

Міністерство освіти і науки України
Комунальний заклад Кам'янської міської ради ліцей №30

ФІЗИКА

Дидактичні матеріали до теми «Електричне поле»

Підготувала:
викладач фізики
Дорожка Т.М.

Кам'янське
2025

Зміст

1. Теоретичні відомості
2. Питання
3. Фізичний диктант
4. Зразки розв'язування задач
5. Задачі
6. Тестові завдання
7. Контроль знань

1. Теоретичні відомості

Електричний заряд. Закон збереження електричного заряду. Закон Кулона

Електричні заряди бувають двох видів: позитивні (+) і негативні (-). За одиницю заряду в СІ вибрано *кулон* (Кл). 1 *кулон* — це заряд, що проходить за секунду через поперечний переріз провідника при силі струму в 1 А. У цій системі одиниця заряду електрона $e = 1,6 \cdot 10^{-19}$ Кл.

Під час електризації тертям заряджаються обидва тіла: одне — позитивно, друге — негативно. Тобто відбувається перерозподіл заряду між нейтральними тілами. Тому під час електризації тіл для замкненої системи справджується закон збереження електричного заряду.

Для замкнутих систем його можна сформулювати так: **алгебраїчна сума зарядів усіх частинок залишається незмінною:** $q_1 + q_2 + q_3 + \dots + q_n = \text{const}$.

Із відкриттям явища взаємодії електричних зарядів виникла потреба у вимірюванні сили взаємодії заряджених тіл. Досліди англійського дослідника Ш. Кулона з крутильними терезами та зарядженими кульками привели до встановлення закону, формально аналогічного із законом всесвітнього тяжіння: **сила взаємодії двох точкових нерухомих зарядів у вакуумі прямо пропорційна модулю кожного заряду і обернено пропорційна квадрату відстані між ними:**

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

Якщо між зарядженими тілами є діелектрик, то сила взаємодії залежатиме

від діелектричної проникності цього діелектрика $F = k \frac{q_1 q_2}{r^2 \varepsilon}$. Для зручності розрахунків, які базуються на законі Кулона, значення коефіцієнта k записують в іншому вигляді: $k = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}$.

Величина ε_0 називається електричною сталою. Її значення обчислюється відповідно до означення:

$$k = 9 \times 10^9 \frac{H \times m^2}{Kl^2}, \quad \varepsilon_0 = 8,85 \times 10^{-12} \frac{Kl^2}{H \times m^2}.$$

Таким чином, закон Кулона в загальному випадку можна виразити формулою

$$F = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0} \times \frac{q_1 q_2}{\varepsilon r^2}.$$

Електричне поле. Напруженість електричного поля. Лінії напруженості

Якщо в простір, який оточує електричний заряд, внести інший заряд, то на нього буде діяти кулонівська сила. У цьому випадку ми кажемо, що в просторі навколо електричних зарядів виникає *електричне поле*. Електричне поле нерухомих зарядів називають *електростатичним*. Властивості електричного поля:

1. матеріальне, існує незалежно від нас і наших знань про нього;
2. створюється електричними зарядами;
3. виявляється за дією на нерухомі заряди;
4. послаблюється з відстанню.

Для виявлення та експериментального дослідження електростатичного поля використовують пробний точковий позитивний малий за величиною заряд, який практично не змінює існуюче поле. Якщо в створене зарядом q поле помістити пробний заряд q_0 , то на нього буде діяти сила F , яка за законом Кулона пропорційна пробному заряду q_0 . Зрозуміло, що відношення F/q_0 не залежить від q_0 і характеризує електричне поле в точці, де знаходиться пробний заряд. Це відношення називається *напруженістю електричного поля*. Напруженість — векторна величина і визначається так: $\vec{E} = \vec{F} / q_0$. Вимірюється у Н/Кл або В/м.

Модуль напруженості поля точкового заряду обчислюють за формулою:

$$E = \frac{F}{|q_0|} = k \frac{|q|}{r^2}.$$

Неперервні лінії, дотичні до яких у кожній точці, через яку вони проходять, збігаються з векторами напруженості, називають *силовими лініями* електричного поля або *лініями напруженості*. Лінії напруженості починаються на додатних зарядах і закінчуються на від'ємних. Силкові лінії неперервні і не перетинаються. Їх густина більша поблизу заряджених тіл, де напруженість поля також більша.

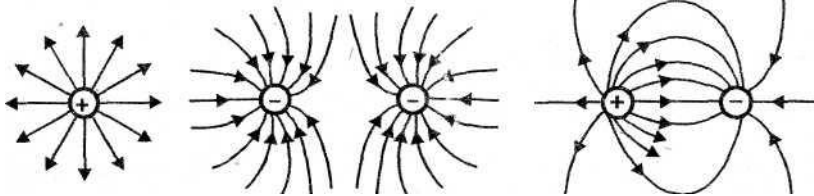


Рис. 1

Рис. 2

Рис. 3

На рисунках схематично показані лінії напруженості додатно зарядженої кульки (рис. 1), двох від'ємно заряджених кульок (рис. 2), двох різнойменно заряджених кульок (рис. 3).

Поверхнева густина заряду – це величина, що дорівнює електричному заряду, який розподілений на одиниці площі поверхні: $\sigma = q / S$.

Електричне поле у речовині

За здатністю проводити електричні заряди речовини умовно поділяють на провідники та непровідники (діелектрики). **Провідники** — це речовини зі значною концентрацією вільних носіїв електричних зарядів (електрони, іони). Добрими провідниками є всі метали, водні розчини солей і кислот, розжарені гази, ґрунт, тіло людини. Діелектрики — це речовини із відсутньою або незначною концентрацією вільних носіїв заряду. Добрими ізоляторами є янтар, фарфор, ебоніт, гума, гази при кімнатних температурах. Є група речовин, які називаються напівпровідниками. При кімнатній температурі напівпровідники мають хоч і дуже малу, проте помітну електропровідність, тобто здатні проводити електричний струм. З підвищенням температури (або при опромінюванні) їх електропровідність зростає. Напівпровідники займають проміжне місце між провідниками і діелектриками. До напівпровідників належать селен, кремній, германій, закис міді.

Робота при переміщенні заряджених тіл в електричному полі.

Потенціал. Різниця потенціалів. Напруга

Електричне поле виконує додатну роботу: $A = F(d_1 - d_2) = q E(d_1 - d_2) = (qEd_2 - qEd_1)$.

Ця робота не залежить від форми шляху переміщення заряду (траєкторії), а лише від початкового і кінцевого його положення. Але робота також дорівнює зміні потенціальної енергії матеріального тіла, взятій з протилежним знаком: $A = -(W_{p2} - W_{p1}) = -\Delta W_p$.

Порівнюючи два останні вирази, знаходимо потенціальну енергію рухомого заряду в однорідному електричному полі: $W_p = qEd$, де d — відстань від пластини до точки із зарядом.

Фізичну величину, що дорівнює відношенню потенціальної енергії заряду в електростатичному полі до величини цього заряду називають *потенціалом*: $\varphi = W_p / q$.

Для даної точки поля ця величина стала і є його енергетичною характеристикою.

Оскільки $W_p = q\varphi$, то $A = q(\varphi_1 - \varphi_2) = qU$ ($U = \varphi_1 - \varphi_2$ — різниця значень потенціалу в початковій і кінцевій точках траєкторії, яку називають ще *напругою*).

Різниця потенціалів (напруга) між двома точками дорівнює відношенню роботи поля по переміщенню заряду з початкової точки в кінцеву до величини цього заряду. Одиницю напруги називають *вольтом*: $1 \text{ В} = 1 \text{ Дж} / 1 \text{ Кл}$.

Напруга і напруженість однорідного поля зв'язані між собою формулою: $E d = U$; $E = U / d$.

Електроємність. Конденсатор. Енергія електричного поля конденсатора.

Якщо одному провіднику надати заряд $+q$, а другому — q , то між ними з'являється електричне поле і виникає різниця потенціалів (напруга). З дослідів відомо, що між цим зарядом і напругою існує пропорційна залежність:

$$q = CU.$$

Коефіцієнт пропорційності C , який дорівнює відношенню заряду q одного з провідників до різниці потенціалів (напруги) між цим провідником і сусіднім, називається *електроємністю*: $C = q / U$.

Електроємність двох провідників дорівнює одиниці, якщо при наданні їм зарядів $+1 \text{ Кл}$ і -1 Кл між ними виникає напруга 1 В . Цю одиницю називають *фарадою*: $1 \text{ Ф} = 1 \text{ Кл} / \text{В}$.

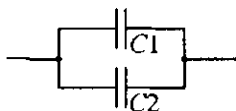
Провідники, розділені шаром діелектрика, товщина якого мала порівняно з розмірами провідників, отримали назву *конденсаторів*. Найпростіший конденсатор — це дві однакові паралельні пластини (обкладки конденсатора), які розміщені на малій відстані одна від одної. Всередині таких конденсаторів зосереджується майже все електричне поле. Під зарядом конденсатора розуміють абсолютне значення заряду однієї з обкладок.

Точні розрахунки показують, що електроємність плоского конденсатора обчислюється за формулою:

$$C = \frac{\varepsilon_0 \varepsilon S}{d}, \text{ де } \varepsilon - \text{діелектрична проникливість середовища між обкладками, } S$$

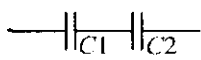
— площа однієї з обкладок, d — відстань між обкладками.

Паралельне з'єднання конденсаторів: $C = C_1 + C_2$; $q = q_1 + q_2$; $U = U_1 = U_2$.



Послідовне з'єднання конденсаторів: $\frac{1}{C} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2}$; $q = q_1 = q_2$; $U = U_1 +$

U_2 .



Щоб зарядити конденсатор, треба виконати роботу по розділенню додатних і від'ємних зарядів. Згідно закону збереження енергії ця робота дорівнює енергії конденсатора. Її можна обчислити, знаючи заряд конденсатора та напругу між обкладками: $W_p = (qU) / 2$.

Ця енергія дорівнює роботі, яку виконує електричне поле при зближенні пластин впритул. Використовуючи формулу для електроємності $C = q/U$,

$$\text{отримаємо: } W_p = \frac{qU}{2} = \frac{q^2}{2C} = \frac{CU^2}{2}.$$

2. Питання

1. Під час натирання стержня із плексигласу шматком хутра стержень стає негативно зарядженим, тому що в ньому виявилися „зайві” електрони. Звідки вони взялися?
2. Що розуміють, коли кажуть про електричний заряд?
3. Що є підставою для поділу зарядів на позитивні і негативні?
4. Що є спільного і відмінного між електричною і гравітаційною взаємодією?
5. За яких умов відбувається електризація?
6. Які умовні еталони негативного і позитивного зарядів?
7. Ебонітова паличка під час електризації зарядилася негативно. Чи залишилася незмінною маса палички?
8. Сформулюйте і поясніть закон збереження електричного заряду.
9. Як можна експериментально перевірити закон Кулона?
10. У чому різниця і в чому схожість закону Кулона і закону всесвітнього тяжіння?
11. Які взаємодії називають електромагнітними?

12. Що таке електричний заряд?
13. У чому схожість і відмінність електричного заряду і гравітаційної маси?
14. Як взаємодіють однойменні і різнойменні електричні заряди?
15. Який заряд називають елементарним? Яким є його значення?
16. У чому полягає явище електризації? Поясніть це явище з погляду електронної теорії.
17. Коли тіло буває електрично нейтральним, а коли зарядженим?
18. Чи відбудеться електризація двох тіл, що складаються з однакової речовини, під час їх дотику?
19. Сформулюйте закон збереження електричного заряду.
20. У яких випадках виконується закон збереження заряду?
21. Що визначає закон Кулона?
22. Як формують і записують закон Кулона для взаємодії зарядів у вакуумі?
23. Яка фізична величина характеризує вплив середовища на силу взаємодії між зарядами?
24. Запишіть закон Кулона для взаємодії зарядів з урахуванням середовища в системі СІ.
25. Чому дорівнює коефіцієнт пропорційності k в законі Кулона в СІ?
26. Чому дорівнює електрична стала ?
27. Установіть одиницю електричного заряду в СІ, сформулюйте її означення.
28. Яке значення заряду і маси електрона?
29. Чи можна електричний заряд ділити нескінченно?
30. Як можна виявити електричне поле в даній точці простору?
31. У певній точці поле створюється двома зарядами. Як обчислити напруженість поля в цій точці?
32. Чи має межу електростатичне поле?
33. Чи можна твердити, що точковий заряд рухається вздовж ліній напруженості поля? В якому випадку це твердження справедливе?
34. Яку властивість електричного поля описує напруженість?
35. Яке електричне поле називають однорідним? Неоднорідним?
36. Як можна графічно зобразити електричні поля?
37. Як можна переконатися на дослідах у подільності електричного заряду?
38. У чому полягає основна ідея дослідів Міллікена?
39. Які речовини називають провідниками?
40. Які електричні заряди називають вільними?
41. Які частинки є носіями вільних зарядів у металах?
42. Що відбувається в металі, поміщеному в електричне поле?

43. Як розподіляється по провіднику наданий йому заряд?
44. Якщо провідник, що знаходиться в електричному полі, розділити на дві частини, як будуть заряджені ці частини?
45. На якому принципі ґрунтується електростатичний захист?
46. У чому полягає явище електростатичної індукції?
47. Над блискавковідводом проходить негативно заряджена хмара. Поясніть на підставі електронних уявлень, чому на вістрі блискавковідводу виникає заряд? Яким є його знак?
48. Які речовини називають діелектриками?
49. Які діелектрики називають полярними, а які - неполярними?
50. Чи залежить електроємність відокремленого провідника від його маси й форми?
51. Чи залежить електроємність відокремленого провідника від присутності поблизу нього інших провідників?
52. Дві однакові провідні відокремлені кулі у вакуумі набули різних зарядів. Що можна сказати про потенціали куль?

3. Фізичний диктант

1. Наелектризувати тіло – це означає....(надати йому заряд)
2. Під час взаємодії електризуються(обидва тіла).
3. У природі існують такі види зарядів.....(позитивні, негативні).
4. Однойменні заряди(відштовхуються).
5. Наявність електричного заряду можна виявити за допомогою.... (електроскопа).
6. Під час електризації атоми перетворюються на(іони).
7. При цьому вони втрачають або набувають(електрони).
8. Електризація є результатом перерозподілу..... (електронів).
9. За законом збереження заряду сума зарядів тіл замкнутої системи є ...(величина стала).
10. Точковими вважаються заряди тіл, розмірами яких можна(знехтувати).
11. Записати закон Кулона можна у вигляді.....
12. У цій формулі R - це(відстань між зарядами)
13. Всередині провідника, вміщеного в електричне поле (поля нема).
14. Джерела електричного поля поміщають усередину металевого корпусу для (електростатичного захисту).
15. У випадку провідників складної форми найбільший заряд зосереджується на

(загостреннях).

16. Діелектрики в електричному полі (поляризуються).
17. Діелектрики зовнішнє поле (послаблює).
18. Робота електричного поля визначається за формулою.....
19. Робота електричного поля не залежить (від траєкторії руху).
20. Тому електричне поле є.. (потенціальним).
21. Потенціал поля визначається відношенням (потенціальної енергії до заряду).
22. Різницю потенціалів ще називають...(напругою).
23. Між напругою і напруженістю існує такий зв'язок
24. Електроємність провідника визначається за формулою
25. Ємність плоского конденсатора визначається за формулою
26. У цій формулі d (відстань між пластинами).
27. Існують конденсатори таких видів....(паперові, слюдяні, керамічні, електролітичні).
28. Для послідовного з'єднання конденсаторів їх загальна ємність визначається за формулою.....
29. Енергію електричного поля можна визначити за формулою.....
30. Об'ємна густина електричного поля дорівнює.....
31. Електроємність вимірюється у .(фарадах).

4. Зразки розв'язування задач

1. Взаємодія між нерухомими зарядженими частинками здійснюється за допомогою
 - А.магнітного поля.
 - Б.електростатичного поля.
 - В.конвекційних потоків повітря.
 - Г. перерозподілу елементарних зарядів між ними.
 - Відповідь: б.
2. Яка фізична величина є силовою характеристикою електричного поля?
 - А. Різниця потенціалів.
 - Б. Електроємність.
 - В. Напруженість.
 - Г. Електричний заряд.
 - Відповідь: в.
3. Електроємність вимірюється у
 - А.амперах.
 - Б.вольтах.

В.кулонах.

Г.фарадах.

Відповідь: г.

4. Два різнойменні рівні за модулем заряди, що знаходяться на відстані 3 см один від одного, притягаються з силою 2 мН. Визначте модулі зарядів.

А. Від 2 нКл до 4 нКл.

Б. Від 7 нКл до 10 нКл.

В. Від 12 нКл до 16 нКл.

Г. Від 17 нКл до 20 нКл.

5. Напруженість поля точкового заряду на відстані 5 см від заряду дорівнює 400 кВ/м. Яка напруженість поля в точці, що розміщена на відстані 10 см від заряду?

А. 280кВ/м.

Б. 200кВ/м.

В. 100кВ/м.

Г. 50кВ/м.

6. Напруга на обкладках плоского конденсатора заповненого парафіном, дорівнює 100 В. Площа кожної обкладки 50 см^2 , відстань між ними 1 мм. Знайдіть заряд конденсатора.

А. Від 4 нКл до 5 нКл.

Б. Від 6 нКл до 7 нКл.

В. Від 8 нКл до 9 нКл.

Г. Від 11 нКл до 13 нКл

7. Металева кулька, яка має позитивний заряд 15 нКл, доторкнулась до іншої такої самої кульки, яка має негативний заряд 27 нКл. Визначити загальний заряд з'єднаних кульок. Який заряд матиме кожна кулька після їх роз'єднання ?

Розв'язування:

Дано: $q_1 = +15 \text{ нКл}$, $q_2 = -27 \text{ нКл}$.

Знайти: q - ? q_3 - ? q_4 - ?

Дві кульки утворюють замкнену систему, тому до них можна застосувати закон збереження електричного заряду, за яким $q = q_1 + q_2$. Значення зарядів у розрахунках використовуємо з їхніми знаками: $q = (+15 \text{ нКл}) + (-27 \text{ нКл}) = (-12 \text{ нКл})$. Отже, загальний заряд системи з двох кульок буде негативним, а його значення -12 нКл .

Після роз'єднання кульок кожна з них матиме негативний заряд: $q_3 = q_4 = \frac{q}{2}$.

$$q_3 = q_4 = \left(-\frac{12}{2}\right) = (-6 \text{ нКл}).$$

Відповідь: загальний заряд з'єднаних кульок -12 нКл ; при роз'єднанні кожна з кульок матиме заряд -6 нКл .

8. Дві однакові провідні кульки з зарядами $-1,5 \cdot 10^{-7} \text{ Кл}$ і $+2,5 \cdot 10^{-7} \text{ Кл}$ торкнулися і розійшлися на 5 см. Визначити силу взаємодії між кульками?

Розв'язування:

Дано: $q_1 = -1,5 \cdot 10^{-7} \text{ Кл}$, $q_2 = +2,5 \cdot 10^{-7} \text{ Кл}$, $r = 5 \text{ см} = 5 \cdot 10^{-2} \text{ м}$.

Знайти: F - ?

Застосуємо закон збереження електричного заряду, за яким $q = q_2 + q_2$. Після зіткнення, маємо: $q_3 = q_4 = \frac{q}{2}$. Знайдемо значення зарядів:

$$q_3 = q_4 = \frac{-1,5 \cdot 10^{-7} + 2,5 \cdot 10^{-7}}{2} = \frac{1 \cdot 10^{-7}}{2} = 0,5 \cdot 10^{-7} \text{ Кл} = 5 \cdot 10^{-8} \text{ Кл}.$$

Визначити силу взаємодії між кульками можна за допомогою закону Кулона:

$$F = k \frac{q_3 q_4}{\epsilon r^2}. \text{ Враховуючи, що } q_3 = q_4, k = 9 \cdot 10^9 \text{ Н} \cdot \text{м}^2 / \text{Кл}^2, \epsilon = 1, \text{ маємо}$$

$$F = k \left(\frac{q_3}{r} \right)^2.$$

$$[F] = \frac{\text{Н} \cdot \text{м}^2}{\text{Кл}^2} \cdot \frac{\text{Кл}^2}{\text{м}^2} = \text{Н},$$

$$F = 9 \cdot 10^9 \cdot \left(\frac{5 \cdot 10^{-8}}{5 \cdot 10^{-2}} \right)^2 = 9 \cdot 10^9 \cdot 1 \cdot 10^{-12} = 9 \cdot 10^{-3} \text{ Н} = 9 \text{ мН}.$$

Відповідь: кульки взаємодіють із силою 9 мН.

9. Скільки електронів проходять через поперечний переріз провідника за 3 хв.

При силі струму 2А?

Дано:	$q = I \cdot t$
$ e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Кл}$	$N = \frac{q}{ e }$
$t = 3 \text{ хв} = 180 \text{ с}$	$q = 2 \text{ А} \cdot 180 \text{ с} = 360 \text{ Кл}$
$I = 2 \text{ А}$	$N = \frac{360 \text{ Кл}}{1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Кл}} = 225 \cdot 10^{19} \text{ Кл}$
N - ?	

10. Знайти відстань між зарядами $q_1 = 1 \text{ мкКл}$, $q_2 = 6 \text{ мкКл}$, якщо сила взаємодії дорівнює 9 мН.

Дано:	$F = \frac{k q_1 \cdot q_2 }{R^2}$
$q_1 = 10^{-6} \text{ Кл}$	$R = \sqrt{\frac{k q_1 \cdot q_2 }{F}}$
$q_2 = 6 \cdot 10^{-6} \text{ Кл}$	$R = \sqrt{\frac{9 \cdot 10^9 \cdot 10^{-6} \cdot 6 \cdot 10^{-6}}{9 \cdot 10^{-3}}} = \sqrt{6} = 2,45 \text{ м}$
$F = 9 \cdot 10^{-3} \text{ Н}$	
$k = 9 \cdot 10^9 \text{ Н} \cdot \text{м}^2 / \text{Кл}^2$	
R - ?	

11. Дві однакових кульки масою по 1,5 г підвішені на шовкових нитках в одній точці. Після того, як одну кульку зарядили негативним зарядом, кульки після взаємодії розійшлися на 10 см, а нитки утворили кут 36° . Визначити заряд кульки до взаємодії з іншою кулькою і кількість надлишкових електронів на кожній кульці після їх взаємодії.

Дано :
 $m_1 = m_2 = m = 1,5 \cdot 10^{-3} \text{ кг}$
 $r = 0,1 \text{ м}$
 $\alpha = 36^\circ$
 $e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Кл}$

$q - ?$ $n - ?$

Розв'язування:

В умові задачі не говорять про середовище, будемо рахувати, що заряди взаємодіють у вакуумі. Згідно з законом збереження заряду при взаємодії кульок, на кожному буде заряд $q/2$. На кульки діють три сили: 1) сила тяжіння $G = mg$, 2) сила реакцій натягу нитки T , 3) сила електричної взаємодії $F = \frac{(q/2)^2}{4\pi\epsilon_0 r^2}$ (закон Кулона).

У випадку рівноваги алгебраїчна сума проєкцій цих сил на осі OX і OY дорівнює 0.

$$\begin{cases} T \cos\left(\frac{\alpha}{2}\right) - mg = 0 \\ F - T \sin\left(\frac{\alpha}{2}\right) = 0 \end{cases};$$

Розв'язуємо систему відносно F , маємо

$$F = \frac{mg \sin\left(\frac{\alpha}{2}\right)}{\cos\left(\frac{\alpha}{2}\right)} = mg \operatorname{tg} \frac{\alpha}{2}.$$

Використавши закон Кулона

$$q = 4r \sqrt{\pi\epsilon_0 mg \operatorname{tg}\left(\frac{\alpha}{2}\right)}.$$

Враховуючи, що на кожній кульці був заряд $q/2$, тоді $n = \frac{q}{e}$.

$$q = 4 \cdot 0,1 \text{ м} \sqrt{\frac{\pi \cdot \text{Кл}^2 \cdot 1,5 \cdot 10^{-3} \text{ кг} \cdot 9,8 \text{ м/с}^2 \cdot 0,32}{36\pi \cdot 109 \text{ Н} \cdot \text{м}^2}} \approx 14,6 \cdot 10^{-8} \text{ Кл}.$$

$$n = \frac{7,3 \cdot 10^{-8} \text{ Кл}}{1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Кл}} \approx 4,6 \cdot 10^{11}$$

Відповідь: $14,6 \cdot 10^{-8} \text{ Кл}$; $4,6 \cdot 10^{11}$.

12. Визначити, до якого потенціалу зарядили кулю, якщо у точках, які

віддалені від її поверхні у вакуумі на 5 і 10 см, потенціали відповідно дорівнюють 300 і 210 В.

Розв'язування:

Дано:

$$r_1 = 5,00 \cdot 10^{-2} \text{ м}$$

$$r_2 = 0,100 \text{ м}$$

$$\varphi_1 = 300 \text{ В} = 3,00 \cdot 10^2 \text{ В}$$

$$\varphi_2 = 210 \text{ В} = 2,10 \cdot 10^2 \text{ В}$$

$$\varphi_M \text{ -?}$$

Розв'язування:

Потенціал кулі у вакуумі знаходиться за формулою: $\varphi_M = \frac{q}{4\pi\epsilon_0 R}$,

де R - радіус кулі.

Для знаходження заряду, припустимо, що він сконцентрований у центрі кулі,

$$\text{тоді } \varphi_1 = \frac{q}{4\pi\epsilon_0(R+r_1)} ; \varphi_2 = \frac{q}{4\pi\epsilon_0(R+r_2)} .$$

Визначимо заряд кулі:

$$q = \varphi_1 \cdot 4\pi\epsilon_0(R+r_1)$$

$$q = \varphi_2 \cdot 4\pi\epsilon_0(R+r_2)$$

Розв'язуючи систему отриманих рівнянь відносно R , знайдемо $R = \frac{\varphi_2 r_2 - \varphi_1 r_1}{\varphi_1 - \varphi_2}$

Тоді $\varphi_M = \varphi_1 \varphi_2 \frac{r_2 - r_1}{\varphi_2 r_2 - \varphi_1 r_1}$.

$$\varphi_M = 3,00 \cdot 10^2 \text{ В} \cdot 2,10 \cdot 10^2 \text{ В} \frac{(0,100 - 0,05) \text{ м}}{2,10 \cdot 10^2 \text{ В} \cdot 0,1 \text{ м} - 3,00 \cdot 10^2 \text{ В} \cdot 5,00 \cdot 10^{-2} \text{ м}} = 525 \text{ В}$$

Відповідь: 525 В.

13. Електричне поле утворене зарядом $5,00 \cdot 10^{-7}$ Кл, знаходиться у середовищі з $\epsilon = 2$. Визначити різницю потенціалів в точках В і С, які віддалені від зарядів на 5,0 см і 0,20 м. Яка робота виконується полем при переміщенні заряду $0,30 \cdot 10^{-7}$ Кл між точками В і С ?

Дано:

$$q = 5,0 \cdot 10^{-7} \text{ Кл}$$

$$\varepsilon = 2,0$$

$$r_1 = r_B = 5,0 \text{ см} = 5 \cdot 10^{-2} \text{ м}$$

$$r_2 = r_C = 0,2 \text{ м}$$

$$q_1 = 0,30 \cdot 10^{-7} \text{ Кл}$$

$$\varepsilon_0 = 8,85 \cdot 10^{-12} \frac{\text{Кл}^2}{\text{Н} \cdot \text{м}^2}$$

U - ? A - ?

Розв'язування:

Використаємо формулу $\varphi = \frac{q}{4\pi\varepsilon_0\varepsilon r}$, знайти різницю потенціалів точок В і С

електричного поля за формулою $U = \varphi_B - \varphi_C$;

$$U = \frac{q}{4\pi\varepsilon_0\varepsilon r_B} - \frac{q}{4\pi\varepsilon_0\varepsilon r_C} = \frac{q}{4\pi\varepsilon_0\varepsilon} \left(\frac{1}{r_B} - \frac{1}{r_C} \right)$$

Роботу по переміщуванню заряду у електричному полі знайдемо за формулою:

$$A = q_1 U. \quad U = \frac{5,0 \cdot 10^{-7} \text{ Кл} \cdot 36\pi \cdot 10^9 \text{ Н} \cdot \text{м}^2}{4\pi \cdot 2\text{К}} \left(\frac{1}{5,0 \cdot 10^{-2} \text{ м}} - \frac{1}{0,2 \text{ м}} \right) = 34000 \text{ В}.$$

$$A \approx 0,30 \cdot 10^{-7} \text{ Кл} \cdot 34000 \text{ В} \approx 0,001 \text{ Дж}$$

Відповідь: 34000 В = 34 кВ, 0,001 Дж = 1 мДж.

5. Задачі

1. Модуль напруженості електричного поля в точці, де перебуває тіло, заряд якого 0,2 мкКл, дорівнює 8 Н/Кл. Яке значення електричної сили, що діє на це тіло? ($1,6 \cdot 10^{-6}$ Н)
2. На тіло, яке має заряд $6 \cdot 10^{-8}$ Кл, діє сила $1,2 \cdot 10^{-5}$ Н. Яка напруженість електричного поля в цій точці? (200 Н/Кл)
3. У певній точці на тіло із зарядом 4 мкКл діє електрична сила 0,6 мкН. Яка напруженість електричного поля в цій точці? ($1,5 \cdot 10^{-4}$ Н/Кл)

4. Електрон під дією лише однорідного електричного поля напруженістю 182 Н/Кл рухається з прискоренням. Визначити прискорення електрона. ($32 \cdot 10^{12} \text{ м/с}^2$)
5. Визначити напруженість поля в точці, розміщеній посередині між точковими тілами із зарядами $+2 \cdot 10^{-9} \text{ Кл}$ і $-4 \cdot 10^{-9} \text{ Кл}$, які розміщені на відстані 10 см одне від одного ($2,16 \cdot 10^4 \text{ Н/Кл}$)
6. Два точкові тіла із зарядами $-3 \cdot 10^{-7} \text{ Кл}$ і $+1,2 \cdot 10^{-6} \text{ Кл}$ віддалені на 12 см одне від одного. У якій точці напруженість електричного поля цих тіл дорівнює нулю? ($0,12 \text{ м}$)
7. Два точкові тіла із зарядами $+2 \cdot 10^{-8} \text{ Кл}$ і $+1,6 \cdot 10^{-7} \text{ Кл}$ розміщені на відстані 5 см одне від одного. Знайти напруженість електричного поля в точках, які віддалені від першого заряду на 3 см і від другого – на 4 см . ($9,2 \cdot 10^5 \text{ Н/Кл}$)
8. Дві металеві кульки, кожна з яких має заряд 10^{-7} Кл , перебувають на відстані $0,1 \text{ м}$ одна від одної. Знайти силу взаємодії між ними. ($9 \cdot 10^{-3} \text{ Н}$)
9. З якою силою взаємодіють дві кульки із зарядами $0,66 \cdot 10^{-7} \text{ Кл}$ і $1,1 \cdot 10^{-5} \text{ Кл}$ на відстані $3,3 \text{ см}$? (6 Н)
10. Як зміниться сила взаємодії між двома точковими зарядженими тілами, якщо значення кожного заряду збільшиться в 4 рази, а відстань між ними зменшиться удвічі? (Збільшиться в 64 рази)
11. Два точкові тіла із зарядами $+3 \cdot 10^{-7} \text{ Кл}$ і $+2 \cdot 10^{-7} \text{ Кл}$ розміщені на відстані 10 см одне від одного. Де потрібно розмістити третє тіло, щоб воно перебувало в рівновазі? ($9,23 \cdot 10^{-8} \text{ Н}$)
12. На якій відстані один від одного точкові тіла з зарядами 1 нКл і 3 нКл взаємодіють із силою 9 мН ? ($1,7 \cdot 10^{-3} \text{ м}$)
13. Дві однакові кульки підвішено на нитках завдовжки 1 м в одній точці. Кульки мають однакові заряди $3 \cdot 10^{-7} \text{ Кл}$ і розходяться на відстань 10 см . Який натяг кожної нитки? ($1,6 \text{ Н}$)
14. З яким прискоренням рухається протон у електричному полі з напруженістю 40 кН/Кл ? (Відповідь: $3,8 \cdot 10^{10} \text{ м/с}^2$.)
15. У яких точках напруженість поля двох точкових зарядів із модулями 4 і 16 нКл дорівнює нулю? Відстань між зарядами дорівнює 12 см . Розгляньте два випадки: а) заряди однойменні; б) заряди різнойменні. Зробіть рисунок. (Відповідь: а) на відстані 4 см від меншого заряду й 8 см від більшого; б) на відстані 12 см від меншого заряду й 24 см від більшого.)
16. Заряд 2 нКл розташований у електричному полі з напруженістю 2 кН/Кл . Із якою силою поле діє на заряд? (Відповідь: 4 мкН .)

17. Чому дорівнює напруженість електростатичного поля точкового заряду 40 нКл на відстанях 8 і 16 см від заряду? (Відповідь: 56 кН/Кл.)
18. Кулька масою 0,2 г, підвішена на нитці, розташована в горизонтальному електричному полі з напруженістю 8 кН/Кл. Який кут утворює нитка з вертикаллю, якщо заряд кульки 50 нКл? (Відповідь: 11,5°.)
19. Відстань між паралельними пластинами 5 см, напруженість електричного поля між ними 100 Н/Кл. Електрон летить уздовж силової лінії від одної пластини до другої без початкової швидкості. Яку швидкість матиме електрон наприкінці шляху? ($1,33 \cdot 10^7$ м/с)
20. Яку роботу виконує однорідне електростатичне поле напруженістю 50 Н/Кл при переміщенні тіла із зарядом 4 мкКл на 5 см у напрямі, який утворює кут 60° з напрямом лінії напруженості поля? (1,5 мкДж)
21. Яке значення електричного заряду тіла, якщо при його переміщенні на 10 см в однорідному електричному полі напруженістю $2 \cdot 10^3$ Н/Кл уздовж силової лінії виконано роботу 0,004 Дж? ($2 \cdot 10^{-5}$ мкКл)
22. Який потенціал поля точкового тіла з електричним зарядом 2 мкКл в точці, віддаленій від тіла на 3 м? (6 кВ)
23. На відстані 30 м від відокремленого точкового тіла потенціал його електричного поля дорівнює 3000 В. Визначити заряд цього тіла. (10^{-5} Кл)
24. На відстані 4 м від відокремленого позитивно зарядженого точкового тіла потенціал електричного поля дорівнює 100 В. Визначити модуль напруженості поля на відстані 5 м від тіла. (16 Н/Кл)
25. Яка різниця потенціалів між двома точками електричного поля, якщо при переміщенні між ними точкового тіла з зарядом 0,012 Кл поле виконало роботу 0,36 Дж? (30 В)
26. Скільки електронів потрібно перенести з однієї порошокинки на іншу, щоб сила кулонівської взаємодії між ними на відстані 1 см дорівнювала 10 мкН? (2×10^9 електронів)
27. На якій відстані потрібно розташувати два заряди $q_1=5 \times 10^{-9}$ Кл і $q_2=6 \times 10^{-9}$ Кл, щоб вони відштовхувалися із силою 12×10^{-4} Н? (відповідь: 15 мм)
28. Тіло із зарядом $4,6 \cdot 10^{-6}$ Кл переміщується в полі між точками з різницею потенціалів 2кВ. Яка робота при цьому виконується? ($9,2 \cdot 10^{-3}$ Дж)
29. Визначити зміну швидкості порошокинки масою 0,01 г і із зарядом 5 мкКл, якщо вона пройде різницю потенціалів 100 В. (10 м/с)
30. Який заряд потрібно надати провіднику, щоб зарядити його до потенціалу 30 В, якщо його електроємність 150 пФ? ($4,5 \cdot 10^{-9}$ Кл)

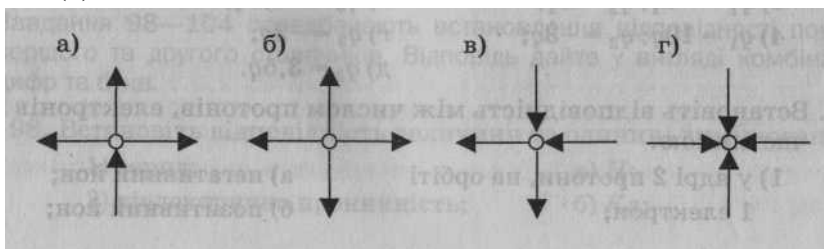
31. Яку електроємність має конденсатор, якщо на його обкладках накопичується заряд 50 нКл при різниці потенціалів 2,5 кВ? (20 пФ)
32. Знайти електроємність конденсатора, якщо при його зарядженні до напруги 1,5 В він отримав заряд 30 нКл ($2 \cdot 10^{-9}$ Ф)
33. Який заряд знаходиться на кожній з обкладок конденсатора, якщо різниця потенціалів становить 1кВ, а електроємність конденсатора 3 мкФ? ($3 \cdot 10^{-3}$ Кл)
34. Площа пластин слюдяного конденсатора дорівнює 15 см^2 , а відстань між пластинами – 0,02 см. Яку електроємність має конденсатор? (400 пФ)
35. Чотири конденсатора мають електроємності 2 пФ, 5 пФ, 10 пФ і 20 пФ. Визначити їх загальну електроємність при паралельному і послідовному з'єднанні. (37 пФ; 1.18 пФ)
36. Яка ємність конденсатора, якщо при його зарядці до напруги 1,4кВ він дістає заряд 28нКл?
37. В скільки разів зміниться ємність конденсатора при зменшенні робочої площі пластин в 2 рази і зменшенні відстані між ними в 3 рази?
38. При введенні в простір між пластинами повітряного конденсатора твердого діелектрика напруга на конденсаторі зменшиться від 400 до 50В. Яка діелектрична проникність діелектрика?
39. Яка кількість теплоти виділиться в провіднику під час розрядки через нього конденсатора ємністю 100 мкФ, зарядженого до різниці потенціалів 1,2 кВ?
40. Між обкладками плоского конденсатора міститься гас. Відстань між обкладками дорівнює 1 см, напруга на конденсаторі 2 кВ. Якою є густина енергії електричного поля всередині конденсатора?
41. Якого заряду потрібно надати конденсатору ємністю 1 мкФ, щоб різниця потенціалів між його пластинами дорівнювала 50 В?
42. Якою є ємність конденсатора, заряд якого дорівнює 20 мкКл за різниці потенціалів між обкладками 2 кВ?
43. Якою є різниця потенціалів між обкладками конденсатора ємністю 2000 пФ, якщо заряд конденсатора дорівнює 4 нКл?
44. Два конденсатори, ємності яких дорівнюють 3 і 4 мкФ, з'єднано: а) паралельно; б) послідовно. Якою є ємність батареї конденсаторів?
45. Конденсатор невідомої ємності, заряджений до напруги 800 В, підключили паралельно до конденсатора ємністю 4 мкФ, зарядженого до напруги 200 В. Чому дорівнює ємність першого конденсатора, якщо після з'єднання напруга на батареї дорівнює 400 В?
46. Плоский конденсатор являє собою дві плоскі металеві пластини площею 36 см^2 , між якими розташована слюдяна пластинка завтовшки 0,14 см.

Чому дорівнює ємність конденсатора? Яким є заряд конденсатора, якщо напруга на ньому дорівнює 300 В?

47. Якого заряду було надано плоскому конденсатору ємністю 20 пФ. Якщо напруженість поля між пластинами дорівнює 50 кВ/м, а відстань між пластинами – 5 мм?
48. Імпульсна лампа фотоспалаху споживає за один спалах 36 Дж електричної енергії. До якої напруги заряджають конденсатор ємністю 800 мкФ, який живить спалах?
49. Перед грозою напруженість електричного поля в повітрі досягає 50 кВ/м. Якою є при цьому густина енергії електричного поля?
50. Скільки електронів потрібно перенести з однієї порошокинки на іншу, щоб сила кулонівської взаємодії між ними на відстані 1 см дорівнювала 10 мкН? (2×10^9 електронів)
51. На якій відстані потрібно розташувати два заряди $q_1 = 5 \times 10^{-9}$ Кл і $q_2 = 6 \times 10^{-9}$ Кл, щоб вони відштовхувалися із силою 12×10^{-4} Н? (відповідь: 15 мм)

6. Тестові завдання

1. Вкажіть заряди, які створюють електростатичне поле:
 - а) заряди, що в обраній системі відліку рухаються рівномірно;
 - б) заряди, що в обраній системі відліку рухаються рівноприскорено;
 - в) заряди, що в обраній системі відліку нерухомі;
 - г) заряди, що в обраній системі відліку рухаються по колу.
2. Вкажіть рисунок, на якому зображено електричне поле негативного заряду:
(г)



3. Виберіть фізичну величину, яка є силовою характеристикою електричного поля:
 - а) електричний заряд;
 - б) сила взаємодії зарядів;
 - в) діелектрична проникність;
 - г) напруженість.
4. Вкажіть точку електричного поля, де його напруженість найменша; найбільша:
 - а) найменша в точці А; найбільша в точці В;
 - б) найменша в точці В; найбільша в точці С;

електричний заряд:

- а) напруженість поля;
- б) діелектрична проникність;
- в) поверхнева густина заряду;
- г) електроємність.

22. Виберіть енергетичну характеристику електричного поля:

- а) напруженість поля;
- б) потенціал;
- в) поверхнева густина заряду;
- г) діелектрична проникність.

23. Вкажіть вираз, що пов'язує напруженість поля і різницю потенціалів:

- а) $E = Ud$;
- б) $U = Ed$;
- в) $E = Udcos\alpha$;
- г) $U = Edsin\alpha$.

24. Визначте напруженість однорідного електричного поля, якщо різниця потенціалів між двома його точками, віддаленими на 20 см, дорівнює 300 В:

- а) 600 В/м;
- б) 800 В/м;
- в) 1500 В/м;
- г) 1800 В/м.

25. Куля радіусом 10 см має заряд 3 мкКл. Визначте напруженість електричного поля на відстані 3 см від її центра:

- а) 0;
- б) 3 МН/Кл;
- в) 300 кН/Кл;
- г) 30 кН/Кл.

26. Куля радіусом 8 см має заряд 8 мкКл. Визначте потенціал поля на поверхні кулі та на відстані 5 см від її центра:

- а) 144 кВ; 144 кВ;
- б) 144 кВ; 90 кВ;
- в) 900 кВ; 900 кВ;
- г) 900 кВ; 144 кВ.

27. Обчисліть електроємність двох різнойменно заряджених тіл, модулі зарядів яких однакові й рівні 3 Кл, а різниця потенціалів 10 кВ:

- а) 3 мФ;
- б) 300 мкФ;
- в) 30 мкФ;
- г) 3 мкФ.

28. Визначте ємність повітряного конденсатора з площею пластин 200 см^2 і відстанню між ними 2 мм:

- а) 88,5 нФ;
- б) 885 нФ;
- в) 885 пФ;
- г) 88,5 пФ.

29. Визначте заряд на пластинах конденсатора ємністю 16 мкФ, зарядженого до різниці потенціалів 400 В:

- а) 6,4 Кл;
- б) 640 мКл;
- в) 64 мКл;
- г) 6,4 мКл.

30. Визначте, у скільки разів зміниться ємність плоского конденсатора при

зменшенні відстані між його пластинами в 2 рази:

- а) не зміниться;
- б) зменшиться в 2 рази;
- в) збільшиться в 2 рази;
- г) зменшиться в 4 рази.

31. Визначте електроємність кулі радіусом 9 см:

- а) 16 пФ;
- б) 14 пФ;
- в) 12 пФ;
- г) 10 пФ.

32. Два конденсатори з ємностями 3 пФ і 2 пФ з'єднані послідовно. Визначте ємність батареї:

- а) 5 пФ;
- б) 0,85 пФ;
- в) 1,2 пФ;
- г) 1,5 пФ.

33. Два конденсатори з ємностями 12 мкФ і 5 мкФ з'єднані паралельно.

Визначте загальну ємність:

- а) 17 мкФ;
- б) 3,5 мкФ;
- в) 0,28 мкФ;
- г) 60 мкФ.

34. Чотири однакові конденсатори з ємністю по 15 мкФ з'єднані послідовно.

Визначте ємність батареї:

- а) 60 мкФ;
- б) 55,5 мкФ;
- в) 30 мкФ;
- г) 3,75 мкФ.

35. Визначте заряд конденсатора, заповненого слюдою, якщо напруга на його обкладках 100 В, площа кожної обкладки 4 см^2 , а відстань між ними 2 мм:

- а) 18 нКл;
- б) 1,8 нКл;
- в) 1,1 нКл;
- г) 3,6 нКл.

36. Обчисліть енергію поля всередині конденсатора ємністю 120 мкФ, зарядженого до напруги 600 В:

- а) 2,7 Дж;
- б) 5,4 Дж;
- в) 10,8 Дж;
- г) 21,6 Дж.

37. Енергія поля всередині конденсатора ємністю 6 мкФ дорівнює 108 Дж.

Визначте заряд конденсатора:

- а) 36 Кл;
- б) 12 Кл;
- в) 6 Кл;
- г) 3 Кл.

38. У трьох вершинах квадрата зі стороною 9 см розміщені послідовно заряди 4 нКл, -4 нКл, 4 нКл. Визначте напруженість електричного поля в центрі квадрата:

- а) 30 кВ/м;
- б) 26,7 кВ/м;
- в) 8,9 кВ/м;
- г) 11,2 кВ/м;
- д) 17,4 кВ/м.

39. На відстані 5 см від заряду 4 нКл, розташованого в діелектрику,

Б. $F = k \frac{|q_1| \cdot |q_2|}{r^2};$

В. $\sigma = E \cdot |\varepsilon|$

6. Як зміниться сила взаємодії двох точкових електричних зарядів у разі зменшення відстані між ними у 2 рази?

А. Зменшиться у 2 рази.

Б. Не зміниться.

В. Збільшиться в 4 рази.

Г. Зменшиться в 4 рази.

7. Розділ фізики, що вивчає властивості і закономірності поведінки особливої форми матерії – електромагнітного поля, називають...

а) електростатикою.

б) електродинамікою.

в) механікою.

г) молекулярною фізикою.

8. Алгебраїчна сума зарядів ізольованої системи тіл не змінюється з часом. Це...

а) закон збереження електричного заряду.

б) електричний заряд.

в) електричне поле.

г) напруженість електричного поля.

9. Різнойменні заряди...

а) відштовхуються.

б) притягуються.

в) ігнорують один одного.

г) не взаємодіють.

10. Відношення сили, з якою поле діє на заряд, до заряду є величиною постійною для даної точки поля і називають це співвідношення...

а) закон збереження електричного заряду.

б) електричний заряд.

в) електричне поле.

г) напруженість електричного поля.

11. Два нерухомі точкові заряди у вакуумі взаємодіють із силою, прямо пропорційною добутку модулів їх зарядів і обернено пропорційною відстані між ними. Це...

а) закон Кулона.

б) принцип суперпозиції електричних полів.

в) лінії напруженості електричного поля.

г) Закон Ньютона.

12. Неперервні лінії, дотичні до яких в кожній точці, через яку вони проходять є векторами напруженості електричного поля. Це...
- а) закон Кулона.
 - б) принцип суперпозиції електричних полів.
 - в) лінії напруженості електричного поля.
 - г) Закон Ньютона
13. Розділ електродинаміки, що вивчає нерухомі заряди, називають...
- а) електростатикою.
 - б) електродинамікою.
 - в) механікою.
 - г) молекулярною фізикою.
14. Фізичну величину, що характеризує міру електромагнітної взаємодії, називають..
- а) закон збереження електричного заряду.
 - б) електричний заряд.
 - в) електричне поле.
 - г) напруженість електричного поля.
15. Особливу форму матерії, яка не діє на органи чуттів і має властивості: а) породжується електричним зарядом; б) діє на електричні заряди з певною силою, називається...
- а) законом збереження електричного заряду.
 - б) електричним зарядом.
 - в) електричним полем.
 - г) напруженістю електричного поля.
16. Однойменні заряди...
- а) відштовхуються.
 - б) притягуються.
 - в) ігнорують один одного.
 - г) не взаємодіють.
17. Напруженість результуючого електричного поля дорівнює геометричній сумі напруженостей кожного поля зокрема. Це...
- а) закон Кулона.
 - б) принцип суперпозиції електричних полів.
 - в) лінії напруженості електричного поля.
 - г) Закон Ньютона.
18. Формула є математичним записом...
- а) закону Кулона.
 - б) принципу суперпозиції електричних полів.

- в) лінійній напруженості електричного поля.
- г) Закону Ньютона.

7. Контроль знань

ВАРІАНТ 1

Завдання 1

Електростатичним називається поле, створюване ...

- А. ... нерухомими в цій системі відліку зарядами.
- Б. ... зарядженими частинками, що рухаються.
- В. ... електричним струмом.
- Г. ... позитивним точковим зарядом.

Завдання 2

З якою силою діє на заряд 2 нКл електричне поле з напруженістю 5 кВ/м ?

- А. $0,4 \text{ мкН}$.
- Б. 1 мкН .
- В. $2,5 \text{ мкН}$.
- Г. 10 мкН .

Завдання 3

Точковий заряд $2,1 \text{ мкКл}$ створює електростатичне поле в гасі. Якою є напруженість поля на відстані 3 м від заряду?

- А. 1 кВ/м .
- Б. 300 В/м .
- В. 100 В/м .
- Г. 30 В/м .

Завдання 4

Дві однакові металеві кульки із зарядами 6 і -2 нКл зіштовхнули, а потім віддалили у вакуумі на відстань 10 см . Якою стала сила кулонівської взаємодії між кульками?

Завдання 5

У показаному на рис. 19 колі конденсатор ємністю 150 мкФ має заряд 15 мКл , а ключ розімкнено. Ключ замикають. Яка кількість теплоти виділиться в колі до того моменту, коли напруга на конденсаторі зменшиться у 2 рази?

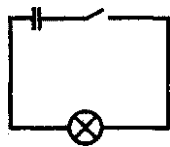


Рис. 19

Завдання 6

Чотири однакові легкі кульки, зв'язані нитками, розташовані у вершинах квадрата. Заряд кожної кульки дорівнює 50 нКл . Який заряд треба помістити в центрі квадрата, щоб сили натягу ниток зменшилися до нуля?

ВАРІАНТ 2

Завдання 1

Якщо напруженість електричного поля дорівнює 600 Н/Кл, то ...

- А... на тіло із зарядом 600 Кл у полі діє сила 1 Н.
- Б. ... на тіло із зарядом 1 Кл у полі діє сила 600 Н.
- В... потенціальна енергія тіла із зарядом 1 Кл дорівнює 600 Дж.
- Г. ... потенціальна енергія тіла із зарядом 600 Кл дорівнює 1 Дж.

Завдання 2

Під час переміщення заряду 200 нКл з однієї точки в іншу сили електричного поля виконали роботу 10 мкДж. Знайдіть різницю потенціалів між зазначеними точками.

- А. 2 В.
- Б. 5 В.
- В. 50 В.
- Г. 200 В.

Завдання 3

Якою є ємність плоского повітряного конденсатора з площею пластин 200 см² і відстанню між пластинами 0,5 мм?

- А. Меншою, ніж 100 пФ.
- Б. Від 200 пФ до 400 пФ.
- В. Від 500 пФ до 0,5 мкФ.
- Г. Більшою, ніж 1 мкФ.

Завдання 4

Знайдіть напруженість електричного поля двох точкових зарядів у точці А (рис. 21), якщо $q_1 = 60$ нКл, $q_2 = 90$ нКл, а відстань між лініями сітки дорівнює 5 см.

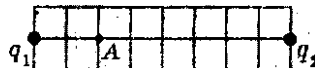


Рис. 21

Завдання 5

У плоскому конденсаторі діелектриком є пластинка слюди, площа якої 160 см², а товщина 2 мм. Конденсатор підключений до джерела напруги 200 В. На скільки зміниться заряд конденсатора, якщо витягти з нього пластинку?

Завдання 6

Коли кожній із двох однакових кульок, підвішених в одній точці на нитках довжиною 20 см, надали заряд 40 нКл, нитки відхилилися від вертикалі на 45°. Знайдіть масу кожної з кульок.

ВАРІАНТ 3

Завдання 1

Виберіть на рис. 22 правильне зображення ліній напруженості електричного поля двох різнойменних точкових зарядів.

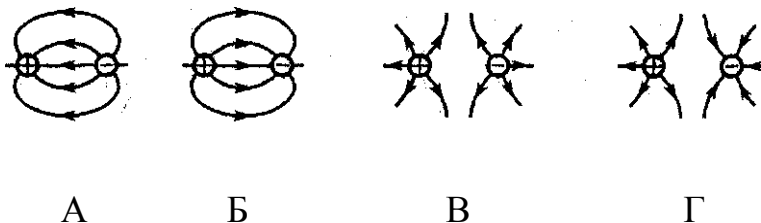


Рис. 22

Завдання 2

Чому дорівнює ємність конденсатора, який після підключення до джерела постійної напруги 200 В набуває заряду 1,2 мКл?

- А. 1,66 мкФ. Б. 2,4 мкФ. В. 6 мкФ. Г. 7,2 мкФ.

Завдання 3

Відстань між двома точками, що лежать на одній силовій лінії однорідного електричного поля, дорівнює 25 см. Якою є напруженість поля, якщо різниця потенціалів цих точок дорівнює 8 кВ?

- А. 200 В/м. Б. 2 кВ/м. В. 32 кВ/м. Г. 200 кВ/м.

Завдання 4

На скільки змінюється кінетична енергія протона під час переміщення з точки А в точку В електричного поля (рис. 23), якщо різниця потенціалів між цими точками дорівнює 50 В?



Рис. 23



Рис. 24

Завдання 5

Дві однакові кульки із зарядами 10 і -10 нКл підвішені на нитках (рис. 24). Знайдіть силу натягу кожної з ниток, якщо маса кожної кульки 50 мг, а довжина нижньої нитки 5 см.

Завдання 6

Точкові заряди 36 і -36 нКл розташовані у вакуумі на відстані 21 см один від одного. Чому дорівнює напруженість електричного поля цих зарядів у точці, що віддалена на 18 см від кожного з них?

ВАРІАНТ 4

Завдання 1

Електричний заряд провідника, розташованого в електростатичному полі, ...

А.... зосереджений у центрі провідника. Б. ... розподілений по поверхні провідника. В. ... рівномірно розподілений по всьому об'єму провідника. Г. ... завжди дорівнює нулю.

Завдання 2

Знайдіть напруженість електричного поля, що діє на заряд 50 нКл із силою 8 мН.

А. 400 В/м. Б. 4 кВ/м. В. 160 кВ/м. Г. 625 кВ/м.

Завдання 3

З якою силою взаємодіють у машинному маслі два точкові заряди по 20 нКл, розташовані на відстані 30 см один від одного?

А. 16 мкН. Б. 4,8 мкН. В. 1,6 мкН. Г. 0,16 мкН.

Завдання 4

Дві однакові металеві кульки були заряджені позитивно, причому заряд однієї з них у 5 разів перевищував заряд іншої. Після того як кульки зіштовхнули й віддалили на відстань 15 см, сила куло-нівської взаємодії між ними у вакуумі стала дорівнювати 90 мкН. Знайдіть початкові заряди кульок.

Завдання 5

Після короткочасного замикання ключа в показаному на рис. 25 колі напруга на конденсаторі зменшилася в 3 рази. Яким був початковий заряд конденсатора, якщо в колі виділилася кількість теплоти 2,4 Дж, а ємність конденсатора дорівнює 60 мкФ?

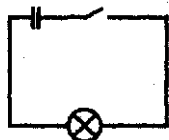


Рис. 25

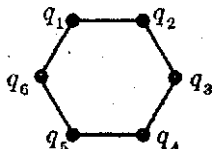


Рис. 26

Завдання 6

Шість точкових зарядів розташовані у вершинах правильного шестикутника зі стороною 10 см (рис. 26). Якою є напруженість електричного поля цих зарядів у центрі шестикутника, якщо $q_1 = q_2 = q_3 = q_5 = 30$ нКл, $q_4 = q_6 = -60$ нКл?

ВАРІАНТ 5

Завдання 1

Якщо різниця потенціалів між точками А і В дорівнює 5 В, то сили електричного поля під час переміщення ...

- А... заряду 1 Кл із точки A в точку B виконують роботу 5 Дж,
- Б. ... заряду 5 Кл із точки A в точку B виконують роботу 1 Дж.
- В. ... заряду 5 Кл із точки A в точку B виконують роботу 5 Дж.
- Г. ... заряду 1 Кл із точки A в точку B не виконують роботи.

Завдання 2

Яким є максимально допустимий заряд конденсатора, показаного на рис. 27?

- А. 30 мкКл. Б. 11 мкКл. В. 1,2 мкКл. Г. 0,83 мкКл.



Рис. 27



Рис. 28

Завдання 3

Знайдіть різницю потенціалів між двома точками, що лежать на одній силевій лінії однорідного електричного поля з напруженістю 6 кВ/м. Відстань між точками дорівнює 40 см.

- А. 240 В. Б. 1,5 кВ. В. 2,4 кВ. Г. 15 кВ.

Завдання 4

Знайдіть напруженість електричного поля двох точкових зарядів у точці A (рис. 28), якщо $q_1 = 30$ нКл, $q_2 = 60$ нКл, а відстань між лініями сітки дорівнює 5 см.

Завдання 5

Точкові заряди 6 і 54 нКл розташовані на відстані 40 см один від одного. У якій точці напруженість електричного поля цих двох зарядів дорівнює нулю?

Завдання 6

Дві однакові кульки масою 20 мг кожна підвішені в одній точці на нитках довжиною 15 см. Коли кулькам надали однакових зарядів, вони розійшлися на відстань 15 см. Який заряд надали кожній кульці?

ВАРІАНТ 6

Завдання 1

Виберіть на рис. 29 правильне зображення ліній напруженості електричного поля двох позитивних точкових зарядів*.

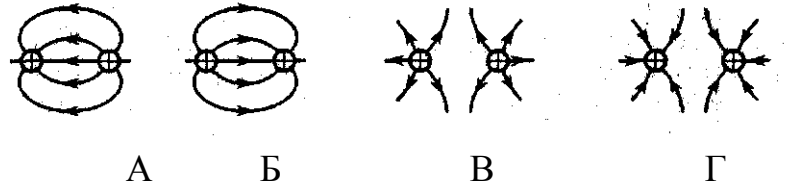


Рис. 29

Завдання 2

Яку роботу виконують сили електричного поля над зарядом 40 нКл, коли напруга між початковою і кінцевою точками траєкторії дорівнює 500 В?

А. 20 мкДж. Б. 12,5 мкДж. В. 8 мкДж. Г. 2 мкДж.

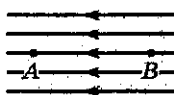
Завдання 3

Електроємність плоского повітряного конденсатора дорівнює 180 пФ, якщо відстань між пластинами 0,6 мм. Якою стане ємність конденсатора, якщо відстань між його пластинами зменшити до 0,4 мм?

А 45 пФ. Б. 120 пФ. В. 240 пФ. Г. 270 пФ.

Завдання 4

Збільшиться чи зменшиться кінетична енергій електрона під час переміщення з точки A в точку B електричного поля (рис.30)? Знайдіть зміну кінетичної енергії, якщо $AB = 15$ см, а напруженість електричного поля 2 кВ/м.



Завдання 5

У плоскому конденсаторі діелектриком є пластинка слюди завтовшки 3 мм. Конденсатор підключений до джерела напруги 2,1 кВ. Якою є густина енергії електричного поля всередині конденсатора?

Завдання 6

Дві маленькі заряджені кульки розташовані у вакуумі на відстані 36 см одна від одної. Якою є напруженість електричного поля в точці, віддаленій на 30 см від кожної з них, якщо заряд кожної кульки дорівнює 16 нКл?

Відповіді:

	1	2	3	4	5	6
Вар 1	а	г	а	3,6 мкН	0,56 Дж	-48 нКл
Вар 2	б	в	б	45 кВ/м	на 85 нКл	18 мГ
Вар 3	б	в	в	Збільш на $8 \cdot 10^{-18}$ Дж	0,98 мН	11,7 кВ/м
Вар 4	б	в	а	5 і 25 нКл	18 мКл	81 кВ/м
Вар 5	а	а	в	18 кВ/м	10 см від І 30 см від ІІ	17 нКл
Вар 6	в	а	г	збільш на $4,8 \cdot 10^{-17}$ Дж	15 Дж/м ³	2,56 кВ/м