

РОЗВ'ЯЗКИ ЗАДАЧ

8 клас

Задача 8.1. В початковому положенні рівноваги на кульку A діють: сила тяжіння $m\vec{g}$, кулонівська сила \vec{F}_0 і сила пружності \vec{F}_1 :

$$F_1 = mg + F_0 \quad (1). \text{ Де: } F_1 = kx_1 \quad (2), \quad F_0 = \frac{q^2}{4\pi\epsilon_0 r_0^2} \quad (3), \quad F_0 = 4mg \quad (4).$$

З (1) – (4) отримуємо вираз для деформації пружини та відстані між кульками $x_1 = \frac{5mg}{k}$, $r_0 = \frac{q}{\sqrt{16\pi\epsilon_0 mg}}$ (5).

В наступному положенні рівноваги кульки A :

$$F_2 = mg + F \quad (6). \text{ Де: } F_2 = kx_2 \quad (7), \quad F = \frac{q^2}{4\pi\epsilon_0 r^2} \quad (8).$$

При цьому (за умовою задачі) сила натягу нитки BC має дорівнювати нулю. З чого випливає, що електрична сила зрівноважується

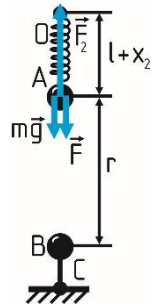
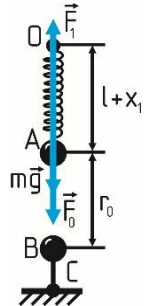
силою тяжіння, що діє на кульку B $F = mg$ (9).

Таким чином: електрична сила зменшилась у 4 рази, а отже, відстань між кульками збільшилась у двічі $r = 2r_0$ (10), а деформація

пружини зменшилась у 2,5 рази (див. (6), (7)) $x_2 = \frac{2}{5}x_1$ (11).

Зміщення точки O відносно початкового положення, з урахуванням довжини пружини у недеформованому стані l , дорівнює: $h = (l + x_2 + r) - (l + x_1 + r_0) =$

$$= x_2 - x_1 + r - r_0 = r_0 - \frac{3}{5}x_1 = \frac{q}{\sqrt{16\pi\epsilon_0 mg}} - \frac{3mg}{k} = 0,135 \text{ м}.$$



Задача 8.2. Температура всередині будинку встановиться коли теплова потужність яку віддає вода (P_w) батареям, буде дорівнювати потужності, яку віддають батареї повітрю в будинку (P_n), і дорівнюватиме потужності яку віддає будинок оточуючому середовищу (P_c).

До похолодання: $P_{w1} = crV_0(t_{w1} - t_{w1x1})$ (1), $P_{n1} = \alpha(t_{61} - t_n)$ (2) (за законом теплообміну Ньютона, $t_{61} = (t_{w1} + t_{w1x1})/2 = 45^\circ$ – середня температура батарей (це значення дещо завищене, але для оцінки допустимо), α – коефіцієнт теплообміну між батареями і повітрям в будинку); $P_{c1} = \beta(t_n - t_{c1})$ (3) (β – коефіцієнт теплообміну між будинком і оточуючим середовищем); $P_{w1} = P_{n1} = P_{c1}$ (4).

Після похолодання: $P_{w2} = crV_0(t_{w2} - t_{w2x2})$ (5); $P_{n2} = \alpha(t_{62} - t_n)$ (6); $P_{c2} = \beta(t_n - t_{c2})$ (7); $P_{w2} = P_{n2} = P_{c2}$ (8).

$$\left. \begin{aligned} \alpha(t_{61} - t_n) &= \beta(t_n - t_{c1}) \\ \alpha(t_{62} - t_n) &= \beta(t_n - t_{c2}) \end{aligned} \right\} \Rightarrow t_{62} = t_n + \frac{(t_{61} - t_n)(t_n - t_{c2})}{t_n - t_{c1}} = 61^\circ \text{C}$$

– середня температура батарей після похолодання.

$$\left. \begin{aligned} cpV_0(t_{\text{BX1}} - t_{\text{ВНХ1}}) &= \beta(t_{\text{п}} - t_{\text{с1}}) \\ cpV_0(t_{\text{BX2}} - t_{\text{ВНХ2}}) &= \beta(t_{\text{п}} - t_{\text{с2}}) \end{aligned} \right\} \Rightarrow t_{\text{BX2}} - t_{\text{ВНХ2}} = \Delta t_2 = \frac{(t_{\text{BX1}} - t_{\text{ВНХ1}})(t_{\text{п}} - t_{\text{с2}})}{(t_{\text{п}} - t_{\text{с1}})} = 34^\circ\text{C}.$$

$$t_{\text{BX2}} = t_{\text{с2}} + \Delta t_2/2 = 78^\circ\text{C}.$$

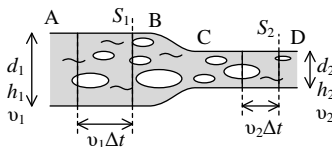
$$t_{\text{ВНХ2}} = t_{\text{BX2}} - \Delta t_6 = 44^\circ\text{C}.$$

Задача 8.3. Запишемо рівняння неперервності для двох перерізів течії річки (див. мал.). Об'єми води, що проходять через перерізи S_1 і S_2 за однаковий час, однакові.

$$v_1 \Delta t d_1 h_1 = v_2 \Delta t d_2 h_2 \quad (1).$$

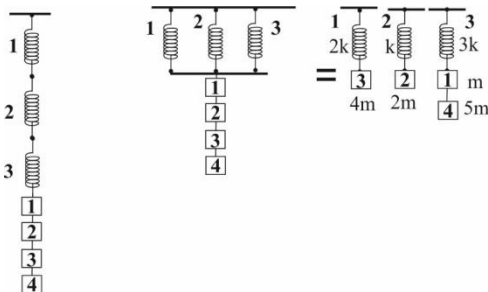
Площа поверхні води ΔS , що проходить через перерізи S_1 і S_2 за час Δt : $\Delta S_1 = v_1 \Delta t d_1$; $\Delta S_2 = v_2 \Delta t d_2$.

Площі льоду $\Delta S_{\text{л}}$, що проходять через перерізи S_1 і S_2 за час Δt однакові $\Delta S_{\text{л1}} = q_1 v_1 \Delta t d_1 = \Delta S_{\text{л2}} = q_2 v_2 \Delta t d_2$ (2). З рівнянь (1) і (2) отримаємо: $q_2 = q_1 h_2/h_1 = 80\%$. Затор виникає, якщо $q_4 = 100\% = 1$. $q_3 = q_4 h_1/h_2 = 60\%$.



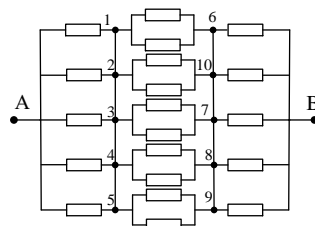
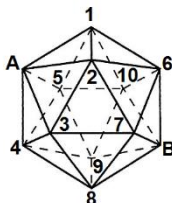
Задача 8.4. а) У першому випадку кожна пружина буде розтягнута під дією кожного важка, тому видовження кожної пружини буде дорівнювати сумі видовжень у кожному рядку. А загальне видовження – сумі всіх видовжень в таблиці. Тоді відповідь 66 мм.

б) Маса важків такі: $m, 2m, 4m, 5m$ а жорсткості пружин: $2k, k, 3k$. При паралельному з'єднанні



видовження всіх пружин однакові. Зауважимо, що видовження пружин будуть однакові, якщо підвісити третій важок до першої пружини, другий до другої, а перший і четвертий – до третьої. Кожна пружина розтягнеться на 6 мм.

Задача 8.5. Через точки A і B проходить вісь симетрії (див. мал.) відносно якої точки 1, 2, 3, 4, 5 симетричні (при повороті на $\Delta\varphi = 360^\circ/5$) і точки 6, 7, 8, 9, 10 також симетричні. У провідниках, що з'єднують симетричні точки струму немає, тому їх можна викинути, а точки з'єднати в одну. Еквівалентне коло зображено на малюнку.



$R_{\text{AB}} = R/5 + R/5 + R/10 = R/2 \Rightarrow R = 2R_{\text{AB}} = 2U/I = 20\Omega$. Тоді: $I = RS/\rho = 0,2\text{ м}$.