

Електродинаміка

Електростатика

3.1. Два позитивні заряди¹ q та $2q$ перебувають на відстані 10 мм один від одного. Заряди взаємодіють з силою $7,2 \cdot 10^{-4}$ Н. Знайти величини зарядів. [2 нКл; 4 нКл]

3.2. Електричні заряди двох хмар відповідно дорівнюють 20 та -30 Кл. Хмари перебувають одна від одної на відстані 30 км. З якою силою взаємодіють хмари? [6 кН]

3.3. Дві однакові металеві заряджені кульки, що розташовані на відстані 10 см одна від одної, притягаються з силою 18 мкН. Якщо кульки доторкнути одна до одної, а потім розвести на ту ж саму відстань, то сила взаємодії стає 0,225 мкН. Знайти початкові заряди кульок. [± 5 нКл; ∓ 4 нКл]

3.4. Дві однакові провідні заряджені кульки, що мають заряди 24 нКл та 6 нКл, перебувають на відстані 4 см одна від одної. Кульки доторкнули одну до одної, а потім віддалили на попередню відстань. Знайти силу взаємодії кульок до та після торкання. [0,81 мН; 1,26 мН]

3.5. Після того, як дві заряджені однакові металеві кульки доторкнули одна до одної і розвели на відстань у $n = 2$ рази меншу, ніж початкова, сила відштовхування між ними зросла у $m = 4,5$ рази. Знайти відношення початкових зарядів кульок. [2]

3.6. Посередні між двома закріпленими однаковими зарядами розташували такий самий незакріплений заряд. Чи перебуватиме він в рівновазі? стійкій чи нестійкій? [Так; нестійка]

3.7. Два закріплені заряди 10 нКл та 40 нКл перебувають на відстані 12 см один від одного. Де треба розтушувати третій заряд, щоб він перебував в рівновазі? [4 см від меншого заряду на лінії, що з'єднує заряди]

3.8. Дві кульки масою по 0,25 г підвісили в одній точці на нитках завдовжки 100 см. Кулькам надають однакові заряди, внаслідок чого вони розходяться на відстань 6 см одна від одної. Знайти заряд кожної кульки. [5,4 нКл]

¹ Тут і далі під терміном "заряди" слід розуміти "точковий заряд". Якщо середовище, в якому перебувають заряди, не вказано, то вважати, що вони перебувають у вакуумі

3.9. У вершинах квадрата розташовані заряди по 1 мкКл. Який негативний заряд треба вмістити у точку перетину діагоналей, що уся система перебувала у рівновазі? [-0,96 мкКл]

3.10. Два заряди знаходяться у вакуумі на відстані r_1 один від одного. На якій відстані треба розмістити ці ж заряди у середовищі з діелектричною проникністю ϵ , що сила їхньої взаємодії не змінилася. [$r_1/\sqrt{\epsilon}$]

3.11. Сила взаємодії двох зарядів у воді становить 0,3 мН. З якою силою взаємодітимуть ці ж заряди в плексигласі? [7,4 мН]

3.12. Знайти напруженість електричного поля в точці, в якій на точковий заряд 5 нКл діє сила 30 мН. Яку величину має точковий заряд, що утворив це поле, якщо відстань між зарядами 100 мм? [60 кВ/м; 67 нКл]

3.13. Знайти заряд, який створює електричне поле, якщо на відстані 5 см від нього напруженість поля становить $1,6 \cdot 10^5$ Н/Кл. [44 нКл]

3.14. Між точковими зарядами $+q$ та $+9q$ відстань становить 8 см. На якій відстані від першого заряду напруженість електричного поля дорівнює нулю? [2 см]

3.15. Знайти напруженість електричного поля посередині між двома точковими зарядами $+4$ нКл та -5 нКл, якщо відстань між ними 0,6 м. [0,9 кВ/м]

3.16. У трьох вершинах квадрата, сторона якого дорівнює 40 см, розташовані однакові позитивні заряди 5 нКл. Знайти напруженість поля у четвертій вершині. [540 В/м]

3.17. Три однакові заряди $q = 0,1$ нКл знаходяться у вершинах прямокутного трикутника, що має катети $a = 3$ см, $b = 4$ см. Знайти напруженість електричного поля у точці перетину гіпотенузи з перпендикуляром, опущеним на неї з вершини прямого кута.

3.18. У вертикальному електричному полі розташована порошинка, маса якої $1 \cdot 10^{-9}$ г, а заряд $3,2 \cdot 10^{-17}$ Кл. Знайти напруженість електричного поля, якщо порошинка знаходиться у спокої. [$3 \cdot 10^5$ В/м]

3.19. Електричний заряд 9 нКл рівномірно розподілений по поверхні провідної кулі радіуса 1 м. Знайти напруженість електричного поля на відстанях 0,5 м, 1 м та 2 м від центра кулі. [0; 81 В/м; 20 В/м]

3.20. Дві концентричні металеві сфери мають радіуси $R_1 = 10$ см та $R_2 = 20$ см і несуть заряди $q_1 = 1$ нКл та $q_2 = -2$ нКл відповідно.

Побудувати графіки залежності напруженості та потенціалу електричного поля від відстані до центра сфер.

3.21. Система складається з двох концентричних сфер радіусами $R_1 = 5 \text{ см}$, $R_2 = 10 \text{ см}$. Внутрішня сфера має заряд $q = 1 \text{ нКл}$, зовнішня сфера заземлена. Знайти напруженість та потенціал електричного поля залежно від відстані до центра сфер. Побудувати відповідні графіки.

3.22. Знайти заряд Землі, якщо напруженість електричного поля біля її поверхні становить 100 В/м . Радіус Землі прийняти 6000 км . $[0,45 \cdot \text{МКл}]$

3.23. Електричне поле створено нескінченною площиною, зарядженою з поверхневою густиною зарядів $(1/4\pi) \cdot 10^{-4} \text{ Кл/м}^2$. Знайти напруженість електричного поля. $[4,5 \cdot 10^5 \text{ В/м}]$

3.24. Знайти середню поверхневу густину зарядів на пластині завдовжки 5 м і завширшки 4 м , якщо на пластині знаходиться заряд 20 мКл . $[1 \text{ мКл/м}^2]$

3.25. Дві нескінченно великі паралельні пластини заряджені різноіменно. Напруженість електричного поля між пластинами $E_1 = 3 \text{ кВ/м}$, зовні пластини – $E_2 = 1 \text{ кВ/м}$. Знайти поверхневі густини зарядів на пластинах.

3.26. Два точкові заряди q_1 та q_2 знаходяться на відстані $l = 40 \text{ см}$. Знайти напруженість поля в точці, яка лежить на лінії, що з'єднує заряди, на відстані $a = 10 \text{ см}$ від першого з них, якщо цей заряд створює в ній потенціал $\phi_1 = 20 \text{ В}$, а загальний потенціал точки $\phi = 5 \text{ В}$.

3.27. При переміщенні заряду $2,0 \text{ мКл}$ проти напрямку вектора напруженості електричного поля виконано роботу $0,8 \text{ мДж}$. Знайти різницю потенціалів між цими точками. $[400 \text{ В}]$

3.28. В однорідному електричному полі, що має напруженість $6 \cdot 10^5 \text{ В/м}$, перемістили заряд 70 нКл на відстань 8 см під кутом 60° до вектора напруженості. Знайти роботу зовнішньої сили по переміщенню заряду. $[-1,7 \cdot 10^{-3} \text{ Дж}]$

3.29. Електрон летить до важкого іона, що має негативний заряд $|q| = 3e$. На відстані $l = 50 \text{ см}$ від іона електрон мав швидкість

$v = 10^3 \text{ м/с}$. Знайти мінімальну відстань, на яку електрон зможе наблизитися до іона. Переміщенням іона знехтувати.

3.30. Два електрони, які рухаються назустріч один одному, на відстані $l = 1 \text{ м}$ мали швидкості $v = 10^5 \text{ м/с}$. Знайти мінімальну відстань між електронами.

3.31. Заряджена частина починає рухатись із стану спокою і проходить різницю потенціалів 1 кВ . При цьому вона набуває енергію 8000 еВ . Знайти заряд частинки і виразити його через заряд електрона. $[8e]$

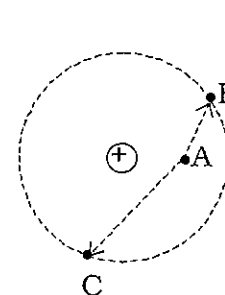


Рис.3.1

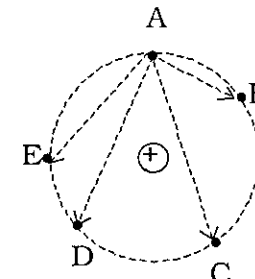


Рис.3.2

3.32. На скільки зміниться кінетична енергія електрона, якщо він пройде прискорюючу різницю потенціалів 1 МВ ? $[1,6 \cdot 10^{-13} \text{ Дж} = 1 \text{ MeV}]$

3.33. У сфері радіуса $R = 10 \text{ см}$ зроблений невеличкий отвір. З дуже великої відстані до сфери починає рухатись електрон. Пролетівши крізь отвір, електрон у центрі сфери має швидкість $v = 10^4 \text{ м/с}$. Знайти поверхневу густину зарядів на сфері.

3.34. Три однакові кульки, які зв'язані нитками однакової довжини l , лежать на столі. Маса кожної кульки дорівнює m , заряд q . Одну з ниток перепалюють. Знайти максимальні швидкості кожної з кульок. Тертям знехтувати.

3.35. Є два заряди $+10 \text{ нКл}$ та -10 нКл . Знайти потенціал точки, розташованої на відстані 10 см від першого заряду і на відстані 20 см від другого. $[0,45 \text{ кВ}]$

3.36. Знайти потенціал електричного поля точки, віддаленої від точкового заряду $16,7 \text{ нКл}$ на 10 см . $[1,5 \text{ кВ}]$

3.37. Порівняти роботи, затрачені на переміщення заряду в електричному полі з точки А в точку В та з точки А в точку С (рис.3.1). [Робота однакова]

3.38. В електричному полі точкового заряду (рис.3.2) з точки А в точки В, С, D та Е переміщують один й той самий заряд. Порівняти роботи, виконані при переміщенні заряду і обґрунтувати відповідь. [Робота однакова]

3.39. Наелектризованою паличною (рис.3.3) зарядили металеву підставку і кульку масою 5 мг, що висить на ній. Кулька відхилилася з точки А в точку В, яка вища від точки А на 1 см. Виміряна різниця потенціалів між точками А та В $\varphi_A - \varphi_B = 500$ В. Знайти заряд кульки. [1 нКл]

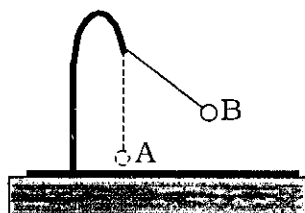


Рис.3.3

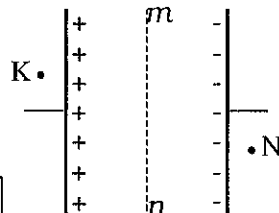


Рис.3.4

3.40. Різниця потенціалів між пластинками плоского конденсатора (рис.3.4) становить 50 В. Чому дорівнює різниця потенціалів між пластинками й землею? Позитивно заряджену пластинку з'єднують з землею. Знайти: А) потенціал точки на прямій mn ; Б) потенціал точок К та N. [+25 В; -25 В; А) -25 В; Б) 0; -50 В]

3.41. Відстань між двома паралельними пластинами становить 30 мм, напруга між ними 3 кВ. Побудувати графіки напруженості поля і зміни потенціалу між пластинами (негативно заряджену пластину заземлено).

3.42. Між двома паралельними пластинами відстань дорівнює 2 см, а різниця потенціалів 300 В. Як зміниться різниця потенціалів, якщо не змінюючи заряду, пластини розсунути до 6 см? [$\Delta U = 600$ В]

3.43. Порошинка маси 10^{-8} г міститься між паралельними горизонтальними пластинами, до яких прикладена напруга 5 кВ. Відстань між пластинами 5 см. Знайти заряд порошинки, якщо вона вільно висить у повітрі. [$9,8 \cdot 10^{-16}$ Кл]

3.44. Різниця потенціалів між двома паралельними пластинками становить 1 кВ, відстань між пластинками 10 см. Яка сил діє на заряд

$1 \cdot 10^{-4}$ Кл, що знаходиться між пластинами? [1 Н]

3.45. Різниця потенціалів між двома паралельними горизонтальними пластинами становить 700 В, відстань між пластинами 0,4 см. Між пластинами вільно висить у повітрі краплинка олії радіуса 1,5 мкм. Знайти заряд краплинки. Густина олії $0,8$ г/см³. [$6,4 \cdot 10^{-19}$ Кл]

3.46. Різниця потенціалів між двома пластинами 900 В. Яку швидкість набуде електрон, пролетівши із стану спокою від однієї пластини до другої? [$1,8 \cdot 10^7$ м/с]

3.47. Електричний заряд однієї кульки 200 нКл, а другої $10 \cdot 10^{-8}$ Кл. Кульки мають ємності 2 пФ та 3 пФ відповідно. Знайти заряди кульок після того, як їх з'єднали дротом. [$1,2 \cdot 10^{-7}$ Кл, $1,8 \cdot 10^{-7}$ Кл]

3.48. Велика крапля ртуті утворилася при зливанні $N = 125$ однакових маленьких краплинок ртуті, що мали потенціал $\varphi_1 = 1$ В кожна. Знайти потенціал великої краплі. [25 В]

3.49. Ємності двох віддалених куль 10 пФ та 20 пФ, а заряди на них відповідно 18 нКл та 30 нКл. Який заряд пройде по дроту, за допомогою якого кульки з'єднують між собою? [2 нКл]

3.50. Заряджену провідну сферу з'єднують тонким дротом з віддаленою незарядженою провідною сферою, об'єм якої у $n = 8$ разів більший, ніж зарядженої. У скільки разів зміниться при цьому потенціал зарядженої сфери?

3.51. Від якої напруги слід заряджати конденсатор ємністю 4 мкФ, щоб його заряд був $4,4 \cdot 10^{-4}$ Кл? [110 В]

3.52. Знайти ємність конденсатора, якщо при підключенні до джерела напруги 120 В його заряд становить 60 мкКл. [0,5 мкФ]

3.53. Конденсатор від'єдали від акумулятора, після чого зменшили відстань між його пластинами у 2 рази. У скільки разів зміниться заряд, напруженість поля та різниця потенціалів між пластинами? [Напруга зменшиться у 2 рази. Заряд і напруженість поля не зміняться]

3.54. Конденсатор приєднали до акумулятора, після чого зменшили відстань між його пластинами у 2 рази. Як зміниться різниця потенціалів між пластинами, напруженість електричного поля, заряд конденсатора? [Напруга не зміниться. Напруженість і заряд зростуть у 2 рази]

3.55. Відстань між обкладками плоского конденсатора збільшили у 3 рази, а їх площу зменшили у 2 рази. Як зміниться при цьому єм-

ність конденсатора? [Зменшилася у 6 разів]

3.56. Між пластинами плоского конденсатора знаходиться слюда. Площа пластин конденсатора 15 см^2 , відстань між ними $0,02 \text{ см}$. Знайти ємність конденсатора. [400 пФ]

3.57. Плоский повітряний конденсатор ємністю $C = 100 \text{ пФ}$ підключений до джерела напруги $U = 12 \text{ В}$. Між його обкладинками вводять металеву пластину, товщина якої у $n = 3$ рази менша ніж відстань між обкладинками. Який заряд пройде через джерело при цьому?

3.58. Є конденсатори ємностями 4 мкФ , 5 мкФ , 10 мкФ , 20 мкФ . Знайти ємність системи з цих конденсаторів, якщо їх з'єднали: А) паралельно; Б) послідовно. [39 мкФ; 1,7 мкФ]

3.59. Є конденсатори ємностями 2 мкФ та 4 мкФ . Знайти ємність системи з цих конденсаторів, якщо їх з'єднали: А) паралельно; Б) послідовно. [6 мкФ; 1,3 мкФ]

3.60. Два конденсатори, що мають ємність $C_1 = 1 \text{ мкФ}$ та $C_2 = 2 \text{ мкФ}$, з'єднані послідовно. Перший з них розрахований на максимальну напругу $U_1 = 200 \text{ В}$, другий – $U_2 = 50 \text{ В}$. Яку максимальну напругу можна подати на цю батарею?

3.61. Два однакові плоскі конденсатори з'єднані між собою паралельно і заряджені до напруги $U = 150 \text{ В}$. Після від'єднання джерела напруги відстань між обкладинками одного з них зменшили у $n = 2$ рази. Знайти напругу на конденсаторах після цього.

3.62. Знайти загальну ємність конденсаторів, з'єднаних так, як показано на рис.3.5, якщо $C_1 = 4 \text{ мкФ}$, $C_2 = 6 \text{ мкФ}$, $C_3 = 10 \text{ мкФ}$, $C_4 = 5 \text{ мкФ}$. [6 мкФ]

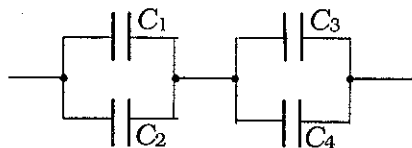


Рис.3.5

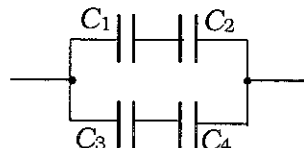


Рис.3.6

3.63. Знайти загальну ємність конденсаторів, з'єднаних так, як показано на рис.3.6, якщо $C_1 = 10 \text{ мкФ}$, $C_2 = 15 \text{ мкФ}$, $C_3 = 6 \text{ мкФ}$, $C_4 = 2 \text{ мкФ}$. [7,5 мкФ]

3.64. Три однакові металеві пластини розташовані на однакових відстанях одна від одної у повітрі (рис.3.7). Крайні пластинки з'єднані між собою дротом. У скільки разів зміниться ємність такої системи, якщо простір між пластинками 1 і 2 заповнити діелектриком з проникністю $\epsilon = 3$?

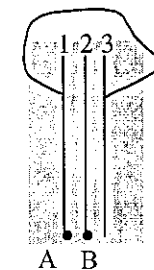


Рис.3.7

3.65. Два однакові плоскі конденсатори з'єднані послідовно і підключені до джерела живлення. Один з конденсаторів заповнюють діелектриком з проникністю $\epsilon = 2$. У скільки разів зміниться напруженість електричного поля у повітряному конденсаторі?

3.66. Заряд конденсатора становить $3,2 \cdot 10^{-3} \text{ Кл}$, напруга між обкладками 500 В . Знайти енергію електричного поля конденсатора. [0,8 Дж]

3.67. Знайти енергію електричного поля конденсатора, якщо його ємність 20 мкФ , а напруга між обкладками дорівнює 220 В . [0,484 Дж]

3.68. Імпульсне стикове зварювання мідного дроту проводять за допомогою розрядження конденсатора ємністю 1000 мкФ , зарядженого до напруги 1500 В . Знайти середню корисну потужність розрядного імпульсу, якщо від триває 2 мкс , а ККД установки 4% . [22,5 МВт]

3.69. Яка кількість теплоти виділиться в провіднику під час розрядження через нього конденсатора ємністю 100 мкФ , зарядженого до напруги $1,2 \text{ кВ}$? [72 Дж]

Електричний струм, закон Ома

3.70. У провіднику за 30 хв проходить електричний заряд 1800 Кл . Визначити силу струму і час, протягом якого проходить заряд 600 Кл . [1 А; 10 хв]

3.71. Знайти заряд, який проходить крізь поперечний переріз провідника за 5 с , коли за цей проміжок часу сила струму рівномірно зростала від нуля до 12 А . [30 Кл]

3.72. Пучок протонів, що має площу перерізу 5 мм^2 , нормально падає на заземлену металеву пластину. Швидкість протонів у пучку 10^5 м/с , їх концентрація $2 \cdot 10^{22} \text{ м}^{-3}$. Заряд протона $1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Кл}$. Знайти силу струму у дроті, яким пластинка з'єднана з землею.

3.73. По провіднику перерізом 50 мм^2 проходить постійний струм. Середня швидкість дрейфу вільних електронів дорівнює $0,285 \text{ мм/с}$, а їх концентрація $7,9 \cdot 10^{27} \text{ м}^{-3}$. Знайти силу струму й густину струму у

провіднику. [18 А; 0,36 А/мм²]

3.74. Площа перерізу провідника 1,2 мм². За 0,4 с через цю площу проходить $6 \cdot 10^{18}$ електронів. Знайти густину струму. [2 МА/м²]

3.75. По срібному провіднику перерізом 1 мм² проходить струм 1 А. Знайти середню дрейфову швидкість електронів в цьому провіднику, вважаючи, що на кожний атом срібла припадає один вільний електрон. [0,01 см/с]

3.76. Знайти середню дрейфову швидкість вільних електронів в провіднику, якщо їх концентрація $4 \cdot 10^{22}$ см⁻³. Площа перерізу провідника 0,5 см², сила струму в ньому 3,2 А. [0,01 мм/с]

3.77. В персональному комп'ютері від одного елемента до іншого передається $3 \cdot 10^8$ імпульсів струму за 1 с. Яку найбільшу довжину може мати провідник, що з'єднає ці елементи? [1 м]

3.78. Імпульс струму повинен передаватися від одного елемента електронної схеми до іншого за 1 нс. Чи можна з'єднати ці елементи провідником завдовжки 40 см? [Не більше ніж 30 см]

3.79. У провіднику змінного перерізу (рис.3.8) проходить струм. Чи однакова напруженість електричного поля на ділянках АВ та ВС? Чи однакова середня швидкість напрямленого руху вільних електронів на обох ділянках? Відповідь обґрунтувати. [Ні]

3.80. В однорідному провіднику АС змінного перерізу (рис.3.8) проходить електричний струм. Довжина ділянки АВ дорівнює довжині ділянки ВС. Довести, що напруга на ділянці АВ менша, ніж на ділянці ВС.

3.81. Знайти площу поперечного перерізу і довжину алюмінієвого дроту, якщо його опір 0,1 Ом, а маса 54,6 г. [$2,4 \cdot 10^{-6}$ м²; 8,5 м]

3.82. Знайти опір і довжину нікелінового дроту, що має масу 89 г та площу перерізу 0,5 мм². [20 м; 16,8 Ом]

3.83. Плоский конденсатор ємністю 88,5 пФ заповнений недосконалим діелектриком, що має питомий опір 10 ГОм·м і діелектричну проникненість 2. Знайти опір діелектрика. Електрична стала $\epsilon_0 = 8,85 \cdot 10^{-12}$ Ф/м.

3.84. Площа перерізу ніхромового дроту 0,55 мм². При приєднан-

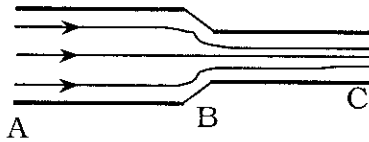


Рис.3.8

ні цього дроту до джерела з напругою 120 В в колі тече струм 2,4 А. Знайти довжину дроту. [25 м]

3.85. При послідовному з'єднанні двох провідників загальний опір становить 50 Ом, а при паралельному - 12 Ом. Знайти опір кожного з провідників. [20 Ом; 30 Ом]

3.86. Гальванометр, що має опір 50 Ом, призначений для вимірювання напруги до 0,25 В. Як з цього приладу зробити вольтметр, розрахований на вимірювання напруги до 200 В? [Приєднати додатковий опір 40 кОм]

3.87. Амперметр, що має опір 0,1 Ом, розраховано на вимірювання сили струму 5 А. Що треба зробити, щоб перетворити його на амперметр для вимірювання струму до 50 А? [Приєднати шунт 0,01 Ом]

3.88. Опір вольфрамової нитки електричної лампочки при 20°C дорівнює 60 Ом. Розжарена нитка має опір 580 Ом. Знайти температуру розжареної нитки. [2000°C]

3.89. Алюмінієвий дріт при 0°C має опір 4,05 Ом. Який опір матиме дріт при температурі 200°C? [7,7 Ом]

3.90. Сила струму в електричній лампочці 200 мА. Діаметр вольфрамової нитки 0,02 мм. Обчислити напруженість електричного поля в нитці. [35 В/м]

3.91. Треба виготовити нагрівальний прилад, який би мав опір 48 Ом при температурі 800°C. Якої довжини дріт слід взяти для цього, якщо його діаметр 0,5 мм, температурний коефіцієнт опору $2,1 \cdot 10^{-4}$ 1/К, питомий опір 0,4 мкОм·м? [20 м]

3.92. Електрична лампочка має вольфрамову нитку розжарення. При температурі $t_1 = 27^\circ\text{C}$ напруга на лампочці $U_1 = 10$ мВ при силі струму $I_1 = 4$ мА. В робочому стані напруга на лампочці $U_2 = 120$ В при силі струму $I_2 = 4$ А. Знайти робочу температуру нитки. Температурний коефіцієнт опору вольфраму $\alpha = 4,8 \cdot 10^{-3} \text{ K}^{-1}$.

3.93. В електричній батарейці напруженість поля сторонніх сил дорівнює 24 В/м, відстань між клемми — 0,05 м. Знайти ЕРС батарейки.

3.94. ЕРС джерела 12 В. Яку роботу виконають сторонні сили, перемістивши заряд 50 Кл всередині джерела від одної клеми до другої? [600 Дж]

3.95. Знайти ЕРС джерела, якщо сторонні сили виконують роботу

20 Дж, при переміщенні заряду 10 Кл всередині джерела від одного полюса до іншого. [2 В]

3.96. Коли паралельно до конденсатора, підключеного до клем батареї, приєднали резистор з опором $R = 15 \text{ Ом}$, заряд на конденсаторі зменшився в $n = 1,2$ рази. Знайти внутрішній опір батареї.

3.97. Показати, що під час короткого замикання напруга на затискачах джерела дорівнює нулю.

3.98. Які два значення повинен мати зовнішній опір кола, щоб потужність струму в ньому дорівнювала нулю? [$R \rightarrow \infty$ або $R = 0$]

3.99. ЕРС батареї 1,5 В, її внутрішній опір 0,5 Ом. Який максимальний струм може дати ця батарея? Знайти струм у колі, якщо клему батареї замкнути провідником, що має опір 0,5 Ом; 1 Ом; 2 Ом. [3 А; 1,5 А; 1 А; 0,6 А]

3.100. Знайти внутрішній опір елемента живлення, якщо його ЕРС дорівнює 1,2 В, а при зовнішньому опорі 5 Ом сила струму у колі 0,2 А. [1 Ом]

3.101. ЕРС батареї 6 В, її внутрішній опір 0,5 Ом. Клеми батареї з'єднали резистором 11,5 Ом. Знайти силу струму у колі, напругу на клеммах батареї, спад напруги всередині батареї. [0,5 А; 5,75 В; 0,25 В]

3.102. ЕРС батареї кишенькового ліхтарика 3,7 В, її внутрішній опір 1,5 Ом. Батарею замкнули на опір 11,7 Ом. Знайти напругу на клеммах батареї. [3,3 В]

3.103. Яку довжину повинна мати сталевий дріт перерізом $0,2 \text{ мм}^2$, щоб, замкнувши нею елемент з ЕРС 2 В і внутрішнім опором 1,2 Ом, дістати струм у колі 250 мА? [11,3 м]

3.104. Джерело ЕРС 1,5 В, внутрішній опір якого 0,8 Ом, замкнули нікеліновим дротом завдовжки 2,1 м і перерізом $0,21 \text{ мм}^2$. Знайти напругу на клеммах джерела. [1,26 В]

3.105. Якщо клему джерела замкнути опором 1 Ом, то напруга на них 1,5 В, а якщо опір кола 2 Ом, то напруга - 2 В. Знайти ЕРС джерела та його внутрішній опір. [3 В; 1 Ом]

3.106. При замиканні клем джерела ЕРС резистором 4,5 Ом, струм у колі становить 0,2 А, а якщо опір резистора 10 Ом, то струм - 0,1 А. Знайти ЕРС джерела та його внутрішній опір. [1,1 В; 1 Ом]

3.107. Пучок електронів, що має площу перерізу 5 мм^2 , нормально падає на заземлену металеву пластину. Концентрація протонів у пучку $2 \cdot 10^{22} \text{ м}^{-3}$, їх енергія $2 \cdot 10^{-16} \text{ Дж}$. Знайти теплову потужність, яку

треба відводити від пластини, щоб вона не нагрівалася.

3.108. Два провідники, опори яких дорівнюють 10 Ом та 23 Ом, ввімкнули в мережу з напругою 100 В. Яка кількість теплоти виділиться у кожному з провідників за 1 хв, якщо їх ввімкнули а) послідовно; б) паралельно? [а) 5,5 кДж; 12,7 кДж; б) 60 кДж; 26 кДж]

3.109. В якому з чотирьох опорів, показаних на рис.3.9, виділиться більша кількість тепла при підключенні до електричної мережі? [В опорі 2 Ом]

3.110. Знайти силу струму у нагрівнику, що має опір 100 Ом, для того, щоб за 1 с а) розплавити 1 г льоду, який має температуру 0°C ; б) перетворити на пару 1 г води, що має температуру 100°C . [а) 1,8 А; б) 4,75 А]

3.111. Знайти силу струму у нагрівнику, що має опір 100 Ом, для того, щоб протягом однієї секунди нагріти 1 г води від температури замерзання до температури кипіння. [2 А]

3.112. Знайти довжину та поперечний переріз ніхромового дроту, з якого треба виготовити нагрівник, що має потужність 480 Вт і призначений для включення у мережу 120 В. Допустима густина струму 10 А/мм^2 . [~11 м; $0,4 \text{ мм}^2$]

3.113. Батарею замикають спочатку дротом, що має опір 4 Ом, а потім - 9 Ом. В обох випадках теплова потужність струму виявилася однаковою. Знайти внутрішній опір джерела. [6 Ом]

3.114. До діаметрально протилежних точок дрітвяного кільця приєднують джерело ЕРС, внутрішній опір якого $r = 0$. При цьому у кільці виділяється теплова потужність 100 Вт. Кільце розрізають і до кінців дроту підключають те ж саме джерело. Знайти теплову потужність, яка буде виділятися у дроті.

3.115. Чотири акумулятори, ЕРС кожного з яких дорівнює 2 В, а внутрішній опір 0,8 Ом, з'єднали послідовно в батарею. До батареї підключили провідник, що має опір 4,8 Ом. Знайти силу і потужність струму у всьому колі. [1 А; 8 Вт]

3.116. ЕРС джерела 2 В, його внутрішній опір 1 Ом. Знайти струм у колі, якщо зовнішня частина кола споживає потужність 0,75 Вт. [0,5 А або 1,5 А]

3.117. За який час підйомний кран піднімає вантаж масою 5 т на

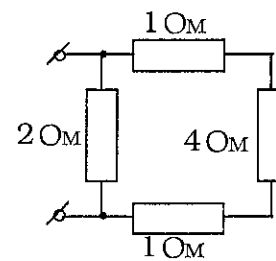


Рис.3.9

висоту 3 м, якщо сила постійного струму у двигуні 60 А при напрузі 220 В? ККД крана 80%. [14 с]

3.118. Знайти ККД електродвигуна, який підключений до джерела напруги 100 В. Робочій струм в обмотці двигуна 10 А, її опір 1 Ом.

3.119. Електровоз рухається зі сталюю швидкістю 43,2 км/год, розвиваючи середню силу тяги 43,7 кН. Знайти силу струму, споживаного двигуном, якщо він перебуває під напругою 1500 В. ККД двигунів 92%. [380 А]

3.120. У посудині знаходиться 1 л води і 50 г льоду у термодинамічній рівновазі. У воду опускають нагрівник потужністю 500 Вт, теплова віддача якого становить 60%. За який час закипить вода? Теплоємністю посудини знехтувати. [~25 хв]

3.121. Для розігрівання водопровідної труби, в якій утворився лід, використали електронагрівник. Сила струму в нагрівнику 500 А при напрузі 120 В. Скільки льоду плавиться в трубі за 1 хв, якщо теплові втрати становлять 80%? Вважати, що температура льоду 0°C. [~2,2 кг]

Магнітне поле

3.122. На рис.3.10 показані перерізи прямих дротів з однаковими струмами. Показати напрям магнітного поля в точках С та D.

3.123. На рис.3.11 показано силові лінії магнітного поля прямого струму. Знайти напрямок струму.

3.124. Рамка, що показана на рис.3.12, підключена до джерела постійного струму. Знайти напрямок магнітного поля в центрі рамки.

3.125. Два однакових металевих кільця мають спільний центр і розташовані у взаємно перпендикулярних площинах. По кільцях течуть однакові струми. Який напрямок має вектор індукції магнітного поля у спільному центрі кілець? [вздовж бісектриси двограного кута між площинами кілець]

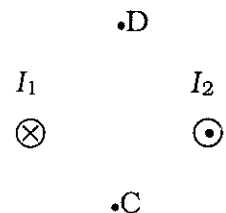


Рис.3.10

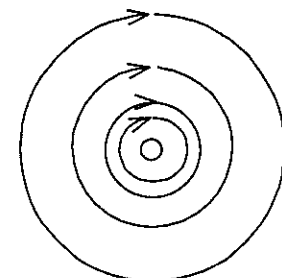


Рис.3.11

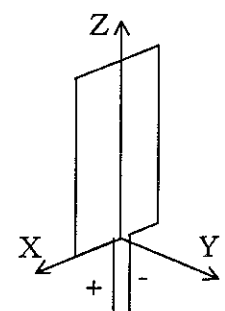


Рис.3.12

3.126. Протон, що має енергію 1 кеВ, рухається в однорідному магнітному полі по колу радіуса 1 мм. Знайти прискорення протона та період його обертання. [$1,9 \cdot 10^{14}$ м/с²; $1,4 \cdot 10^{-8}$ с]

3.127. У мас-спектрометрі частинка, що має заряд $1,6 \cdot 10^{-19}$ Кл, рухається зі швидкістю 956 км/с по колу діаметром 20 см в однорідному магнітному полі з індукцією 0,1 Тл. Знайти масу частинки. [$1,7 \cdot 10^{-27}$ кг (протон)]

3.128. Електрон і протон, які у початковий момент знаходилися у спокої, пройшли однакову прискорюючу різницю потенціалів і влетіли в однорідне магнітне поле. Порівняти радіуси кривизни протона та електрона. [$R_1:R_2 = 43$]

3.129. Електрон і протон, рухаючись паралельно один одному з однаковою швидкістю, потрапляють під певним кутом в однорідне магнітне поле. Порівняти радіуси кривизни їх траєкторій. [$R_e:R_p = 1:1840$]

3.130. Електрон, який пройшов прискорюючу різницю потенціалів 45 В, потрапляє в однорідне магнітне поле і рухається в ньому по гвинтовій лінії радіуса 30 см з кроком 8 см. Знайти індукцію магнітного поля. [75 мкТл]

3.131. Електрон, прискорений різницею потенціалів 45 В, влітає в однорідне магнітне поле, що має індукцію 10 мТл, під кутом 30° до напрямку вектора індукції. Знайти радіус та крок гвинтової лінії, по якій рухається електрон, а також період його обертання. [1,13 мм; 1,23 см; 3,57 нс]

3.132. Електрон влітає в область простору, де створені взаємно перпендикулярні електричне і магнітне поля. Напруженість електри-