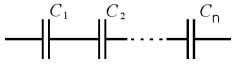
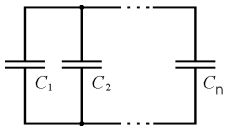
ЕЛЕКТРОСТАТИКА
Теорія викладена у Moodle-3 Розділ 7

Закон збереження заряду	Алгебраїчна сума електричних зарядів замкнутої системи залишається незмінною.
Сила Кулона	$F_{1,2} = \frac{q_1 q_2}{4\pi\varepsilon_0 \varepsilon r^2} \cdot$, $\varepsilon_0 \cong 8{,}85 \cdot 10^{-12}$ Ф/м – електрична стала. ε – діелектрична проникність середовища
Напруженість електростатичного поля (силова характеристика поля)	$\vec{E} = \frac{\vec{F}}{q_0}$
Напруженість поля точкового заряду q на відстані r від нього:	$E = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0} \frac{q}{\varepsilon r^2}$.
Принцип суперпозиції електричних полів Результуюча напруженість поля системи зарядів дорівнює геометричній сумі напруженостей, створюваних в даній точці кожним зарядом окремо.	$\vec{E} = \vec{E}_1 + \vec{E}_2 + ... + \vec{E}_n = \sum_i \vec{E}_i$
Потенціал електростатичного поля (енергетична характеристика поля)	$\varphi = \frac{W_p}{q_0}$; $\varphi = \frac{A_\infty}{q_0}$
Потенціальна енергія заряду в даній точці поля	$W_p = \frac{q q_0}{4\pi\varepsilon\varepsilon_0 r}$
Потенціал поля точкового заряду	$\varphi = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0} \frac{q}{\varepsilon r}$
Різниця потенціалів	$\Delta\varphi = \frac{A_{1,2}}{q_0}$
Зв'язок напруженості з потенціалом	$E = \frac{\Delta\varphi}{d}$
Робота електростатичного поля по переміщенню заряду	$A = \frac{q \cdot q_0}{4\pi\varepsilon\varepsilon_0}\left(\frac{1}{r_1} - \frac{1}{r_2}\right)$, $A = q\Delta\varphi$
Якщо поле створюється кількома зарядами, то потенціал поля системи зарядів дорівнює алгебраїчній сумі потенціалів полів усіх цих зарядів	$\varphi = \varphi_1 + \varphi_2 + ... + \varphi_n = \sum_{i=1}^{n} \varphi_i$
Ємність (електроємність) провідника	$C = \frac{q}{\varphi}$
Ємність конденсатора	$C = \frac{q}{\varphi_1 - \varphi_2}$, $C = \frac{q}{U}$
Ємність плоского конденсатора	$C = \frac{\varepsilon\varepsilon_0 S}{d}$
Ємність кулі	$C = 4\pi\varepsilon_0 \varepsilon R$
Енергія конденсатора	$W_p = q\frac{\Delta\varphi}{2} = \frac{q^2}{2C} = \frac{C\Delta\varphi^2}{2} = \frac{CU^2}{2}$

Послідовне з'єднання конденсаторів	Паралельне з'єднання конденсаторів
 $q_1 = q_2 = ... = q_n = q$ $U = U_1 + U_2 + ... + U_n$	 $q = q_1 + q_2 + ... + q_n$ $U_1 = U_2 = ... = U_n$

$\frac{1}{C}=\frac{1}{C_1}+\frac{1}{C_2}+\ldots+\frac{1}{C_n}=\sum_{i=1}^{n}\frac{1}{C_i}$	$C=C_1+C_2+\ldots+C_n=\sum_{i=1}^{n}C_i$

1) Елементарний заряд, це заряд електрона (від'ємний) і заряд протона (додатний) q =1,6·10^{-19} Кл.

2) Графічно електростатичне поле зображують за допомогою *ліній напруженості (силових ліній)*

3) Для графічного зображення розподілу потенціалу користуються *еквіпотенціальними поверхнями* – поверхнями, у всіх точках яких потенціал φ має одне й те саме значення (φ=const).

4) Діелектрики – полярні і неполярні. При внесенні в поле, діелектрик поляризується, поле всередині діелектрика послаблюється в ε раз. Заряди у діелектрика зв'язані.

5) У провідниках є вільні електрони. В електростатичному полі на одному кінці провідника накопичується надлишок позитивного заряду, на іншому – надлишок негативного. Ці заряди називаються *індукованими.*

Електростатичного поля усередині провідника немає (на цьому оснований електростатичний захист). Поверхня провідника в електростатичному полі еквіпотенціальна.

6) Ємність провідника і конденсатора залежить від форми, розмірів і діелектричної проникності середовища і не залежить від заряду, потенціалу і від матеріалу провідника.

ЕЛЕКТРОСТАТИКА

Теорія викладена у Moodle-3 Розділі 7

УВАГА !!! Відповіді та допомога до завдань надані на останній сторінці цієї теми.

Задача 1

Виберіть вірне твердження. Дві маленькі металеві однакові кульки, заряджені однаковими за модулем різнойменними зарядами. Кульки торкнулися одна до одної і розвели на попередню відстань. Заряди кульок після доторкання

1) збільшаться в 2 рази
2) зменшаться в 2 рази
3) не зміняться
4) дорівнюють 0

Задача 2

Виберіть вірне твердження. З поверхні електрично нейтральної каплі спочатку вилетів електрон, а потім капля поглинула протон. Елементарний електричний заряд дорівнює $1{,}6\cdot10^{-19}$ Кл. Заряд каплі дорівнює

1) 0
2) $1{,}6\cdot10^{-19}$ Кл
2) $-3{,}2\cdot10^{-19}$ Кл
4) $3{,}2\cdot10^{-19}$ Кл

Задача 3

Виберіть вірне твердження. При зануренні двох однакових електричних зарядів у воду сила взаємодії між ними була така ж як у повітрі ($\varepsilon_{\text{води}} = 81$; $\varepsilon_{\text{повітря}} = 1$). Відстань між зарядами

1) збільшили у 9 разів
2) зменшили у 9 разів
3) збільшили у 81 рази
4) зменшили у 81 рази

Задача 4

Виберіть вірне твердження. Величину пробного заряду внесеного в електростатичне поле збільшили в n раз. Напруженість вимірюваного поля

1) збільшиться в n раз
2) збільшиться в n^2 раз
3) зменшиться n раз
4) не зміниться

Задача 5

Виберіть вірне твердження. На відстані 10 см від точкового заряду модуль напруженості електростатичного поля дорівнює E. На відстані 5 см від заряду модуль напруженості дорівнює

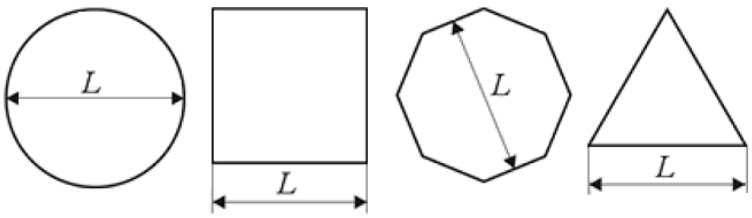
1) $2E$
2) $4E$
3) $6E$
4) $8E$

Задача 6

Виберіть вірне твердження. Заряд 500 нКл у деякій точці поля має потенційну енергію 50мкДж. Потенціал поля у цієї точки дорівнює

1) 1 В
2) 10 В
3) 100 В
4) 1000 В

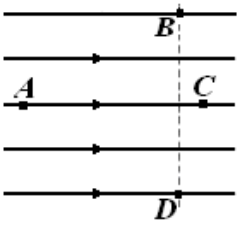
Задача 7



Виберіть вірне твердження. На рисунку зображено рамки у вигляді геометричних фігур. Заряд рівномірно розподілений по довжині дротин, з яких виготовлено рамки. Напруженість поля дорівнює нулю у центрі

1) кола
2) квадрата
3) восьмикутника
4) трикутника

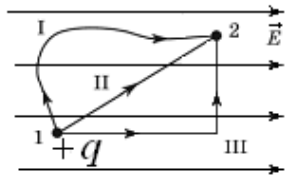
Задача 8



Порівняйте потенціали точок в однорідному електростатичному полі, зображеному на рисунку

1) у точці A найменший, у точці C найбільший, у точках B і D однаковий
2) у точці C найменший, у точці A найбільший, у точках B і D однаковий
3) у точці A найменший, трохи більший у точці D, ще більший у точці B, у точці C найбільший
4) у точці C найменший, трохи більший у точці D, ще більший у точці B, у точці A найбільший

Задача 9



Виберіть вірне твердження. В однорідному електростатичному полі переміщується позитивно заряджена частинка з точки 1 у точку 2 за траєкторіями I, II, III. Робота сил електростатичного поля при переміщенні частинки

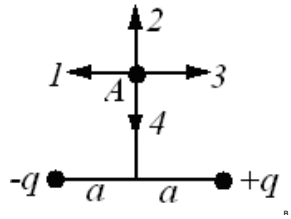
1) буде більша при переміщенні за траєкторією I
2) буде більша при переміщенні за траєкторією II
3) буде більша при переміщенні за траєкторією III
4) однакова

Задача 10

Виберіть вірне твердження. В електричному полі напруженістю 100 В/м знаходяться дві точки на одній силовій лінії на відстані 5 см одна від одної. Різниця потенціалів між точками дорівнює

1) 5 В 2) 10 В 3) 20 В 4) 50 В

Задача 11



Н рисунку показано розташування двох рівних за величиною нерухомих точкових зарядів. Для точки *A* вкажіть вздовж якої стрілки направлен вектор напруженості електростатичного поля:

1) 4 2) 3 3) 2 4) 1

Задача 12

Виберіть вірне твердження. Діелектрик внесли однорідне електричне поле і розрізали на дві рівні частини А і В. Після розділення ці частини будуть

1) мати однакові за модулем і знаком заряди
2) обидві частини залишаться нейтральними
3) на поверхні частин А і В виникнуть заряди протилежних знаків

Задача 13

Виберіть вірне твердження. Електростатичний захист основан на

1) відсутності електростатичного поля усередині провідників
2) явищі поляризації діелектриків у зовнішньому електростатичному полі
3) відсутності електростатичного поля усередині діелектриків
4) явищі самоіндукції

Задача 14

Виберіть вірне твердження. Порошинка масою 0,01 г, зарядом 5 мкКл і з початковою швидкістю, що дорівнює 0 прискорюється електричним полем, розпочинаючи рух з точки електричного поля, потенціал якої дорівнює 200 В. Потенціал поля у точці, у якої швидкість порошинки буде 10 м/с, становить

1) 10 В 2) 20 В 3) 50 В 4) 100 В

Задача 15

Проаналізуйте, у скільки разів зміниться ємність плоского конденсатора при зменшені площини пластин утричі та збільшені відстані між пластинами в 3 рази.

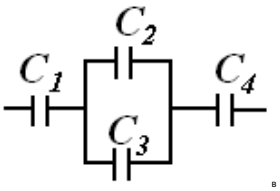
1) збільшиться у 9 раз 2) не зміниться
3) зменшиться у 9 раз 4) збільшиться у 3 рази

Задача 16

Виберіть вірне твердження. Два конденсатори однакової ємності спочатку з’єднали послідовно, а потім їх з’єднали паралельно. Ємність батареї при цьому:

1) збільшиться у 4 рази 2) зменшиться у 2 рази
3) зменшиться у 4 рази 4) збільшиться у 2 рази

Задача 17



Виберіть вірне твердження. Конденсатори однакової електроємності по 20 мкФ кожен з'єднані у батарею (дивись рисунок). Ємність батареї дорівнює

1) 80 мкФ 2) 40 мкФ
3) 12,5 мкФ 4) 8 мкФ

Задача 18

Виберіть вірне твердження. На два конденсатори з'єднаних послідовно, подана напруга. Ємність першого конденсатора у 2 рази більша за ємність другого. Заряди конденсаторів будуть:

1) першого конденсатора буде у 2 рази більше ніж другого
2) другого конденсатора буде у 2 рази більше ніж першого
3) однакові
4) першого конденсатора буде у 2 рази менше ніж другого

Задача 19

Виберіть вірне твердження. Конденсатор ємністю С підключений до джерела постійної напруги. Відстань між пластинами конденсатора зменшили у 3 рази. Заряд конденсатора

1) збільшиться у 3 рази 2) зменшиться у 3 рази
3) збільшиться у 9 раз 2) зменшиться у 9 раз

Задача 20

При розряді батареї, що складається з 20 паралельно включених однакових конденсаторів, виділилося 10 Дж тепла. Ємність кожного конденсатора 4 мкФ. Конденсатори були заряджені до різниці потенціалів

1) 100 В 2) 200 В 3) 250 В 4) 500 В

ВІДПОВІДІ

Задача 1 – 4) дорівнюють 0 (застосуйте закон збереження зарядів: алгебраїчна сума електричних зарядів замкнутої системи залишається незмінною).

Задача 2 – 4) $3{,}2\cdot10^{-19}$ Кл

Задача 3 – 2) зменшили у 9 разів

Задача 4 – 4) не зміниться

Задача 5 – 2) $4E$ (двічі застосуйте формулу $E=\frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{q}{\varepsilon r^2}$, і знайдіть відношення напруженостей)

Задача 6 – 3) 100 В

Задача 7 – 1) кола (застосуйте принцип суперпозиції полей).

Задача 8 – 2) у точці С найменший, у точці А найбільший, у точках В і D однаковий (врахуйте, що силові лінії поля направлені від додатного заряду до від'ємного, тобто від точок з більшим потенціалом до точок з меншим потенціалом)

Задача 9 – 4) однакова

Задача 10 – 1) 5 В

Задача 11 – 4) 1 (Зробіть рисунок. Вкажіть на ньому напрямки полів першого і другого зарядів і знайдіть напрямок результуючого поля)

Задача 12 – 2) обидві частини залишаться нейтральними

Задача 13 – 1) відсутності електростатичного поля усередині провідників

Задача 14 – 4) 100 В (задача на закон збереження енергії повна енергія заряду у точці 1 = повній енергії заряду у точці 2. У точці 1 – енергія заряду в електричному полі з потенціалом 200 В. У точці 2 – кінетична енергія + енергія заряду в електричному полі з іншим потенціалом, який треба знайти).

Задача 15 – 3) зменшиться у 9 раз

Задача 16 –3) збільшиться у 4 рази

Задача 17 –4) 8 мкФ

Задача 18 – 3) однакові (див. послідовне з'єднання конденсаторів).

Задача 19 –1) збільшиться у 3 рази (двічі використайте формулу $C = \frac{q}{U}$ для визначення заряду, до роздвігання пластин і після розсування пластин. Ємність після розсування пластин визначте за формулою $C = \frac{\varepsilon\varepsilon_0 S}{d}$)

Задача 20 – 4) 500 В