

День 8

1. Рівняння теплового балансу. Фазові переходи.

№ 1. Нагрітий алюмінієвий куб поклали на лід. Куб повністю занурився в лід. До якої температури t він був нагрітий? Температура льоду 0°C , тепловтратами знехтувати.

№ 2. У колбі знаходилася вода за 0°C . Викачуючи повітря з колби, домоглися того, що в ній залишився лише лід. Яка частина води при цьому випарувалась? Питома теплота пароутворення води за 0°C $r = 2.5$ МДж/кг.

№ 3. Свинцева куля вдаряється об броньовану плиту та відскакує від неї. На нагрівання кулі йде 60 % втраченої нею механічної енергії. Швидкість кулі перед ударом об плиту $v_0 = 400$ м/с, після удару $v = 100$ м/с. Температура кулі до удару $t_1 = 50^{\circ}\text{C}$. Яка частина кулі розплавилась?

2. Робота та потужність струму. Закон Джоуля-Ленца.

№ 4. Електричний нагрівник живиться від N однакових акумуляторів, кожен з яких має внутрішній опір r . Нагрівник споживає однакову потужність при послідовному та паралельному з'єднанні акумуляторів. Визначте опір нагрівника R .

№ 5. До джерела ЕРС по черзі підключають резистори з опорами R_1 і R_2 . В обох випадках на резисторах виділяється однакова потужність. Визначте внутрішній опір r джерела.

№ 6. При почерговому підключенні до джерела ЕРС двох електричних нагрівників з опорами $R_1 = 3$ Ом і $R_2 = 48$ Ом на них виділяється однакова потужність $P = 1.2$ кВт. Визначте силу струму короткого замикання джерела I_{K3} .

№ 7. Яку силу струму I треба пропустити через залізний дріт діаметром $D = 0.5$ мм, щоб через $\tau = 1$ с дріт почав плавитись? Початкова температура дроту $t_0 = 0^{\circ}\text{C}$; тепловтратами та залежністю опору від температури знехтувати.

№ 8. Три тонких дроти однакового діаметра — залізний, мідний і алюмінієвий — з'єднані послідовно. Їх під'єднують до джерела високої напруги, і один з дротів перегорає. Яка? Початкова температура $t_0 = 0^{\circ}\text{C}$.

Домашнє завдання 8

№ 1. Калориметр містить $m_1 = 250$ г води за температури $t_1 = 15^\circ\text{C}$. У воду кинули $m_2 = 20$ г мокрого снігу. У результаті температура в калориметрі знизилась на $\Delta t = 5^\circ\text{C}$. Скільки води було у снігу? (2 бали)

№ 2. За дотримання деяких запобіжних заходів воду можна переохолодити, тобто знизити її температуру нижче 0°C . Пробірку, що містить $m = 12$ г переохолодженої води за температури $t = -5^\circ\text{C}$, струшують. При цьому частина води замерзає. Яка маса $m_{\text{л}}$ льоду, що утворився? Теплообміном з навколишнім середовищем і теплоємністю пробірки знехтувати (2 бали).

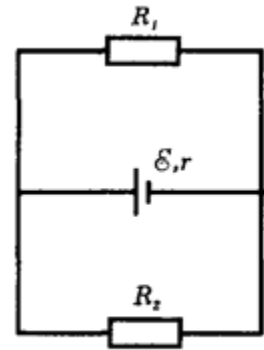
№ 3. З якої висоти h має падати вода, щоб при ударі об землю вона закипала? На нагрівання води йде 50 % втраченої механічної енергії. Початкова температура води $t_1 = 20^\circ\text{C}$. (1 бал)

№ 4. У калориметрі знаходиться шматок льоду при температурі $t_0 = 0^\circ\text{C}$. У калориметр доливають воду масою $m = 10$ кг, взятую при температурі $t_1 = 9.9^\circ\text{C}$. Щоб утримати шматок льоду під водою відразу після додавання в калориметр води, до нього потрібно докласти спрямовану вертикально вниз силу $F_1 = 3$ Н. Яку силу F_2 , спрямовану вертикально вниз, необхідно докласти до шматка льоду для його утримання під водою після встановлення теплової рівноваги в калориметр? Теплообміном з калориметр і оточуючими тілами можна знехтувати. Питома теплота плавлення льоду $\lambda = 0.33$ МДж/кг, питома теплоємність води $c_B = 4.2$ кДж/(кг·°C), густина води $\rho_B = 10^3$ кг/м³, густина льоду $\rho_{\text{л}} = 0.9 \cdot 10^3$ кг/м³ прискорення вільного падіння $g = 10$ м/с² (3 бали).

№ 5. У кімнаті горить електрична лампа потужністю $P_1 = 100$ Вт, підключена до мережі з напругою $U = 220$ В. Опір дротів, що проводять електроенергію до квартири, становить $R_0 = 4$ Ом. Як зміниться напруга на лампі, якщо включити електрокамін потужністю $P_2 = 500$ Вт? (1 бал)

№ 6. Акумуляторна батарея має ЕРС $\varepsilon = 12$ В і внутрішній опір $r = 0.1$ Ом. Скільки лампочок потужністю $P_0 = 25$ Вт кожна, розрахованих на напругу $U = 10$ В, можна підключити до цього джерела ЕРС, щоб вони горіли нормальним розжаром? (2 бали)

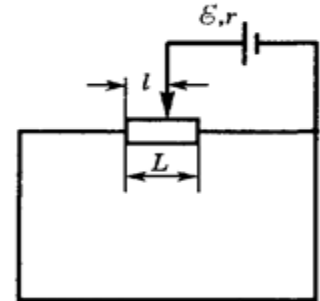
№ 7. Визначте загальну потужність P , споживану резисторами (див. рисунок). Опори резисторів $R_1 = 8$ Ом, $R_2 = 24$ Ом; ЕРС джерела $\varepsilon = 40$ В, його внутрішній опір $r = 2$ Ом. (1 бал)



№ 8. Визначте струм короткого замикання $I_{KЗ}$ акумуляторної батареї, якщо при струмі $I_1 = 5$ А навантаження споживає потужність $P_1 = 30$ Вт, а при струмі $I_2 = 10$ А — потужність $P_2 = 40$ Вт. (2 бали)

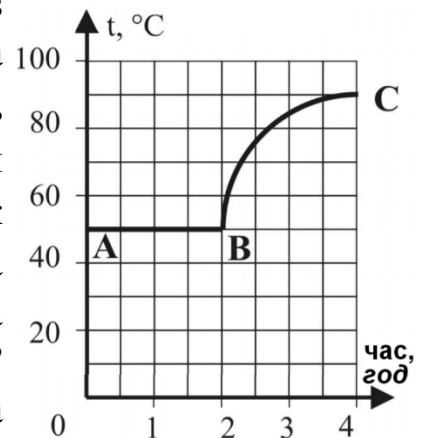
№ 9. Джерело струму з ЕРС ε і внутрішнім опором r замкнуте на реостат. Побудуйте графіки залежності таких величин від опору R реостата: сили струму I , напруги U , потужності P у зовнішньому колі, повної потужності P_0 і ККД кола η . При якому R досягається максимальна потужність у зовнішньому колі? Який при цьому ККД кола? (3 бали)

№ 10. Опір реостата (див. рисунок) $R = 16$ Ом. ЕРС джерела струму $\varepsilon = 12$ В, його внутрішній опір $r = 2$ Ом. Виразіть через відношення $x = \frac{1}{L}$ такі величини: силу струму I на джерелі; напругу U на полюсах джерела; потужність P , що виділяється на реостаті. Побудуйте відповідні графіки (3 бали).



Додаткові задачі

№ 11. Полімер вмістили в калориметр із нагрівачем. Перші дві години температура полімеру була 50°C . При цьому потужність нагрівача складала $P_0 = 6 \text{ Вт}$. Наступні дві години температура полімеру змінювалася так, як показано на рисунку (криву BC можна прийняти за чверть кола). Яка кількість теплоти була передана навколишньому середовищу за перші дві години? Яка кількість теплоти була передана навколишньому середовищу за наступні дві



години? Потужність втрат тепла з калориметра прямо пропорційна різниці температур всередині й зовні калориметра. Теплоємністю калориметра знехтувати. Температура в лабораторії 20°C . Агрегатний стан полімеру не змінюється (4 бали).

№ 12. В електрочайник потужністю 2 кВт налили літр води. Після того, як вода почала інтенсивно кипіти, чайник автоматично вимикається, але кипіння продовжується ще 15 с , поступово зменшуючи інтенсивність утворення бульбашок пари. Ще через 30 с температура води у чайнику зменшується на 1°C . Вважаючи, що інтенсивність кипіння після вимкнення чайника зменшувалась рівномірно, визначте середню температуру нагрівального елементу чайника у момент вимкнення. Чому дорівнює ККД чайника при температурах води, близьких до 100°C ? Запропонуйте формулу залежності ККД чайника від температури води. Маса нагрівального елементу $m = 200 \text{ г}$, його питома теплоємність $c = 500 \text{ Дж}/(\text{кг}\cdot^{\circ}\text{C})$, питома теплоємність води $c_B = 4200 \text{ Дж}/(\text{кг}\cdot^{\circ}\text{C})$ (4 бали).