

МАТЕРИАЛЫ ЗАДАНИЙ
заключительного этапа
олимпиады школьников «Наследники Левши» по физике
2021/22 учебного года

7 класс

1. Моторная лодка проходит расстояние от пункта А до пункта Б за $t_1=1$ ч, а плот это же расстояние проплывает за $t_2=4$ ч. Лодка вышла из пункта А в момент когда плот проплывал мимо него. Дойдя до пункта Б лодка разворачивается. Через какое время после этого лодка встретится с плывущим плотом?

Решение

Скорость плота равна скорости течения реки $V_2 = V_p$. От пункта А до пункта Б путь равен $S = (V_p + V_l) t_1$, где V_l - скорость лодки в стоячей воде. Для плота этот путь $S = V_p t_2$. Следовательно, $V_p + V_l = 4V_p$, а скорость лодки $V_l = 3V_p$. При движении в обратную сторону скорость лодки относительно берега $V_3 = (-V_p + V_l) = 2V_p$.

Когда лодка дойдёт до пункта Б, плот пройдёт расстояние $S/4$ и расстояние между плотом и лодкой $3S/4 = t(V_p + V_3) = t3V_p = (\frac{3}{4})V_p t_2$. Встреча произойдёт через $t = t_2/4 = 1$ час.

Ответ: 1 час

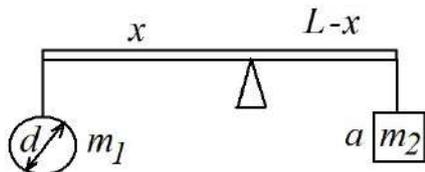
2. К левому концу невесомого стержня длиной $L=3$ м на тонкой невесомой нити подвешен шар, а к правому концу куб из того же материала. Диаметр шара d равен стороне куба a . На каком расстоянии от левого конца стержня надо поместить опору, чтобы система находилась в равновесии?

Справка: Объём шара $V = \frac{4}{3}\pi R^3$, где $\pi=3,14$, R – радиус шара.

Ответ: 1,97 м

Решение

В состоянии равновесия моменты сил $m_1 g x = m_2 g(L-x)$. (1)



Радиус шара $R = a/2$. Масса шара $m_1 = V_1 \rho = \frac{4}{3}\pi \left(\frac{a}{2}\right)^3 \rho$,
 масса куба $m_2 = V_2 \rho = a^3 \rho$.

Подставим эти массы в (1) $\frac{4}{3}\pi \left(\frac{a}{2}\right)^3 \rho x = a^3 \rho(L-x)$,
 отсюда $\frac{\pi}{6} x = L - x$.

Получаем $x=1,97$ м.

3. Два металлических стержня имеют одинаковую массу. Диаметр первого медного стержня в 2 раза больше, чем второго, изготовленного из цинка. Длина какого стержня больше и во сколько раз?

Плотность меди $\rho_1 = 8900 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$, плотность цинка $\rho_2 = 7100 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$

Решение

Масса медного стержня $m_1 = V_1 \rho_1 = L_1 4S \rho_1$, масса стержня из цинка $m_2 = V_2 \rho_2 = L_2 S \rho_2$.

Так как массы равны, получаем $\frac{L_2}{L_1} = \frac{4\rho_1}{\rho_2} = \frac{4 \cdot 8900}{7100} = 5$.

Ответ: второго, в 5 раз длиннее

4. Пункты **А** и **В** находятся на расстоянии $S=50$ км друг от друга. Из пункта **В** со скоростью $V_1=60$ км/ч отходит автобус. Через 10 минут из пункта **А** в том же направлении выезжает мотоциклист со скоростью $V_2=120$ км/ч. На каком расстоянии от пункта **В** мотоциклист догонит автобус?

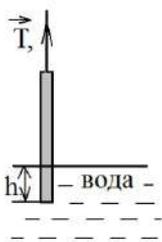
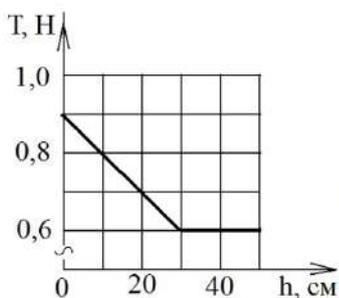
Решение

Пусть x – расстояние от пункта **А**, на котором произойдёт встреча. Тогда $x = V_1 t_1$. (1)

Мотоциклист до встречи пройдёт расстояние $S+x=V_2 t_2=V_2(t_1-\Delta t)$. (2)

Подставляем (1) в (2) и получаем $S+V_1 t_1=V_2(t_1-\Delta t)$ и находим время движения автобуса до встречи $t_1 = \frac{S+V_2 \Delta t}{V_2-V_1} = \frac{50+120 \cdot \frac{1}{6}}{120-60} = \frac{7}{6}$ часа. Следовательно, $x = V_1 t_1 = 60 \cdot \frac{7}{6} = 70$ км.

Ответ: 70 км



5. Стержень длиной L опускают в воду. Зависимость силы натяжения троса от глубины погружения дана на графике. Определите плотность стержня, если его площадь поперечного сечения $S=10^{-4} \text{ м}^2$. Плотность воды $\rho = 1000 \text{ кг/м}^3$.

Решение

На стержень действуют сила тяжести, сила Архимеда и сила натяжения троса (см. рис.), причём $F_A + T = mg$ (1). Сила натяжения $T = mg - F_A$. Масса стержня $m = \rho_{\text{ст}} SL$, $F_A = \rho g V = \rho g S h$, где h – глубина погруженной в жидкость части стержня.

При глубине погружения 30 см сила натяжения перестаёт меняться, т.е. стержень целиком погружён в воду и его длина $L = 0,3 \text{ м}$.

При $h=0$ сила натяжения равна силе тяжести $T = \rho_{\text{ст}} SLg$, следовательно плотность стержня $\rho_{\text{ст}} = \frac{T}{SLg} = \frac{0,9}{10^{-4} \cdot 0,3 \cdot 10} = 3000 \text{ кг/м}^3$

Ответ: 3000 кг/м³

