

**УНИВЕРЗИТЕТ У БАЊА ЛУЦИ
ПРИРОДНО-МАТЕМАТИЧКИ ФАКУЛТЕТ
ОДСЈЕК ЗА ФИЗИКУ**

**УПОТРЕБА ИСТОРИЈСКИХ ЕЛЕМЕНТА
О ЕЛЕКТРИЦИТЕТУ И МАГНЕТИЗМУ У
НАСТАВИ ФИЗИКЕ
(ДИПЛОМСКИ РАД)**

Ментор:
Проф. Др Дарко Капор

Апсолвент:
Саво Прерадовић

Бања Лука, јули 2004.

САДРЖАЈ:

Историја електромагнетизма	1
1. Антички период	1
2. Арапски период	2
3. Последња стόљећа средњег вијека и ренесанса	3
4. Седамнаести вијек и осамнаести вијек.....	6
5. Закон силе	12
Кулонов закон	12
6. Трајни извори електрицитета.....	13
Галвани	13
Волтина батерија.....	14
7. Електромагнетизам.....	15
Ерстед	15
Ампер.....	16
8. Омов закон	18
9. Фарадеј	20
10. Џул	24
11. Максвел.....	25
12. Херц	29
13. Никола Тесла	33
План предавања са историјским елементом по савакој наставној јединици	38
Електрицитет	38
Електрична струја	40
Магнетизам	42
Закључак	46

ПРЕДГОВОР

Опредијелио сам се за тему "Употреба историјских елемената о електричитету и магнетизму у настави физике" због тога што радим у Основној школи и сусрећем се са проблемима заинтересованости и пажње ученика за наставним садржајима на часовима.

Захваљујем се свом ментору проф. др Дарки Капору на савјетима и стручној помоћи коју ми је пружио при изради дипломског рада, као и проф. др Љубинку Митранићу на приједлозима.

ИСТОРИЈА ЕЛЕКТРОМАГНЕТИЗМА

1.АНТИЧКИ ПЕРИОД

1.1 Електричне појаве

Електричне појаве, као што су муња, рибе које производе електричне шокове и привлачење сламе и других лаких предмета ћилибаром у вријеме када почиње грчка филозофија биле су познате и уочене, али међусобно неповезане појаве. Ове појаве су различито тумачене, а иза њих су стајали богови, Зевсов главни симбол била је муња.

Свешти Ст. Елмо и Ст. Ермо били су заштитници морнара. Рибу торпильарку описује Аристотел што је трећа степеница после богова и светаца. У почетку се говорило само о привлачењу, а није уочено електрично одбијање.

1.2. Магнетне појаве

Грци магнет називају камен Херкула, камен Магнезије. Они знају да је природни магнет руда гвожђа и да магнет привлачи гвожђе, али не вриједи и обратно. Такође знају да се та способност може пренијети на оближње гвожђе и да оно може да задржи ту способност дуже вријеме. Особина поларност и одбијање магнета Грцима није позната то указује на одсуство експерименталног истраживања Грк посматра, али не дија. Електричне појаве остају на нивоу занимљивости и мистерије.

1.3.Први спекулативни модели

Познавање електричних појава било је недовољно да се наслути веза између њих, свакој појави тражено је посебно објашњење. Муња је тумачена као запаљени вјетар. Електрично и магнетно привлачење Емпедокле тумачи помоћу еманације, ефинисане као супстанца, невидљива и без тежине, сачињена од честица одређене величине. Она се налази у порама и пралази у поре другог тијела ако јој одговара њихова величина, а тада је у стању да за собом повуче тијело из којег истиче. Ово је слично као што је душа моторна сила човјека сто Аристотел цитира Талеса у дјелу " О души". Демокрит прихвата Емпедоклов флуид који је претеча данашњих виртуелних честица. Платон помиње магнетизам у дијалогу "Јон", где је магнет камен који привлачи жељезне прстенове и преноси то својство на њих, тако да привлаче друге прстенове, ово је прво поимање магнетне индукције.



Од Римљана треба поменути Лукреција, који у поеми "О природи ствари" први пут износи да магнет дјелује кроз бронзу и да гвожђе може да се одбија од магнета.

2. Арапски период

Арапски учењаци прихватају античке погледе на електрицитет и магнетизам. Преноси се и једна античка заблуда да магнет натрљан бијелим луком губи својство привлачења што помиње Плинтије. Један од најпознатијих коментатора Аристотела је Аверос из Кордове који каже да се жељезо креће због промјене коју прима од магнета помоћу ваздуха који их одваја и због тога када је састав магнета промјењен он више не привлачи, као што је случај када се натрља луком. Од Плинија до Авероеса прошао је цијели миленијум, а да нико није промјенио ту тврђњу. Када је почeo да се користи компас, капетан није смио да једе јело са бијелим луком.

2.1 Компас

Први га користе Кинези. У 1.вијеку наше ере пренесен је у Јапан. Вјеродостојан опис из кинеских извора датира из 1100. године. Кинези су пловили до Персијског залива и Црвеног мора у 9.вијеку. Арапски морепловци су још прије стигли до Кантона. Арапски извори први пут помињу компас 1232.год. У једној збирци анегдота из Персије описује се компас направљен од жељезне фолије исјечене у облику рибе.

У западној Европи први је описао компас енглески учењак Некам (1157-1217) у дјелу "О материјалима".

Не зна се како је компас стизао из једне области у другу и да ли је независно откривен. Чињеница је да су га сви имали током једног стольећа наводи на закључак да су ту комуникације ипак одиграле неку улогу.

3. ПОСЛЕДЊА СТОЉЕЋА СРЕДЊЕГ ВИЈЕКА И РЕНЕСАНСА

3.1. Последња стољећа средњег вијека

Од проналаска компаса у 12.вијеку па све до Ренесанса магнетизмом се баве сколастичари, углавном врло јалово и појављује се један блистав и необјашњен изузетак Пјер д Марикур прва личност која заузима значајно мјесто у развоју магнетизма. Био је војни инжењер и написао је "Писмо о магнету". Цијенио је експеримент и био је одличан експериментатор. Он дефинише полове магнета.

"Треба да знаш да овај камен има сличности са небом... јер у небу постоје двије тачке, особито због тога што се небеска сфера окреће око њих као око неке осовине : једна се назива сјеверним а друга јужним полом. Тако у овом камену налазиш потпуно исто: двије тачке од којих се једна назива сјеверним а друга јужним полом."

О привлачењу и одбијању полове Марикур каже : "Ако хоћеш да знаш како камен привлачи други камен. Стави један у пловећу вазу, држи други у руци и примакни његов сјеверни пол јужном полу пловећег камена, овај ће да слиједи камен који држиш као да би хтио да се залијепи за њега. Ако напротив приближиш сјеверни пол сјеверном полу, пловећи камен ће да бежи од камена који држиш."

О намагнетисању каже : "Дио гвожђа који је дотакао јужни пол окренуће се сјеверном небеском полу и реципрочно...".

Марикур први описује половљење магнета : "Узми неки магнет који називаш АД, у коме је А сјеверни, а Д јужни пол. Подијели га на два дијела тако да добијеш два магнета...".

Тако Марикур заокружује основне карактеристике магнета. Послије емпириских законитости он прелази на интерпретацију, али га не интересује привлачење којим су се бавили од Емпедокла до сколастичара, већ га интересује зашто се магнет оријентише у правцу сјевер-југ. У то вријеме дискутоване су три могућности :

- 1 .На сјеверу се налазе рудници магнета
- 2.Магнет је привучен поларном звијездом
- 3.На магнет утичу небо и његови полови

Марикур побија прве двије и прихвата трећу варијанту. На крају свог

дјела он тврди да магнет објешен у половима ротира око осовине која кроз њих пролази. То објашњава сличношћу између неба и магнета. Он приhvата геоцентрични систем небо ротира па и магнет. Грешка је двострука.

3.2 Ренесанса

У вријеме ренесансе захваљујући великим интересовању за далека путовања и употреба компаса, прецизније се упознаје земљино магнетно поље.

Деклинацију први уочава Кристофор Колумбо на путовању новим путем за Индију 1492. Он прати разлику правца магнетне игле и меридијана. Налази да је игла у Шпанији отклоњена ка истоку, а како плови ка западу игла се отклања ка западу, а код острва Корво поклапа се са меридијаном земље.

Инклинацију први региструје Хартман (1489-1564) и о томе писмено обавјештава војводу Алберта Пруског. Нашао је да се игла нагиње према доле ка сјеверу за 9 степени.

Порта је типична личност ренесансе, прихватио је Марикура, понешто је додао, а у своме дјелу Природне магије о магнетизму износи :

- Ако се магнет разбије на произвољан начин добијају се два нова пола на линији која спаја оригиналне полове.
- Ако се магнет разбије дуж линије полова, нови полови ће се појавити на средини.
- Привлачење је јаче од одбијања.
- Магнетно привлачење и одбијање пролази кроз разне материјале, али не и кроз жељезо и магнет.
- Магнетну силу мјерити теразијама.
- Користити жељезну струготину на листу хартије да би се добила слика силница магнета испод њега.
- Брод утиче на оријентацију компаса.
- Магнетизам се губи загрујавањем.
- Објављује да бијели лук не утиче на магнет.

3.2.1 ГИЛБЕРТ(1544-1603)

Гилберт објављује књигу "De Magnete" где у једном дијелу иде стопама Мерикура где изучава сферни магнет -терелу. Најважнији

Гилбертов оригинални допринос је хипотеза да је Земља магнет. Он упоређује терелу и Земљу и каже :

" Магнетним тијелима управља земља и подређени су земљи у свим њиховим кретањима... ."

Гилберт покушава да користи геометрију за одређивање јачине и смјера магнетног поља на површини тереле. Магнетна сила излази у свим правцима око тијела, а око терела је распоређена сферно. Претпоставља да би јачина магнетног поља на површини тереле требала да буде сразмјерна тетиви повученој у правцу смјера пробне игле на датој тачки површине тереле. За смјер Гилберт каже да на екватору стоји хоризонтално, а према полу нагиње се и то брзо у првим степенима од екватора, а спорије касније, ово је први пут да се напушта линеарна пропорција.

Разрада концепта арматуре можда је најважнији Гилбертов експериментални допринос. Он каже : "Једна конкавна хемисфера од танког жељеза, чији је дијаметар величине прстена, примјени се на конвексну поларну површину магнета и добро причврсти...Жељезо треба да је најбоље(челик), глатко, полирано и равно.Са таквим уређајем магнет који је дизао 4 унце сада може да диге 12 унци". У поглављу Електрицитет прави паралелу и налази разлике између електрицитета и магнетизма.

Прво важно откриће било је да не постоје само 2-3 тијела која могу да се наелектришу трљањем и да привуку друга тијела, већ их има много: стакло, вуна, сумпор и драго камење. Те супстанце Гилберт назива електричним. Налази да наелектрисана тијела не привлаче само сламчице и пљеву, већ све метале, дрво, листове, камење, земљу, чак воду и уље. За испитивање привлачења Гилберт конструише први електроскоп -версоријум, ротирајућу иглу од ма каквог метала, три до четири прста дугу и поставља на оштар врх слично магнетној игли. Послије тога он може да наброји основне разлике између електрицитета и магнетизма. Магнет је само једна супстанца, а електрична тијела су бројна. Магнету не треба трљање, а њима треба. Магнет привлачи само жељезо, а они све; привлачи тежак предмет, а они не; дјелује кроз екране, изузев жељеза.

3.2.2. ЈЕЗУИТИ

Настављачи Гилбертовог учења, од којих се истичу Кабео који доноси новост, ако се једна жељезна шипка стави у магнет избушен дуж

осовине магнету се најсавршеније помаже у привлачењу. Први уводи појам силница. Зуки први јавно указује да комад жељеза помјера силнице које се концентришу у њему. Леото доноси да се сваки магнет састоји од великог броја малих магнета, а магнетизација се састоји у оријентацији претходно хаотично распоређених малих магнета.

4. СЕДАМНАЕСТИ И ОСАМНАЕСТИ ВИЈЕК

4.1. Седамнаести вијек

Седамнаести вијек почиње Гилбертовом књигом која је писана крајем 16. вијека, први значајни физичари су његови савременици Кеплер и Галилеј који прихваталају његово дјело. Претече радија уводи Ван Етан који издаје шаљиву књижицу "Математичке рекреације", да помоћу магнета могу да разговарају Клод из Париза са Пјером из Рима.

У овом вијеку треба напоменути два експериментатора ГЕРИКЕ(1602-1686)који прави апарате и ужива у њиховим јавним демонстрацијама. Његов допринос електрицитetu је претеча електростатичке машине. Сумпорна кугла набије се на штап и постави на носач. Ако се штап врти и рука држи на кугли на њеној површини се одваја електрицитет. Са јачим извором електрициитета он експериментише и нове појаве описује:

-Сумпорна лопта не само да привлачи, него затим одбија лагана тијела. -Изводи огледе са пером које се шири, а ако му се примакне прст оно лети према њему, затим се враћа лопти и то чини више пута. -Лопта поприма звучне особинејер када се држи чврсто у руци и примакне уху чује се шуштање и пуцкетање.

-Ако се лопта однесе у замрачену собу и трља врућом руком, нарочито ноћу она свијетли као шећер када се мрви. Герике остаје само на запажањима.

РОБЕРТ БОЈЛ(1627-1691)

Експериментише са вакуумом и налази да се електрична и магнетна сила ништа не смањује евакуисањем ваздуха. Он први утврђује реципрочност електричних привлачења. Парче ћилибара које виси о свиленом концу трља јастичићем за игле од вуне. Када примакне јастучић, ћилибар се помјера ка њему и чак када послије тога одмиче

јастучић, ћилибар га слиједи до извјесне удаљености. Бојл о томе пише: "Из овог опита се може закључити да је тако рећи ствар случаја да ћилибар привлачи неко тијело, а да није сам привучен." Бојл уочава улогу стања површине тијела на којему се трљањем производи електрицитет. Наелектрисање је утолико веће и трајније уколико је површина глаткија.

4.2. Осамнаести вијек

ГРЕЈ (Stephen Grey, 1670-1736) аматер који у својој шездесетој години открива да се електрицитет може преносити са једног на друго тијело. До тада се знало само за статички електрицитет. Греј експериментише са стакленом цијеви, која је око метар дуга и 2,5 цм широка, а зачепљена са оба краја чеповима од плуте. Прво је хтио да види има ли разлике у привлачењу када је цијев затворена, од отворене али је није нашао. Али док је држао перце на крају цијеви, оно је било одбијено чепом као и натрљаном цијеви. "Тада сам примакао перце равном крају чепа који га је више пута привлачио и одбијао. То ме је много изненадило и закључио сам да се електрично својство преноси са цијеви на чеп. Затим је узео куглу од слоноваче пречника 3 цм натакао на дрвени штап дужине 10 цм и увукао у цијев. Када сам натрљао цијев установио сам да привлачи и одбија много јаче перченег чеп...Узео сам жицу од жељеза, а затим од месинга и привезао лопту на један крај, а други на чеп. Привлачење је било исто као са штаповима".

Затим врши експерименте са жицом коју вјеша хоризонтално о другу жицу закачену о греду на плафону и види да нема провођења, Греј не зна за разлог и мисли да не треба хоризонтално вјешати, већ тражити већу висину. Користи куполу цркве св.Павла експеримент успјева. Свештеник Вилер предлаже да покушају хоризонтално стим да користе као носаче свилен конац, јер је танак па ће мање електричне особине истећи. Експеримент успјева повећавају дужину на 80.5 стопа, 174 стопе, па 203 стопе, затим пуца конац. Стављају од жељеза али нема привлачења они схватају да се електрицитет губи ако су носачи од метала. Они дијеле материјале у двије групе:оне који одводе електрицитет и који не одводе.

Греј врши експерименте са дјететом које ставља у хоризонталан положај и вјеша о коњску длаку када ноге дотакне наелектрисаном цијеви,

фолије примакнуте глави бивају привучене ово је прво јавно наелектрисање човјека.

Открива индуковано наелектрисање када комад олова објеси канапом за плафон и канапу примакне натрљану стаклену цијев не дотичући га олово привлачи а затим одбија струготину од месинга. Тако се електрична особина може прењети без контакта са цијеви.

Површинско наелектрисање -Греј узима двије коцке од дрвета истих величина Једну шупљу а другу пуну. Кад их наелектрише, констатује да је наелектрисање исто, и закључује да оно не зависи од запремине већ од површине.

Моћ шиљака -Греј је наелектрисањем зашиљених проводника установио да се преко њих губи електрицитет

4.2.1. ДИФЕ (1698-1739)

Непосредно се надовезује на Грејово учење и 1734. и 1735. подноси шест својих радова Академији. До идеје о двије врсте електрицитета долази постављајући питање које нико други није поставио : Наелектрисана тијела се одбијају од оних која су их наелектрисала,али да ли ће их одбијати и остала тијела разних врста? Налази да се златни листић наелектрише и одбија стаклом,али га привлаче смоласти материјали, и обратно, па каже:"То ме је навело на мисао да постоје двије врсте електрицитета, једне ћу назвати стакластим, а друге смоластим."

4.2.2. ЕЛЕКТРИЧНЕ МАШИНЕ И ЛАЈДЕНСКА БОЦА

Четрдесетих година осамнаестог вијека развијају се истовремено два инструмента која омогућавају сакупљање веће количине статичког електрицитета.

4.2.3. Електрична машина

Електрична машина се развија усавршавањем Гериковог уређаја. Повећава се брзина ротације кугле увођењем погонског колута са каишем тако да су се постизале брзине до 1000 обртаја у минути. Са кугле се прешло на ваљак, сумпор је замјењен стаклом, рука се замјењује трљачем.

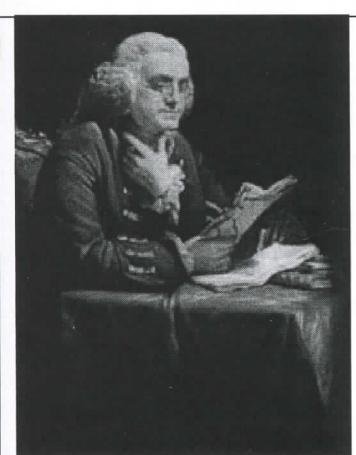
4.2.4. Лајденска боца

је независно откривена у Њемачкој и Холандији и оба пута су била случајна.

Фон Клајст (1700-1748), пастор у Померанији експериментише са ел. машином. Једном приликом ставља жељезни ексер у бокал и држећи бокал у руци примиче ексер ел. машини. Кад је другом руком дохватио клинац, осјетио је јак удар. Ефекат се повећава ако се сипа у бокал алкохол или жива.

Мушенбрук(1692-1761) професор је физике у Лајдену, своје проучавање почeo је од питања да ли ћe сe електрицитет мање губити у затвореној вази него на слободном ваздуху. Вјеровао је да ћe сe вода много бољe наелектрисати ако сe стави у стаклену боцу. То проба али не добија жељене резултате. Вода сe није више наелектрусала него у плитком чанку. Али његов асистент који је присуствовао огледу понови га уз измјену у боци коју је држао у руци налазила сe метална жица која је допирала до проводника машине. Кад је удаљио боцу од проводника и другом руком ухватио жицу осјетио је јак удар. Мушенбрук понавља оглед и о томе обавјештава Реомира у Паризу. За то дознаје Ноле и уводи назив Лајденска боца. У почетку сe мислило да је електрицитет похрањен у води, да би сe после дошло до улоге површине. Тако је пронађено оно што ћe сe касније назвати кондензатор.

4.2.5. ФРАНКЛИН (Benjamin Franklin, 1706-1790)



Рођен у Бостону, научио да чита када му је било шест година, са 12 година почиње да шегртује код брата штампара, много чита и покушава да пише, са 16 година пише серију од четрнаест есеја. 1723 одлази у Филаделфију где ради као штампар. Три године проводи у Лондону, па се опет враћа у Филаделфију. На његову иницијативу оснива се Библиотечко друштво које 1745. добија лајденску боцу; током 1746-47 Франклин и још тројица врше експерименте. Аматер Франклин бавио се електрицитетом само двије године, а постаје славан по громобрану.

Експерименти са лајденском боцом

О лајденској боци Франклин каже: "Израз електрично набијање није

адекватан јер је укупна количина електрицитета иста у набијеној и ненабијеној боци. Разлика је само у његовом распореду.

Франклин уводи серијско везивање боца које ће дugo носити назив Франклинова батерија.

6.4.2. Модел једног флуида

Електрична материја се састоји од врло суптилних честица које могу да продру у обичну материју. Оно што разликује ел. материју од обичне је да се честице обочне материје привлаче а електричне одбијају. Иако се честице електричне материје одбијају њих привлач свака обична материја. Кад тијело има вишак ел. флуида оно је позитивно наелектрисано, а у случају мањка оно је наелектрисано негативно.

Треба уочити да Франклин уводи термине позитивно и негативно наелектрисање и да његовом позитивном набоју одговара вишак електрона.

Громобран

На везу електрицитета и грома упућивало је пуцкетање и пражњење наелектрисаних тијела. Послије проналаска ел. машине и лајденске боце физичари почињу да упеређују пражњење из њих са громом. Академија у Бордоу расписује 1748. конкурс на тему Однос муње и струје. Награду добија један лијечник који као мото ставља Нолеове ријечи:

Електрицитет је у нашим рукама оно што је гром у рукама природе.

На идеју громобрана Франклин долази преко огледа са шиљцима. Он шаље Колинсу 1750. писмо које садржи два приједлога. Први је приједлог филаделфијског експеримента:

На врх торња треба ставити неку врсту стражарске кућице,довољно велику да у њу стане човјек и ел.сточић. На сточић се постави жељезни штап који се изводи напоље и управља вертикално тако да је 20-30 стопа висок и зашиљен на врху. Ако је сточић сух и чист човјек може да се електризира и извуче искру када ниско пролазе облаци јер штап доводи ватру из облака. Ако се уочи нека опасност за човјека,нека стојећи на сточићу принесе штапу једну жицу завијену у колут чији је један крај завезан за земљу, а он је држи воштаном дршком. Тада ће искре скакати од наелектрисаног штапа на земљу не дотичући га. Други приједлог се односи на громобране:

Ако тако стоје ствари зар не би могло познавање моћи шиљака да послужи човјечанству у чувању кућа, цркви, бродова, итд од удара муње. Експеримент је обављен 10.05.1752. Пред Божић 1752. хоће да убије ћурку пражњењем из два већа балона и добија удар тако да је се онесвијестио. Франклин монтира громобран тек 1753. на своју кућу. Рус Рихман гине 1753. у Петрограду јер користи неуземљен проводник.

Модел два флуида

Кантон, лондонски учитељ, 1753. указује на незадовољавајуће Франклиновог модела једног флуида. Он вјеша двије куглице од плуте о плафон када им примакне наелектрисану стаклену цијев оне се одмакну, а исто се дешава и са воском. Закључује позитивно наелектрисано стакло и негативни восак производе исти ефекат.

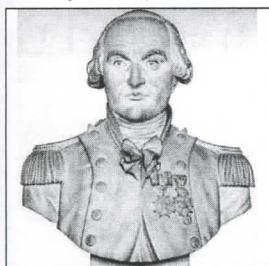
Епинус, Њемац, модификује Франклина негативно наелектрисана тијела се одбијају, што значи да се честице од којих је састављена материја и из које је уклоњен ел. флуид међусобно одбијају, а то је супротно Франклину који тврди да се честице материје привлаче.

Симер, енглески физичар уводи модел два флуида.

5. ЗАКОН СИЛЕ

Промјена електричне и магнетне силе са удаљеношћу постаје предмет размишљања. Мушенбрук не долази до закључка, Мичел, Мајер, Бернули, Ламберт, Присли, Робинсон и Кевендиш су установили зависност обрнуту квадрату растојања.

5.1 Кулон (Charles Augustin Coulomb, 1736-1806)

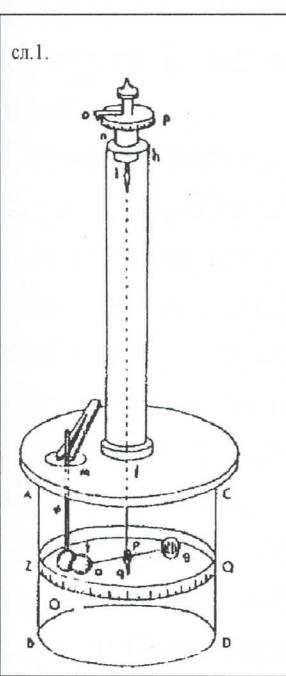


Син је правника из Лангедока. Мајка жели да буде лијечник, а он се одушевљавао математиком. Завршава студије-Инжењерску школу у Мезијеу. Као поручник инжењерац стиже у Порт-Ројал на Мартинику где руководи изградњом утврђења која је порушила Британска флота. Ту остаје осам година где успјева да напише два рада, која су високо оцијењена када се враћа у Париз и подноси Академији наука.

Добија награду од Академије из Руена на конкурсу "Како уклонити велики камен на дну Сене?" и Академије из Париза "Како најбоље конструисати магнетну иглу?" Париска Академија 1777. године расписује конкурс о трењу при клизању и котрљању и отпору при савијању и њиховој примјени у морнаричке справе. Кулон добија награду 1781. а његове формуле улазе у приручнике и за овај рад Кулон развија Торзиону вагу. Академији подноси рад Теоријско и експериментално истраживање сила торзије и еластичитета металних жица. Тада је био спреман за свој историјски експеримент одређивање електростатичке силе између наелектрисаних тијела, а у рукама је имао прави експеримент.

Кулон подноси Академији од 1785. до 1791. седам саопштења о закону електростатичке силе. У првом саопштењу Кулон користи торзиону вагу (сл.1) за одређивање електростатичке силе, мјери силу између двије куглице од зовине сржи, дијаметра од 5 mm. Оне се прво наелектришу а затим куглица A се удаљи за угао од 36° . Затим се помјера торзиони микрометар B на врху вертикалне цијеви. Посматра се колико треба заврнути жицу да би се куглице приближиле на половину угаоне удаљености и на њену четвртину. Налази да је приближавањем куглица за фактор два угао торзије повећан четири пута док је смањењем на четвртину, угао торзије повећан 16 пута. То даје силу обрнуту квадрату удаљености.

У вези са магнетизмом најављује да постоји нека граница магнетизације после које долази до засићења и предлаже молекуларни модел магнетизма по коме је магнетни флуид садржан у сваком молекулу магнета или саставном дијелу магнета, а флуид може да се преноси из једног краја молекула у други што даје два пола, али не може да пређе из једног молекула у други.



6. ТРАЈНИ ИЗВОРИ ЕЛЕКТРИЦИТЕТА

Електростатичка машина и лајденска боца могле су да се користе на два начина: или као статичка расподјела, или као тренутно пражњење. Грејов проналазак простирања електрицитета није могао да се експлоатише без трајног извора електрицитета. До открића трајног извора електрицитета дошло је случајно.

6.1. Галвани (Luigi Galvani, 1737-1798)



Професор је анатомије универзитета у Болоњи. Током 1773. држи предавања о анатомији жабе. Набавља електростатичку машину и испитује електростимулацију мишића. Долази до открића које подробно испитује.

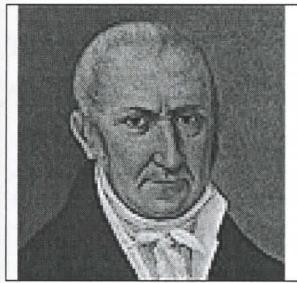
За откриће је заслужна и Галванијева супруга којој је у то вријеме, због неког обольења, лијечник прописао да једе жабље батаке. Галвани је у лабораторији расјекао жабу, скинуо кожу са батака и оставио на столу. У његовом одсуству супруга је навратила да заврши припрему јела и десило се да је ножем дотицала управо у вријеме када је један сарадник пунио машину и извлачио варнице. Супруга је примјетила да се жабљи батак грчи и о томе обавијестила мужа.

Галвани настоји са великим упорношћу да провјери шта се крије иза тога. Откриће има следећи ток:

- До грчења не долази када нема електричног пражњења.
- До грчења није долазило ако се скалpel држао за дршку од кости, већ само ако се руком дотицао метал.
- До грчења долази када се употреби жељезни штап, а не долази када се употреби стаклени. Очito је било да човјек служи као дио проводног кола до земље.
- До следећег обрта долази наставком експеримента без електростатичке машине: Али кад сам животињу ставио на жељезну плочу и кад сам куку која је била заривена у хрптењачу притиснуо на плочу, појавила су се иста кретања.
- Галвани налази да када жабу веже за металну плочу неким проводником добија ову појаву, а не добија се кад то ради неким изолатором.
- То га наводи на закључак да електрицитет можда постоји у самој животињи.
- Следећи корак био је од фундаменталне важности: Употреба више од једне супстанце и разлика међу њима много доприноси екситацији.

Ако је кука од гвожђа, а плоча такође, грчења се нису дешавала или су била врло слаба. Али ако је једно од њих било гвожђе, а друго месинг или још боље сребро долази^ј до већег и дужег грчења. Ово је раскрсница на којој физички пут почиње да се одваја од физиолошког. Кад Наполеон осваја сјеверну Италију, Галвани му не изјављује приврженост и повлачи се. Нова власт га убрзо помилује. Он умире 1789. год.^{ЈЛ}

6.2. Волтина батерија



Волта (Alessandro Volta, 1745-1827) осам година млађи од Галванија. Самоук је, тражи и гаји везе са угледним личностима, воли да путује, умије да говори и пише, укључујући и пјесме на латинском. Био је професор физике у Павији.

Галвани му шаље своје радове и Волта почиње да се бави овом појавом и од 1792. настају резултати:

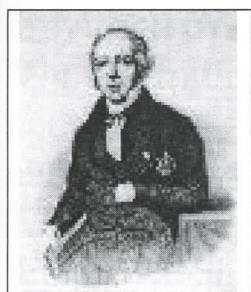
- У самом почетку прихвати идеју анималног електричитета.
- Описује експеримент са човјековим језиком и два метала, ако се на врх језика стави станиол, а у средину сребрењак, пс се споје жицом, осјети се кисео укус. Ако метали замјене мјеста укус постаје горак. Такође констатује да је ефекат трајан и остаје све док метали додирују језик.
- Године 1793. долази до прекретнице – напуштања живог ткива. Волта производи експерименте који показују протицање електричног тока ако се разнородни метали не приљубе живим дјеловима већ ма каквим влажним предметима нпр хартији, кожи итд. натопљеним водом, или ако су у самој води. То сједињавање метала претвара их не само у проводнике већ и узбуђиваче електричитета. Пошто је напон био мали, Волта је користо Франклиново серијско везивање произвео батерију и о њој обавјестио научну јавност. Марта 1800. на адресу Краљевског друштва у Лондону шаље рад под насловом: "Оелектрицитету изазваном обичним контактом проводљивих супстанци разних врста". У њему каже: "Апарат личи на електричну батерију која ради непрестано. Апарат је само скуп проводника разне врсте поређаних на одређен начин: 30, 40, 60 или више комада бакра, а боље сребра, сваки у контакту са калајем или још боље са цинком и исти број слојева воде или неке друге течности која је бољи проводник нпр слана вода или комада картона натопљених овом течности. Кад се такви слојеви ставе између сваког паре два разна метала, такве серије чине мој инструмент".

7. ЕЛЕКТРОМАГНЕТИЗАМ

Све до 18.вијека физичари су указивали на разлике између електрицитета и магнетизма, а тада почињу шпекулације о јединству сила стимулираних идентичношћу Њутновог и Кулоновог закона. У научним часописима се објављују писма о утицају муње на компас који после удара мијења оријентацију или се демагнетише .Франклин јавља да је намагнетисао иглу помоћу лајденске боце.

Баварска Академија 1774. расписује награду за најбољу дисертацију на тему "Да ли заиста постоји реална и физичка аналогија између електричних и магнетних сила?"

7.1. ЕРСТЕД (Hans Christian Oersted, 1777-1851)



Професор физике у Копенхагену. Његова је идеја била јединство сила коју износи у расправи "Истраживања о идентитету хемијских и електричних сила."

У њој каже: "Треба покушати да се види да ли електрицитит у свом најлатентнијом стадијуму, врши неки утицај на магнет као такав". То је објавио 1812. године, а осам година касније јавља свијету да је то и нашао. Како је дошло до открића постоје разне верзије, а нама је позната она коју даје тадашњи његов студент Хансен у писму које пише 4. деценије касније:

Стављао је жицу своје галванске батерије окомито на магнетну. Једном на kraју експеримента, када је употребио јаку галванску батерију, он ре че: "Дајте сада док је батерија повезана да покушама једанпут да тавимо иглу паралелно жици". Кад је то урађено, био је јако изненађен видјевши да игла јако осцилира. Током прве половине 1820. врло интезивно експериментише и припрема рад Експерименти о утицају магнетног конфликта на магнетну иглу. Мјесец дана касније, Ерстед објављује додатак са једним новим резултатом. Узима једну малу Волтину ћелију и затвара коло жицом у луку. Такво се коло понаша као магнетни листић са сјеверним и јужним полом. Вјеша га концем да може да слободно ротира. Кад му примакне магнет, изазива ротацију као што би се очекивало од интеракције два магнета. Ово остаје у сјенци првог рада тако да понашање струјног кола као магнета сусрећемо так у Амперовом дјелу. Ерстед је вјешт у информисању, а његов експеримент се лако изводи због своје једноставности.



7.2. АМПЕР (Andre-Marie Ampere, 1775-1836)

Рођен у Лиону, отац му био је трговац. Још као дијете показује дар за јаку меморију и лакоћу рачунања. Са 12 година чита Енциклопедију. Један наставник му даје часове из математике. Са 18 година познаје Лагранжову Аналитичку механику. У току револуције отац му завршава на губилишту што је велики шок за Ампера. Са 22 године није завршио школовање али даје часове из математике. Постаје професор у средњој школи у Бургу где пише "Математичка разматрања теорије игара". Убрзо послије тога пише Примјену формулације на механику што му обезбеђује посао професора у Лиону, где му умире супруга што је био још један ударац за њега. Крајем 1804. позивају га у

Париз за репетитора на Политехници, где убрзо постаје професор. Наполеон га именује за генералног инспектора свих високих школа Француске на том положају остаје до краја живота. Када Ерстед долази до открића Ампер има 45 година и одмах се укључује у Ерстедове експерименте, а резултате шаље Академији.

У првом саопштењу Ампер разматра дјеловање два проводника са струјом и открива:

"Примјетио сам ако се истовремено пропусти струја кроз два паралелна проводника, они се међусобно привлаче када су смјерови струја исти, а одбијају када су супротни."

7.2.1. Галванометар

Ампер увиђа да Ерстедов оглед може послужити за мјерење струје. Довољно је испод или изнад проводника ставити нешто слично бусоли, док је коло прекинуто игла мирује и усмјерена је магнетним мердијаном Земље чим се успостави струја она се од мердијана утклања и то утолико више што је струја јача, овај инструмент је назвао галванометар.

7.2.2. Соленоид

Ампер каже: "Начин на који сам замислио магнет као скуп електричних струја у равнима окомитим на линију која спаја половине, довео ме је на идеју да то имитирам проводницима савијеним у завојницу коју назива соленоид."

7.2.3. Природа магнета

Ампер закључује да су магнетне појаве произведене кретањем електричног тока. Он претпоставља да струје у најситнијој честици могу да сачињавају магнет, ако се оне не потишу. Молекуларни магнетизам и укидање магнетног флуида нису одмах били прихваћени. Међу оним који се нису слагали са Ампером били су ауторитети као што су Лаплас.



7.2.3. Магнетизација

Араго показује 1820. да електрична струја може да намагнетише челичне предмете. Ампер то објашњава својим моделом електромагнета Електричне струје за које сам претпоставио да постоје око сваке честице, постоје као такве и прије намагнетисања жељеза, никла или кобалта. Пошто су оријентисане у врло различитим смјеровима не могу произвести акцију, јер што једне привлаче друге одбијају...

До намагнетисања долази сваки пут кад неки узрок усмјери све струје у једном заједничком правцу, због чега се њихова дејства на неку спољну тачку саберу уместо да се потишу.

8. ОМОВ ЗАКОН

Првих деценија 19. вијека почињу мјерења параметара електричне срује и тада се формулују физичке величине од којих струја зависи. Прво је требало поћи од јачине струје, а затим прећи на дефиницију напона и отпора и проводљивости. У томе научник Ампер игра важну улогу.

7.1. Електрична струја

По открићу Волтине батерије започеле су расправе да ли је исто оно што се јавља у жици кад тече струја и статички електрицитет који се добија трењем. Неки су сматрали да није и опште је прихваћено да оно што тече проводником се назове галванска струја.

Волта је сматрао да су оба електрицитета иста и то мишљење је заступао 1801. пред Институтом у Паризу. Бонапарта предлаже Комисију да расвијетли ово, али Комисија се разилази са Волтом. Ампер је раздвојио електродинамику од електростатике и увео двије величине напон и јачину струје.

7.2. Концепт физичког појма отпора

Је почeo да сe развијa приje Волтине батеријe кроз подjелu супстанцијe на проводнике и изолаторе. Бакарија пише 1753. да oно што називамо проводницима такођe пружa отпор првођeњu електрицитетa и разлика измеђu изолаторa и проводника свodi сe на величинu отпорa.

Дeјvi налази да јe проводљivost сразмјерna пресјekу жице и обрнутu сразмјerна њenoj дужини.

7.3. Омов закон

Ом (Georg Simon Ohm, 1787-1854) син ковача од кога је научио да ради са металима. Радећи као наставник, паралелно студира и добија докторат 1831. Ради као професор колеџа у Келну.

Ом врши три серијe мјерења :

Прва серијa-Ом мјери проводљивост различитих дужина исте жице. Тражи односе између дужине проводника и губитка струје. Добија логоритамску зависност која није била тачна, због нестабилности Волтине батерије.

Друга серијa- мјери проводљивости различитих метала. Уређај је исти, а упоређује жице истог пресјака тако да се траже дужине које дају исти отклон галванометра. Материјали жице нису били довољно хемијски чисти па резултати мјерења били су само оријентациони.

Трећa серијa- На сугестију Погендорфа Ом напушта нестабилну Вол-



ину батерију и прелази на термоелектрични извор састављен од пара бакар-бизмут чији су спојеви држани у кипућој води и леду. Напон је био константан током експеримента. Ом мјери јачину струју, а не њено опадање. Он сијече исту бакарну жицу на осам комада различите дужине, и струју мјери торзионом вагом. Једна таква серија мјерења траје 3-5 сати. Из мјерења тражени закон се може приказати у облику:

$$X = \frac{a}{(b + x)} \quad ; \text{ где су}$$

X-јачина струје мјерена торзионом вагом
a-константа сразмјерна електромоторној сили
b-константа сразмјерна отпору бакарне жице
x-дужина жице

Омов закон је опште прихваћен око 1840. године.

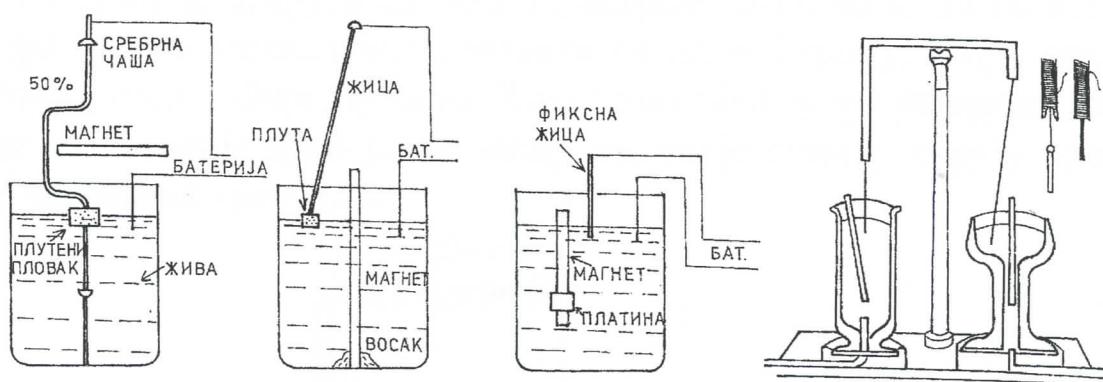
9.ФАРАДЕЈ (Michael Faraday, 1791-1867)



Фарадеј је највећи експериментатор, међу физичарима, самоук, син ковача и мајке сељанке. Завршио је онолико школе да зна да чита, пише и рачуна. Кад му је било 13 година почиње да разноси новине и књиге за једног лондонског књижара, од којег учи књиговезачки занат. Био је религиозан и припадао је секти сандеманиста. Млади Фарадеј чита књиге из књижаре интересује се за природне науке. Један редовни купац књига даје Фарадеју улазницу за курс који научник Дејви држи у Краљевској институцији. После курса Фарадеј одлази на Дејвијева предавања. Дејви га запошљава даје му плату и смештај. Тада је Фарадеј имао 21 годину.

Прати Дејвија на путу по Европи. Помаже му у проналаску рударске лампе. Прво значајно откриће Фарадеја је ротација жице кроз коју тече струја око магнета што није успјело Дејвију. После овог открића Фарадеј постаје академик и наслеђује Дејвија на мјесту директора Краљевске институције 1825. године. Организује предавања у институцији али одбија да буде професор Лондонског универзитета. Умире у 76. години живота.

Фарадеј првих 7-8 година у институцији бави се хемијом и учи. Прве експерименте из електромагнетизма обавља 1821. после Ерстедовог открића. Дејви покушава да отклон игле претвори у стално обртање, али му то не успјева. Фарадеј тада чита књиге из електричитета, пише "Историју развоја електричитета", а затим почиње експерименте. Фарадеј успјева да постигне електромагнетне ротације, што се види на слици бр.9.



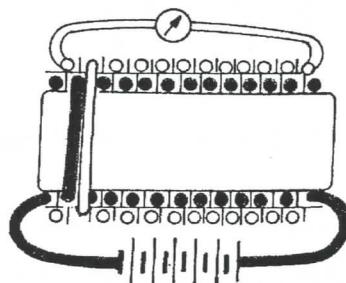
Слика бр.9.

9.1 Откриће индукције

Фарадеј покушава Ерстедов експеримент супротног смјера. 1822. године износи: "Како магнетизам претворити у електрицитет?" После десет година полази од следеће аналогије: "Ако статички електрицитет на неком тијелу индукује такав електрицитет на сусједном тијелу, зашто то не би био случај и са електричном струјом."

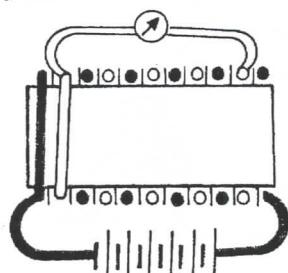
Фарадеј описује корак по корак како је открио индукцију.

1. Око 25 стопа бакарне жице пречника око пола инча намотао је око дрвеног цилиндра у завојницу навоји су изоловани концем, ова завојница је покривена платном (сл.9.1.) Са другом жицом је учињено исто, и тако редом. На тај начин је наслагано 12 навојница. Парне су повезане у једну серију а непарне у другу, парне је повезао са батеријом, а непарне са галванометром. Није уочено помјерање галванске игле.



Сл.9.1. Први уређај за тражење индукције

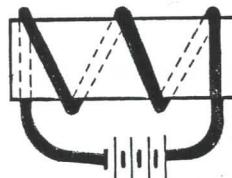
2. Двјесто три стопе бакарне жице навијене су око великог комада дрвета, а других двјесто три умотане су као спирала између навоја прве (сл.9.2.). Метални контакт изолован је концем. Једна навојница спојена је са батеријом, а друга са галванометром. Уочено је да се игла слабо помјера при успостављању контакта на једну страну, а при прекидању на другу страну. Фарадеј каже: "Ови резултати су ме увјерили да пролаз струје из батерије кроз једну жицу индукује сличну струју кроз другу жицу, али је она тренутна."



Сл.9.2. Други индукциони уређај

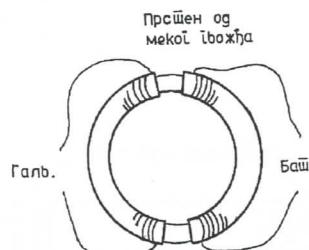
Метални контакт спријечен је концем. Једна навојница спојена је са батеријом, а друга са галванометром. Уочено је да се игла слабо помјера при успостављању контакта на једну страну, а при прекидању на другу страну. Фарадеј каже: "Ови резултати су ме увјерили да пролаз струје из батерије кроз једну жицу индукује сличну струју кроз другу жицу, али је она тренутна."

3. Више стопа бакарне жице намотано је у цик-џак положај на широкој плочи да је личило на слово W исто је урађено и на другој плочи, тако да су се плоче могле примицати једна другој (сл.9.3.). Жице се не дотичу због уметнуте хартије. Једна је повезана са батеријом, а друга са галванометром. При приближавању једне другој игла се помјерала на једну страну, а при удаљавању на другу страну.



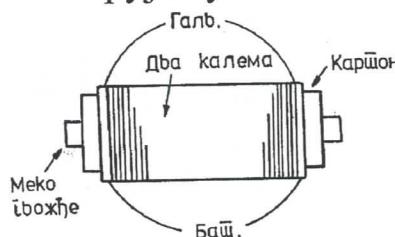
Сл.9.3. Два намотаја која се помјерају један према другом.

4. Фарадеј укључује жељезно језгро. Галванометар је одмах реаговао много јаче него када су биле само завојнице (сл.9.4.)



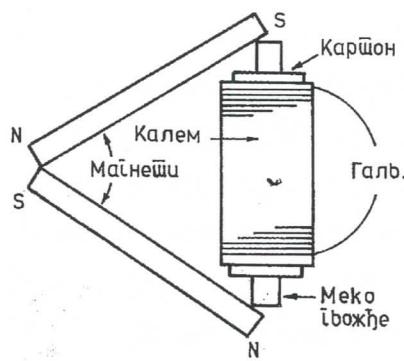
Сл.9.4. Четврти уређај

5. Пети уређај је комбинација првог и четвртог (сл.9.5.) Двије близске навојнице једва су давале неки ефекат, али када је увучен цилиндар од меког жељеза индуковане струје су биле много јаче.



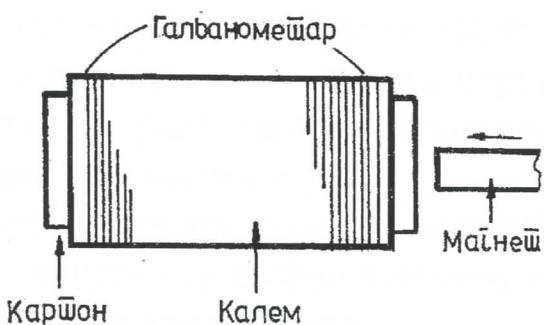
Сл.9.5. Пети уређај

6. Фарадеј замјењује примарно коло магнетом (сл.9.6.). Калем са галванометром има жељезну шипку. Кад два магнета серијски повеже и њиховим крајевима дотакне крајеве меког жељеза игла се помјера, док су у контакту игла мирује.



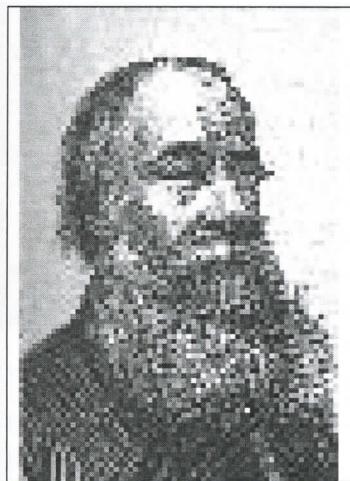
Сл.9.6. Шести уређај

7. Једна навојница је повезана са галванометром (сл.9.7.). Кад магнет цилиндричног облика увлачи у калем игла реагује. Помјерање није велико, али ако синхронизује његово помјерање са увлачењем и извлачењем, амплитуда се повећава. Битно је било да покретно магнетно коло сијече коло.



Сл.9.7. Седми уређај

10. ЏУЛ



Џејмс Џул (James Prescott Joule, 1818- 1889) рођен је у Манчестеру у добротојећој породици која се бавила производњом пива. У дјетињству образовао се код куће, а у 16. години даје му часове познати манчестерски научник Џон Далтон. Изводи истраживања у лабораторији у подруму очеве куће. Од 1837. до 1856. Џул ради у породичној пивари. 1847. године жени се са Амелијом Гимес кћерком Ливерпулског трговца. Сва своја истраживања финансира сам из свог фонда, који нестаје 1875. године. Последњих година живота имао је нарушено здравље све до смрти 1889. године.

Џул у својој 23. години објављује рад у "Philosophical Magazine" 1841. под називом:

"О топлоти ослобођеној у металним проводницима електричитета и у ћелијама батерије у току електролизе".

Рад почиње:

"Добро је познатода лакоћа са којом се метална жица грије струјом обрнуто је сразмјерна њеној проводљивости."

Џул испитује да ли је отпор једини узрок топлотних ефеката. Џулов уређај састоји се од жице која је провучена кроз стаклену цјевчицу и намотана око ње, тај калем је стављен у стаклену посуду коју пуни водом у коју смјешта термометар. Струју мјери отклоном магнетне игле постављена паралално њој. Зависност од струје мјери тако што исту бакарну жицу веже са различитим напонома батерије. Разматра и зависност од времена протицања струје.

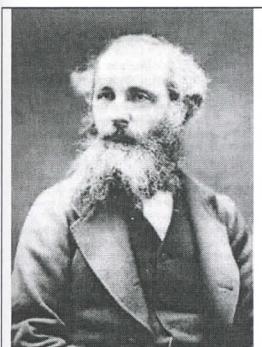
Џул закључује да је количина топлоте ослобођена у неком металном проводнику за дато вријеме сразмјерна отпору проводника помноженог са квадратом електричног интензитета.

Данашњи образац за количину топлоте која се ослободи у проводнику када кроз њега протиче струја је :

$$Q = I^2 \cdot R \cdot t$$

Ово га је одвело 1847. године на закључак о сачувању енергије тј. да сви системи који садрже енергију, та енергија може бити претворена из једног облика у други, али укупна енергија затвореног система остаје стална.

11. МАКСВЕЛ



Максвел (James Clerk Maxwell, 1831-1879) потиче из породице земљопосједника. Отац му је био у Единбургу адвокат кога је срце вукло ка технологији и примјењеној науци. Када се оженио одлази на посјед. Џемс похађа гимназију у Единбургу, из матматике добија награду као најбољи, као и за енглеске стихове. Отац га води на предавања у Краљевско друштво од његове дванаесте године. Максвал завршава основне студије у Единбургу, где са 19 година чита свој први рад пред Краљевским друштвом. По савјету професора, прелази у Кембриџ, где још једном пролази кроз основне студије, који завршава као други у рангу.

Током постдипломских студија бави се оптиком, за коју ће касније добити Румфордову медаљу, а постепено се оријентише и на електромагнетизам. Испит за члана савјета колеџа полаже септембра 1855, а већ децембра чита свој фундаментални рад из електромагнетизма.

Пошто је даљи напредак у Кембриџу зависио од припадности англиканској цркви, којој он као Шкотланђанин није припадао, одлази на Универзитет у Абердину. Добија Адамсову награду за рјешење проблема стабилности Сатурнових прстенова. Ту остаје четири године, а затим одлази у Кингс колеџ у Лондону. Ту завршава радове о електромагнетизму.

Са женом напушта Лондон и универзитет, и одлази на своје имање где у тишини ради и поред осталог пише "Теорију топлоте" и "Расправу о електрицитetu и магнетизму".

Кад је у Кембриџу требало саградити лабораторију у помен на Кевендиша, коју је финансирао војвода од Девонشاјра, Максвелу припада та част и изазов, који он прихвата. Завршава лабораторију у којој ради бројни добитници Нобелове награде. Убрзо умире од рака у четрдесет деветој години живота.

11.1 Математички апарат

Максвел за своје једначине користи тада нову, њима прилагођену математику, коју је увео Хамилтон, а која је прилагођена концепту електромагнетног поља. Хамилтон формулише 1835. основе рачуна кватерниона у којему се по први пут уводи подјела физичких величина на скаларе и векторе. О њима Максвел каже :

"Често кад се ради о физичком резоновању, за разлику од израчунавања пожељно је да се избегне експлицитно увођење Декартових координата и у средини на једну тачку простора, уместо њених трију компоненти. Овај начин посматрања физичких и геометријских величина је основнији и природнији од другог."

Једноставности векторског рачуна доприноси увођење математичких оператора, којима се означавају одређене диференцијалне операције.

Градијент неког скалара A је вектор који показује како се тај скалар мења у неком смјеру за двије бесконачно близске тачке

$$\text{grad}A = i \frac{\partial A}{\partial x} + j \frac{\partial A}{\partial y} + k \frac{\partial A}{\partial z}$$

где су \mathbf{i} , \mathbf{j} и \mathbf{k} јединични вектори на три координатне осе.

Веома су важна два оператора векторског поља.

Дивергенција div векторског поља у некој тачки је скалар који мјери промјену те величине у датој тачки. Ако је нпр. $\vec{V} (x,y,z)$ поље, брзина неког флуида, онда ако је $\text{div} \vec{V}$ позитивна у некој тачки, то значи да је у тој тачки извор флуида, а ако је нула, флуид у њој нити истиче нити утиче.

$$\text{div} \vec{V} = \frac{\partial V_x}{\partial x} + \frac{\partial V_y}{\partial y} + \frac{\partial V_z}{\partial z}$$

Ротор (rot или curl) неког векторског поља \vec{V} је вектор који мјери угаону брзину флуида у датој тачки.

$$\text{rot} \vec{V} = i \left(\frac{\partial V_z}{\partial y} - \frac{\partial V_y}{\partial z} \right) + j \left(\frac{\partial V_x}{\partial z} - \frac{\partial V_z}{\partial x} \right) + k \left(\frac{\partial V_y}{\partial x} - \frac{\partial V_x}{\partial y} \right)$$

Изразе div и rot први уводи Максвелов професор Стоукс 1849.

11.2. Фарадејев утицај

У предговору своје књиге "Расправа о електричитету и магнетизму" Максвел пише:

"Прије него што сам почeo изучавање електричитета, ријешио сам да не читам математику електричитета док не прочитам Фарадејева дјела. Био сам свјестан да постоји разлика између Фарадејевог начина схватања појава и начина математичара, тако да ни он ни они нису били задовољни језиком оног другог...".

Најкраће речено, Максвел преводи Фарадејеву физику на језик нове математике. У томе много лута, а на Херцу остаје да одабере шта је најважније у Максвеловом дјелу.

11.3. О Фарадејевим силницаима

Максвел полази од Фарадејевог концепта "електротоничног стања" које је неуочљиво, све док не дође до неке његове промјене, која треба да се манифестије као електромагнетна индукција. Он то стање приказује једном функцијом, а која је касније названа векторски потенцијал.

Векторски потенцијал значи за струју оно што електростатички значи за неко наелектрисање; он се дефинише по аналогијин са скаларним по-

тенцијалом који је сразмјеран наелектрисању, а обрнуто сразмјеран удаљености. Кад је ријеч о струји, улогу наелектрисања преузима струјни елемент $\vec{j} ds$, тако да се векторски потенцијал A дефинише са

$$A = \vec{j} \int ds$$

11.4. Теорија електротоничног стања

Максвел даје законе за које вјерује да су математичка основа начина размишљања назначеног у Фарадејевим "Експерименталним истраживањима". Он те законе формулише рјечима:

1. Цијели електротонични интензитет око границе неког елемента површине мјери количину магнетне индукције која пролази кроз ту површину, или, другим рјечима, број линија магнетне сile које пролазе кроз ту површину.

$$\text{rot} A = B$$

2. Цио магнетни интензитет дуж границе неке површине мјери количину електричне струје која пролази кроз ту површину.

$$\text{rot} \vec{H} = J$$

3. Електромоторна сила која дјелује на неки елемент проводника мјери се тренутном промјеном електротоничног интензитета дуж цијelog кола у јединици времена.

$$E = -\frac{\partial A}{\partial t}$$

Од наведене три релације, прва и трећа вежу векторски потенцијал са електричним и магнетним пољем.

11.5. Динамичка теорија електромагнетног поља

У свом трећем раду Максвел се концентрише на концепт поља: "Теорија коју дефинишем може се назвати теоријом електромагнетног поља јер се односи на простор у сусједству електричних и магнетних тијела, а може се назвати динамичком теоријом јер претпоставља да је у том пољу материја у кретању, и производи уочљиве електромагнетне појаве. Електромагнетно поље је онај дио простора који садржи и окружава тијела у наелектрисаном или намагнетисаном стању..."

Постоји етарска средина; дијелови те средине могу бити покренути електричном струјама и магнетима; то кретање се преноси од једног до другог дијела те средине силама које настају из веза те средине...

11.6. Максвелове једначине

Херц пише 1889. чланак "Силе електричних осцилација", који касније овако коментарише:

"Покушао сам за себе да формираам неопходне физичке концепције, почињући од Максвелових једначина, упростио сам Максвелову теорију колико је било могуће, елиминишући без чега се могло поћи... На питање шта је Максвелова теорија, не знам краћи одговор од следећег: Максвелова теорија је Максвелов систем једначина."

За "силе у слободном етеру", где нема наелектрисања, Херц даје следеће четири једначине:

1. Флукс електричног поља \vec{E} кроз неку затворену површину једнак је нули ако у њој нема наелектрисања.

$$\operatorname{div} \vec{E} = 0$$

2. Флукс магнетног поља \vec{H} кроз неку затворену површину једнак је нули.

$$\operatorname{div} \vec{H} = 0$$

3. Линијски интеграл \vec{E} по затвореном колу једнак је временском изводу флукса \vec{H} кроз коло.

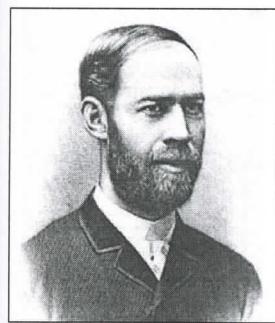
$$\operatorname{rot} \vec{E} = \frac{1}{c} \frac{\partial \vec{H}}{\partial t}$$

4. Линијски интеграл \vec{H} по затвореном колу једнак је временском изводу флукса \vec{E} кроз коло.

$$\operatorname{rot} \vec{H} = \frac{1}{c} \frac{\partial \vec{E}}{\partial t}$$

Ове једначине често се зову Максвел-Херцовим једначинама.

12.ХЕРЦ



ХЕРЦ (Heinrich Rudolph Hertz, 1857-1894) рођен је у Ханбургу, а отац му је био адвокат. Почиње студије инжењерства, па прелази на физику, коју студира у Берлину. Студиј завршава са највишим оцијенама, и остаје двије године као Хелмхолцов асистент. Одатле одлази за професора на техничку високу школу у Карлсруе. Херц током непуне три године научног рада 1887-90 открива електромагнетно зрачење и отвара пут радио-техници.

Професор на Универзитету у Бону постаје 1889. и ту почиње да ради на катодним зрацима. Пропуштајући их кроз танке листиће, он погрешно интерпретира експерименте, које наставља Ленард, а тек Рентген случајно открива да су то Х-зраци. Прерано умире у 37. години живота.

Серија Херцових радова од 1887. до 1890. године.

12.1 О веома брзим електричним уређајима

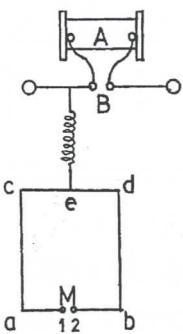
Први Херцов уређај (сл.12.1). А је индукциони калем који се презни преко варничног размака М у колу В. Пражњење наелектрисања је осцилаторног карактера, а фреквенција зависи од капацитета кугли СС' и индуктивности линеарног проводника који их повезује. За осцилатор В проводником је спојено осцилаторно коло К које има варнички размак за пражњење М'. Приликом пражњења кроз М искра се појављује и у М' што се може објаснити тако да

промјена потенцијала стиже из В у К.

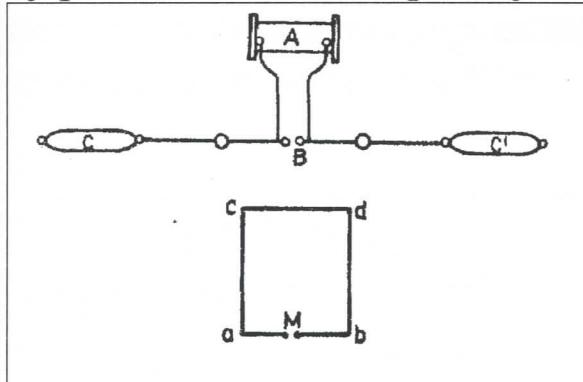
Херц даље налази мјењањем мјеста контакта жице са секундарним колом тачка Е искрење потпуно нестаје када је контакт у средини кола, што је Херц и очекивао (сл.12.2.).

Покушава да установи да ли ти електрични поремећаји изазивају ефекте одговарајуће величине на околним проводницима. Због тога сам савио бакарну жицу у правоугаонике са странама од 10-20 цм и малим отвором. Кад се проводник принесе доволно близу струја, искра увијек прати пражњење индукционог калема. Тако је Херц дошао до резонатора, који представља први лабораторијски детектор електромагнетног зрачења таласне дужине од неколико метара. Херц мјења параметре осцилатора В и резонатора К и

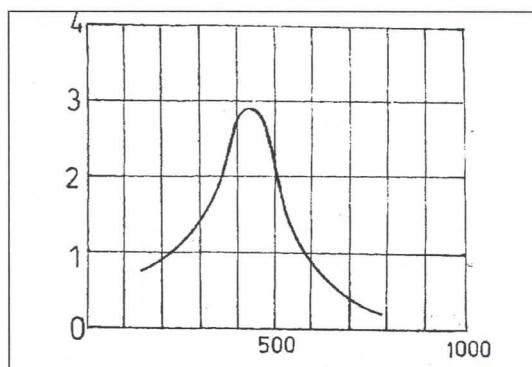
сл.12.1



мјери интензитет интеракције по дужини искре у резонатору.



Сл.12.3. Први осцилатор и одјељени резонатор.

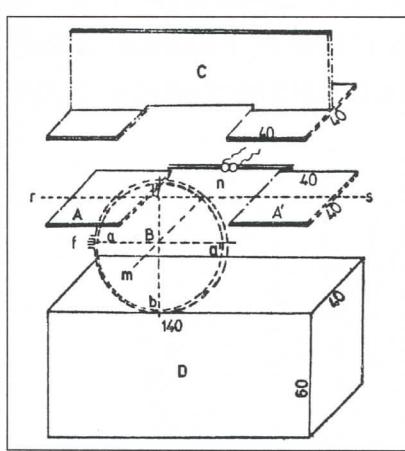


Сл. 12.4. Прве резонантне криве.

У једној серији експеримената Херц мјења дужине двије паралелне стране резонатора(ac, bd) од 10 до 750 цм (сл.12.3.) и добија резонантну криву као на слици 12.4.

12.2. О електромагнетним ефектима произведеним електричним поремећајима у изолаторима

Херц дијели овај задатак на двије фазе и у првој се ограничава на интеракцију електромагнетних таласа и изолатора, а у другој разматра брзину простирања. Гради уређај у коме на крајевима осцилатора не ставља кугле, већ плоче AA'(сл.12.5.), тако да им може пријијети исте такве плоче С са горње стране или призму са доње.



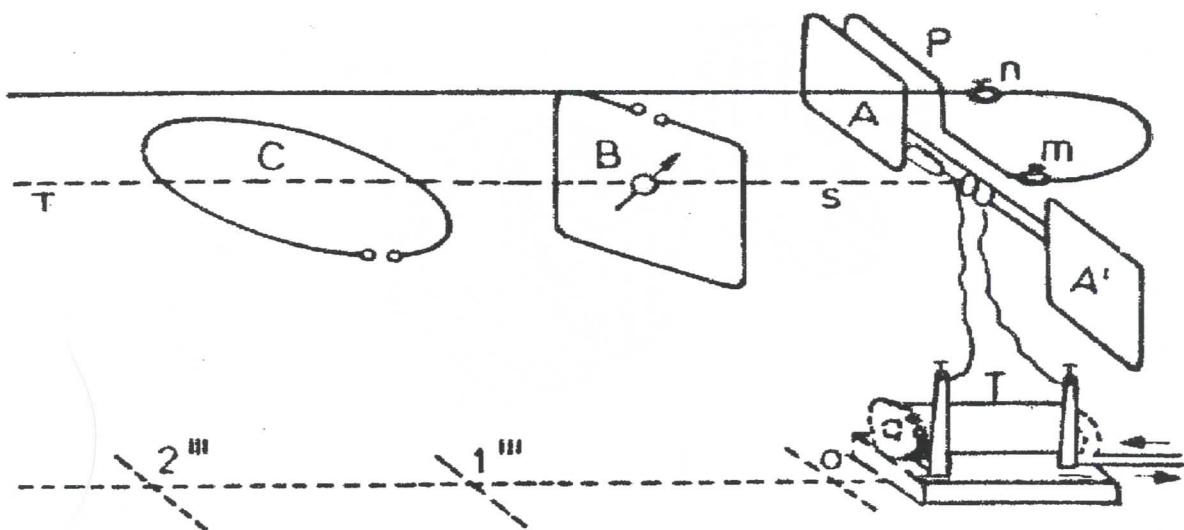
Сл.12.5.

Кружни резонатор се постави окомито на раван AA', оријентисан према отвору у тој равни. Тада нема искре. Приношењем проводних плоча са горње стране, њихов индуктивни ефекат се додаје, геометрија поља се мјења, и у отвору се појављују искре.

Приношењем изолаторске призме добија се сличан ефекат, из чега се може закључити да се непроводник понаша слично проводнику у коме се изазивају осцилације врло кратког периода.

У другој фази овог рада Херц хоће да прецизније одреди да ли је брзина простирања таласа у ваздуху коначна и да ли се разликује од брзине светlosti. У правој затегнуту жици произведени су стационарни таласи са чврзовима и трбусима. Помоћу њих је било могуће наћи таласну дужину и промјену фазе дуж жице.

Уз једну плочу осцилатора А примакнута је слична плоча Р са којом је спојена бакарна жица која се изводи окомито на осцилатор и наставља у дужини од 60 метара (сл.12.6.)

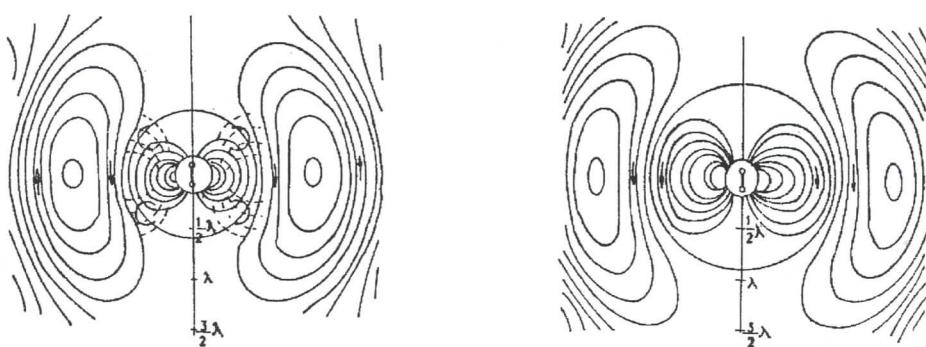


Сл.12.6. Мјерење поремећаја кроз ваздух и проводник.

Резонатори С и В производе искре на одређеним положајима дужине 12 метара колико је жица била у лабораторији, јер остатак је кроз прозор извучен напоље. Херц закључује: Најнепосреднији закључак је потврда Фарадејевог гледишта по коме електричне сile поларизације независно постоје у простору.

2.3. Електромагнетни таласи у ваздуху и њихово одбијање

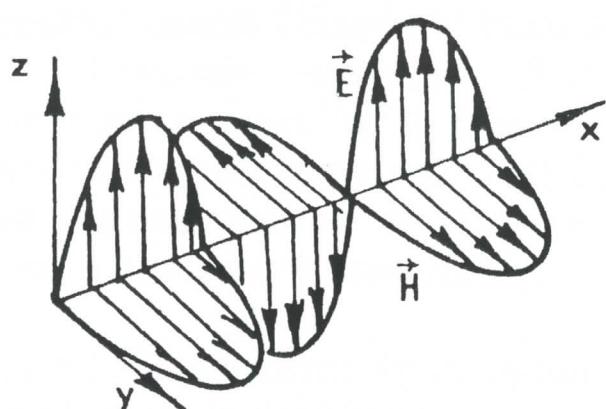
Херц изводи једначину кретања електромагнетних таласа, и израчунава простирање електромагнетних таласа из дипола.



Сл.12.7.Приказ ширења електромагнетних таласа.

Види се како се електричне силнице формирају око дипола и одвајајући се од њега и затварају, настављајући да се саме простиру, носећи са собом енергију сл(12.7.). На већим удаљеностима затворене криве постају све уže и претварају се у равне таласе.

Магнетна компонента електромагнетног таласа, \vec{H} је слична електричној компоненти, што се може видјети на слици 12.8.



Сл. 12.8

Херц проналази кратке таласе, таласне дужине 30 цм, и насупрот његовом очекивању, установљава да се ти кратки таласи простиру дуж жице приближно истом брзином као у ваздуху. Херц затим доказује да се електромагнетно зрачење кратке таласне дужине понаша као свијетлост. Прави параболоидично метално огледало у чији фокус ставља осцилатор и демонстрира праволинијско простирање, поларизацију, одбијање и преламање електромагнетних таласа. Херц није заинтересован за примјену електромагнетног зрачења. Последњи рад је написао 1889. године, а прве радио емисије електромагнетних таласа које су предвидјели Маркони, Попов и Тесла већ, 1897. године.

13. НИКОЛА ТЕСЛА (1856-1943)



Никола Тесла рођен је 10. јула 1856. године у Смиљану, покрај Госпића у тадашњој Војној крајини. Отац Николин Милутин био је православни свештеник, а мајка Ђука Мандић домаћица, кћерка Николе Мандића свештеника из Грачаца. Милутин и Ђука Мандић добили су у Сењу троје дјеце: кћери Милку и Ангелину и сина Дану.

Године 1852. Милутин Тесла прелази у Смиљан где се родио Никола и кћи Марица.



Родна кућа Николе Тесле у Смиљану крај Госпића

У шестој години 1862. Никола полази у Основну школу у Смиљану. Он се радо сјећа Смиљана и дјетињства проведена у њему. Међутим, радост безбрежног дјетињства, прекинута је породичном трагедијом. Једног дана коњ је смртно ранио брата Дану који је тада имао 14. година. Родитељи су у њега полагали велике наде, јер је био веома надарено дијете. Његова смрт била је за њих велики ударац. То је и био разлог да су се исте године преселили у Госпић. Никола наставља са школом у Госпићу. Никола се тешко саживио са Госпићем. Прелазак из села у град била је велика промјена. Како је био осјетљиве нарави, повукао се у себе, а излаз је нашао у читању. Очева библиотека била је веома богата, на неколико језика. Отац га је подучава да вјежба своју вољу самосавладавања, како да вјежба умјеће памћења слика. Тесла завршава Основну школу 1866. године и започиње исте године нижу реалну гимназију у Госпићу, а Вишу реалну гимназију у Карловцу. Настава у гимназији била је на Њемачком језику. Гимназија му је и по-

могла да заволи електрицитет као и професора физике који се звао Мартин Секулић који је у својим предавањима посебно истакао електрицитет, што је привукло Теслу. Професор је запазио Теслу који му је помогао приликом огледа. Када је Тесла матурирао у гимназији у то вријеме је харала колера која је била на измаку, али га је ухватила при повратку кући. Болест га је спречила да настави одмах студије послије двије године уписује се на Високо техничку школу у Грацу. Прву годину студија завршава са изванредним успјехом, у чemu му је много помогла стипендија Војне крајине. Другу годину је започео али је није завршио, јер није могао платити школарину. Војна крајина је тада укинута, а стипендију коју је тражио од Матице српске у Новом Саду није добио. Покушава да се запосли у Марибору, али није добио посао па је присиљен да се врати кући. Тада му умире отац Милутин Након тог трагичног догађаја Тесла одлази 1880. године у Праг да настави студије, како је оцу на самрти обећао, али се није могао уписати на универзитет јер није у гимназији учио грчки. Ипак посјећује предавања и одлази у библиотеку да прати новости о електрицитету.

Млади техничар Тесла се усавршава радећи у телефонској централи Будимпеште где још 1882. године открива обртно магнетно поље и нови електромотор заснован на истом принципу. Затим одлази у Париз и запошљава се у Едисоновој компанији за Европу. Ту усавршава своје идеје о индукционом мотору и полифазном систему. Како за практичну примјену својих открића није нашао разумјевања у Европи, 1884. Тесла одлази у Америку и тамо извесно вријеме ради код Едисона да би му ускоро постао највећи конкурент. Подржан од неколико банкарa, Тесла 1888. године успјева да добије признање за своји 40 основних патената које је за милион долара, ради примјене његових наизмјеничних струја, откупила чувена америчка фирма Вестингхаус. Подизањем велике централе на Нијагари, Тесла је 1896. године однио побјedu над Едисоном, чије су дотадашње једносмјерне, непрактичне и скупе струје престале да се употребљавају.

Неколико занимљивости из Теслинова живота.

13.1 Племенит Теслин гест

Да би помогао свом пријатељу, индустрijалцу Вестингхаусу, који је први провео Теслине идеје у дјело, наш славни научник је поцјепао уго-

вор у вриједности од више милиона долара (процењује се на око 12) рекавши:

"Вјеровали сте у мене кад то други нису, били сте довољно храбри да ми исплатите милион долара. Користи које ће цивилизација имати од мог вишефазног система значе за мене више него новац који је сад у питању. Више нећете имати бриге око тантијеме."

Овим гестом Тесла је довео себе до неизвјесности за опстанак, а Вестингхаус је помогао да се извуче из кризе и нагомила своје богатство. Чак и много година касније, кад је живио у оскудици није хтио да прими ни долар понуђене помоћи од Вестингхаусових наследника.

13.2. Пожар у лабораторији

Марта 1895. године подметнути пожар је потпуно уништио Теслину лабораторију у Њујорку спречивши научника да покаже свијету своја најновија открића у области електротехнике.

"Ту је изгорио мој дугогодишњи рад. Ватра ми је отела моје механичке и електричне осцилаторе, а вјеровао сам да ћу њима изненадити Америку и свијет", рекао је потиштени Тесла. "Али ако је пожар уништио резултате мага рада, није могао уништити и моју вољу. Оно што сам замислио остварићу. Почеку све од почетка, ни из чега, као што сам почeo када сам дошао у Америку...".

13.3. Чудан карактер

Теслин чудни карактер и његова totalna небрига за материјалном страном живота говори и чињеница да није дошао да прими Едисонову медаљу, иако су га тржили на све стране да дође на ту додјелу на којој се скupila елита америчког друштва, да би га коначно нашли како храни голубове испред Националне библиотеке.

13.4. Судске парнице

У току живота Тесла је добио дводесетак судских парница због злоупотребе његових патената. Тако неколико мјесеци послије Теслине смрти, амерички Врховни суд за патенте донио је пресуду којом поништава патенте из области радио технике нобеловца Ђулијана Марконија са образложењем да су они садржани у Теслиним.

"Он бјеше мој асистент", рекао је једном приликом Тесла за Марконија. Темељно је познавао моје огледе из радио-технике. Добро је знао да је компензација пријемних кругова основа преношења свих знакова. Према томе није Маркони отац радио-технике, већ Тесла.

13.5. Љубав према голубовима

Позната је Теслина љубав према голубовима. Многи пролазници су запажали у Петој авенији високог, коштуњавог старца како сјеменкама на тргу испред библиотеке, звиждуком дозива и храни своје љубимце. Они су му слијетали на главу и рамена. Болесне голубове Тесла је доносио у хотел и лијечио све док не би оздравили.

13.6. Пензија из Југославије

Приликом прославе Теслине 80-годишњице у Београду је 1936. године основан његов Институт. Захваљујући раду ове установе, наш проналазач је од Југославије добио пензију у износу од 7200 долара годишње, коју је користио до краја живота. Мада је од својих имућних пријатеља – финансијера могао да добије и веће суме, Тесла је то одбио и једино са поносом прихватио помоћ из своје домовине.

13.7. Позив из Русије

Неколико је пута дводесетих година прошлог вијека преко свог пријатеља из Мексика позивао Лењин великог научника да посјети СССР сматрајући га генијалним проналазачем. Али, Тесла се осјећао већовољно старим да мијења поднебље и начин живота, а није хтио и да остави започете експерименте.

У стваралачком заносу Тесла је тада изјавио: "Све оно што сам до сада створио не предсравља ништа према ономе на чemu сада радим."

13.8. Нема енергије у атому

Тесла је умро у увјерењу да у атомима нема никакве енергије, поготово тако разорне, која и милион пута надмашује снагу његових генератора.

13.9. Највећи проналасци

За Теслино име везано је око 1000 проналазака. Од њих најзначајнији су: проналазак вишефазних струја и обрtnog магнетног поља, производње струје високог напона и високе фреквенције и основна открића и проналасци на пољу радио-технике. Свако од ових открића учинило му је име бесмртним. Увођењем јединице "Тесла" за јачину магнетне индукције у физици одато му је највеће признање које наука може дати.

ПЛАН ПРЕДАВАЊА СА ИСТОРИЈСКИМ ЕЛЕМЕНТОМ ПО СВАКОЈ НАСТАВНОЈ ЈЕДИНИЦИ

У деветом разреду имамо три наставне теме у вези са електрицитетом и магнетизмом, а то су:

1. Електрицитет
2. Електрична струја
3. Магнетизам

ЕЛЕКТРИЦИТЕТ

У наставној теми Електрицитет имамо следеће наставне јединице:

1. Дјеловање наелектрисаних тијела. Количина наелектрисања
2. Кулонов закон. Електрично поље
3. Електрични потенцијал и напон
4. Рад у електричном пољу
5. Електрични капацитет. Кондензатори и њихово везивање
6. Електричне појаве у атмосфери. Громобран.

1. Дјеловање наелектрисаних тијела. Количина наелектрисања

У овој наставној јединици може се испричати о Гилберту, који је установио да не постоје само два –три тијела која могу да се наелектришу трљањем. Такође може се поменути његов верс^Фојум.

2. Кулонов закон.

Споменути Кулонову торзиону вагу, и начин како је Кулон закључио да сила опада са квадратом растојања.

3. Електрични потенцијал и напон

Кевендиш први дефинише електростатички потенцијал 1771. године. У свом раду из електрицитета који излази у "Philosophical Transactions" он дефинише степен електризације. Два наелектрсана проводника различитог облика или величине, ако се повежу проводном жицом имаће различито укупно наелектрисање али ће им степен електризације бити исти.

4.Рад у електричном пољу

Око наелектрисаног тијела постоји електрично поље, ако се у то електрично поље унесе наелектрисано тијело поље ће да га помјери, очигледно поље врши рад.

5.Капацитет.Кондензатори и њихово везивање

Треба споменути да је Лајденска боца независно откривена у Њемачкој и Холандији и оба открића су била случајна су била случајна. Фон Клајстов експеримент и Мушенбруков експеримент.

6.Електричне појаве у атмосфери.Громобран

Франклинов Филаделфијски експеримент, који је обављен 10.05.1752. године. Треба споменути да је Рус Рихман погинуо 1753. године у Петрограду користећи неуземљени проводник као громобран.

ЕЛЕКТРИЧНА СТРУЈА

1. Електрична струја и извори струје

Stephen Grey(1670-1736) аматер који у својој шездесетој години открива да се електрицитет може преносити са једног на друго тијело.

Треба испричати Галванијев експеримент са жабљим батацима где имамо двије фазе. Прва грчење жабљих батака и шта се дешавало када је био познат извор ел.струје и друга када извор није био познат, а грчења су се дешавала.

Волта прави батерију од метала бакра и калаја који нису у директном контакту већ су раздвојени слојевима сукна натопљена сланом водом.

2. Дјеловање електричне струје

Једно од дјеловања електричне струје је свјетлосно, ел. енергија се претвара у свјетлосну. Овдје се може поменути да је Едисон први изумио ел. сијалицу.

3. Електрични отпор

Концепт отпора настаје приликом диференцирања проводник-изолатор. Бакарије мисли оно што зовемо проводницима такође пружа отпор, и разлика између проводника и изолатора своди се на величину отпора.

4. Омов закон

У овој лекцији треба испричати Омов експеримент и да се тражени закон може приказати у облику:

$$X = \frac{a}{(b+x)} ; \text{ гдје су}$$

X-јачина струје мјерена торзионом вагом
a-константа сразмјерна електромоторној сили
b-константа сразмјерна отпору жице
x-дужина жице

5. Кирхофова правила

Gustav Kirhof (1824-1887) у Погендорфовим "Аналима" објављује своја два закона:

Први: Ако се више струја стиче у истој тачки, онда онолико струје колико уђе у електрични чвор треба и да изађе водећи рачуна о знацима струје да је $\Sigma J=0$.

Други проширује Омов закон са једног проводника датог отпора на више разних проводника серијски спојених у затворено коло, и по њему сума напона једнака је суми пада напона.

$$\sum_{i=1}^n U_i = \sum_{i=1}^n R_i I_i$$

6. Џулов закон

Џул у својој 23. години објављује рад у "Philosophical Magazine" 1841. под називом "О топлоти ослобођеној у металним проводницима електричитета и у ћелијама батерије у току електролизе".

Рад почиње: "Добро је познато да лакоћа са којом се метална жица грије струјом обрнуто је сразмјерна њеној проводљивости."

Џул испитује да ли је отпор једини узрок топлотних ефеката. Џулов уређај састоји се од жице која је провучена кроз стаклену цјевчицу и намотана око ње, тај калем је стављен у стаклену посуду коју пуни водом у коју смјешта термометар. Струју мјери отклоном магнетне игле постављена паралално њој. Зависност од струје мјери тако што исту бакарну жицу веже са различитим напонома батерије. Разматра и зависност од времена протицања струје.

Џул закључује да је количина топлоте ослобођена у неком металном проводнику за дато вријеме сразмјерна отпору проводника помноженог са квадратом електричног интензитета.

3. МАГНЕТИЗАМ

У наставној теми магнетизам имамо следеће наставне јединице:

- 1.Магнетно поље проводника са струјом
- 2.Магнетна индукција
- 3.Електромагнет
- 4.Стални магнети
- 5.Магнетно поље Земље
- 6.Дјеловање магнетног поља на проводник са струјом
- 7.Електромагнетна индукција
- 8.Закон електромагнетне индукције
- 9.Наизмјенична струја
- 10.Трансформатор

3.1.Магнетно поље проводника са струјом

У овој наставној јединици треба испричати **Ерстедово откриће**.

3.2.Магнетна индукција

Платон помиње магнетизам у свом дјелу "Јон". Његов ученик **Сократ** наставља и говори о камену који је Еурипид назвао магнетним и који се најчешће назива каменом из Хераклеје. Тај камен не само да привлачи жељезне прстенове већ и на њих преноси способност привлачења тако да привлаче друге прстенове. Ово је прво познато помињање магнетне индукције.

3.3 Електромагнет

У овој лекцији треба нагласити да је Ампер изумио завојницу коју касније назива соленоид. Он замишља магнет као скуп електричних струја у равним окомитим на линију која спаја половине и то имитира проводницима савијеним у завојницу.

Фарадеј такође експериментише са соленоидом и упоређује га са магнетом.

3.4 Стални магнети

Грци магнет називају Херуклов камен, камен Магнезије . Они знају да је природни магнет руда гвожђа магнетит и да магнет привлачи гвожђе, али не вриједи и обратно. Такође знају да се та способност може пренијети на оближње гвожђе и да оно може да задржи ту способност дуже вријеме. Особина поларност и одбијање магнета Грцима није позната.

Пјер д Марикур био је прва личност која је заузимала значајно мјесто у развоју магнетизма. Био је војни инжењер и написао је "Писмо о магнету". Он је дефинисао полове магнета.

3.5. Магнетно поље Земље

Гилберт објављује књигу "De magnete" где у једном дијелу иде стопама Мерикура где изучава сферни магнет –терелу.

Најважнији Гилбертов оригинални допринос је хипотеза да је Земља магнет.

Овдје би се могао споменути Колумбо. У вријеме ренесансе захваљујући великим интересовању за далека путовања и употребу компаса, прецизније се упознаје земљино магнетно поље.

Деклинацију први уочава Кристофоро Колумбо на путовању новим путем за Индију 1492. Он прати разлику правца магнетне игле и меридијана. Налази да је игла у Шпанији отклоњена ка истику, а како плови ка западу игла се отклања ка западу, а код острва Корво поклапа се са меридијаном.

3.6.Дјеловање магнетног поља на проводник са струјом

Ако се проводник кроз који тече струја налази у сталном магнетном пољу доћи ћи до интеракције та два магнетна поља.Како се струјни проводник може помјерати та интеракција ће се манифестирати кретањем струјног проводника. Правац и смјер струјног проводника може се одредити правилом лијеве руке:

"Ако шаку лијеве руке поставимо тако да је длан окренут према сјеверном полу магнета, а прсти у смјеру струје, тада палац показује смјер кретања проводника."

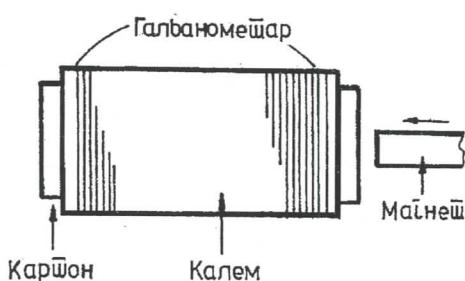
Интензитет сile којом магнет дјелује на проводник зависи од индукције магнетног поља B , јачине електричне струје I и дужине струјног проводника ℓ који се налази у магнетном пољу односно формулом: $F=BI\ell$.

Из ове формуле имамо: $B = \frac{F}{I\ell} \left[\frac{1N}{1A \cdot 1m} = 1T \right]$ тј. дефинишемо јединицу маг. индукције по нашем великану Николи Тесли које му је и највеће признање које наука може дати.

3.7. Електромагнетна индукција

У овој наставној јединици поменућу Фарадејово откриће електромагнетне индукције.

Фарадеј покушава Ерстедов експеримент супротног смјера. Послије низа покушаја Фарадеј успјева помоћу следећег експеримента: Једна навојница је повезана са галванометром. Кад магнет цилиндричног облика увлачи у калем игла реагује. Помјерање није велико, али ако синхронизује његово помјерање са увлачењем и извлачењем. Битно је било да покретно магнетно коло сијече електрично коло.



3.8. Закон електромагнетне индукције

Ленц(Heinrich Lenz, 1804-1865) наставља тамо где је Фарадеј стао и објављује своје правило у "Annalen der Physik und Chemie" 1834. године о индукованој струји.

Индукована електрична струја има такав смјер да својим магнетним пољем спречава кретање које је изазива.

3.9.Наизмјенична струја

Овдје се може испричати рат између Едисонове једнофазне струје и Теслине наизмјеничне који је се водио крајем 19.вијека. Теслин патент је за милион долара, ради примјене његових наизмјеничних струја, откупила чувена америчка фирма Вестингхаус.Подизањем велике централе на Нијагари, Тесла је 1896.године однио побједу над Едисоном, чије су дотадашње једносмјерне, непрактичне и скупе струје престале да се употребљавају.

3.10.Трансформатор

Пренос електричне енергије на даљину ријешио је Тесла помоћу трансформације трофазне струје.Генератори трофазне струје имају обично напон од 6 kV и 12 kV, а овај напон се помоћу трансформатора подиже на 110-400 kV, који се преноси далеководима до великих трафо станица.

ЗАКЉУЧАК

У првој глави разматрано је развој физичких појмова о електричитету и магнетизму кроз вијекове, где може да се види да открића као да се надовезују једно на друго. Такође треба истаћи ширење сазнања која су послужила као основа за откривање нових. Сва своја дјела научници су оставили новим генерацијама за проширивање нових сазнања , све са циљем развоја човјечанства.

У другој глави разматрана је употреба историјских елемената у настави, којом се жели приближити ученицима наставно градиво и олакшати памћивљење истог. Употребом историјског елемента наставни час не би био монотон, а задаци и циљ часа били би остварени. Историјски елементи служили би као асоцијација за лакше памћење наставних садржаја.

Литература

- 1.Развој физике Електромагнетизам-Милорад Млађеновић
Институт за Нуклеарне науке "Борис Кидрић" Београд-Винча 1984.
- 2.Историја класичне физике-Милорад Млађеновић, Мирко Јакшић
Завод за ученике и наставна средства, Београд 1993.
- 3.Физика3, Ђурић-Ђулум
- 4.Физика за осми разред-
Јован Шетрајћић,Драгољуб Мирјанић,Драгољуб Пећанац
Завод за уџбенике и наставна средства Српско Сарајево 2001
- 5.Моје иновације, књига о Николи Тесли поводом 120.година његовог рођења.
- 6.Неке биографије и фотографије са интернета.

