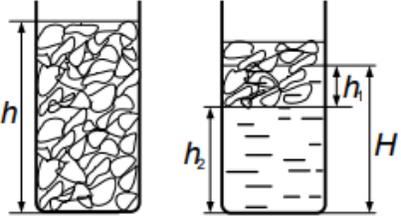


Решение задач районного этапа РО по физике (2023-2024 учебный год)
9 класс

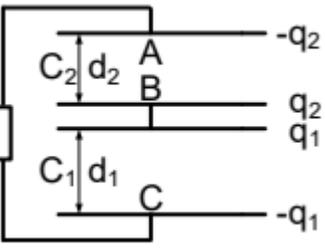
Задача 1 [8 баллов].

Содержание	Баллы
Если бруски движутся как одно целое, ускорение системы $a = \frac{F - \mu(M + m)g}{M + m} = \frac{F}{M + m} - \mu g$	[1,5 балла]
Если увеличивать силу F, увеличивается ускорение системы. Однако ускорение верхнему бруску сообщается силой трения, которая не может превысить максимальное значение, после чего начнётся скольжение.	[1 балл]
$F_{\text{тр}} = ma = \frac{mF}{M + m} - \mu mg$	[1,5 балла]
$F_{\text{тр}} \leq \mu mg$	[1,5 балла]
$\frac{mF}{M + m} - \mu mg \leq \mu mg$	[1 балл]
$F \leq 2\mu(M + m)g$ $F_{\text{max}} = 2\mu(M + m)g$	[1,5 балла]
Всего	8,0

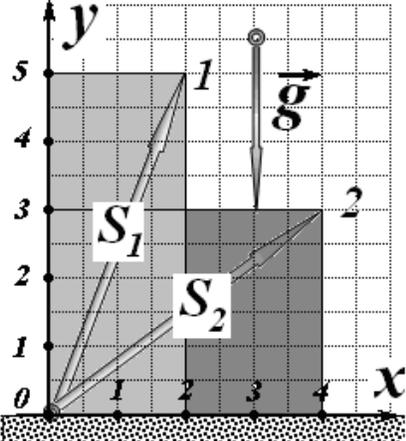
Задача 2 [7 баллов].

Содержание	Баллы
<p>Кусочки льда занимают $a = 60\%$ всего объема мерного цилиндрического стакана. К моменту времени, когда растаяло $b = 70\%$ льда, остался пористый лед, имеющий толщину слоя</p> $h' = h(1 - b)$	[0,5 балла]
<p>Слой воды, проникший в поры льда (смотрите рисунок), имеет толщину</p> $h_1 = h(1 - b) \frac{\rho_{\text{л}}}{\rho_{\text{в}}}$ 	[1 балл]
<p>Тогда масса воды в порах льда</p> $m_0(1 - a)\rho_{\text{в}}Sh_1 = (1 - a)(1 - b)\rho_{\text{л}}hS$	[1,5 балла]
<p>В результате таяния образовалась масса воды</p> $m'_0 = abhS\rho_{\text{л}}$	[1 балл]
<p>Если $m'_0 - m_0 > 0$, то лед всплывает (т. е. для всплывания льда должно быть $a + b > 1$), что реализуется по условиям задачи: $a + b = 1,3$. Высота уровня воды под слоем льда</p> $h_2 = \frac{m'_0 - m_0}{\rho_{\text{в}}S} = h(a + b - 1) \frac{\rho_{\text{л}}}{\rho_{\text{в}}}$	[1 балл]
<p>Искомая полная высота уровня воды</p> $H = h_1 + h_2 = h[(a + b - 1) + (1 - b)] \frac{\rho_{\text{л}}}{\rho_{\text{в}}} = ah \frac{\rho_{\text{л}}}{\rho_{\text{в}}} = 0,54h$	[1 балл]
<p>Если убедиться в том, что в результате таяния заданного количества льда оставшийся лед всплывает, то ответ можно получить сразу. Действительно, если лед плавает, то от его таяния уровень воды в сосуде не изменяется: лед, плавая, вытесняет воду массы, равную той, что имеет сам. Значит, при таянии образуется столько воды, сколько вытеснялось, и уровень воды не изменяется. Исходя из этого, предположим, что весь лед растаял, и найдем результирующую высоту уровня воды:</p> $hSa\rho_{\text{л}} = HS\rho_{\text{в}}$	[0,5 балла]
<p>отсюда</p> $H = ah \frac{\rho_{\text{л}}}{\rho_{\text{в}}} = 0,54h$	[0,5 балла]
<p>Всего</p>	7,0

Задача 3 [8 баллов].

Содержание	Баллы
<p>После замыкания ключа получается эквивалентная схема, изображенная на рисунке</p> 	[1 балл]
<p>Начальная и конечная энергии:</p> $W_{\text{нач}} = \frac{q^2}{2C_1}$ $W_{\text{кон}} = \frac{q_1^2}{2C_1} + \frac{q_2^2}{2C_2}$ <p>где</p> $C_1 = \frac{\epsilon_0 S}{d_1}, C_2 = \frac{\epsilon_0 S}{d_2}, \frac{C_2}{C_1} = \frac{d_1}{d_2}.$	<p>[1 балл]</p> <p>[1 балл]</p> <p>[1 балл]</p>
<p>Закон сохранения заряда:</p> $q_1 + q_2 = q$	[1 балл]
<p>Из равенства разности потенциалов между пластинами A и B и пластинами C и B следует, что</p> $\frac{q_1}{C_1} = \frac{q_2}{C_2}$ <p>откуда</p> $q_1 = \frac{q}{1 + \frac{d_1}{d_2}}, q_2 = \frac{q}{1 + \frac{d_2}{d_1}}.$	<p>[0,5 балла]</p> <p>[1 балл]</p>
<p>Из закона сохранения энергии вычисляем выделившееся количество теплоты:</p> $Q = W_{\text{нач}} - W_{\text{кон}} = \frac{q^2 d_1}{2\epsilon_0 (d_1 + d_2) S}$	[1,5 балла]
Всего	8,0

Задача 4 [7 баллов].

Содержание	Баллы
<p>Дальность полета, брошенного с горизонтальной поверхности с начальной скоростью \vec{v}_0 под углом α к горизонту, вычисляется по хорошо известной формуле</p> $S = \frac{v_0^2}{g} \sin 2\alpha = \frac{v_0^2}{g} 2 \sin \alpha \cos \alpha. \quad (1)$	[1 балл]
<p>Поскольку скорости бросания различаются и углы бросания обоих близки к $\alpha = 45^\circ$, то сказать «на глаз», кто улетит дальше невозможно. Действительно, у первого несколько больше время полета, т.к. больше вертикальная проекция скорости v_{1y}. Однако у второго несколько больше горизонтальная скорость v_{2x}! Нужно считать.</p>	[0,5 балла]
<p>Для этого перепишем (1) в несколько необычном виде (для графического решения задачи), вспоминая, что $v_{0x} = v_0 \cos \alpha$ и $v_{0y} = v_0 \sin \alpha$</p> $S = \frac{2}{g} (v_0 \sin \alpha)(v_0 \cos \alpha) = \frac{2}{g} v_{0x} \cdot v_{0y}. \quad (2)$ 	[3 балла]
<p>Согласно (2), дальность полёта прямо пропорциональна произведению проекций начальной скорости тела на координатные оси</p> $S \sim v_{0x} \cdot v_{0y}, \quad (3)$ <p>т.е. фактически площадям прямоугольников $S_1 = S_{0512}$ и $S_2 = S_{0324}$, выделенных на рисунке (образованы проекциями скоростей на координатные оси).</p>	[1,5 балла]
<p>Вычисляя отношение соответствующих площадей прямоугольников</p> $\frac{S_2}{S_1} = \frac{12}{10} = 1,2 \quad (4)$ <p>находим, что дальность полёта второго больше в $\eta = 1,2$</p>	[1 балл]
Всего	7,0