

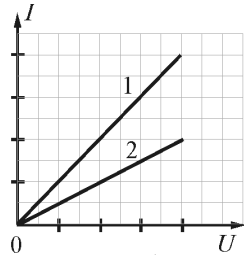
Розділ 1. Електродинаміка

Електричний струм. Робота і потужність електричного струму.

Послідовне і паралельне з'єднання провідників.

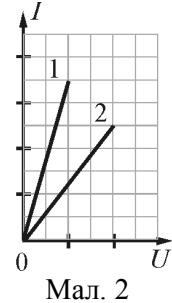
Шунти і додаткові опори

1. На малюнку 1 відображено графіки залежності сили струму від напруги для двох провідників, в яких однакові довжини і площі поперечного перерізу.



- а) Опір якого провідника більший?
б) Питомий опір якого провідника менший?

2. На малюнку 2 відображено графіки залежності сили струму від напруги для двох провідників, в яких питомі опори і площі поперечного перерізу однакові. Який провідник має більшу довжину?

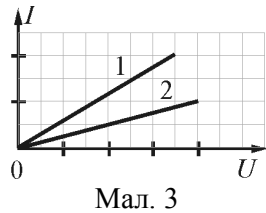


3. На малюнку 3 відображено графіки залежності сили струму від напруги для двох провідників, в яких питомі опори і довжини однакові. Який провідник має більшу площу поперечного перерізу?

4. Чому під час роботи на токарному верстаті із погано загостреним інструментом збільшується витрата електроенергії?

5. Визначити потужність струму в електричній лампі, якщо при напрузі 4,5 В сила струму в ній 100 мА.

6. Електрична лампочка потужністю 100 Вт ввімкнена в мережу з напругою 220 В. Визначити опір нитки розжарення лампочки і силу струму в ній.



7. Яка кількість теплоти виділяється в обмотці двигуна опором 0,5 Ом, по якій проходить струм 35 А протягом 5 годин неперервної роботи?

8. Яка енергія буде спожита електроплиткою потужністю 660 Вт при ввімкненні її в мережу з напругою 220 В протягом 30 хв? Яка сила струму в нагрівальному елементі електроплитки?

9. Нагрівник виготовлений з ніхромового дроту довжиною 8 м і площею поперечного перерізу 0,05 мм². Визначити потужність нагрівника під час вмикання його в мережу 220 В.

10. Лампочка потужністю 500 Вт розрахована на напругу 110 В. Який додатковий опір потрібно під'єднати до лампочки, щоб її можна було вмикати в мережу з напругою 220 В без зміни її потужності?
11. У коло з напругою 220 В увімкнено три однакові лампочки: дві паралельно, а третя – послідовно. Накреслити схему і визначити напругу на кожній лампочці. У якій з них виділяється більша потужність?
12. Два резистори, опори яких 40 Ом і 80 Ом з'єднані паралельно і під'єднані до джерела живлення. На першому резисторі виділилося 300 кДж теплоти. Яка кількість теплоти за той же час виділиться на другому резисторі? Яка кількість теплоти виділиться в обох резисторах за той же час, якщо вони будуть з'єднані послідовно?
13. Дві електричні лампочки увімкнули в мережу спочатку послідовно, а потім паралельно. Опір першої лампочки 360 Ом, другої – 240 Ом. Яка з лампочок споживає більшу потужність і в скільки разів у першому і другому випадках?
14. Дві лампочки з номінальними потужностями 25 Вт і 150 Вт, які розраховані на напругу 127 В, з'єднали послідовно і увімкнули у мережу з напругою 220 В. Яка з цих лампочок перегорить?
15. Визначити масу мідних проводів, необхідних для монтажу двопровідної лінії передачі від джерела живлення з напругою 2400 В до споживача, який знаходиться на відстані 5 км від джерела. Потужність струму на початку лінії електропередачі 60 кВт. Спад напруги в лінії електропередачі становить 8 %.
16. До джерела живлення з напругою 110 В необхідно під'єднати споживач потужністю 5 кВт. Який найбільший опір може мати лінія електропередачі, щоб втрата енергії в ній не перевищувала 10 %?
17. Яким повинен бути переріз мідного дроту, щоб передати на відстань 50 м потужність 1 кВт за напруги 100 В на початку лінії електропередачі? Втрати напруги на лінії не повинні перевищувати 6 В.
18. Гальванометр з шкалою від 0 до 15 мА має опір 5 Ом. Який опір і як слід приєднати до приладу, щоб ним можна було виміряти:
а) силу струму від 0 до 150 мА? б) напругу від 0 до 150 В? Яка ціна поділки приладу в обох випадках, якщо шкала має 100 поділок?

Розв'язання

а) Згідно умови за будь-якого вмикання максимальний струм, що проходить через прилад, не повинен перевищувати $I_0 = 15 \text{ мА}$. Щоб гальванометром можна було вимірювати струми до $I = 0,15 \text{ А}$, паралельно до нього треба увімкнути шунт R_1 , через який піде струм $I - I_0$. При цьому напруга на гальванометрі і на шунті становитиме $U = I_0 r = (I - I_0) R_1$,

$$\text{звідки } R_1 = \frac{I_0 r}{I - I_0} \quad (1). \quad R_1 = \frac{0,015 \text{ А} \cdot 5 \text{ Ом}}{0,15 \text{ А} - 0,015 \text{ А}} \approx 0,55 \text{ Ом}. \quad \text{Ціна поділки}$$

$$\text{зашунтованого приладу } C_1 = \frac{0,15 \text{ А}}{100 \text{ под}} = 1,5 \text{ мА/под}.$$

Якщо ввести позначення $n = \frac{I}{I_0}$, де n – показує в скільки разів

збільшується верхня межа вимірювання гальванометра, то вираз (1)

$$\text{запишеться: } R_1 = \frac{I_0 r}{I - I_0} = \frac{I_0 r}{n I_0 - I_0} = \frac{r}{n - 1}. \quad R_1 = \frac{5 \text{ Ом}}{10 - 1} \approx 0,55 \text{ Ом}.$$

б) За сили струму I_0 спад напруги на гальванометрі $U_0 = I_0 r = 0,015 \text{ А} \cdot 5 \text{ Ом} = 0,075 \text{ В}$. Для вимірювання напруги U послідовно з приладом необхідно увімкнути додатковий опір R_2 , спад напруги на якому $I_0 R_2$. Вимірювана напруга

$$U = I_0 r + I_0 R_2 = U_0 + \frac{U_0}{r} R_2. \quad \text{Звідси } R_2 = \frac{(U - U_0) r}{U_0} \quad (2).$$

$$R_2 = \frac{(150 \text{ В} - 0,075 \text{ В}) \cdot 5 \text{ Ом}}{0,075 \text{ В}} = 9995 \text{ Ом} \approx 10 \text{ кОм}. \quad \text{Ціна поділки}$$

$$\text{приладу після вмикання додаткового опору } C_2 = \frac{150 \text{ В}}{100 \text{ под}} = 1,5 \text{ В/под}.$$

Якщо ввести позначення $n = \frac{U}{U_0}$, де n – показує в скільки разів

збільшується верхня межа вимірювання вольтметра, то вираз (2)

$$\text{запишеться: } R_2 = \frac{(n U_0 - U_0) r}{U_0} = (n - 1) r.$$

$$R_2 = (2000 - 1) \cdot 5 \text{ Ом} = 9995 \text{ Ом}.$$

19. Амперметр, опір якого 1 Ом, розрахований на вимірювання сили струму 100 мА. Визначити опір шунта, який слід під'єднати до амперметра, щоб можна було виміряти силу струму 5 А.

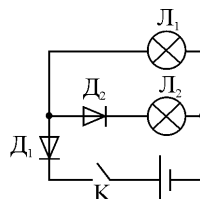
Приклад розв'язку завдань для тематичного контролю

Рівень А (початковий)

1. Яке з нижче наведених співвідношень виконується при послідовному з'єднанні двох резисторів з опором R_1 і R_2 ?
а) $R_{заг} = R_1 \cdot R_2$; б) $I_{заг} = I_1 + I_2$; в) $U_{заг} = U_1 = U_2$; г) $R_{заг} = R_1 + R_2$.
2. Сили, що діють на електрично заряджені частинки і не є кулонівськими, називають...
а) ...сторонніми; б) ...електростатичними; в) ...гравітаційними.
3. Якщо замкнути ключ К у електричному колі, схема якого зображена на малюнку 1, то...
а) ...світитиме тільки лампа L_1 ; б) ...світитиме тільки лампа L_2 ;
в) ...світитимуть обидві лампи; г) ...не світитиме жодна лампа.

Рівень В (середній)

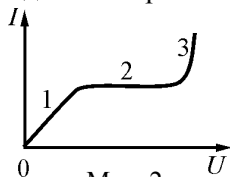
1. На графіку (мал. 2) зображено вольт-амперну характеристику газового розряду. Яка частина графіка відповідає розряду завдяки йонізації електронним ударом?
а) 1; б) 2; в) 3; г) кожна.
2. Якщо у хімічно чистому взірці германію деякі атоми замінити тривалентними атомами Індію, то основними носіями струму у даному напівпровіднику будуть...
а) ...електрони; б) ...дірки; в) ...електрони і дірки; г) ...йони.
3. Яка сила струму в колі, якщо при під'єднанні споживача до джерела живлення з напругою 220 В струм за 40 с виконав роботу 1100 Дж?



Мал. 1

Рівень С (достатній)

1. ЕРС джерела живлення 10 В. Коли до нього під'єднали опір 2 Ом, сила струму в колі становила 4 А. Визначити силу струму короткого замикання.
2. До якої температури слід охолодити срібний дріт, щоб його опір зменшився на 10%. Початкова температура дроту 0°C .



Мал. 2

Рівень Д (високий)

1. При під'єднанні до акумулятора резистора 2 Ом сила струму в колі 0,5 А, а при під'єднанні резистора 6 Ом – сила струму 0,3 А. Визначити внутрішній опір і ЕРС акумулятора.
2. Від генератора з напругою 6,6 кВ передають електроенергію на відстань 10 км. Визначити площу поперечного перерізу мідного дроту, який потрібно взяти для двопровідної лінії, щоб при силі струму 20 А втрати напруги в дротах не перевищували 3%.

Рівень А (початковий)

1. з 2. а 3. з

Рівень В (середній)

1. в 2. б
3.

$I - ?$
$U = 220 \text{ В}$
$t = 40 \text{ с}$
$A = 1100 \text{ Дж}$

Розв'язання

Робота електричного струму $A = UIt$. Звідси $I = \frac{A}{Ut}$.

Після підстановки $I = \frac{1100 \text{ Дж}}{220 \text{ В} \cdot 40 \text{ с}} = 0,125 \text{ А}$.

Рівень С (достатній)

- 1.

$I_{к.з.} - ?$
$\mathcal{E} = 10 \text{ В}$
$R = 2 \text{ Ом}$
$I = 4 \text{ А}$

Розв'язання

Із закону Ома для повного кола $I = \frac{\mathcal{E}}{R+r}$ можна визначити внутрішній опір джерела струму r . $r = \frac{\mathcal{E}}{I} - R$.

Після підстановки $r = \frac{10 \text{ В}}{4 \text{ А}} - 2 \text{ Ом} = 0,5 \text{ Ом}$.

Враховуючи, що під час короткого замикання $R=0$,

можна записати: $I_{к.з.} = \frac{\mathcal{E}}{r} = \frac{10 \text{ В}}{0,5 \text{ Ом}} = 20 \text{ А}$.

- 2.

$t - ?$
$t_0 = 0 \text{ }^\circ\text{C}$
$R = 0,9 R_0$
$\alpha = 0,004 \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$

Розв'язання

З короткого фізичного довідника записуємо в умову температурний коефіцієнт опору срібла. Залежність опору металів від температури визначається співвідношенням $R = R_0(1 + \alpha t)$, де R_0 , опір за $0 \text{ }^\circ\text{C}$.

Згідно умови задачі $0,9R_0 = R_0(1 + \alpha t)$.

Звідси $t = -\frac{0,1}{\alpha} = \frac{0,1}{0,004 \text{ }^\circ\text{C}^{-1}} = -25 \text{ }^\circ\text{C}$.

Відповіді до задач

- | | |
|---|---|
| 5. 0,45 Вт. | 43. 5,25 В; 1,25 Ом. |
| 6. 484 Ом; $\approx 0,46$ А. | 44. 0,5 Ом; 6 В. |
| 7. $1,1 \cdot 10^7$ Дж. | 45. 12 В; 2 Ом. |
| 8. $12 \cdot 10^5$ Дж; 3 А. | 46. 2,5 В; 1 А. |
| 9. 275 Вт. | 47. 24 В. |
| 10. 24,2 Ом. | 48. 6 Ом. |
| 11. $U_1=U_2 \approx 73$ В; $U_3 \approx 147$ В;
в третій. | 50. 3 А; 0,75 В. |
| 12. 150 кДж; 100 кДж. | 51. 120 В; 147 В. |
| 13. У першому випадку перша
в 1,5 разів, у другому –
друга в 1,5 разів. | 53. 3 А; 13,5 Вт. |
| 14. Напруга на першій
лампочці 189 В, на другій
31 В. Перегорить перша. | 54. 0,5 Ом ($R_1 R_2 = r^2$). |
| 15. ≈ 1970 кг. | 55. 20 А або 4 А. |
| 16. $\approx 0,22$ Ом. | 56. 84 %. |
| 17. $\approx 2,8$ мм ² . | 57. 80 %. |
| 19. $\approx 0,2$ Ом. | 58. 80 %. |
| 20. ≈ 100 А. | 63. ≈ 233 °С. |
| 21. ≈ 24 кОм. | 64. 0,004. |
| 22. Збільшиться у 5 разів. | 65. 1000 °С. |
| 23. а) 0,2 Ом; б) ≈ 980 Ом. | 66. $\alpha = 0,006$ °С ⁻¹ , сталь; 0,2 А;
55 Ом. |
| 24. 80 Ом; 40 мА; 3,2 В. | 67. 0,004 °С ⁻¹ . |
| 28. 4 В. | 77. 12 г. |
| 29. 480 Дж. | 78. 10 ⁵ с. |
| 30. 4 Кл. | 79. $\approx 2,24 \cdot 10^{22}$. |
| 33. 0,5 В; 2,5 Ом. | 81. ≈ 313 К. |
| 34. 1 А. | 82. $\approx 1,11 \cdot 10^8$ Дж. |
| 35. 3 А. | 83. $\approx 0,216$ мм. |
| 36. 20 А. | 84. $m_z/m_M \approx 1,56$. |
| 37. 1,4 В; 1 Ом. | 85. $m_c/m_a = 12$; $v_c/v_a = 3$. |
| 38. 6 В; 10 Ом. | 87. 3 МВ/м; ≈ 2300 км/с. |
| 39. 4,2 Ом; 0,4 А; 1,68 В. | 88. 20 кА; $4 \cdot 10^{13}$ Вт;
$12 \cdot 10^{10}$ Дж. |
| 40. 3,75 В; 7,5 м. | 90. $5 \cdot 10^{16}$. |
| 41. 5 мм. | 91. 288 Дж. |
| 42. $\approx 0,12$ нКл. | 92. $\approx 0,8$ нс. |
| | 93. 0,16 мА. |
| | 104. 3 кОм. |
| | 105. 2 кОм. |

Фізичний довідник

Радіус Землі: $R = 6400$ км.

Швидкість світла у вакуумі: $c = 3 \cdot 10^8$ м/с.

Стала Авогадро: $N_A = 6,02 \cdot 10^{23}$ моль⁻¹.

Універсальна газова стала: $R = 8,31 \frac{\text{Дж}}{\text{моль} \cdot \text{К}}$.

Стала Фарадея: $F = 9,648 \cdot 10^4 \frac{\text{КГ}}{\text{моль}}$.

Електрична стала: $\epsilon_0 = 8,85 \cdot 10^{-12} \frac{\Phi}{\text{М}}$.

Стала Планка: $h = 6,626 \cdot 10^{-34}$ Дж·с.

Елементарний заряд: $e = -1,6 \cdot 10^{-19}$ Кл.

Маса спокою електрона: $m_e = 9,1 \cdot 10^{-31}$ кг = 5,48610⁻⁴ а.о.м.

Маса спокою протона: $m_p = 1,6726 \cdot 10^{-27}$ кг = 1,00728 а.о.м.

Маса спокою нейтрона $m_n = 1,6749 \cdot 10^{-27}$ кг = 1,00866 а.о.м.

1 а.о.м. = 1,66057 · 10⁻²⁷ кг.

1еВ = 1,6 · 10⁻¹⁹ Дж.

$c^2 = 931,5 \frac{\text{МеВ}}{\text{а.о.м.}}$.

α -частинка: $m_\alpha = 4m_p$; $q_\alpha = 2q_p$.

Густина речовин ($\frac{\text{Г}}{\text{см}^3}$ або $10^3 \frac{\text{КГ}}{\text{М}^3}$)

Вода	1,0	Мідь	8,9
------	-----	------	-----

Питомий опір металів та сплавів при 20 °С ($\frac{\text{ОМ} \cdot \text{ММ}^2}{\text{М}}$ або 10^{-6} Ом·м)

Константан*	0,5	Ніхром*	1,1
Мідь	0,017	Нікелін*	0,42

Температурний коефіцієнт опору металів та сплавів (°С⁻¹)

Мідь	0,0043	Нікелін	0,0001
------	--------	---------	--------

Електрохімічний еквівалент ($\frac{\text{мг}}{\text{Кл}}$ або $10^{-6} \frac{\text{кг}}{\text{Кл}}$)

Водень (H ⁺)	0,0104	Нікель (Ni ²⁺)	0,3
Кисень (O ²⁻)	0,083	Срібло (Ag ⁺)	1,118
Мідь (Cu ²⁺)	0,33	Хром (Cr ³⁺)	0,18

Показник заломлення

Алмаз	2,4	Лід	1,3
Вода	1,33	Скипидар	1,47
Гліцерин	1,47	Скло*	1,5

Робота виходу електронів (eВ)

Вольфрам	4,54	Срібло	4,3
Калій	2,22	Цезій	1,81
Платина	5,32	Цинк	4,24

Дані про ізотопи деяких хімічних елементів

Атомний номер елемента	Назва хімічного елемента	Символ		Маса нукліда ізотопа, а.о.м.
		елемента	ізотопа	
1	Гідроген	H	¹ H	1,007825
			² H	2,014102
			³ H	3,016050
2	Гелій	He	³ He	3,016049
			⁴ He	4,002603
3	Літій	Li	⁶ Li	6,015125
			⁷ Li	7,016004
4	Берилій	Be	⁹ Be	9,012186
7	Нітроген	N	¹⁴ N	14,003074
			¹⁵ N	15,000107
8	Оксиген	O	¹⁶ O	15,994915
11	Натрій	Na	²³ Na	22,989771
12	Магній	Mg	²⁴ Mg	23,985042
13	Алюміній	Al	²⁷ Al	26,981539
15	Фосфор	P	³⁰ P	29,978670

Зміст

Розділ 1. Електродинаміка.....	1
Електричний струм. Робота і потужність електричного струму. Послідовне і паралельне з'єднання провідників. Шунти і додаткові опори (1). Електрорушійна сила. Закон Ома для повного кола (4). Електричний струм у металах (8). Електричний струм у рідинах (9). Електричний струм у газах і вакуумі (11). Електричний струм у напівпровідниках (13). Приклад розв'язку завдань для тематичного контролю (15). Завдання для тематичного контролю (для самостійного розв'язку) (18).	
Розділ 2. Електродинаміка.....	19
Магнітне поле. Сила Ампера (19). Сила Лоренца (21). Електромагнітна індукція (25). Самоіндукція. Індуктивність. Енергія магнітного поля (31). Приклад розв'язку завдань для тематичного контролю (34). Завдання для тематичного контролю (для самостійного розв'язку) (37).	
Розділ 3. Електромагнітні коливання та хвилі.....	38
Колівальний контур. Гармонічні електромагнітні коливання. Формула Томсона (38). Перетворення енергії під час вільних електромагнітних коливань (41). Змінний струм. Конденсатор і котушка в колі змінного струму. Трансформатор (43). Електромагнітні хвилі (47). Приклад розв'язку завдань для тематичного контролю (49). Завдання для тематичного контролю (для самостійного розв'язку) (52).	
Розділ 4. Оптика.....	53
Відбивання та заломлення світла. Закони заломлення світла. Повне відбивання (53). Лінзи. Формула тонкої лінзи. Оптичні системи (56). Інтерференція та дифракція світла. Дифракційна ґратка (60). Формула Планка. Світлові кванти. Фотоефект. Закони фотоефекту (64). Приклад розв'язку завдань для тематичного контролю (70). Завдання для тематичного контролю (для самостійного розв'язку) (73).	
Розділ 5. Атомна та ядерна фізика.....	74
Розвиток уявлень про атоми. Випромінювання та поглинання світла атомами. Енергетичні рівні атома (74). Ядерні сили. Енергія зв'язку (76). Радіоактивність. Закон радіоактивного розпаду (77). Методи реєстрації йонізуючого випромінювання. Ядерні реакції. Ланцюгова реакція поділу ядер Урану (78). Приклад розв'язку завдань для тематичного контролю (80). Завдання для тематичного контролю (для самостійного розв'язку) (83).	
Відповіді до задач	84
Фізичний довідник	89
Зміст	92