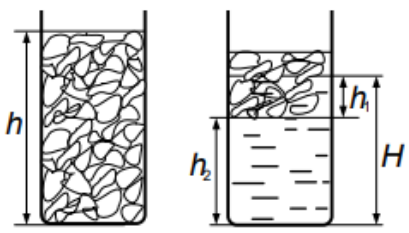


Решение задач районного этапа РО по физике (2023-2024 учебный год)
10 класс

Задача 1 [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]
Всего	7,0

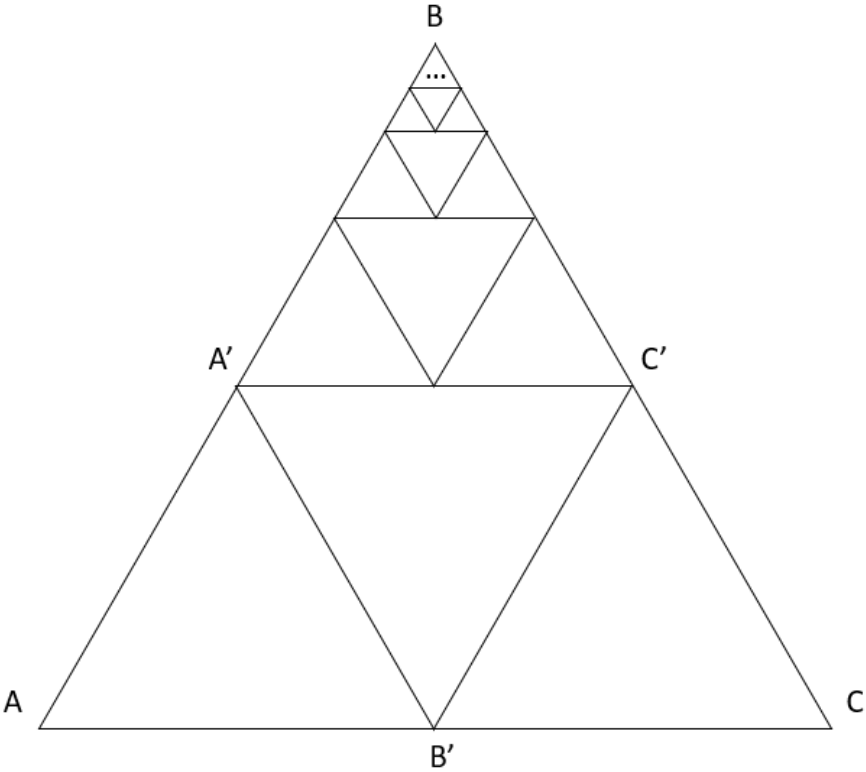
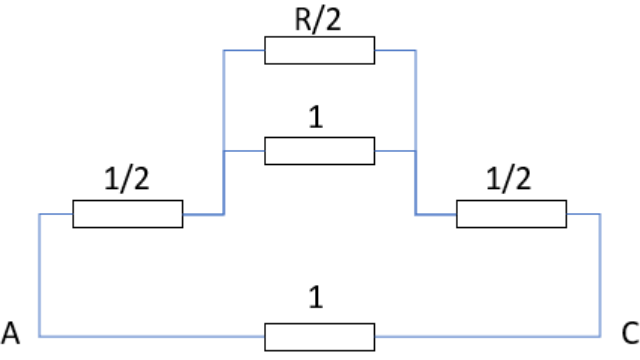
Задача 2 [8 баллов].

Содержание	Баллы
<p>Уравнение динамики в проекции на координатные оси $Oy: mg = N_1 + F_2; F_2 = \mu N_2$</p> <p>$Ox: N_2 = F_1; F_1 = \mu N_1$</p> <p>где mg сила тяжести, N_1 сила реакции пола, N_2 сила реакции стены, F_1 сила трения об пол, F_2 сила трения об стену.</p>	<p>[1 балл]</p> <p>[1 балл]</p>
$F_1 = \frac{\mu mg}{1 + \mu^2}$	[0,5 балла]
$F_2 = \frac{\mu^2 mg}{1 + \mu^2}$	[0,5 балла]
<p>Уравнение динамики вращательного движения</p> $I \frac{\omega}{t} = R(F_1 + F_2) = \frac{R\mu mg}{1 + \mu^2} (1 + \mu);$	[2 балла]
<p>Момент инерции шара равен</p> $I = \frac{2}{5} mR^2;$	[0,5 балла]
<p>Находим время вращения</p> $t = \frac{2 \omega R(1 + \mu^2)}{5 \mu g(1 + \mu)};$	[1 балл]
<p>Число оборотов до полной остановки</p> $n = \frac{\varphi}{2\pi} = \frac{\omega t}{4\pi} = \frac{\omega^2 R(1 + \mu^2)}{10\pi \mu g(1 + \mu)};$	[1,5 балла]
Всего	8,0

Задача 3 [8 баллов].

Пусть тело, падая к центру планеты, находится на расстоянии $x < R$. Внешняя часть планеты, оставшаяся снаружи падающего тела, не притягивает его. Значит притяжение оказывает только та часть планеты, которая осталась внутри – в нашем случае это шар радиуса x .	[2 балла]
Масса этой части планеты равна $M(x) = \rho V(x) = \frac{4}{3} \pi x^3 \rho$	[0,5 балла]
Средняя плотность планеты $\rho = \frac{3M}{4\pi R^3}$	[0,5 балла]
На тело массой m действует сила притяжения $F(x)$ $F(x) = G \frac{mM(x)}{x^2}$	[1 балл]
$F(x) = G \frac{m \frac{4}{3} \pi x^3 \rho}{x^2}$	[0,5 балла]
После постановки получаем $F(x) = G \frac{mM}{R^3} x$	[0,5 балла]
Так как ускорение свободного падения g на поверхности равно $g = G \frac{M}{R^2}$	[1 балл]
$F(x) = mg \frac{x}{R}$	[1 балл]
$F(x) = ma(x)$ $a(x) = g \frac{x}{R}$	[1 балл]
Всего	8,0

Задача 4 [7 баллов].

Содержание	Баллы
<p>Заметим, что фигура внутри треугольника $A'BC'$ подобна полной цепи, но ровно в два раза меньше. Пусть сопротивление всей цепи R, тогда треугольник $A'BC'$ можно заменить на сопротивление $R/2$.</p>	[2 балла]
	[2 балла]
<p>Кроме того, из симметрии цепь можно разделить в точке B', тогда мы получим цепь:</p> 	[2 балла]
<p>Легко получить $R = \frac{\frac{R}{R+2}+1}{\frac{R}{R+2}+2}$, откуда $R = \frac{\sqrt{7}-1}{3}$ Ом</p>	[1 балл]
<p>Всего</p>	7,0