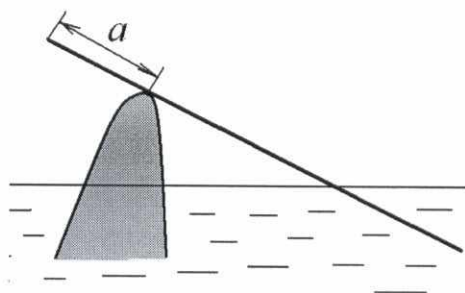


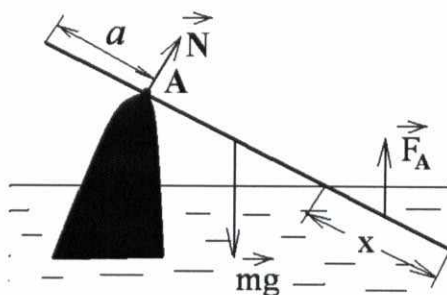
8 класс



ка с указанием действующих
На доску действуют сила реак-
тяжести mg и сила Архимеда.
этих сил относительно точки А

1. На камень, выступающий над водой, опирается доска длиной $L = 1$ м. Часть доски длиной $a = 20$ см находится выше точки опоры. Чему равна часть доски, находящаяся под водой? Плотность древесины $\rho_1 = 800 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$, воды $\rho = 1000 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$

Решение



Наличие рисунка на тело сил реакции опоры, сила Сумма моментов равна нулю.

$$mg \left(\frac{L}{2} - a \right) \cos \alpha - F_A \left(L - a - \frac{x}{2} \right) \cos \alpha = 0 \quad (1)$$

α - угол между доской и горизонталью.

Масса доски $m = \rho_1 V = \rho_1 L \cdot S$, где S – площадь сечения доски. Сила Архимеда $F_A = \rho g V_{\text{погр.}} = \rho g S x$. Подставляем в (1) и получаем

$$L \cdot S \rho_1 g \left(\frac{L}{2} - a \right) = \rho g S x \left(L - a - \frac{x}{2} \right) \text{ или } L \cdot \frac{\rho_1}{\rho} \left(\frac{L}{2} - a \right) = x \left(L - a - \frac{x}{2} \right)$$

Решая это квадратное уравнение относительно x , получаем, что длина погруженной в жидкость части $x = 40$ см.

Ответ: 40 см

	Критерии оценки	Балл
1	Нарисован рисунок с верным положением точек и их приложения	2
2	Записано уравнение моментов	6
3	Записано выражение для массы доски через ее длину $m = \rho_1 V = \rho_1 L \cdot S$	3
4	Записана сила Архимеда через длину доски, погруженную в воду $F_A = \rho g V_{\text{погр.}} = \rho g S x$	3
5	Записано выражение для определения длины погруженной в жидкость части	5
6	Определена длина погруженной в жидкость части	1

2. Два велосипедиста выехали из пункта А с одинаковыми скоростями $v = 30 \text{ км/ч}$ с интервалом $t_1 = 10 \text{ мин}$. С какой скоростью u двигался навстречу им мотоциклист по дороге в пункт А, если он встретил велосипедистов через $t_2 = 2 \text{ мин}$ одного после другого?

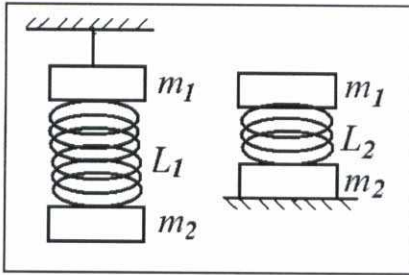
Решение

Так как велосипедисты едут с одинаковой скоростью, то расстояние между ними в любой точки траектории одинаково и равно $S = vt_1 = 5 \text{ км}$. Это же расстояние $S = (v + u)t_2$. Следовательно $(v + u)t_2 = vt_1$. Тогда скорость мотоциклиста

$$u = v \left(\frac{t_1}{t_2} - 1 \right) = 30 \left(\frac{10}{2} - 1 \right) = 120 \text{ км/ч}.$$

Ответ: $u = 120 \text{ км/ч}$

	Критерии оценки	Балл
1	Определено расстояние между велосипедистами	5
2	Записано время между встречами мотоциклиста с велосипедистами	10
3	Получено выражение для скорости мотоциклиста	4
4	Вычислена скорость мотоциклиста	1



3. Вертикально расположенная пружина соединяет два груза. Масса верхнего груза $m_1 = 2 \text{ кг}$, нижнего $m_2 = 3 \text{ кг}$. Когда система подвешена за верхний груз, длина пружины $\ell_1 = 10 \text{ см}$, если систему поставить на подставку, длина пружины окажется равной $\ell_2 = 4 \text{ см}$. Определить длину ℓ_0 ненапряженной пружины.

Решение

Наличие рисунка с указанием действующих на тело сил.

Сила тяжести mg уравнивается силой упругости $F_{\text{упр}} = k\Delta\ell$.

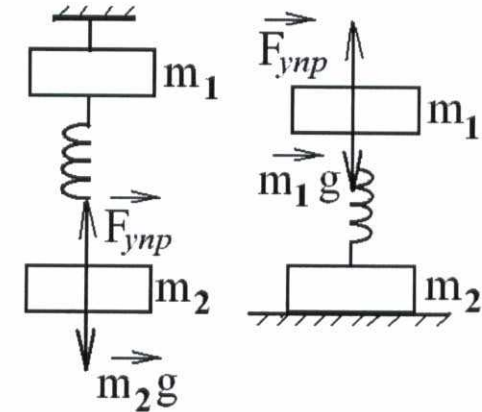
$$\text{В первом случае } m_2 g = k(\ell_1 - \ell_0),$$

$$\text{во втором } m_1 g = k(\ell_0 - \ell_2).$$

После деления получаем $\frac{m_2}{m_1} = \frac{(\ell_1 - \ell_0)}{\ell_0 - \ell_2} = 1,5$.

$$\text{Следовательно } \ell_0 = \frac{\ell_1 + 1,5\ell_2}{2,5} = \frac{10 + 1,5 \cdot 4}{2,5} = 6,4 \text{ см}$$

Ответ: 6,4 см



	Критерии оценки	Балл
1	Выполнен рисунок с указанием действующих на тело сил	3
2	Записано условие равновесия груза в первом случае	6
3	Записано условие равновесия груза во первом и втором случае	6
4	Получено выражение для определения длины ненапрянутой пружины	4
5	Вычислена длина ненапрянутой пружины	1

4. Дети решили проверить, действительно ли в соленой воде выталкивающая сила, действующая на плавающий предмет, будет больше, чем в пресной. Они взяли два больших таза и опустили в них две одинаковые цилиндрические банки. Затем они добавили в воду соль и убедились, что глубина погружения банок уменьшилась. Оказалось, что в первом тазике расстояние от поверхности воды до верхнего края сосуда $h_1 = 5 \text{ см}$, а во втором $h_2 = 6 \text{ см}$. Они стали класть в сосуды шайбочки массой 2 г , пока банки не затонули. В первой банке оказалось 25 шайб, а во второй 33. По этим данным определите массу пустой банки.

Решение

В каждом случае сила тяжести mg уравновешивается силой Архимеда $F_A = \rho g V_{\text{погр.}}$. Запишем условие плавания для пустого сосуда, и для сосуда с грузом в двух жидкостях

$$\left. \begin{aligned} mg &= \rho_1 g (V - h_1 S) \\ (m + m_1)g &= \rho_1 g V \end{aligned} \right\} \Rightarrow m_1 = \rho_1 h_1 S; \quad \left. \begin{aligned} mg &= \rho_2 g (V - h_2 S) \\ (m + m_2)g &= \rho_2 g V \end{aligned} \right\} \Rightarrow m_2 = \rho_2 h_2 S \quad (1)$$

Отсюда найдем отношение плотностей жидкостей

$$\frac{m_1}{m_2} = \frac{\rho_1}{\rho_2} \cdot \frac{h_1}{h_2} \Rightarrow \frac{\rho_2}{\rho_1} = \frac{h_1}{h_2} \frac{m_2}{m_1} = \frac{5 \text{ см}}{6 \text{ см}} \cdot \frac{2 \cdot 33 \text{ г}}{2 \cdot 25 \text{ г}} = 1,1 \quad (2)$$

Из (1) получим $\frac{m + m_2}{m + m_1} = \frac{\rho_2}{\rho_1} = 1,1$.

Тогда масса пустой банки $m = \frac{m_2 - 1,1 m_1}{0,1} = \frac{66 - 1,1 \cdot 50}{0,1} = 110 \text{ г}$.

Ответ: 110 г

	Критерии оценки	Балл
1	Записано условие плавания тел равенство силы тяжести и силы Архимеда	2
2	Записано условие плавания пустого сосуда и сосуда с грузом в пресной воде выражена масса груза $\left. \begin{aligned} mg &= \rho_1 g (V - h_1 S) \\ (m + m_1)g &= \rho_1 g V \end{aligned} \right\} \Rightarrow m_1 = \rho_1 h_1 S$	5
3	Записано условие плавания пустого сосуда и сосуда с грузом в соленой воде выражена масса груза $\left. \begin{aligned} mg &= \rho_2 g (V - h_2 S) \\ (m + m_2)g &= \rho_2 g V \end{aligned} \right\} \Rightarrow m_2 = \rho_2 h_2 S$	5
4	Найдено отношение плотностей $\frac{m_1}{m_2} = \frac{\rho_1}{\rho_2} \cdot \frac{h_1}{h_2} \Rightarrow \frac{\rho_2}{\rho_1} = \frac{h_1}{h_2} \frac{m_2}{m_1} = \frac{5 \text{ см}}{6 \text{ см}} \cdot \frac{2 \cdot 33 \text{ г}}{2 \cdot 25 \text{ г}} = 1,1$	5
5	Записано уравнение для вычисления массы пустой банки	2

	$\frac{m + m_2}{m + m_1} = \frac{\rho_2}{\rho_1} = 1,1$	
6	Определена масса пустой банки	1

5. В сосуд, содержащий $m_1 = 0,5 \text{ кг}$ лимонада при температуре $t_1 = 20^\circ \text{C}$, добавили лед массой $m_2 = 0,05 \text{ кг}$ при температуре $t_2 = 0^\circ \text{C}$. Найдите равновесную температуру смеси. Удельная теплота плавления льда $\lambda = 3,3 \cdot 10^5 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}}$, удельные теплоемкости воды и лимонада одинаковы $c = 4200 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot \text{К}}$. Считайте, что в теплообмене участвуют только лед, лимонад и вода.

Решение

Количество тепла, которое отдает вода при охлаждении $Q_1 = m_1 c (t - t_1)$

Количество тепла, поглощенное льдом при таянии $Q_2 = m_2 \lambda$.

Количество тепла, поглощенное при нагревании воды, получившейся после таяния льда $Q_3 = m_2 c (t - t_2)$

$$m_1 c (t - t_1) + m_2 \lambda + m_2 c (t - t_2) = 0 \Rightarrow t = \frac{m_1 c t_1 - m_2 \lambda}{c(m_1 + m_2)} = \frac{0,5 \cdot 4,2 \cdot 10^3 \cdot 20 - 0,05 \cdot 3,3 \cdot 10^5}{4,2 \cdot 10^3 (0,5 + 0,05)} = 11^\circ \text{C}$$

Отсюда получим, что $t = 11^\circ \text{C}$

Ответ: $t = 11^\circ \text{C}$

	Критерии оценки	Балл
1	Количество тепла, которое отдает вода при охлаждении $Q_1 = m_1 c (t - t_1)$	4
2	Количество тепла, поглощенное льдом при таянии $Q_2 = m_2 \lambda$	4
3	Количество тепла, для нагревания воды, получившейся после таяния льда $Q_3 = m_2 c (t - t_2)$	4
4	Записано уравнение теплового баланса $m_1 c (t - t_1) + m_2 \lambda + m_2 c (t - t_2) = 0$	4
5	Определена равновесная температура смеси	4