Презентація з фізики

на тему:

Електричне поле

План

1.Взаємодія електрично заряджених тіл.

2.Електричне поле.

3.Провідники та діелектрики в електричному полі.

4.Робота по переміщенню заряду в електричному полі.

5.Потенціал електричного поля.

6.Електроємність.

7.Використання конденсаторів у техніці.

8.Енергія електричного поля.

1.Взаємодія електрично заряджених тіл.

Електричний заряд

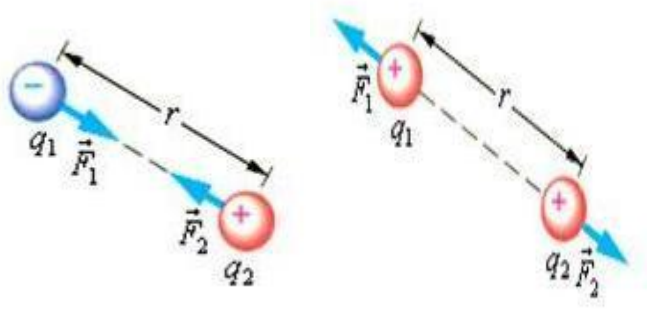
- Основною характеристикою електромагнітної взаємодії є *електричний заряд*. **Електричний заряд(q)** – це фізична величина, яка кількісно характеризує електромагнітну взаємодію.
  Бувають частинки без електричного заряду, але не існує електричного заряду без частинки.
  Електричний заряд дискретний: існує елементарний електричний заряд, що дорівнює за абсолютним значенням заряду електрона $e=1,6 \cdot 10^{-19}$Кл. Одиниця електричного заряду – кулон, [q]=1Кл. Числове значення електричного заряду 1 Кл дорівнює сумі зарядів $6,25 \cdot 10^{18}$ електронів.
- Наявність електричного заряду q у макротіл пояснюється нерівномірним перерозподілом позитивних і негативних дискретних елементарних зарядів. Електричний заряд q=ne, n – кількість елементарних нескомпенсованих зарядів. Явище нерівномірного перерозподілу позитивних і негативних зарядів у макротілах називається **електризацією (електростатичною індукцією).**
- Однойменно заряджені тіла відштовхуються, а різнойменно — притягаються. Наелектризувати тіло можна тертям або дотиком до електрично зарядженого тіла. Існують й інші способи електризауії тіл. Але з а будь-якого способу електризації тіл електричні заряди не виникають і не зникають, а лише перерозподіляються між усіма тілами, які беруть участь в процесі. Це твердження називається *законом збереження електричного заряду*. Математично він формулюється так:
  Алгебраїчна сума електричних зарядів тіл, що утворюють замкнену систему при будь-яких взаємодіях залишається сталою: $q_1+q_2+\ldots q_n=const.$

Закон Кулона

- Для опису взаємодії електричних зарядів вводиться поняття *точковий електричний заряд*.

Точкові електричні заряди – це заряджені тіла, розміри яких малі порівняно з відстанню між ними.

Кількісно взаємодію між точковими електричними зарядами описує закон, експериментально встановлений Ш. Кулоном у 1785р.



Мал.2 . Сили взаємодії
між точковими електричними зарядами

Сила взаємодії F двох точкових зарядів q_1 і q_2 прямо пропорційна добутку абсолютних величин їх зарядів, обернено пропорційна квадрату відстані між ними r , напрямлена вздовж прямої, що сполучає заряди і відповідає притяганню для різнойменних зарядів та відштовхуванню – для однойменних (мал. 2.)

Модуль цієї сили

$$F = \frac{1}{4\pi\varepsilon_o} \frac{|q_1||q_2|}{\varepsilon r^2}$$

2.Електричне поле.

- Електромагнітна взаємодія між електрично зарядженими тілами відбувається через електромагнітне поле. Якщо в певній системі відліку електрично заряджені тіла нерухомі, то поле, що існує навколо них, називається *електричним (електростатичним)*. Для дослідження електричного поля використовують так званий *пробний електричний заряд*. **Пробний електричний заряд –** позитивно заряджене тіло, власне поле якого не змінює поле, в яке він внесений.
- Головна властивість електричного поля – здатність діяти на внесені в нього електричні заряди з деякою силою. Силова характеристика електричного поля називається *напруженістю* поля і позначається буквою *E*.
  Напруженість поля – це векторна величина, чисельно рівна силі, що діє на одиничний позитивний точковий заряд, поміщений у дану точку поля. Напрямок вектора напруженості збігається з напрямком дії сили.

ПРИНЦИП СУПЕРПОЗИЦІЇ (накладання) полів:

Принцип суперпозиції застосовується, коли електричне поле створено не одним зарядженим тілом, а кількома.

$$\vec{E} = \frac{\vec{F}}{q} \qquad [E] = \frac{H}{Кл} = \frac{В}{м}.$$

Напруженість поля, створеного системою нерухомих зарядів, рівна векторній сумі напруженостей електричних полів, створених кожним із цих зарядів окремо.

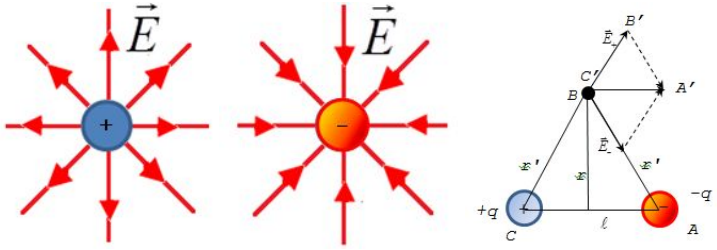
Цим пояснюється те, що напруженість електричного поля навколо тіла, до складу якого входять і позитивно, і негативно заряджені частинки, може дорівнювати нулю, і тіло в цілому буде електронейтральним.

$$\vec{E} = \sum_{i=1}^{n} \vec{E}_i.$$

Графічне зображення електричних полів

- Електростатичне поле наочно можна зображувати за допомогою ліній напруженості *електричного поля (силових ліній).*

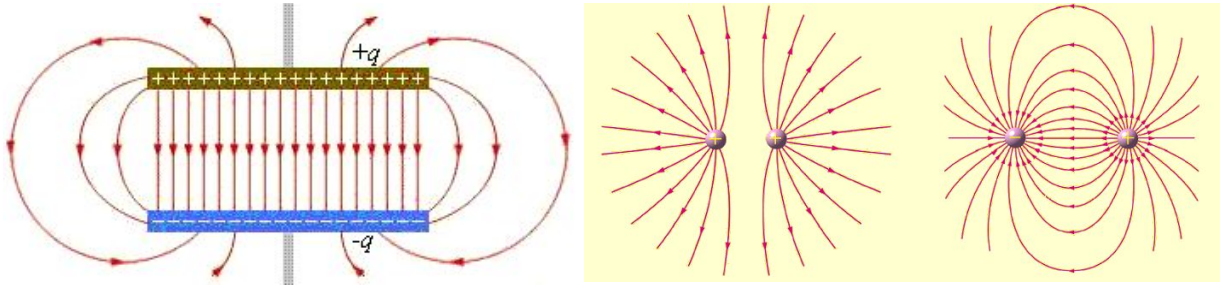
Напрям силових ліній збігається з напрямом вектора напруженості. У випадку точкових зарядів силові лінії напрямлені від позитивного заряду і закінчуються у нескінченності(мал.3, а) або починаються у нескінченності і йдуть до негативного заряду(мал.3, б). Складніше провести лінії напруженості, коли поле створено кількома зарядами, наприклад двома. Така система називається *диполем*. В такому випадку лінії напруженості проводять так, щоб вектори напруженості були напрямлені по дотичній(мал. 3, в).



а б в

Мал.3. лінії напруженості точкових зарядів(а, б), диполя(в)

Поле, напруженість якого у всіх точках однакова за модулем і напрямком, називають *однорідним електростатичним полем*. Прикладом такого поля є поле між зарядженими пластинами (мал. 4, а).



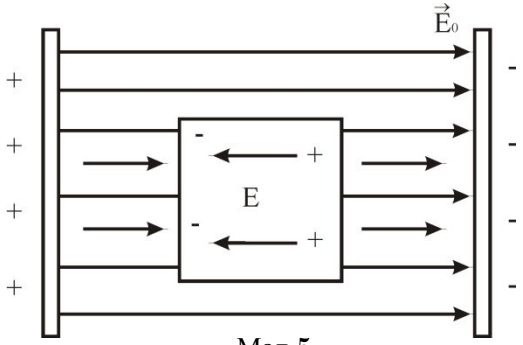
Мал.4 Графічне зображення електричних полів:
– двох пластин, заряджених різнойменними зарядами однакової величини; б – однакових за значенням однойменних зарядів; в – однакових за значенням різнойменних зарядів.

а

3.Провідники та діелектрики в електричному полі.

Електростатична індукція

- Усі речовини за їх здатністю проводити електричний струм поділяються на *провідники, діелектрики та напівпровідники*.
- До провідників належать речовини, які мають заряджені частинки, що здатні рухатись впорядковано по всьому об'єму тіла під дією електричного поля. Заряди цих частинок називають вільними зарядами. Провідниками є всі метали, деякі хімічні сполуки, водні розчини солей, кислот, лугів, розплави солей, іонізовані гази. У металах носіями вільних зарядів є вільні електрони. Їх називають електронами провідності.



Мал.5
Провідник у зовнішньому електричному полі

Якщо помістити незаряджений металевий провідник в однорідне електростатичне поле то під дією поля в ньому виникне впорядкований рух вільних електронів у напрямі, протилежному напряму напруженості цього поля. Електрони накопичуватимуться на одному боці провідника й утворять там надлишковий негативний заряд, а їх недостача на іншому боці провідника приведе до утворення там надлишкового позитивного заряду, тобто в провіднику відбудеться розподіл зарядів. Ці нескомпенсовані різнойменні заряди з'являться на провіднику лише під дією зовнішнього електричного поля, тобто такі заряди є індукованими, наведеними. А в цілому провідник лишається незарядженим.

$\vec{E}$

Такий вид електризації, за якого під дією зовнішніх електричних полів відбувається перерозподіл зарядів між частинами певного тіла, називають *електростатичною індукцією*.

Нескомпенсовані електричні заряди, що з'явилися на протилежних частинах провідника, створюють своє власне електричне поле всередині провідника напруженістю Евн, яка напрямлена проти Е зовнішнього поля.
У результаті переміщення вільних носіїв заряду і накопичення їх на протилежних частинах провідника напруженість вн внутрішнього поля збільшується і, нарешті, дорівнюватиме за модулем напруженості 0 зовнішнього поля. Це приводить до того, що напруженість результуючого поля всередині провідника дорівнюватиме нулю. При цьому наступає рівновага зарядів на провіднику.

Електростатичний захист

За умови рівноваги зарядів на провіднику весь нескомпенсований заряд знаходиться тільки на зовнішній поверхні провідника, а в середині провідника електричного поля немає. Це явище використовують для створення електростатичного захисту – захисту від дії електричного поля. На практиці це використовується для захисту від потужного електричного поля радіолокаторів та радіостанцій, випромінювання яких може зашкодити здоров'ю; для запобігання дії електричного поля на чутливі прилади.

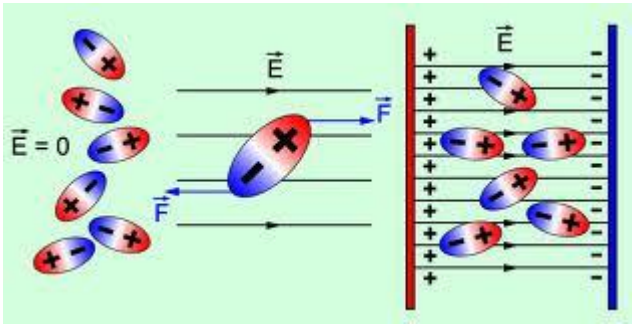
Види діелектриків

- Діелектриками або ізоляторами називають такі тіла, через які електричні заряди не можуть переходити від зарядженого тіла до незарядженого. Ця властивість діелектриків зумовлена тим, що у них за певних умов немає вільних носіїв заряду. Якщо умови змінюються, наприклад, під час нагрівання, в діелектрику можуть виникнути вільні носії заряду і він почне проводити електрику. До діелектриків належать гази, скло, пластмаса, полімерні речовини.

Діелектрики поділяють на два види:

- 1) ***полярні***, які складаються із молекул, у яких центри розподілу позитивних і негативних зарядів не збігаються (вода, спирти та ін.);
- 2) ***неполярні***, що складаються з атомів або молекул, у яких центри розподілу позитивних і негативних зарядів збігаються (бензол, інертні гази, поліетилен та ін.).

Поляризація діелектриків



а б в

Мал.6

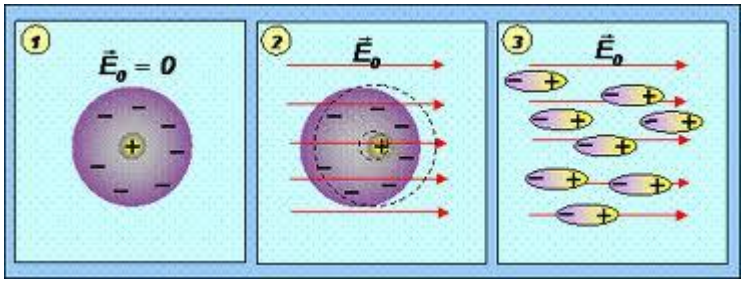
Усередині діелектрика електричне поле може існувати. Притягання незарядженого тіла (діелектрика) до зарядженого тіла пояснюється тим, що в електричному полі відбувається ***поляризація діелектрика***, тобто зміщення в протилежні боки різнойменних зв'язаних зарядів, що входять до складу атомів і молекул таких речовини. Молекули полярних діелектриків – це електричні диполі(Мал.6,а).
Якщо полярний діелектрик опустити в електричне поле, то його молекули починають повертатися своїми позитивно зарядженими сторонами до негативно заряджених пластин, а негативно зарядженими - до позитивно заряджених(Мал.6,б). У результаті на поверхні діелектрика виникає досить тонкий шар зарядів протилежних знаків, які й створюють зустрічне поле(Мал.6,в). Однак на відміну від провідників це поле вже нездатне повністю скомпенсувати зовнішнє, а лише послаблює його.

Якщо ж в електричне поле помістити неполярний діелектрик, то його молекула деформується, в результаті чого він стає схожим на полярний.(Мал.7)

Діелектрична проникність

Для характеристики електричних властивостей діелектриків уведено особливу величину, яку називають ***діелектричною проникністю***.
Це фізична величина, яка показує, у скільки разів напруженість електричного поля всередині діелектрика менша від напруженості поля у вакуумі.

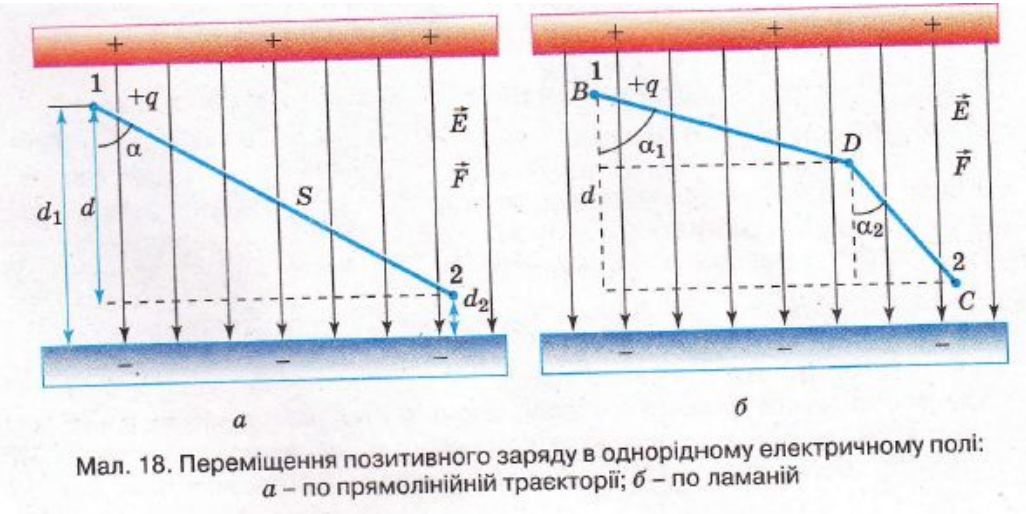
$$\frac{E_0}{E} = \varepsilon .$$



Мал. 7

4.Робота по переміщенню заряду в електричному полі.

- Силове поле, в якому робота не залежить від траєкторії, називається ***потенціальним***. У кожній точці поля тіло має певну потенціальну енергію відносно вибраного нульового рівня. Значення потенціальної енергії тіла в заданій точці простору визначається роботою поля по переміщенню тіла з цієї точки на нульовий рівень. Робота по переміщенню визначається формулою A=Fscos□, де □ - кут між векторами сили та переміщення



Мал. 18. Переміщення позитивного заряду в однорідному електричному полі: *а* – по прямолінійній траєкторії; *б* – по ламаній

Мал. 17. До визначення роботи сили тяжіння

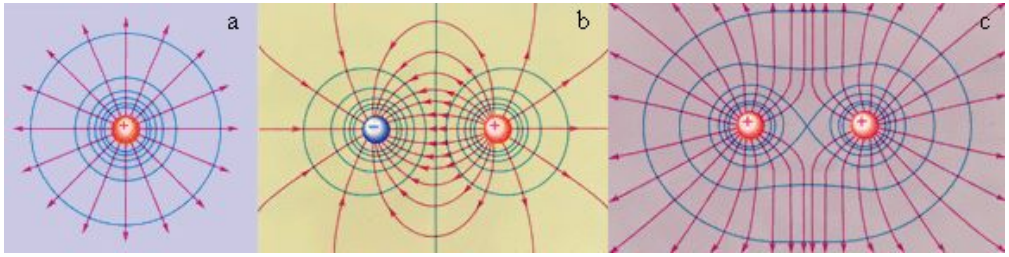
В однорідному електричному полі робота електростатичних сил не залежить від форми траєкторії (Мал.9) Відповідно робота по переміщенню заряду замкненою траєкторією дорівнює нулю.
Електростатичні сили взаємодії між нерухомими точковими зарядами є консервативними. А поле консервативних сил є потенціальним. Отже електричне поле – потенціальне. І робота сил електричного поля може бути визначена через зміну потенціальної енергії точкового заряду в цьому полі.

5.Потенціал електричного поля

Потенціал. Еквіпотенціальні поверхні

- ***Потенціал електричного поля φ*** – скалярна енергетична характеристика, що визначається відношенням потенціальної енергії W позитивного заряду q в даній точці поля до величини цього заряду $\varphi = \frac{W}{q_0}$, Одиниця потенціалу – вольт, [φ]=1В.
- Геометричне місце точок поля, потенціали яких однакові, називається *еквіпотенціальною поверхнею, або поверхнею рівного потенціалу* (Мал.10, а,б).

Еквіпотенціальні поверхні використовують для наочного зображення електричних полів. Силові лінії завжди перпендикулярні до еквіпотенціальних поверхонь. Тобто робота сил поля з переміщення заряду по еквіпотенціальній поверхні дорівнює нулю. У випадку накладання полів потенціал електричного поля дорівнює алгебраїчній сумі потенціалів полів, створених окремими зарядами, $\varphi = \varphi_1 + \varphi_2 + \ldots$. Поверхні таких систем мають складну форму(Мал.10,с)



Мал.11

Різниця потенціалів

Практичне значення має не сам потенціал а зміна (різниця) потенціалу $\varphi_1 - \varphi_2$, яка не залежить від вибору нульового рівня відліку потенціалу. *Різницю потенціалів* $\varphi_1 - \varphi_2$ ще називають *напругою* і позначають U.

Напруга U – це фізична величина, яка визначається роботою електричного поля по переміщенню одиничного позитивного заряду між двома точками поля, $U = \frac{A}{q}$. Одиниця напруги, як і потенціалу, - вольт, [U]=1В.

Зв'язок напруженості електричного поля з напругою

Із формули Ed=U випливає:

- Чим менше змінюється потенціал на відстані d, тим меншою є напруженість електричного поля;
- Якщо потенціал не змінюється, то напруженість дорівнює нулю;
- Напруженість електричного поля напрямлена в бік зменшення потенціалу.

6.Електроємність.

Електроємність C – скалярна фізична величина, що характеризує здатність провідників накопичувати і утримувати певний електричний заряд. Вона вимірюється відношенням заряду q, який надали відокремленому провіднику, до його потенціалу φ ,

$$C = \frac{q}{\varphi}$$

Одиниця електроємності – фарад, [C]=1Ф. Слід зазначити, що ємність 1Ф є дуже великою. Тому на практиці найчастіше використовують мікро- та піко- фаради: 1мкФ=10^{-6}Ф, 1пФ=10^{-12}Ф.

Ємність провідника залежить від його розмірів і форми. Але не залежить від матеріалу, агрегатного стану, форми і розмірів порожнини всередині провідника. Провідник електризується через вплив, отже електроємність провідника залежить від розміщення поблизу нього інших провідників і навколишнього середовища. При збільшення електроємності системи провідників зменшується потенціал.

Конденсатор. Електроємність плоского конденсатора.

Конденсатори – це радіоелементи з зосередженою електричною ємністю, утвореною двома або більшою кількістю провідників (обкладок), розділених діелектриком (спеціальним тонким папером, слюдою, керамікою і т. д.).

Конденсатори широко використовуються у радіотехніці як пристрої для накопичення та утримування електричного заряду.

Ємність конденсатора залежить від розмірів (площі) обкладок, відстані між ними і властивостей діелектрика.

Діелектрик між обкладками відіграє провідну роль: по-перше, він збільшує електроємність, по-друге, не дає зарядам нейтралізуватися. Тому діелектрична проникність і електрична міцність на пробій (пробій діелектрика означає,що він стає провідним) повинні бути високими. Щоб захистити конденсатор від механічних зовнішніх впливів, його вставляють у корпус.

Накопичення заряду на обкладках конденсатора називають його заряджанням. Щоб зарядити конденсатор, його обкладки приєднують до джерела напруги.

Ємність конденсатора визначають за формулою

$$C = \frac{q}{\varphi_1 - \varphi_2}$$

Залежно від обкладок конденсатори бувають плоскі, циліндричні й сферичні. Як діелектрик у них використовують парафіновий папір, слюду, повітря, пластмасу, кераміку тощо. Типовий плоский конденсатор складається з двох металевих пластин площею S, простір між якими розділений діелектриком товщиною d.

Ємність 1)плоского, 2) циліндричного та 3) сферичного конденсаторів можна обчислити за формулами:

1) $$C = \frac{\varepsilon_0 \varepsilon S}{d}$$

2) $$C = \frac{2\pi\varepsilon_0 \varepsilon L}{\ln \frac{R_2}{R_1}}.$$

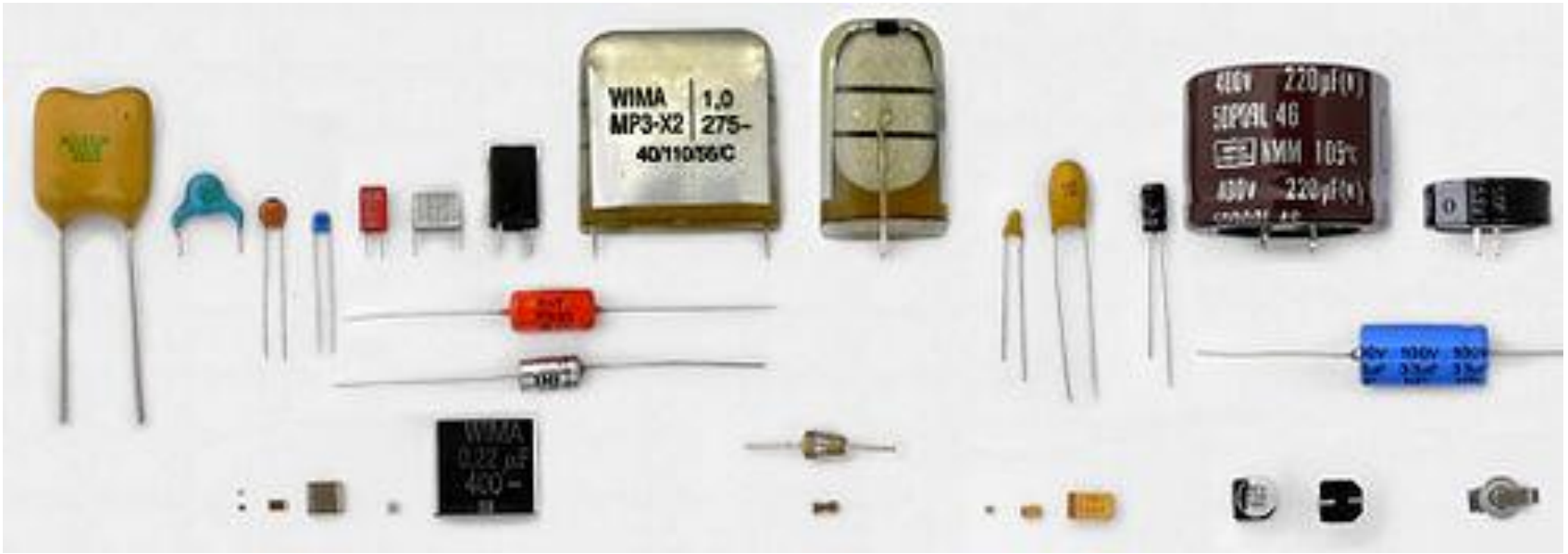
3) $$C = 4\pi\varepsilon_0 \varepsilon \frac{R_2 R_1}{R_2 - R_1}.$$

7.Використання конденсаторів у техніці.

- Види конденсаторів

- Конденсатори широко використовуються в електро і радіотехніці. Залежно від технічних вимог виготовляють конденсатори різного типу.
- За призначеням їх поділяють на чотири види: а)нерегульовані, або постійної ємності; б)регульовані, або змінної ємності; в) електролітичні; г)варіконди, в яких електроємність залежить від напруги.
- За будовою конденсатори бувають: паперові, слюдяні, керамічні, електролітичні та ін.(Мал.12)

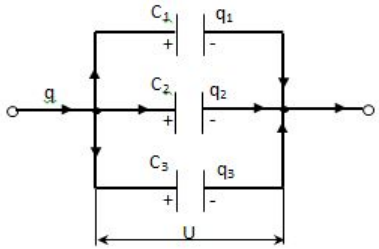
У радіотехніці часто використовують конденсатори ***змінної ємності***. За їх допомогою можна регулювати настройку радіоприймача на відповідну частоту.



Мал.12

З’єднання конденсаторів

Щоб отримати потрібну електроємність, конденсатори з’єднують у групу, яка називається ***батареєю***. Конденсатори з’єднують у батареї паралельно або послідовно.

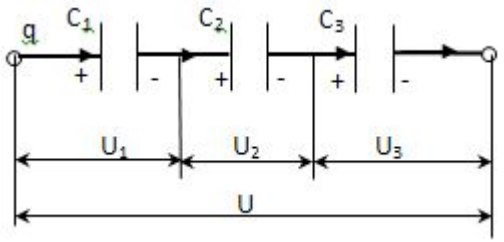


Паралельним називають таке з’єднання конденсаторів, за якого всі позитивно заряджені обкладки приєднані до одного дроту, а негативно заряджені – до другого.

У такому разі напруги на всіх конденсаторах однакові $U_1=U_2=\ldots=U_n$, а заряд на батареї дорівнює сумі зарядів на окремих конденсаторах $q_б = q_1 + q_2 + \ldots + q_n$. Електроємність батареї паралельно з’єднаних конденматорів можна обчислити за формулою: $C_б = C_1+C_2+\ldots+C_n$ Для паралельного з’єднання електроємність батареї більша за найбільшу з електроємностей окремих конденсаторів.

Послідовним називається з’єднання конденсаторів, за якого негативно заряджена обкладка попереднього конденсатора з’єднується з позитивно зарядженою обкладкою наступного. Заряди усіх конденсаторів при послідовному з’єднанні однакові , відповідно однаковими будуть і потенціали обкладок, з’єднаних між собою провідниками. $q = q_1 = q_2 = q_3$

Для послідовного з’єднання електроємність батареї менша за найменшу з електроємностей окремих конденсаторів.



$$\frac{1}{C_{посл}} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \ldots + \frac{1}{C_n}$$

Схема конденсатора великої ємності

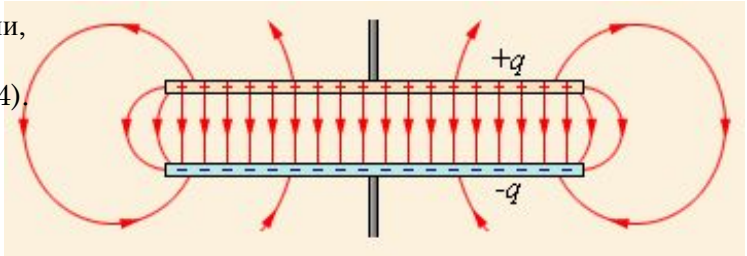
Мал.13

Виготовляючи конденсатори великої ємності, користуються паралельним з’єднанням (Мал.13).

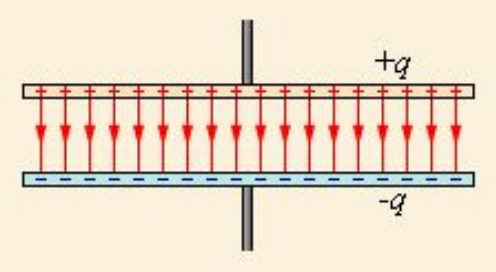
Такий спосіб з’єднання дає економію в матеріалі. Кількість конденсаторів у такому з’єднанні на один менша ніж пластин. Тому для розрахунку його ємності користуються формулою $C_б=(n-1)C$.

8.Енергія електричного поля.

Поле плоского конденсатора в основному локалізоване між пластинами, однак поблизу країв пластин і в оточуючому просторі також виникає порівняно слабке електричне поле – розсіяне електричне поле (Мал.14).



Мал.14



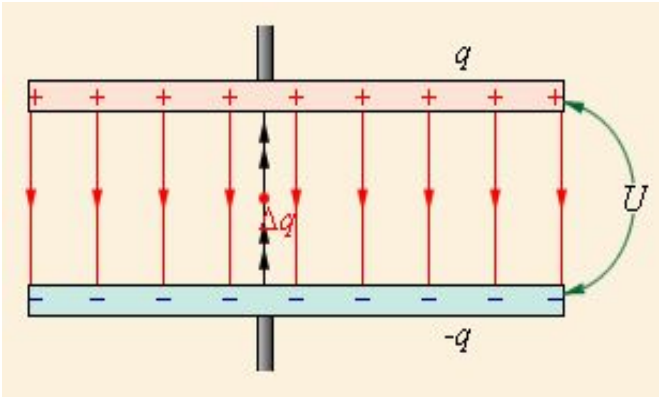
Мал.15

Але при розв'язуванні задач можна нехтувати розсіяним полем і вважати, що електричне поле плоского конденсатора цілком зосереджене між його обкладками(Мал.15).

Для того щоб зарядити конденсатор, потрібно здійснити роботу з розділення позитивних і негативних зарядів. Процес зарядки конденсатора можна уявити як послідовне перенесення достатньо малих порцій заряду з однієї обкладки на іншу (Мал.16).

Згідно із законом збереження енергії конденсатор дістав запас енергії, що дорівнює роботі, яку здійснило під час зарядки конденсатора джерело струму, перемістивши на обкладки конденсатора заряд q:

$A = \Delta W = q\Delta\varphi_{сер}$ де $\Delta\varphi_{сер} = \frac{\Delta\varphi}{2}$, оскільки різниця потенціалів між пластинами конденсатора в процесі зарядки змінювалася лінійно.



Мал. 16

Тому $W = \frac{q\Delta\varphi}{2}$. Оскільки $q = C\Delta\varphi$, то $W = \frac{C\Delta\varphi^2}{2}$ або $W = \frac{q^2}{2C}$.

Електрична енергія зосереджена в електричному полі, отже $W = \frac{CE^2d^2}{2} = \frac{\varepsilon\varepsilon_0 SE^2d}{2}$

Густину енергії електричного поля можна обчислити за формулою $\omega = \frac{W_n}{V} = \frac{\varepsilon\varepsilon_0 E^2}{2}$

Виконала:
учениця 11 класу
Межирічківської ЗШ I-III ступенів
Іванчишина Надія