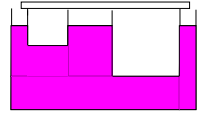


Міністерство освіти і науки України
ХЛП Всеукраїнська олімпіада юних фізиків, м. Хмельницький, 2005
Теоретичний тур

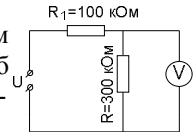
8 клас

1. На двох порожніх кубиках, що плавають у воді, лежить невагома паличка. Розміри ребер кубиків становлять $a_1=0,1$ м і $a_2=0,2$ м. Скільки води треба налити в один із кубиків, щоб паличка лежала горизонтально? Маси кубиків $m_1=0,05$ кг і $m_2=0,1$ кг. Товщиною стінок знехтувати. Густина води $\rho = 1 \cdot 10^3$ кг/м³.



2. Два однакові теплоізоляовані калориметри висотою $h=75$ см заповнені на третину один – льодом, другий – водою при температурі $t = 10$ °С. Воду з другого калориметра переливають у перший, і при цьому калориметр виявляється заповненим на дві третини. Після того як температура в калориметрі встановилась, рівень його заповнення зріс на $\Delta h = 0,5$ см. Яка була початкова температура льоду в калориметрі? Густина льоду – $\rho_{\text{л}} = 0,9 \cdot 10^3$ кг/м³, густина води – $\rho_{\text{в}} = 1 \cdot 10^3$ кг/м³, питома теплоємність льоду – $c_{\text{л}} = 2,1 \cdot 10^3$ Дж/(кг · К), питома теплоємність води – $c_{\text{в}} = 4,2 \cdot 10^3$ Дж/(кг · К), питома теплота плавлення льоду – $\lambda = 3,4 \cdot 10^5$ Дж/кг.

3. У схемі вольтметр вимірює напругу на резисторі опором $R = 300$ кОм. Яким має бути опір вольтметра для того, щоб його покази відрізнялись від дійсного значення U_R не більше ніж на 20%? Напруга U підтримується постійною.



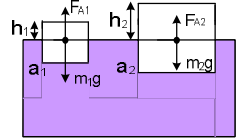
4. Першого разу в пробірку налили води при температурі t . Дно пробірки занурили у велику кількість води при температурі на Δt більшій. Вода в пробірці нагрілась до температури $t + \Delta t$ за час τ_1 . Другого разу в пробірку налили води при температурі t . Дно пробірки занурили у велику кількість води при температурі $t - \Delta t$. Вода в пробірці охолонула до температури $t - \Delta t$ за час τ_2 . Що більше: τ_1 чи τ_2 ? Вважати, що процес теплообміну здійснюється лише через дно пробірки.

5. Пішохід пройшов $\frac{4}{7}$ вузького моста, коли він помітив машину, яка наближалась до нього спереду і з якою він не зміг би розминутися. Все-таки він продовжував іти й дійшов до кінця мосту одночасно з машиною. Виявилось, що коли б він повернувся назад, помітивши машину, то підійшов би до початку мосту також одночасно з машиною. Вважаючи, що пішохід і машина весь час рухалися із постійною швидкістю, знайти відношення їхніх швидкостей.

8 клас

Задача 1. Запишемо умови рівноваги кубиків і враховуючи, що $a_2 = 2a_1$; $m_2 = 2m_1$, визначимо h_1 і h_2 .

$$\left. \begin{aligned} m_1 g &= \rho g a_1^2 (a_1 - h_1) \\ m_2 g &= \rho g a_2^2 (a_2 - h_2) \end{aligned} \right\} \Rightarrow h_1 = a_1 - \frac{m_1}{\rho a_1^2} = \frac{\rho a_1^3 - m_1}{\rho a_1^2},$$



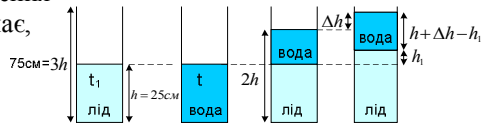
$$h_2 = a_2 - \frac{m_2}{\rho a_2^2} = \frac{4\rho a_1^3 - m_1}{2\rho a_1^2}. \text{ Оскільки } h_2 > h_1, \text{ воду необхідно долити у}$$

другий кубик так, щоб його висота над поверхнею води стала рівна h_1 .
Запишемо умову рівноваги другого кубика з водою.

$$(m_2 + m_в)g = \rho g a_2^2 (a_2 - h_1) = 4g(m_1 + \rho a_1^3) \Rightarrow m_в = 2(m_1 + 2\rho a_1^3) = 4,1 \text{ кг.}$$

Задача 2. Оскільки після встановлення

рівноваги рівень піднявся, це означає, що вода замерзла. Визначимо, на скільки піднявся б рівень Δh_0 в посудині, якби вся вода замерзла.



$$\rho_в Sh = \rho_л S(h + \Delta h_0) \Rightarrow \Delta h_0 = h \left(\frac{\rho_в}{\rho_л} - 1 \right) = 2,8 \text{ см} > 0,5 \text{ см} = \Delta h.$$

Зрозуміло, що вся вода не замерзла, кінцева температура системи -0°C .
З міркувань збереження маси запишемо рівняння:

$$\rho_в Sh = \rho_в S(h + \Delta h - h_1) + \rho_л Sh_1 \Rightarrow h_1 = \frac{\rho_в \Delta h}{\rho_в - \rho_л} \quad (1). \text{ Запишемо рівняння}$$

теплового балансу для теплообміну в системі $c_в \rho_в S h t + \lambda m_x = -c_л \rho_л S h t_1 \quad (2),$

де: t_1 – початкова температура льоду; $m_x = \rho_л S h_1 \quad (3)$ – маса води, що замерзла. Враховуючи (1), (2) і (3), отримаємо

$$t_л = -\frac{c_в \rho_в t}{c_л \rho_л} - \frac{\lambda \rho_л \rho_в \Delta h}{h(\rho_в - \rho_л)} = -55^\circ\text{C}.$$

Задача 3. Нехай $\alpha = 2\% = 0,02$. При вимірюванні напруги реальним вольтметром його покази завжди менші за реальні, оскільки при підключенні вольтметра загальний опір кола зменшується, струм і напруга на R_l збільшувється, відповідно зменшується напруга на R . Виходячи з умови, запишемо вираз для напруги на резисторі R .

$$U_R = \frac{UR(1-\alpha)}{R_1 + R} = \frac{U\left(\frac{RR_V}{R + R_V}\right)}{R_1 + \frac{RR_V}{R + R_V}} \Rightarrow R_V = \frac{R^2 R_1 (1-\alpha)}{R^2 + 2RR_1 + 2R^2} = 58 \text{ кОм.}$$

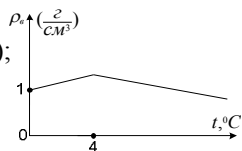
Задача 4. Для відповіді на запитання треба згадати:

1 – особливості об'ємного розширення води (див.рис.);

2 – при конвекції теплообмін відбувається набагато швидше, ніж при теплопровідності.

1. Розглянемо випадок: $t > 4 \text{ }^\circ\text{C}$. При нагріванні води коло дна пробірки її густина зменшується і в пробірці виникає конвекція, що суттєво зменшує час теплообміну τ_1 . При охолодженні води конвекція не виникає, теплообмін відбувається тільки завдяки теплопровідності, тобто проходить повільно. $\tau_2 > \tau_1$.

2. Нехай: $t < 4 \text{ }^\circ\text{C}$. При нагріванні конвекція не виникає, а при охолодженні виникає. $\tau_1 > \tau_2$.

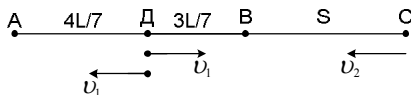


Задача 5. Нехай L – довжина моста;

AB – міст; S – відстань від машини

до моста, D – початкове положення

людини. Опишемо рух тіл до точки B .



$$t_1 = \frac{\frac{3L}{7}}{v_1} = \frac{S}{v_2} \quad (1). \text{ Рух тіл до точки } A. \quad t_2 = \frac{\frac{4L}{7}}{v_1} = \frac{S+L}{v_2} \quad (2). \text{ Розв'язавши}$$

рівняння (1) і (2), отримаємо: $v_2/v_1 = 7$.