

- Кульки А і В, масою $m = 0,16$ кг кожна, мають однакові за модулем і протилежні за знаком заряди $q = 10$ мкКл. Кулька А підвішена на непровідній пружині жорсткістю $k = 20$ Н/м над кулькою В (рис. 1). В початковому положенні сила кулонівської взаємодії між кулями дорівнює $F_0 = 4mg$. Верхній кінець пружини повільно піднімають. На скільки потрібно перемістити точку О, щоб сила натягу нити ВС стала рівною нулю?
- Коли температура повітря на вулиці була $t_{в1} = 2$ °С, всередині будинку підтримувалася температура повітря $t_б = 22$ °С. При цьому температура води на вході в систему опалення будинку $t_{вх1} = 55$ °С, температура води на виході з системи опалення будинку $t_{вих1} = 35$ °С, витрати води $V = 15$ л/хв.. Після похолодання температура на вулиці стала $t_{в2} = -12$ °С, а температура в кімнаті лишилася тією ж самою. Оцініть нові значення температур води на вході та виході системи опалення, якщо витрати води не змінюються.
- На ділянці АВ (рис.2) річка має ширину 240 м і глибину 3 м, а на ділянці CD – ширину 120 м і глибину 5 м. Під час льодоходу поверхня річки на ділянці АВ вкрита крижинами на 48%. 1) Яка частка поверхні річки вкрита крижинами на другій ділянці? 2) Якою має бути частка покриття льодом першої ділянки, щоб на річці виник льодовий затор, тобто не залишилося вільної поверхні води? Вважати, що швидкість руху води однакова у всіх точках поперечного перерізу річки.
- При проведенні лабораторної роботи учні вимірювали видовження пружин однакової початкової довжини під дією важків. Вони по черзі підвішували кожний важок до кожної пружини й записували результат до таблиці. Всього у них було три пружини й чотири важки. 1) Чому дорівнюватиме загальне видовження, якщо пружини з'єднати послідовно й прикріпити до них усі чотири важки? 2) Чому дорівнюватиме видовження пружин, якщо їх з'єднати паралельно й прикріпити до них усі чотири важки?

	1-й важок	2-й важок	3-й важок	4-й важок
1-а пружина	1,5 мм	3 мм	6 мм	7,5 мм
2-а пружина	3 мм	6 мм	12 мм	15 мм
3-я пружина	1 мм	2 мм	4 мм	5 мм

- З ніхромового дроту (питомий опір $1 \text{ Ом} \cdot \text{мм}^2/\text{м}$) перерізом $0,1 \text{ мм}^2$ виготовлено модель правильного ікосаедра (рис.3). Якою має бути довжина кожного ребра, щоб при напрузі в 10 В між точками А та В сила струму через ікосаедр була 10 А?

Задачі запропонували Р.В.Мартинюк (1-2), С.П.Соколов (3-4), О.І.Кельник (5).

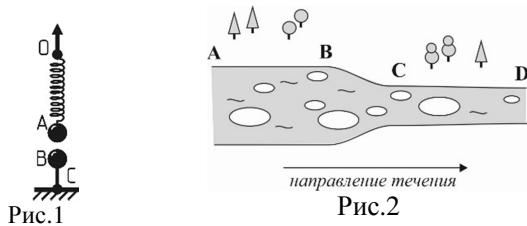


Рис.1

Рис.2

- Шарики А и В, массой $m = 0,16$ кг каждый, имеют одинаковые по модулю и противоположные по знаку заряды $q = 10$ мкКл. Шарик А подвешен на непроводящей пружине жесткостью $k = 20$ Н/м над шариком В (рис. 1). В начальном положении сила кулоновского взаимодействия между шариками равна $F_0 = 4mg$. Верхний конец пружины медленно поднимают. На сколько надо переместить точку О, чтобы сила натяжения нити ВС стала равной нулю?
- Когда температура воздуха на улице была $t_{у1} = 2$ °С, внутри дома поддерживалась температура воздуха $t_д = 22$ °С. При этом, температура воды на входе в систему отопления дома $t_{вх1} = 55$ °С, температура воды на выходе из системы отопления $t_{вых1} = 35$ °С, расход воды $V = 15$ л/мин.. После похолодания температура на улице стала $t_{у2} = -12$ °С, а температура в комнате осталась прежней. Оцените новые значения температуры воды на входе и на выходе из системы отопления, если расход воды не изменяется.
- На участке АВ (рис.2) река имеет ширину 240 м и глубину 3 м, а на участке CD – ширину 120 м и глубину 5 м. Во время льодохода поверхность реки на участке АВ покрыта льдинами на 48%. 1) Какая доля поверхности реки покрыта льдом на втором участке? 2) Какой должна быть доля покрытия льдом первого участка, чтобы на реке возник льдяной затор, т.е. не осталось свободной поверхности воды? Считайте, что скорость движения воды одинаковая во всех точках поперечного сечения реки.
- При проведении лабораторной работы ученики измеряли удлинения пружин одинаковой начальной длины под действием грузов. Они по очереди подвешивали каждый груз к каждой пружине и записывали результат в таблицу. Всего у них было три пружины и четыре груза. 1) Чему будет равно общее удлинение, если пружины соединить последовательно и прикрепить к ним все четыре груза? 2) Чему будет равно удлинение пружин, если их соединить параллельно и прикрепить к ним все четыре груза?

	1-й груз	2-й груз	3-й груз	4-й груз
1-я пружина	1,5 мм	3 мм	6 мм	7,5 мм
2-я пружина	3 мм	6 мм	12 мм	15 мм
3-я пружина	1 мм	2 мм	4 мм	5 мм

- Из нихромовой проволоки (удельное сопротивление $1 \text{ Ом} \cdot \text{мм}^2/\text{м}$) сечением $0,1 \text{ мм}^2$ изготовлена модель правильного икосаэдра (рис.3). Какой должна быть длина каждого ребра, чтобы при напряжении в 10 В между точками А и В сила тока через икосаэдр была 10 А?

Задачи предложили Р.В.Мартинюк (1-2), Е.П.Соколов (3-4), А.И.Кельник (5).

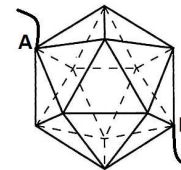


Рис.3

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 для 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 мас 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: $h = (l + x_2 + r) - (l + x_1 + r_0) =$

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

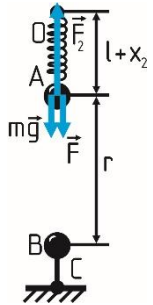
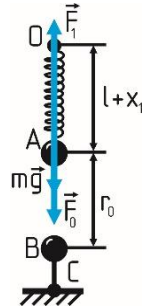
Задача 8.2. Температура всередині будинку встановиться коли теплова потужність яку видає вода (P_w) батареям, буде дорівнювати потужності, яку віддають батареї повітрю в будинку (P_n), і дорівнюватиме потужності яку видає будинок оточуючому середовищу (P_c).

До похолодання: $P_{w1} = c\rho V_0(t_{вх1} - t_{вих1})$ (1), $P_{n1} = \alpha(t_{61} - t_n)$ (2) (за законом теплообміну Ньютона, $t_{61} = (t_{вх1} + t_{вих1})/2 = 45^\circ$ – 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: $P_{w2} = c\rho V_0(t_{вх2} - t_{вих2})$ (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.



$$\left. \begin{aligned} \rho V_0(t_{\text{вх}1} - t_{\text{вх}2}) &= \beta(t_{\text{п}} - t_{\text{с}1}) \\ \rho V_0(t_{\text{вх}2} - t_{\text{вх}2}) &= \beta(t_{\text{п}} - t_{\text{с}2}) \end{aligned} \right\} \Rightarrow t_{\text{вх}2} - t_{\text{вх}2} = \Delta t_2 = \frac{(t_{\text{вх}1} - t_{\text{вх}1})(t_{\text{п}} - t_{\text{с}2})}{(t_{\text{п}} - t_{\text{с}1})} = 34^\circ\text{C}.$$

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

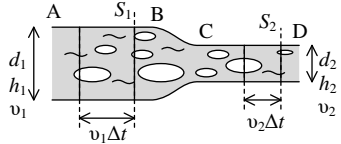
$$t_{\text{вх}2} = t_{\text{вх}2} - \Delta t_6 = 44^\circ\text{C}.$$

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.

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

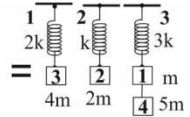
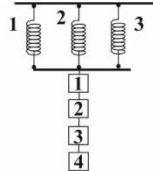
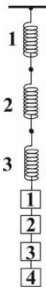
Площа поверхні води ΔS , що проходить через перерізи S_1 і S_2 за час Δt : $\Delta S_1 = v_1 \Delta t d_1$; $\Delta S_2 = v_2 \Delta t d_2$.

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



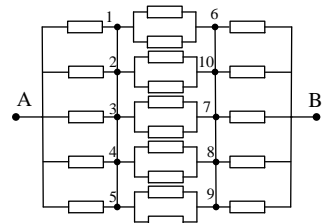
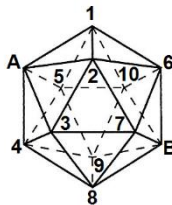
Задача 8.4. а) У першому випадку кожна пружина буде розтягнута під дією кожного важка, тому видовження кожної пружини буде дорівнювати сумі видовжень у кожному рядку. А загальне видовження – сумі всіх видовжень в таблиці. Тоді відповідь 66 мм.

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 $\Delta\phi = 360^\circ/5$) 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.



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