

Відповіді

III етапу Всеукраїнської учнівської олімпіади з фізики

2024-2025 н.р

Теоретичний тур

10 клас.

Завдання 1.

Відповідь. 20 см.

графік побудований.

Ров'язання.

Маса бруска $m = \rho_1 SL = 0,1$ кг.

Визначимо початкову деформацію пружини, коли в посудині немає

води. $mg = k\Delta x_0$. Тоді $\Delta x_0 = \frac{mg}{k} = 0,02$ м = 2 см. Отже, пружина стиснута на 2 см і її

довжина в деформованому стані становить $l = 8$ см.

Таким чином на графіку можна побудувати ділянку (1) від 0 до $h_1 = l = 8$ см, де при наливанні води деформація пружини становить 2 см і не змінюється. При дальшому наливанні води на тіло починає діяти виштовхувальна сила, яка збільшується від 0 до $\rho g SL$, тобто від 0 до 1,25 Н. Разом із тим зменшується сила пружності і відповідно видовження пружини. Визначимо, коли пружина стане повністю недеформованою ($\Delta x = 0$). Сила пружності не діє, тоді $mg = \rho g SH$, де H – висота зануреної частини бруска.

$$H = \frac{m}{\rho S} = \frac{0,1}{1000 \cdot 10 \cdot 10^{-4}} = 0,1 \text{ м} = 10 \text{ см}.$$

Бачимо, що брусок занурений у воду не повністю, а висота води в посудині буде $h_2 = H + L_0 = 0,2$ м = 20 см. На графіку це ділянка (2).

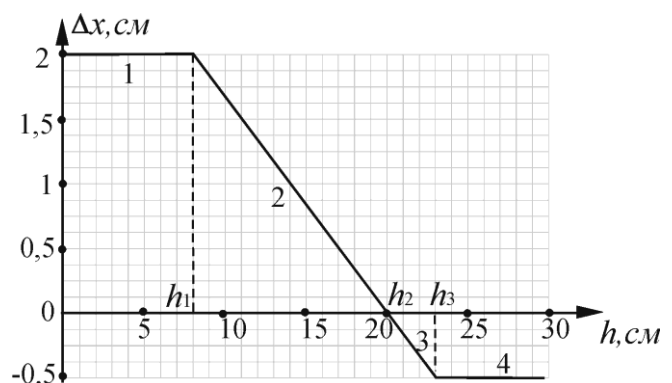
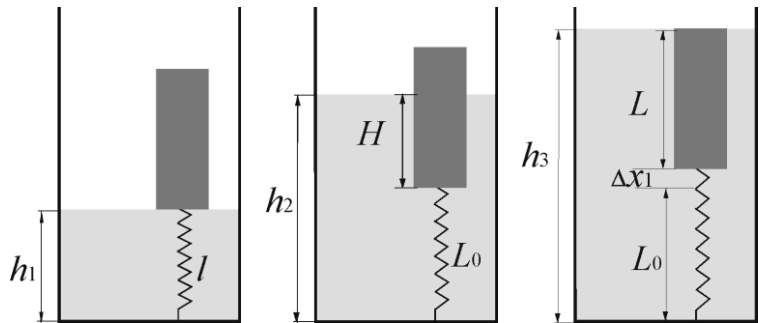
При подальшому наливанні води до повного покриття нею бруска, пружина розтягується і сила

пружності напрямлена вниз. У такому випадку умова рівноваги запишеться: $mg + k\Delta x_1 = F_{\text{арх}}$. Максимальне видовження пружини буде тоді, коли брусок повністю

покритий водою і виштовхувальна сила максимальна. Тоді

$$\Delta x_1 = \frac{\rho g SL - mg}{k} = \frac{1,25 - 1}{50} = 0,005 \text{ м} = 0,5 \text{ см}.$$

Висота води в посудині буде



$h_3 = \Delta x_1 + L_0 + L = 23 \text{ см}$. На графіку це ділянка (3). Подальше доливання води деформацію пружини не змінюватиме (ділянка (4)).

Завдання 2

Відповідь. 3 В.

Ров'язання. Нехай опір вольтметра R_V , його покази U_V . У першому колі сила струму однакова $I_1 = \frac{U_V}{R_V}$. Тоді для нього можна записати:

$$U_0 = I_1 R + 3U_V = U_V \frac{R}{R_V} + 3U_V.$$

$$\text{Або } U_0 = U_V \left(\frac{R}{R_V} + 3 \right), \quad \frac{U_0}{U_V} = \frac{R}{R_V} + 3 \quad (1).$$

У другому колі сила струму, що проходить через резистор дорівнює суму сил струмів, що проходять через кожен паралельно з'єднаний вольтметр $I_2 = \frac{3U_V}{R_V}$.

Напруга на вольтметрах однакова, тому $U_0 = I_2 R + U_V = 3U_V \frac{R}{R_V} + U_V$.

$$\text{Або } U_0 = U_V \left(3 \frac{R}{R_V} + 1 \right), \quad \frac{U_0}{U_V} = \frac{3R}{R_V} + 1 \quad (2).$$

Ліві частини рівнянь (1) та (2) рівні, тому рівні і праві частини:

$$\frac{R}{R_V} + 3 = \frac{3R}{R_V} + 1.$$

Звідси $\frac{R}{R_V} = 1$. Підставимо в (1) $\frac{U_0}{U_V} = 4$. $U_V = 3 \text{ В}$.

Завдання 3

Відповідь. 500 м.

Ров'язання. Поки обидва автомобілі рухаються по шосе або по мосту, відстань між ними залишається постійною: $l_1 = 400 \text{ м}$ або $l_2 = 200 \text{ м}$. Відстань l починає зменшуватися, коли перший автомобіль в'їжджає на міст, а другий ще їде по шосе (в моменти часу від 10 до 30 с) і, відповідно, буде збільшуватися, коли перший автомобіль їде по шосе, а другий по мосту (в моменти часу від 60 до 80 с). При русі першого автомобіля по мосту відстань між ним і другим автомобілем, що рухається по шосе, як видно з графіка, скорочується за $30 - 10 = 20 \text{ с}$ на $l_1 - l_2 = 200 \text{ м}$, тобто вони зближуються зі швидкістю $v_{\text{ш}} - v_{\text{м}} = 10 \text{ м/с}$.

Коли перший автомобіль в'їжджає на міст, відстань від другого автомобіля до мосту 400 м. Розглянемо за який час він проїде цих 400 м, тобто почне рухатись по мосту.

а) через 20 с (в момент часу 30 с). При цьому перший автомобіль ще також рухається по мосту, бо відстань між ними не змінюється, а отже їхні швидкості однакові. Отже швидкість по шосе $v_{ш} = \frac{400 \text{ м}}{20 \text{ с}} = 20 \frac{\text{м}}{\text{с}}$. Тоді швидкість по мосту

$$v_{м} = v_{ш} - 10 \text{ м/с} = 10 \text{ м/с}.$$

б) через 50 с (в момент часу 60 с). При цьому перший автомобіль вже міст проїхав в момент часу 30 с, і рухається по шосе, другий в цей момент ще теж рухається по шосе, бо відстань між ними 200 м і вона не змінюється, а в момент часу 60 с відстань між автомобілями почала збільшуватися, тобто другий автомобіль заїхав на міст. У цьому випадку швидкість по шосе $v_{ш} = \frac{400 \text{ м}}{50 \text{ с}} = 8 \frac{\text{м}}{\text{с}}$, що неможливо, адже відносна швидкість становить 10 м/с.

Отже, може бути реалізований лише випадок а). Довжину мосту знайдемо, виходячи з того, що перший автомобіль заїхав на міст у момент часу 10 с і з'їхав з нього в момент часу 60 с. Отже рухався 50 с з швидкістю 10 м/с. Довжина моста $L = 500 \text{ м}$.

Завдання 4

Відповідь. $\frac{\omega^2 l^2}{2g}$

Ров'язання.

Маса рідини у горизонтальній частині трубки $m = \rho S l$, де S – площа перерізу трубки. Під час обертання трубки виникає доцентрове прискорення.

Запишемо його для центра мас рідини: $a = \omega^2 r = \frac{\omega^2 l}{2}$.

Згідно з другим законом Ньютона $F = ma$, де $F = p \cdot S$, де p – надлишковий тиск, який створюється різницею рівнів рідини: $p = \rho g h$.

Тоді $\rho g h \cdot S = \rho S l \cdot \frac{\omega^2 l}{2}$. Звідси $h = \frac{\omega^2 l^2}{2g}$.