

Урок № 41-42

Тема уроку: Речовина в електричному полі. Провідники і діелектрики в електричному полі

Мета уроку:

- навчальна – навчити учнів основним поняттям про провідники і діелектрики та їх будову; про види діелектриків та їх поляризацію, ввести нову фізичну величину – діелектричну проникливість;
- розвивальна – розвивати уяву, творчі здібності учнів, вдосконалювати вміння застосовувати набуті знання на практиці;
- виховна – виховувати почуття відповідальності, взаємодопомоги, вміння виступати перед аудиторією.

Матеріал до уроку

У чому полягають особливості внутрішньої будови провідників

Будь-яка речовина складається з молекул, атомів або йонів, які, у свою чергу, містять заряджені частинки. Тому, якщо тіло помістити в електричне поле, це спричинить певні зміни в речовині, з якої тіло виготовлене. Зрозуміло, що ці зміни залежать від властивостей самої речовини.



Провідники – це речовини, здатні проводити електричний струм.



Для того, щоб речовина була провідником, вона має містити заряджені частинки, здатні вільно пересуватися

Типові представники провідників - метали. Нагадаємо: внутрішня структура металів являє собою утворену позитивно зарядженими йонами кристалічну ґратку, яка перебуває в «газі» вільних електронів. Саме наявність вільних електронів зумовлює провідні властивості металів.

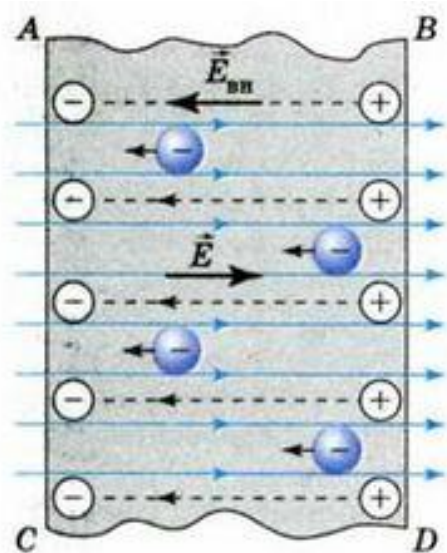
Провідниками також є електроліти (наприклад, водні розчини солей, кислот, лугів), а за деяких умов - і гази. В електролітах вільними зарядженими частинками є позитивні та негативні йони, а в газах ще й електрони.

Електростатична індукція

Будь-яке тіло, розміщене в електричному полі електризується. Проте процес електризації для різних речовин буде різним.

Електричні характеристики електронейтрального тіла залежать від рухливості заряджених частинок в ньому, яка, в свою чергу, визначається будовою атомів речовини та їх взаємним розміщенням.

Помістимо незаряджений металевий провідник в однорідне електростатичне поле. Під дією поля в ньому виникне впорядкований рух вільних електронів у напрямку, протилежному напрямку напруженості E 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 некомпенсовані різнойменні заряди з'являються на провіднику лише під дією зовнішнього електричного поля, тобто такі заряди є індукованими, або наведеними. А в цілому провідник залишається незарядженим. У цьому переконуємося, виймаючи провідник з електричного поля.



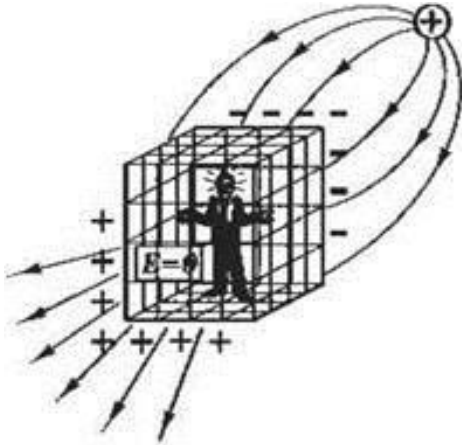
Електростатична індукція – вид електризації, за якого під дією зовнішніх електричних полів відбувається перерозподіл зарядів між частинами певного тіла

Некомпенсовані електричні заряди, що з'явилися на протилежних частинах провідника, створюють всередині провідника своє власне електричне поле напруженістю $E_{вн}$. Напрямки зовнішнього і внутрішнього полів протилежні. У результаті переміщення вільних носіїв заряду і накопичення їх на протилежних частинах провідника напруженість $E_{вн}$ внутрішнього поля збільшується і, нарешті, зрівнюється за модулем з напруженістю E зовнішнього поля.



- Напруженість результуючого поля всередині провідника дорівнює нулю: $E=0$
- Електричне поле провідника зосереджене на його поверхні

Електростатичний захист



За умови рівноваги зарядів на провіднику весь некомпенсований заряд розміщується тільки на його зовнішній поверхні, а всередині провідника електричного поля немає. Це явище використовують для створення *електростатичного захисту* - захисту від дії електричного поля. На відміну від гравітаційного поля від електричного поля можна захиститися, якщо оточити провідник, наприклад, мідними листами. На практиці це використовують для захисту від потужного електричного поля радіолокаторів та радіостанцій, випромінювання яких може зашкодити здоров'ю людини; для запобігання дії електричного поля на чутливі прилади.

Наприклад: На всіх системних платах GIGABYTE сімейства Ultra Durable™ 4 Classic застосовуються високоякісні мікросхеми із більш високим, у порівнянні з традиційними компонентами, опором електро-статичного розряду (ESD).



Види діелектриків



Діелектриками, або ізоляторами називають такі тіла, крізь які електричні заряди не можуть переходити від зарядженого тіла до незарядженого

Ця властивість діелектриків зумовлена тим, що у них за певних умов відсутні вільні носії заряду. Якщо умови змінюються, наприклад під час нагрівання, в діелектрику можуть виникнути вільні носії заряду і він почне проводити електрику. Отже, поділ речовин на провідники і діелектрики є умовним.

До діелектриків належать:

усі гази за нормальних умов, рідини (гас, спирти, ацетон, дистильована вода та ін.)

тверді речовини (скло, пластмаси, сухе дерево, папір, гума тощо)

У діелектриках електричні заряди не можуть переміщуватися під дією електричного поля по всьому об'єму тіла так, як вільні заряди провідника.

Розподіл діелектриків за хімічною будовою

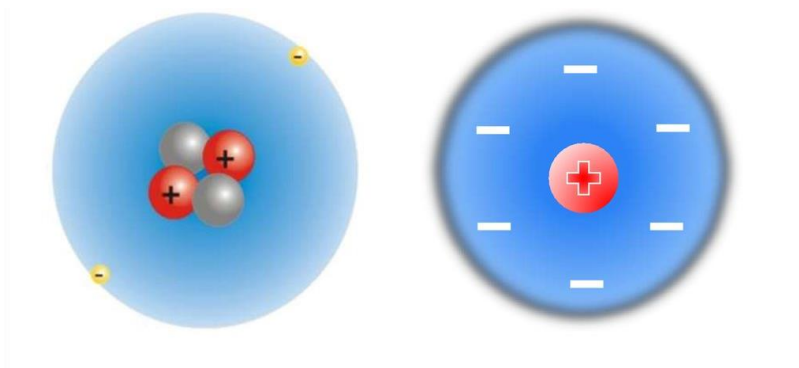
неполярні

полярні

йонні

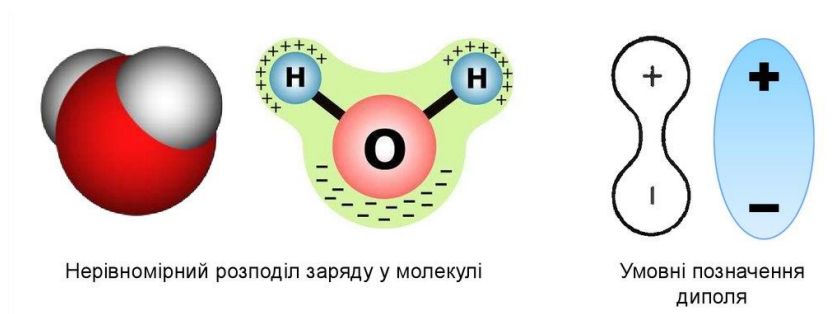
1. Неполярні діелектрики - речовини, молекули (атоми) яких неполярні: у них за відсутності зовнішнього електростатичного поля центри мас позитивних і негативних зарядів збігаються. Типовими *прикладми* таких речовин є:

- ✓ одноатомні інертні гази (аргон, ксенон);
- ✓ гази, що складаються із симетричних двохатомних молекул (кисень, водень, азот);
- ✓ деякі органічні рідини (олії, бензини);
- ✓ з твердих тіл - пластмаси.



2. Полярні діелектрики - речовини, молекули яких полярні: у них за відсутності зовнішнього електростатичного поля центри мас позитивних і негативних зарядів не збігаються, тобто електронні хмари в молекулах зміщені до одного з атомів. Прикла-

дом полярного діелектрика є вода, у молекул якої електронні хмари зсунуті до атома Оксигену.



Електричний диполь - електронейтральна сукупність двох зарядів, рівних за модулем і протилежних за знаком, розташованих на деякій відстані один від одного

За відсутності зовнішнього електростатичного поля дипольні молекули завдяки тепловому руху розташовуються безладно. Тому геометрична сума напруженостей полів, які створені дипольними молекулами діелектрика, дорівнює нулю.

3. Йонні діелектрики - речовини, які мають йонну структуру. Серед них солі та луги: натрій хлорид (NaCl), калій хлорид (KCl) тощо. Кристалічні ґратки багатьох йонних діелектриків можна розглядати як такі, що складаються з двох вставлених одна в одну підґраток, кожна з яких утворена Йонами одного знака. За відсутності зовнішнього поля кожна комірка кристала і кристал у цілому є електронейтральним.

Поляризація діелектриків

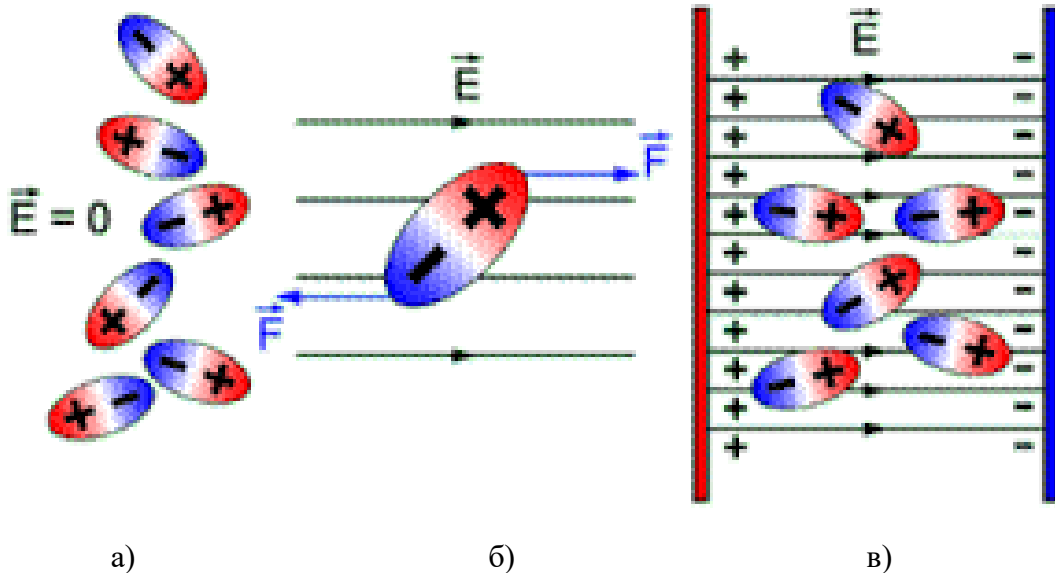
Усередині діелектрика електричне поле може існувати. Притягання незарядженого тіла (діелектрика) до зарядженого тіла пояснюється тим, що в електричному полі відбувається *поляризація діелектрика*.



Поляризація діелектрика - зміщення в протилежні боки різнойменних зарядів, що входять до складу атомів і молекул

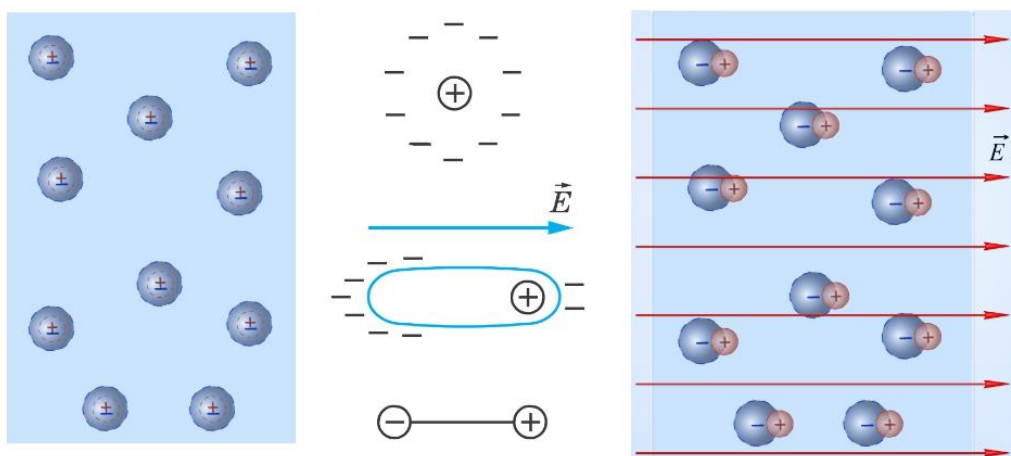


Молекули полярних діелектриків - це електричні диполі, що мають постійний дипольний момент внаслідок асиметрії центра мас позитивних і негативних зарядів (рис.а)



Якщо полярний діелектрик помістити в електричне поле, то ці диполі починають повертатися своїми позитивно зарядженими кінцями до негативно зарядженої пластини, а негативно зарядженими - до позитивно зарядженої пластини (мал. б). У результаті на поверхні діелектрика біля позитивної пластини виникає досить тонкий шар негативних зарядів, а біля негативно — позитивних, які й створюють зустрічне поле (мал. в). (Всередині діелектрика позитивні й негативні заряди сусідніх диполів компенсують дію один одного.) Однак на відміну від провідників це поле вже не здатне повністю скомпенсувати зовнішнє, а лише послаблює його.

Молекули неполярних діелектриків, якщо відсутнє зовнішнє електричне поле, дипольного моменту не мають. Якщо ж неполярний діелектрик помістити в електричне поле, його молекули деформуються, в результаті чого утворюються диполі, які поведуть себе, як і диполі полярного діелектрика. (В полярних діелектриках також відбувається поляризація молекул, внаслідок чого в електричному полі дипольний момент кожної молекули дещо збільшується.) Але поляризація неполярних діелектриків пояснюється лише виникненням дипольного моменту в молекулі в наслідок її дефор-



мації у зовнішньому електричному полі. Залежно від хімічного зв'язку вона може бути результатом деформації електронних оболонок окремих атомів та йонів (електронна

поляризація) або наслідком зміщення позитивних і негативних йонів у різні боки вздовж силових ліній зовнішнього електричного поля (йонна поляризація).

Діелектрична проникність речовини

Для характеристики електричних властивостей діелектриків уведено особливу величину, яку називають **діелектричною проникністю**.



Діелектрична проникність - це фізична стала, яка показує, у скільки разів модуль напруженості електричного поля всередині діелектрика $E_{вн}$ менший від модуля напруженості E_0 у вакуумі

$$\varepsilon = \frac{E_0}{E_{вн}}$$

Діелектричну проникність визначено для всіх діелектриків і занесено до таблиць. Для дистильованої води $\varepsilon = 81$, а для гасу $\varepsilon = 2$.

Зменшення напруженості електричного поля в діелектрику в ε разів порівняно з напруженістю поля у вакуумі веде до такого самого зменшення сили електростатичної взаємодії точкових зарядів у цьому діелектрику. Тому закон Кулона для випадку взаємодії двох електричних зарядів, які мають значення q_1 і q_2 і розташовані в діелектрику на відстані R один від одного, має вигляд:

$$F = k \frac{|q_1| \cdot |q_2|}{\varepsilon R^2}$$

Так само змінюється формула для розрахунку напруженості поля, створеного точковим зарядом Q , що розташований у діелектрику:

$$E = k \frac{|Q|}{\varepsilon R^2}$$

Перевірте себе

тест

- За електричними властивостями всі речовини розподіляють на :
 - Діелектрики
 - Провідники
 - Напівпровідники
 - Феромагнетики
- Речовини, що здатні проводити електричний струм, називають
 - Діелектрики
 - Провідники
 - Феромагнетики
- Що зумовлює провідність металів
 - Наявність зовнішнього сприятливого середовища
 - Вільні електрони
 - Діелектрична проникність

4. Напруженість електростатичного поля в середині провідника
- а) Незначна
 - б) Дорівнює нулю
 - в) Постійно зростає
5. Весь статичний заряд провідника зосереджується
- а) На його поверхні
 - б) В центрі провідника
 - в) По всій площині провідника
6. Як розташований вектор напруженості провідника до його поверхні
- а) Паралельно
 - б) Перпендикулярно
 - в) Хаотично
7. Чи зміниться заряд невеликої кулі, якщо її з'єднати з великою незарядженою?
- а) Ні
 - б) Так, він зростає
 - в) Так, він зменшиться до 0
8. Речовини, що погано проводять електричний струм, називають
- а) Напівпровідниками
 - б) Провідниками
 - в) Діелектриками
9. Поляризацію діелектрика спричиняє
- а) Внесення його в зовнішнє електричне поле
 - б) Зміна температури середовища
 - в) Магнітне поле
10. Як зміщуються позитивні заряди діелектрика в зовнішньому електростатичному полі?
- а) В бік напруженості поля
 - б) Хаотично
 - в) Лишаються не рухомі
11. Молекули діелектрика в електростатичному полі розміщуються
- а) Хаотично
 - б) Ланцюжками, вздовж силових ліній поля
 - в) На поверхні діелектрика
12. Що характеризує діелектрична проникність речовини?
- а) Властивості електричного поля
 - б) Провідність
 - в) Вплив діелектрика на електростатичне поле

Оголошення домашнього завдання

Написати конспект, опрацювати §4, виконати впр.1-4 на с.23-24.

Зворотній зв'язок

- **Viber** 0662728430
- **E-mail** partitskiy.dmitro@kmrf.kiev.ua

!!!! у повідомленні з д/з не забуваєм вказувати прізвище, групу і дату уроку