскопа, два жичана проводника, поливинилна шипка, вунена тканина..

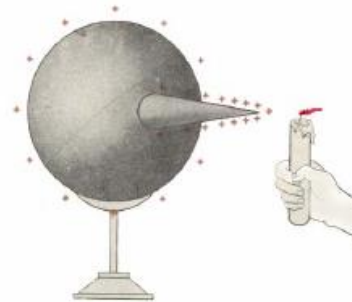
Ток експеримента : Поставити електроскоп на подлогу која је изолатор и проводником повезати са унутрашње стране кавеза. Поставити кавез преко електроскопа. Други електроскоп повезати на спољашњу страну кавеза. Наелектрисаном поливинилском шипком додирнути кавез. Примећује се да се листићи електроскопа који је ван кавеза размакну, а листићи електроскопа који је у кавезу остају опуштени

Објашњење: Електрицитет се налази само на спољашњој страни проводника.

Потребан прибор: Метална лопта са шипком, електростатичка инфлуентна машина, свећа, електроскоп



Слика 4.14. Фарадејев кавез



Слика 4.15. Демонстрација електричног поља у близини шипка помоћу свеће

Ток експеримента: Помоћу електростатичке инфлуентне машине наелектрише се метална лопта са шиљком. Пламен свеће се приближи шиљку. Примећује се да се пламен повија као да „бежи” од шиљка. Ако се електроскоп примакне шиљку, листићи ће се такође размакнути и остати размакнути и кад се удаљи.

Објашњење: На врху шиљка је највећа густина наелектрисаних честица те се у близини шиљка ствара снажно електрично поље које делује на јоне из ваздуха. У зависности од знака наелектрисања кугле, јони су снажно привучени или одбијени у електричном пољу шиљка те стичу велику брзину стварајући такозвани електрични ветар. Пламен свеће се због тог ветра повија (слика 4.15). Ако је шиљак позитивно наелектрисан, негативни јони ће бити привучени на шиљак, а тада у околини остаје вишак позитивних јона који наелектришу електроскоп и његови листићи остају размакнути.

4.5.3. Завршни део часа

У овом делу часа је потребно поновити научено, постављањем питања. Овде ће бити наведена нека од њих.

Питање: Како се распоређује наелектрисање на наелектрисаним проводницаима? Објаснити.

Очекивани одговор: Електрицитет у проводнику се помера ка спољашњости, односно не постоји у унутрашњости проводника. Разлог ове појаве је чињеница да се електрицитет распоређује по површини на начин који поништава електрично поље у унутрашњости.

Питање: Како се може електроскоп наелектрисати електростатичком инфлуенцијом позитивно, а како негативно?

Очекивани одговор: Објашњење експеримента са електроскопом

Питање: Шта је хомогено електрично поље?

Очекивани одговор: Електрично поље настало између две металне паралелне плоче наелектрисане једнаким количинама наелектрисања, супротног (пред)знака.

4.6. Електрично поље. Електростатичка индукција – понављање, рачунски и експериментални задаци

Тип часа: понављање и утврђивање

Образовни ниво: примена

Облик рада: групни, фронтални, индивидуални

Наставне методе: дијалошка, текстуална, демонстрациона

Наставна средства: метална лопта са узаним отвором или метална конзерва од сока (лименка) на изолаторском постољу, два електроскопа, два дужа жичана проводника, поливинилна шипка, вунена тканина, лимена конзерва кока-коле или неког другог сока, пластични лењир, вунена тканина, алуминијумска фолија, свилени конац, пластични троугао, две лименке од сока, стиропор, плута, маказе, вунена тканина, Метална плоча површине 1m^2 , или алуминијумска фолија, високонапонски уређај (10 kW), концентрат сапуна за мехуре сапунице, метална жица, пластични штап, стиропор, каблови

Дидактички материјал: папир, прибор за писање

Циљ и задаци:

- Обнављање и проширивање знања из области Електрично поље
- Развијање логичког мишљења ученика
- Подстицање ученика да своје мишљење, судове и закључке формирају на бази експерименталних резултата

4.6.1. Уводни део часа

Уводни део часа треба се започети понављањем претходно обрађеног градива постављањем питања. Овде ће бити наведени неки примери.

Питање: Шта је електрично поље и како се сликовито може приказати?

Очекивани одговор: Електрично поље се ствара у простору око наелектрисаног тела и сликовито се приказује линијама сила електричног поља.

Питање: Шта је јачина електричног поља и како се израчунава њен интензитет?

Очекивани одговор: Јачина електричног поља представља векторску величину која карактерише електрично поље у некој тачки, а њен интензитет је бројно једнак количнику интензитета силе којом електрично поље делује на пробно наелектрисује и количине тог пробног наелектрисује.

4.6.2. Главни део часа

У главном делу овог часа предвиђено је да се ученици поделе у групе од по четири, пет ученика, добију задатке на радним листовима, написана упутства за рад и папир на коме ће писати своја запажања, одговорати на постављена питања и извести закључак.

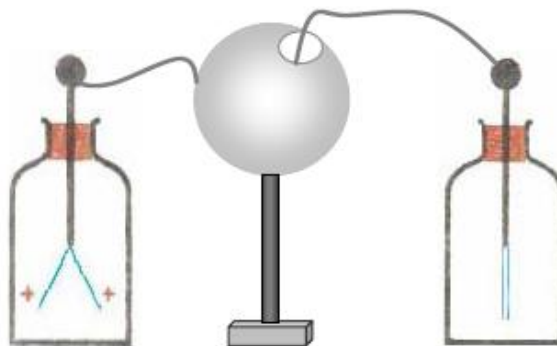
Подела у групе врши се методом случајног узорка. Ученици извлаче по један листићи на коме је исписано по једно слово К, У, Л, О, Н. Сви који су извукли папир са истим словом чине једну групу.

I група К, Експеримент: Распоред електрицитетa на проводницима

Потребан прибор: метална лопта са узаним отвором или метална конзерва од сока (лименка) на изолаторском постољу, два електроскопа, два дужа жичана проводника, поливинилна шипка, вунена тканина.

Ток експеримента:

Наелектрисаном поливинилном шипком наелектрише се метална лопта додиром. Један жичани проводник се веже за један електроскоп, а други проводник за други електроскоп (слика 4.16). Затим се проводник који је везан за први електроскоп пажљиво провуче кроз отвор лопте и њиме додирне њен унутрашњи зид.



Слика 4.16. Распоред електрицитета на проводнику

Листићи електроскопа се не померају. Другим проводником се додирне зид лопте са спољне стране. Листићи електроскопа се размакну.

Објашњење: Електрицитет се налази само на спољашњој страни проводника.

II група У, Експеримент: Даљинско управљање

Потребан прибор: Лимена конзерва кока-коле или неког другог сока, пластични лењир, вунена тканина.

Ток експеримента: Лименка се постави на равну глатку подлогу. Трењем се наелектрише лењир вуненом тканином. Лењир се приближи лименци, лименка почиње да се креће. Лименка је покренута, а није ни пипнута, а није било ни струјања ваздуха(слика 4.17).

Објашњење: Кад се наелектрисани лењир приближи лименци долази на њој до раздвајања наелектрисања електричном инфлуенцијом. Део лименке који је ближи лењиру наелектрише се позитивно, а онај део који је даље наелектрише се негативно. Због оваквог распореда наелектрисања на лименци, долази до привлачења с лењиром на коме је наелектрисање супротног знака (негативно).



Слика 4.17. Распоред електрицитета на лименци

III група Л, Експеримент: Лоптица која скакуће

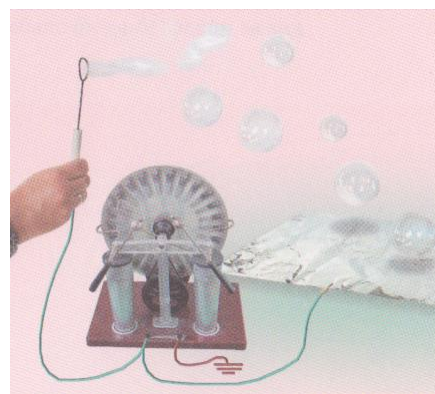
Потребан прибор: Алуминијумска фолија, свилени конац, пластични троугао, две лименке од сока, стиропор, плута, маказе, вунена тканина.

Ток експеримента: Начини се мала лоптица од плуте и кроз њу провуче свилени конац и обмота алуфолијом, а затим се постави на сталак. Троугао се наелектрише трењем о вунену тканину, држећи га за супротан крај. Једна лименка се постави на стиропор. Наелектрисаним троуглом се наелектрише лименка додиром (за бољи ефекат огледа може се лименци неколико пута додати наелектрисање помоћу троугла). Друга лименка се постави на сто поред лименке на стиропору (растојање око 2 cm). Кад се између лименки постави лоптица она почне поскакивати од једне до друге лименке (слика 4.18).



Слика 4.18. Наелектрисавање и разелектрисавање лоптице између лименки

Објашњење: Трењем о вунену тканину троугао се наелектрише негативно, а помоћу њега и лименка на стиропору (изолатору). Друга лименка је ненаелектрисана. Кад се лоптица постави између лименки тада је лименка на стиропору привуче. Кад лоптица дотакне лименку, лименка јој преда део свог наелектрисања. При овом додиру лоптица се наелектрише истом врстом наелектрисања као и лименка па долази до одбијања лоптице од ње. Одбијена лоптица дотакне другу лименку. При додиру са ненаелектрисаном лименком, лоптица се разелектрише (предаје своје наелектрисања другој лименци). Како лименка на стиропору поседује још увек доста негативног наелектрисања (електрона), она поново привлачи сада ненаелектрисану лоптицу. Лоптица се поново наелектрише негативно, одбије од прве лименке, дотакне другу, разелектрише се, прва лименка је опет привуче и тако овај процес траје док се лименка на стиропору не разелектрише, јер при сваком додиру са лоптицом она губи део свог наелектрисања.



Слика 4.19. Мехури сапунице у електричном пољу

IV група О, Експеримент: Мехури сапунице у електричном пољу

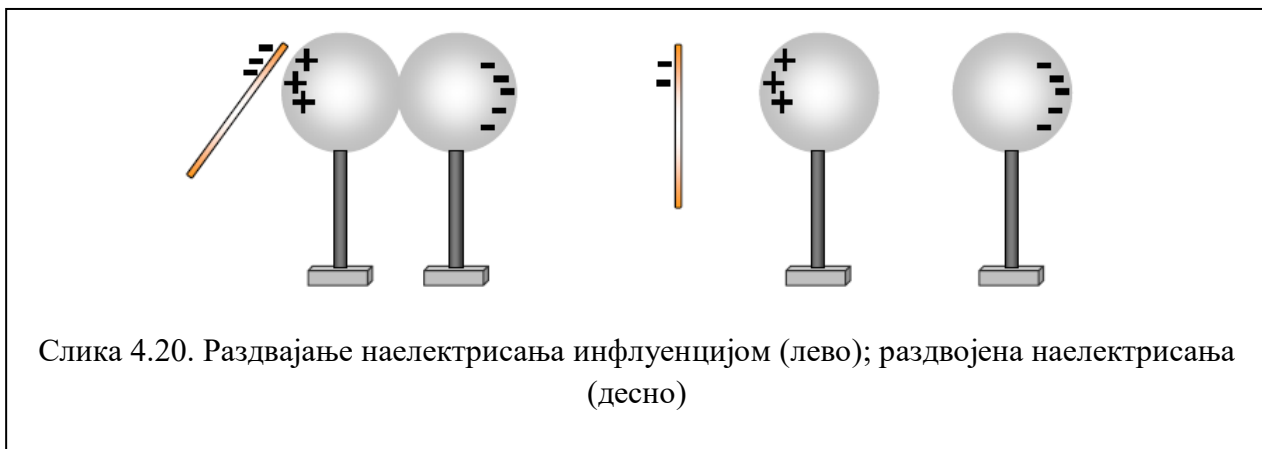
Потребан прибор: Метална плоча површине 1m^2 , или алуминијумска фолија, високонапонски уређај (10 kW), концентрат сапуна за мехуре сапунице, метална жица, пластични штап, стиропор, каблови

Ток експеримента: Од металне жице се направи прстен пречника око 5 cm и причврсти на пластични држач (због изолације). Жичани прстен се повеже са електродом електростатичке машине (слика 4.19). Метална плоча се постави на стиропор и повеже са истом електродом. Жичани прстен се потопи у концентрат сапунице, а затим се дувањем кроз прстен стварају балони од сапунице. Балоне дувањем усмеравају ка плочи.

Објашњење: Помоћу високонапонског уређаја и метални прстен и плоча се наелектришу позитивно. Преко металног прстена се балони од сапунице наелектришу позитивно. Кад мехур сапунице доспе изнад плоче, он се од ње одбија. Мехур лебди изнад плоче на оној висини на којој је одбијена електростатичка сила иста као и тежина мехура. Ако се плоча повеже са извором у тренутку падања балона на њу они ће бити одбачени увис због одбијања Кулонове силе и остати да лебде изнад плоче.

V група H, Експеримент: Раздвајање наелектрисања на куглама

Потребан прибор: Две металне лопте или лименке од сока, поливинилна шипка, вунена тканина, електроскоп.



Ток експеримент: Кугле се поставе на изолаторско постоље и приближе једна другој тако да се додирују. Једној од кугли приближи се наелектрисана поливинилска шипка и држи кратко време. Затим се истовремено удаљи шипка и раставе кугле. Потом се једна кугла приближи електроскопу и посматра шта се дешава (слика 4.20, лево). Потом се друга кугла приближи електроскопу и такође посматра шта се дешава. Кугле се затим приближавају једна другој на мало растојање (слика 4.20, десно). Шта се примећује? Шта се уочава када се кугле поново приближе електроскопу?

Објашњење: Кад се спојеним куглама приближи наелектрисана поливинилна шипка једној од кугли долази до раздвајања наелектрисања (електрична инфлуенција). Кугла ближе шипки се наелектрише позитивно, а даља негативно. Пошто се истовремено удаљи шипка и раздвоје кугле, на куглама остају наелектрисања и зато се листићи

електроскопа размичу кад им се приближе кугле. Кад се кугле приближе на малом растојању једна другој, због јаког електричног поља између њих и околних јона у ваздуху, долази до преласка електрона са негативно наелектрисане на позитивно наелектрисану куглу. Том приликом се може чути пуцкетање и видети варница. После изједначавања наелектрисања на обе кугле оне су ненаелектрисане и кад се приближе електро스코пу његови листићи остају опуштени.

Ученици из сваке групе своја запажања и одговоре на постављена питања записују на великом папиру. Свака група затим свој постер лепи на таблу и уз извођење експеримента објашњава целом одељењу рад и закључке до којих су дошли. На крају се уз помоћ наставника изводе закључци.

4.6.3. Завршни део часа

У завршном делу овог часа ученици на табли решавају рачунске задатке. Овде су неведени неки од примера које је могуће имплементирати на часу.

1. У некој тачки електричног поља интензитет јачине електричног поља је $E=15 \text{ N/C}$. Којом силом то поље делује на наелектрисање $q_1=0.1 \text{ } \mu\text{C}$ које се налази у поменутој тачки? Сматрати да је наелектрисање q_1 пробно, тј. довољно мало да не мења електрично поље у коме се налази.

$$E=15 \text{ N/C}$$

$$q_1=0.1 \mu\text{C}$$

$$F=?$$

$$E = \frac{F}{q} \Rightarrow F = E \cdot q$$

$$F=15 \text{ N/C} \cdot 0.1 \mu\text{C} = 1.5 \mu\text{N}$$

2. На наелектрисање $q=17 \text{ } \mu\text{C}$ делује електрично поље силом $F=72 \text{ N}$. Одредити интензитет електричног поља у тачки у којој се налази то наелектрисање.

$$q=17 \mu\text{C}$$

$$F=72 \text{ N}$$

$$E=?$$

$$E = \frac{F}{q}$$

$$E = 72 \text{ N} / 17 \text{ } \mu\text{C}$$

$$E = 4.24 \cdot 10^6 \text{ N/C}$$

Приликом решавања рачунских задатака наставник треба да скрене ученицима пажњу на претварање јединица!

На крају овог часа предвиђено је задавање задатака из збирке за домаћи задатак.

4.7. Електрични потенцијал и напон, рад у електричном пољу.

Тип часа: обрада

Образовни ниво: примена

Облик рада: фронтални, индивидуални

Наставне методе: дијалошка, демонстрациона

Наставна средства: два електрометра ебонитна шипка или пластични лењир, вунена тканина, проводник са изолаторском дршком, метална лопта постављена на изолаторско постолје, поливинилска или ебонитна шипка, електрично клатно, вунена тканина

Циљ и задаци:

- Ученици треба да праве разлику између електричног потенцијала и напона, да знају јединицу мере и њену ознаку за наведене величине
- Ученици треба да науче када се врши рад у електричном пољу а када електрично поље врши рад
- Ученици треба да знају извршени рад да изразе математичком формулом.

4.7.1. Уводни део часа

Уводни део часа треба се започети понављањем претходно обрађеног градива постављањем питања ђацима.

Питање: Када кажемо да је неко тело наелектрисано?

Очекивани одговор: Тело постаје наелектрисано нарушавањем равнотеже броја протона и електрона.

Питање: Како гласи Кулонов закон?

Очекивани одговор: Интензитет електричне силе сразмеран је количинама наелектрисања, а обрнуто сразмеран квадрату њиховог растојања.

Питање: Шта је јачина електричног поља и како се израчунава њен интензитет?

Очекивани одговор: Јачина електричног поља представља векторску величину која карактерише електрично поље у некој тачки, а њен интензитет је бројно једнак количнику интензитета силе којом електрично поље делује на пробно наелектрисање и количине тог пробног наелектрисања

4.7.2. Главни део часа

У главном делу овог часа предвиђено је да наставник позове једног од ученика да демонстрира експеримент: приближавање и удаљавање електричног клатна од наелектрисане металне лопте (слика 4.21.)

Наставник затим објашњава експеримент да се рад у електричном пољу врши ако се наелектрисање у пољу помера насупрот деловања електричне силе, а да електрично поље врши рад ако се наелектрисање помера у смеру линија силе електричног поља

У циљу објашњења појма потенцијала и напона наставник демонстрира следећи експеримент чији опис следи.

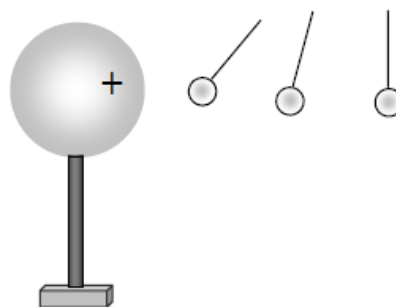
Потребан прибор: два електрометра, ебонитна шипка или пластични лењир, вунена тканина, проводник са изолаторском дршком.

Ток експеримента: Оба електрометра се наелектришу, али један више, а други мање (слика 4.22, лево). Електрометри се потом споје проводником. После кратког времена електрометри показују исте вредности наелектрисања. (слика 4.22, десно)

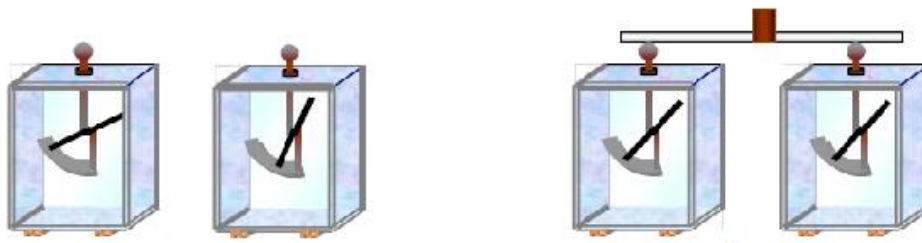
Објашњење: Један електрометар наелектрисан је већом количином негативног наелектрисања, а то значи да он има и већи потенцијал од другог електрометра који је мање наелектрисан. Кад се електрометри споје проводником долази до кретања електрона са електрометра који има виши потенцијал ка електрометру са нижим потенцијалом. Ово се догађа све док се потенцијали електрометара не изједначе и тада електрометри показују исте количине наелектрисања.

На основу овог експеримента ученици треба да закључе да је потенцијал тела сразмеран количини наелектрисања.

Напомена: Ако би електрометри били наелектрисани стакленом шипком (позитивно) електрони би се кретали од електрометра са мањим потенцијалом ка оном са већим до



Слика 4.21. Наелектрисана метална лопта и електрично клатно



Слика 4.22. Електрометри различитих потенцијала (лево) ; изједначавање потенцијала на електрометрима (десно)

иједначавања потенцијала. Треба напоменути да потенцијал није карактеристика само тела већ и сваке тачке електричног поља те да оне тачке које су ближе наелектрисаном телу имају виши потенцијал а оне које су даље имају нижи потенцијал.

Електрично поље као посредник у међусобном електричном деловању наелектрисаних тела, може се описати на два начина, у зависности од тога шта се жели знати о њему.

1. **Јачина електричног поља E** је физичка величина која, осим интензитета, има и правац и смер. Дефинише деловање електричног поља на наелектрисано тело које се у том пољу нашло. **Преко те физичке величине може се израчунати електрична сила којом поље делује на наелектрисано тело.**
2. **Потенцијал електричног поља ϕ** је физичка величина преко које се може израчунати колику електричну потенцијалну енергију наелектрисано тело добија од електричног поља, у којем је смештено. **То даље значи да поље садржи енергију.**

Ознака: ϕ

$$\text{Формула: } \phi = \frac{E_p}{q}$$

Мерна јединица: $[\phi] = V$, изведена јединица према SI.

Познавајући потенцијал, могуће је израчунати електричну потенцијалну енергија коју добија позитивно пробно наелектрисује у датој тачки поља:

$$E_p = q \cdot \phi.$$

Пошто је енергија способност тела да врши рад, то значи да електрична сила врши рад при премештању наелектрисује q из тачке 1 у тачку 2:

$$A = E_{p1} - E_{p2}$$

$$A = q \cdot \phi_1 - q \cdot \phi_2$$

$$A = q \cdot (\phi_1 - \phi_2)$$

Рад је једнак производу количине наелектрисује тела и разлике потенцијала почетне и крајње тачке.

У опису електричног поља користи се још једна физичка величина, изузетно важна у физици – електрични напон, краће **напон**. **Напон се дефинише разлика потенцијала између две тачке електричног поља.**

Ознака: U

$$\text{Формула: } U = \phi_1 - \phi_2$$

Мерна јединица: $[U] = V$

Коначно, могуће је једноставно изразити рад електричне силе преко електричних величина:

$A = q \cdot U \Rightarrow$ Рад је једнак производу количине наелектрисања тела и напона.

На овом месту се поставља питање постоји ли веза између напона и јачине електричног поља, будући су то величине које на различите начине описују исто поље. Ученици најчешће наслуте да та веза постоји. Ова релација се најједноставније се налази за хомогено електрично поље, с обзиром да је електрична сила иста у свакој тачки овог поља.

Рад при премештању наелектрисаног тела у хомогеном пољу с једне плоче на другу, ако је размак између плоча d је дефинисан на следећи начин:

$$A = F \cdot s = F \cdot d = (E/q) \cdot d.$$

С друге стране, рад се може изразити и преко напона:

$$A = q \cdot U \Rightarrow U = E \cdot d \Rightarrow E = \frac{U}{d}$$

4.7.3. Завршни део часа

У овом делу часа је потребно поновити научено, постављањем питања. Овде ће бити наведена нека од њих.

Питање: Чему је сразмеран потенцијал наелектрисаног тела? Који је назив јединице за потенцијал ?

Очекивани одговор: Потенцијал електростатичког поља је бројно једнак количнику електростатичке потенцијалне енергије наелектрисања у пољу и количине наелектрисања тела. Јединица је волт [V].

Питање: Шта је напон и како се означава, који је назив јединице мере?

Очекивани одговор: Разлика електричних потенцијала у почетној и крајњој тачки путање наелектрисања у електричном пољу је електрични напон – $U = A/q$. Јединица је волт.

Питање: Чему је једнак рад електричног поља?

Очекивани одговор: Рад је једнак производу количине наелектрисања тела и напона.

На крају часа је потребно задати за домаћи задатак ученицима да испитају све могућности PhET симулације на линку: <https://phet.colorado.edu/sr/simulation/charges-and-fields>.

4.8. Електричне појаве у атмосфери

Тип часа: обрада

Образовни ниво: примена

Облик рада: фронтални, индивидуални

Наставне методе: монолошка, дијалошка, демонстрациона

Наставна средства: Свећа, изолаторска шипка, два проводника, електрометар, стаклена шипка, свилена тканина, три суве стаклене чаше, метална плоча (послужавник), пластични лењир, метална кашика, вунена тканина (крзно), два балона, конач дужине 1 m, вунена тканина, игла или чиода, селотејп.

Циљ и задаци:

- Ученици треба да имају јасну слику о томе шта је узрок настајању јона у атмосфери
- Ученици треба да науче зашто се јавља електрично пражњење
- Ученици треба да знају како се заштити од удара грома

4.8.1. Уводни део часа

Час треба започети понављањем претходно обрађеног градива постављањем питања ученицима.

Питање: Како се тело може наелектрисати?

Очекивани одговор: Позитивно и негативно, у зависности од тога да ли има више протона или електрона.

Питање: Шта је електрично поље?

Очекивани одговор: У простору око сваког наелектрисања постоји електрично поље које делује електричном силом на сваку другу количину наелектрисања која се унесе у то поље.

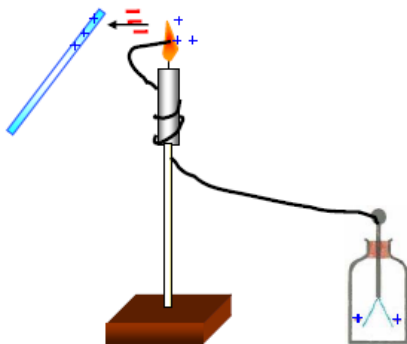
Питање: Како се дефинише јачина електричног поља?

Очекивани одговор: Јачина електричног поља представља векторску величину која карактерише електрично поље у некој тачки, а њен интензитет је бројно једнак количнику интензитета силе којом електрично поље делује на пробно наелектрисање и количине тог пробног наелектрисања

Питање: Шта је потенцијал, а шта напон?

Очекивани одговор: Потенцијал електростатичког поља је бројно једнак количнику електростатичке потенцијалне енергије наелектрисања у пољу и количине наелектрисања тела, а разлика електричних потенцијала у почетној и крајњој тачки путање наелектрисања у електричном пољу је електрични напон.

4.8.2. Главни део часа



Слика 4.23. Демонстрација кретања јона у атмосфери помоћу електрометра

У циљу упознавања ученика са електричним појавама у атмосфери неопходно је објаснити постојање јона у атмосфери у овом делу часа. За то може послужити следећи експеримент.

Потребан прибор: Свећа, изолаторска шипка, два проводника, електрометар, стаклена шипка, свилена тканина

Ток експеримента: Свећу причврстити на изолаторску шипку тако да стоји усправно. Око свеће намотати проводник, један његов крај ставити у пламен свеће, а други повезати са електрометром. Кућицу електрометра повезати са земљом. Запаљеној свећи приближити наелектрисану стаклену шипку. Електрометар

показује да постоји наелектрисање, отклоном казаљке (слика 4.23).

Објашњење: У пламену свеће, услед високе температуре, стварају се позитивни и негативни јони који се крећу хаотично. Приближно исти број позитивних и негативних јона делује на проводник у пламену свеће тако да је електрометар електро неутралан. Кад се пламену приближи стаклена позитивно наелектрисана шипка, око које постоји електрично поље, негативни јони ће се кретати ка стакленој шипци, а према проводнику у пламену те ће се он наелектрисати позитивно.

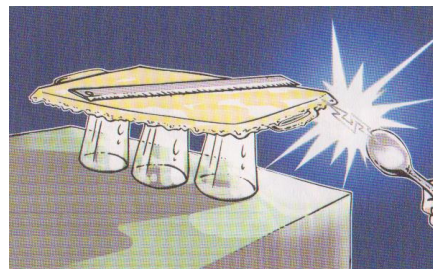
За илустрацију електричног пражњења може послужити демонстрација Муња из кашике.

Потребан прибор: три суве стаклене чаше, метална плоча (послужавник), пластични лењир, метална кашика, вунена тканина (крзно)

Ток експеримента: поставити чаше једну поред друге. Ставити преко чаша послужавник. Наелектрисати лењир и ставити га на послужавник. Приближити кашику послужавнику. Појавиће се електрична варница-муња(слика 4.24).

Објашњење: Електрицитет са лењира прелази на послужавник, а са послужавника на кашику.

За потребе објашњења заштите од грома и употребе громобрана може послужити демонстрација следећег експеримента.



Слика 4.24. Креација варнице из кашике помоћу лењира

Потребан прибор: Два балона, конач дужине 1 m, вунена тканина, игла или чиода, селотејп.



Слика 4.25. Модел Френклиновог громобрана

Ток експеримента: Надувати два балона, завезати их концем, а затим оба конца везати за трећи и причврстити селотејпом за зид или неку другу вертикалну површину(слика 4.25). Ако се оба балона протрљају истим материјалом, нпр. косом или вуненом тканином одбијаће се и остати на одређеном растојању један од другог. Ако се метални шиљак, игла или чиода, руком принесе између балона, балони се крећу један према другом. Ако се игла удаљи они остају у истом положају, близу један другом. Ако се жели приказати само узајамно одбијање балона, потребно је један балон концем причврстити за ћебе. Ако се наелектрисани балон приближи ненаелектрисаном, ненаелектрисани балон се помера из положаја мировања, односно бива одбијен.

Објашњење: Балони су протрљани истим материјалом **што** значи да су наелектрисани истоименим наелектрисицањима. Ако су наелектрисани негативно, кад се приближи игла између њих тада се електрони у металу, услед индукције, скупе на доњи крај игле и преко руке одлазе у земљу. Врх игле је позитивно наелектрисан и привлачи негативно наелектрисане балоне. На позитивно наелектрисаном шпицу долази до пражњења. Линеје електричног поља у близини шпица су велике густине, односно око шпица се образује јако електрично поље. У ваздуху су присутни носиоци наелектрисицања (настали космичким зрачењем), који у јаком пољу имају довољну енергију да врше даљу јонизацију. Настали јони разелектришу балоне, те се после одношења игле више не одбијају.

4.8.3. Завршни део часа

У овом делу часа је потребно поновити научено градиво, постављањем питања. Овде ће бити наведена нека од њих.

Питање: Зашто се јавља електрично пражњење у атмосфери?

Очекивани одговор: Приземни слојеви ваздуха који имају велику количину водене паре, дижу се и брзо хладе и водена пара се кондензује у капљице које ваздушна струја распршује. Оне се услед трења о молекуле ваздуха наелектришу тако да се у облаку налазе наелектрисане кишне капи, снежни кристали и ледене честице. Наелектрисан облак електростатичком индукцијом наелектрише други облак или високе објекте на Земљи. Доњи део облака је негативно наелектрисан док су објекти на Земљи позитивно наелектрисани и тако настаје електрично поље

Питање: Како се заштити од удара грома?

Очекивани одговор: На кућама се граде громобрани који муњу усмеравају у земљу

4.9. Електрично поље – систематизација теме

Тип часа: утврђивање

Образовни ниво: примена

Облик рада: фронтални

Наставне методе: Дијалошка, илустративна, решавање задатака

Наставна средства: збирка

Циљ и задаци:

- Обнављање и проширивање знања о Електричном пољу
- Развијање логичког мишљења ученика

4.9.1. Уводни део часа

У уводном делу овог часа наставник наглашава циљеве часа. Осим усмене провере знања, ученици могу да питају, проверавају да ли су нешто добро разумели итд. Такође, могу да траже и да им се неки задатак разјасни.

4.9.2. Главни део часа

Наставник заједно с ученицима систематизује област од самог почетка правећи пресек дефиниција, веза и њихових последица. На тај начин се формира нека врста мапе ума којом се помаже ученицима у повезивању знања у целину.

За припрему за тест треба одабрати задатке који нису рађени на часовима, нити за домаћи задатак (јер су ти задаци у већини проверени на часовима). Тако ученици стичу сигурност и подижу самопоуздање, јер ће имати довољно решених задатака да могу да приступе изради вежбе без треме и страха од неуспеха. Наставник одабира три задатка тако да обухвате целу обрађивану наставну област.

Сва три задатка раде ученици, према познатој форми: физичка анализа задатка, математичка форма, физички смисао резултата. Наставник прати, води дијалог,

подстиче ученике на рад и исказивање свог мишљења. Врло је важно успоставити добру емоционалну климу на часу како би ученици опуштено решавали задатке и тако се боље припремили за тест.

4.9.3. Завршни део часа

У завршном делу овог часа наставник даје основне инструкције ученицима о тесту, броју задатака, врсти питања и начину оцењивања.

4.10. Електрично поље – тест

Тип часа: Провера знања

Облици рада: Индивидуални

Наставне методе: Рад на тексту

Циљ часа: Провера и вредновање знања о теми „Електрично поље”

4.10.1. Уводни део часа

Наставник дели припремљене (одштампане) листове ученицима. Пожељно је да постоје бар две групе задатака подједнаке тежине. Контролну вежбу (тест) наставник може саставити користећи питања и задатке из уџбеника и збирке.

4.10.2. Главни део часа

Ученици решавају контролну вежбу цео час, а наставник прати рад ученика, дискретно, без ометања. Уколико је потребно, даје додатна упутства. Наставник сваких 10 минута обавештава ученике о преосталом времену, ако нема сата у кабинету.

Примери теста:

ГРУПА А

1. Како гласи закон одржања наелектрисања?
2. Дефиниши Кулонов закон
3. Чему је сразмеран потенцијал наелектрисаног тела? Наведи назив јединице за потенцијал
4. Тело наелектрисано количином наелектрисања 3 C се налази у електричном пољу јачине 6 N/C. Колика сила делује на то тело?
5. Колики рад изврши електрично поље при кретању протона кроз простор између плоча равног кондензатора од једне до друге плоче? Напон на кондензатору је $U=100V$.

НАПОМЕНА: $e=1.6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$,

ГРУПА Б

1. Када кажемо да су тела наелектрисана?
2. Шта је јачина електричног поља и како се израчунава њен интензитет?
3. Шта је напон и како се означава? Који је назив јединице мере?
4. Електростатичка сила између два тела наелектрисаних количинама наелектрисућа од 18 mC и 2 mC је $9 \cdot 10^3 \text{ N}$. Колико је растојање између тих тела?
5. Електрон се налази у тачки у којој је електрични потенцијал $\phi = 8 \text{ V}$. Одредити електричну потенцијалну енергију електрона.

НАПОМЕНА: $e=1.6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$, $k=9 \cdot 10^9 \text{ Nm}^2/\text{C}^2$

4.10.3. Завршни део часа

Наставник на крају овог часа узима радове од ученика.

5. ЗАКЉУЧАК

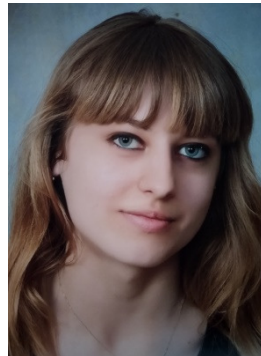
Ако се за неку тематску јединицу из физике са сигурношћу може тврдити да се допада ученицима, да их интригира и да о њој имају адекватно предзнање, стечено искуством, онда је то свакако електрицитет. То је чињеница која олакшава рад наставнику, али у исто време и обавезује, јер је потребно све те електричне појаве и објаснити. Једноставно речено, квалитет знања ученика мора напредовати с узрастом. Да би се то остварило, пресудна је улога наставника као предавача, организатора и мотиватора. Једноставни експерименти, које може извести сваки ученик, од изузетног су значаја како за разумевање појава и систематско стицање знања из области електричног поља, тако и за увођење научног метода у свакодневну наставу. Коначан циљ је целовито објашњење појаве електричног поља на нивоу датог узраста, уз научни и методолошки приступ теми.

ЛИТЕРАТУРА

- Др Душанка Ж. Обадовић, Ивана Ранчић, Практикум једноставних експеримената у настави физике, Нови Сад, 2012.
- Драгана Шићански, Физика – приручник за основну школу, Београд, 2002.
- Душан Поповић, Милена Богдановић, Александар Кандић, Уџбеник са збирком задатака и лабораторијским вежбама за осми разред основне школе, логос, Београд, 2012.
- М. Радојевић, Физика 8 – уџбеник за осми разред основне школе, Издавачка кућа Klett, Београд
- Милан О. Распоповић, Методика наставе физике, Завод за уџбенике и наставна средства, Београд, 1992.
- Живко К. Костић, Између игре и физике, Новинско издавачко предузеће „Техничка књига”, Београд, 1962.
- Др инж. Драгиша М. Ивановић, Инж. Властимир М. Вучић, Физика II електромагнетика и оптика, Научна књига, Београд, 1976.
- <https://phet.colorado.edu>

КРАТКА БИОГРАФИЈА КАНДИДАТА

Марија Карвак, рођена је 12.11.1993. године у Локу, општини Тител, где је и завршила основну школу „Светозар Милетић“. Средњу економску школу „Милева Марић“ завршила је у Тителу, а потом и основне академске студије за професора физике на природно-математичком факултету у Новом Саду. Поседује радно искуство у основним школама „Исидора Секулић“ у Шајкашу и Мошорину, „Светозар Милетић“ у Тителу и тренутно је запослена у основној школи „Доситеј Обрадовић“ у Иригу.



UNIVERZITET U NOVOM SADU
PRIRODNO-MATEMATIČKI FAKULTET

KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA

Redni broj:

RBR

Identifikacioni broj:

IBR

Tip dokumentacije:

Monografska dokumentacija

TD

Tip zapisa:

Tekstualni štampani materijal

TZ

Vrsta rada:

Master rad

VR

Autor:

Marija Karvak

AU

Mentor:

dr Mirjana Šiljegović

MN

Naslov rada:

Obrada nastavne teme »Električno polje« u osnovnim školama

NR

Jezik publikacije:

srpski (ćirilica)

JP

Jezik izvoda:

srpski/engleski

JI

Zemlja publikovanja:

Republika Srbija

ZP

Uže geografsko područje: Vojvodina

UGP

Godina: 2019

GO

Izdavač: Autorski reprint

IZ

Mesto i adresa: Prirodno-matematički fakultet, Trg Dositeja Obradovića 4, Novi Sad

MA

Fizički opis rada: 5 / 5 / 10 / 2 / 24 / 0 / 0

FO

Naučna oblast: Fizika

NO

Naučna disciplina: Metodika nastave fizike

ND

Predmetna odrednica/ ključne reči: Priprema nastavnika, fizika, električno polje

PO**UDK**

Čuva se: Biblioteka departmana za fiziku, PMF-a u Novom Sadu

ČU

Važna napomena: nema

VN

Izvod: U radu je dat predlog priprema za nastavne jedinice u okviru nastavne teme "Električno polje", sa akcentom na implementaciju jednostavnih eksperimenata i odabir domaćih zadataka u cilju podsticanja motivacije učenika.

IZ

Datum prihvatanja teme od NN veća:

10.7.2019.

DP

Datum odbrane:

12.7.2019.

DO

Članovi komisije:

KO

Predsednik:

dr Maja Stojanović

član:

dr Mirjana Šiljegović

član:

dr Fedor Skuban

UNIVERSITY OF NOVI SAD

FACULTY OF SCIENCE AND MATHEMATICS

KEY WORDS DOCUMENTATION

Accession number:

ANO

Identification number:

INO

Document type: Monograph publication

DT

Type of record: Textual printed material

TR

Content code: Final paper

CC

Author: Marija Karvak

AU

Mentor/comentor: Dr Mirjana Šiljegović

MN

Title: Threatment of the theme " Electric field " in primary school

TI

Language of text: Serbian (Latin)

LT

Language of abstract: English

LA

<i>Country of publication:</i>	Republic of Serbia
CP	
<i>Locality of publication:</i>	Vojvodina
LP	
<i>Publication year:</i>	2019
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>	5 / 59 / 10 / 2 / 24 / 0 / 0
PD	
<i>Scientific field:</i>	Physics
SF	
<i>Scientific discipline:</i>	Didactics of physics
SD	
<i>Subject/ Key words:</i>	Teacher preparation, physics, electric field
SKW	
UC	
<i>Holding data:</i>	Library of Department of Physics, Trg Dositeja Obradovića 4
HD	
<i>Note:</i>	none
N	
<i>Abstract:</i>	In this paper, proposal for the teaching units within the topic "Electrical field" is given, with an emphasis on the implementation of simple experiments and the selection of homework tasks in order to stimulate pupils' motivation.
AB	

Accepted by the Scientific Board: 10.7.2019.

ASB

Defended on: 12.7.2019.

DE

Thesis defend board:

DB

President: dr Maja Stojanović

Member: dr Mirjana Šiljegović

Member: dr Fedor Skuban