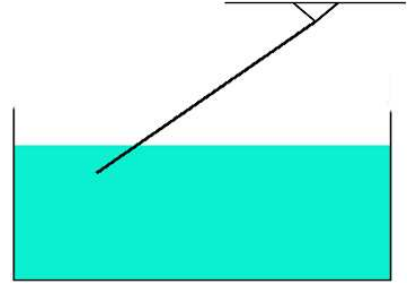


Муниципальный этап Всероссийской олимпиады школьников по физике
Свердловская область
2016-2017 учебный год
10 класс

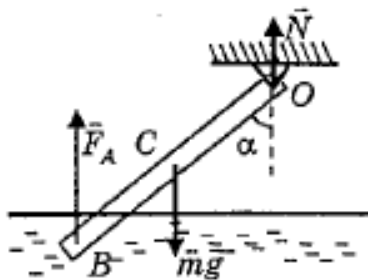
Решение задач, рекомендации по проверке

Задача 1. Тонкая однородная деревянная палочка, верхний конец которой закреплен на подвижном шарнире, вторым концом опущена в воду. Какая часть палочки оказалась погруженной в воду, если ее плотность $\rho_p = 0.64 \text{ г/см}^3$ а плотность воды $\rho = 1 \text{ г/см}^3$.



Решение

Рисуем силы, действующие на палочку. Выбираем точку С - середину палочки. К ней приложена тяжести mg



Из точки В - (середина погруженной в воду части палочки), рисуем силу Архимеда. Точка О - точка вращения, к ней приложена сила реакции опоры N.

Так как О - точка вращения, момент силы реакции опоры относительно точки вращения $M_N = 0$;

момент силы тяжести относительно точки вращения:

$$M_{mg} = \frac{l}{2} m g \sin \alpha$$

момент силы Архимеда относительно точки вращения:

$$M_{F_A} = F_A \left(l - \frac{x}{2} \right) \sin \alpha$$

где x - длина погруженной в воду части палочки.

Условие равновесия имеет вид:

$$F_A \left(l - \frac{x}{2} \right) \sin \alpha - \frac{l}{2} m g \sin \alpha = 0$$

Находим F_A . Пусть S - площадь сечения палочки. Тогда ее масса $m = \rho_p V = \rho_p S l$ а $F_A = \rho S x g$

Собираем все

$$\rho S x g \left(l - \frac{x}{2} \right) - \frac{l}{2} \rho_p S l g = 0$$

$$-\frac{x^2}{2} \rho S + \rho S x l - \frac{l^2}{2} \rho_p S$$

$$x^2 \rho S - \rho S x l + \frac{l^2}{2} \rho_p S$$

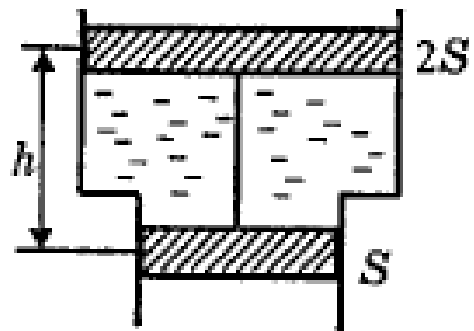
$$x = l \pm l \cdot \sqrt{1 - \frac{\rho_p}{\rho}} = l \pm l \cdot \sqrt{1 - \frac{0.64}{1}} = l(1 \pm 0.8)$$

$$\Rightarrow x = 0.2l$$

второй корень отбрасываем.

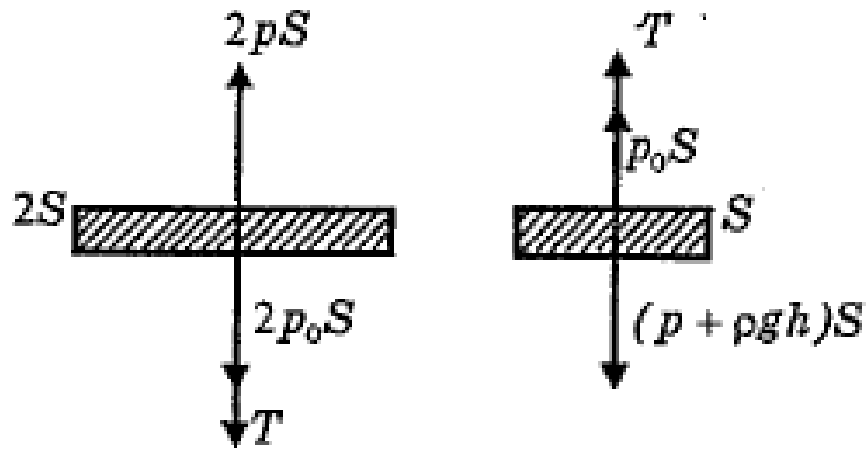
Критерии оценки выполнения задания	Баллы
Получен правильный ответ, выбран физический корень задачи.	+1
Решение сведено к квадратному уравнению	3
Правильно записано условие равновесия	+2
Правильно определен момент силы Архимеда	+2
Правильно определена точка приложения силы Архимеда	+1
Правильно записан только момент силы реакции опоры относительно точки вращения	+1
Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям	0

Задача 2. В стоящем вертикально сосуде, открытом с двух сторон, закреплено два поршня, сечениями $2S$ и S соответственно. Поршни невесомы и соединены между собой тонкой невесомой проволокой длиной h . (см. рис справа). Поршни могут совершенно свободно, без трения, перемещаться по сосуду вверх вниз. Пространство между поршнями заполнили жидкостью с плотностью ρ . Найдите силу натяжения проволоки, если движение поршней сразу прекратилось.



Решение

Рисуем все силы, действующие на верхний и нижний поршни



Верхний поршень на рис. слева. На него действуют сила атмосферного давления $2p_0S$, сила давления воды $2pS$ и сила натяжения проволоки T

Нижний поршень на рис. справа. На него действуют сила атмосферного давления p_0S (сосуд открыт с двух сторон), сила давления воды $pS + \rho ghS$ (высота столба жидкости h) и сила натяжения проволоки T .

Условие равновесия первого поршня имеет вид

$$2pS - 2p_0S - T = 0$$

Условие равновесия второго поршня имеет вид

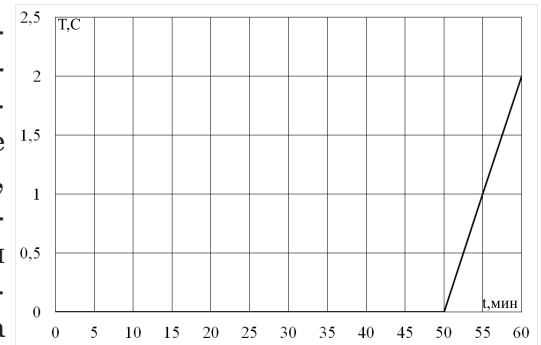
$$p_0S + T - pS - \rho ghS = 0$$

$$\begin{cases} 2pS - 2p_0S - T = 0 \\ p_0S + T - pS - \rho ghS = 0 \end{cases} \Leftrightarrow \begin{cases} 2pS = 2p_0S + T \\ 2pS + 2\rho ghS = 2p_0S + 2T \end{cases}$$

находим $T = 2\rho ghS$ ■

Критерии оценки выполнения задания	Баллы
Получен правильный ответ через решение полученной системы уравнений,.	+2
Решение сведено к системе уравнений, но сама система не решена.	+2
Записано условие равновесия второго поршня	+2
Записано условие равновесия первого поршня	+2
Правильно определены только силы, действующие в системе	+2
Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям	0

Задача 3. В ведре находится смесь льда с водой. Масса смеси 10 кг. Ведро занесли в комнату и сразу стали измерять температуру T смеси. Получившийся график зависимости температуры смеси от времени t представлен на рисунке справа. Определите, сколько льда было в ведре, когда его внесли в комнату. Для расчетов используйте постоянные: удельная теплоемкость воды $C=4200$ Дж/(кг К) и удельная теплота плавления льда $\lambda=3.4 \cdot 10^5$ Дж/кг. Теплоемкостью ведра следует пренебречь.



Решение:

Первые 50 мин. Δt_1 лед таял, потом в промежуток времени Δt_2 вода стала нагреваться.

Пусть, далее, q - количество теплоты, получаемое сосудом от окружающей среды в течении одной минуты. Тогда

$$\Delta Q_1 = q \cdot \Delta t_1 = m\lambda, \quad (1)$$

где m - масса льда. При нагревании воды

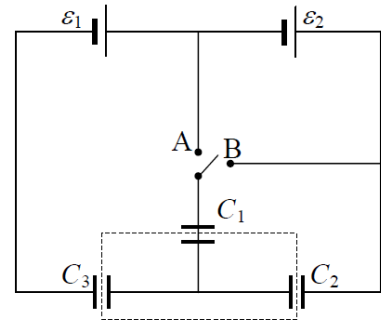
$$\Delta Q_2 = q \cdot \Delta t_2 = MC\Delta T \quad (2)$$

Преобразования с учетом (1) и (2) дают

$$m = \frac{MC}{\lambda} \frac{\Delta t_1}{\Delta t_2} \Delta T \approx 1,25 \text{ кг.}$$

Критерии оценки выполнения задания	Баллы
Приведён правильный численный ответ .	+1
Записано правильно решение в общем виде	+4
Записана правильно формула для количесва теплоты, требуемой для нагрева	+2
Записана правильно формула для количесва теплоты, требуемой для плавления	+2
Сделана успешная попытка прочитатъ график	+1
Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям	0

Задача 4. Собрана электрическая цепь, схема которой показана на рис. справа. При каких значения параметров элементов цепи переключение ключа из положения А в положение В не приведет к изменению напряжения на конденсаторе C_1 ?



Возможное решение

Предположим, что напряжение U_1 на конденсаторе C_1 не меняется при переключении ключа из положения А в положение В. В этом случае при обоих положениях ключа справедливо равенство:

$$U_1 + U_2 = \varepsilon_1 + \varepsilon_2$$

Следовательно, при переключении не меняется и напряжение U_2 на втором конденсаторе, а значит, не меняются и заряды на обоих конденсаторах. Но тогда не должен меняться и заряд третьего конденсатора, так как алгебраическая сумма зарядов на трех соединенных между собой обкладках конденсатором равна нулю. Следовательно, не изменится напряжение U_3 на третьем конденсаторе.

Но после подключения ключа $U_3 = U_2$, так как теперь конденсаторы C_2 и C_3 соединены параллельно. Значит, и до переключения $U_3 = U_2$, а это возможно только, если потенциалы точек А и В одинаковы, то есть если $\varepsilon_2 = 0$

* Возможно и другое решение задачи, например, через системы уравнений, но оно очень громоздкое. Через закон сохранения все в разы проще.

Одно из решений

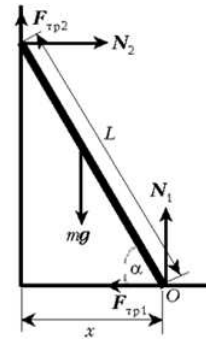
Линейку, обёрнутую бумагой, ставим вертикально на другой такой же лист бумаги, лежащий на столе. Прислоняем к линейке карандаш (заточенный с двух сторон) под углом α – предельным, когда карандаш ещё не скользит.

Условия равновесия карандаша определяются равенством нулю моментов сил относительно общей точки. Запишем в проекциях на горизонтальную и вертикальную координатные оси условия равенства нулю суммы всех сил:

$$N_2 - F_{\text{тр}1} = 0$$

;

$$N_1 + F_{\text{тр}2} - mg = 0$$



Определим моменты сил относительно точки О:

$$0,5mgL\cos\alpha - N_2L\sin\alpha - F_{\text{тр}2}L\cos\alpha = 0,)$$

где L – длина карандаша. В результате математических операций получаем

$$\mu = \frac{L}{x} - \sqrt{\left(\frac{L}{x}\right)^2 - 1}$$

Критерии оценки выполнения задания	Баллы
Получен разумный ответ.	+1
результаты измерений использованы для решения задачи	+2
выполнены все измерения, необходимые для решения задачи	+2
частично выполнены измерения, необходимые для решения задачи	+2
дана только физически верная идея эксперимента	+3
Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям	0