

Министерство науки и высшего образования РФ
Совет ректоров вузов Томской области
Открытая региональная межвузовская олимпиада 2018-2019
ФИЗИКА (8 класс)
Заключительный этап
(ОТВЕТЫ)

1. Во сколько раз изменится работа тока электрической цепи, если три металлических бруска каждый высотой h , шириной a и длиной a , $2a$, $3a$, подсоединить сначала, как на рисунке 1, а потом, как на рисунке 2. В обоих случаях систему подключают к напряжению U .

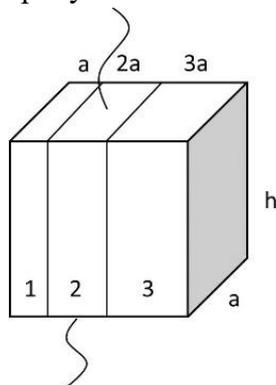


Рисунок 1

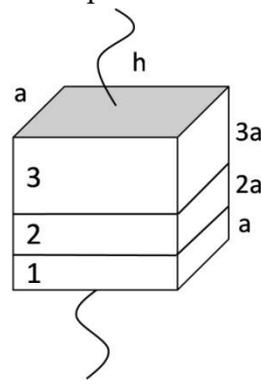


Рисунок 2

Решение

Ход решения	Баллы
<p>В первом случае соединение брусков – параллельное, а во втором – последовательное. Поэтому, общее сопротивление в первом случае</p> $\frac{1}{R_1} = \frac{1}{r_{11}} + \frac{1}{r_{21}} + \frac{1}{r_{31}}$ <p>а во втором случае</p> $R_2 = r_{12} + r_{22} + r_{32},$ <p>где r_{11}, r_{21}, r_{31} – сопротивление 1-го, 2-го и 3-го бруска соответственно в первом случае, а r_{12}, r_{22}, r_{32} – сопротивление 1-го, 2-го и 3-го бруска соответственно во втором случае.</p>	4
<p>Пусть удельное сопротивление металла брусков равно ρ, тогда</p> $r_{11} = \rho \frac{h}{a^2}, r_{21} = \rho \frac{h}{2a^2}, r_{31} = \rho \frac{h}{3a^2},$ $r_{12} = \frac{\rho}{h}, r_{22} = \frac{2\rho}{h}, r_{32} = \frac{3\rho}{h}.$	4
<p>Из последних равенств получаем</p> $R_1 = \frac{\rho h}{6a^2}, R_2 = \frac{6\rho}{h}.$	4
<p>Работу электрического тока можно найти по формуле</p> $A = \frac{U^2}{R} t.$ <p>Отсюда следует, что</p> $A_1 = \frac{6(Ua)^2}{\rho h} t, A_2 = \frac{hU^2}{6\rho} t.$	2

Наконец получаем ответ:	6
$\frac{A_1}{A_2} = \frac{36a^2}{h^2}.$	
ИТОГО	20

2. Какую массу воды нужно удалить из легкого пластикового стаканчика, стоящего на деревянном бруске, полностью погруженном до верхнего края в воду, чтобы брусок стал погруженным на $5/6$ своего объема. Масса деревянного бруска 1 кг, плотность дерева $800 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$, плотность воды $1000 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$.

Решение

Ход решения	Баллы
<p>Обозначим M массу деревянного бруска, а через m начальную массу воды, тогда в соответствии с условиями задачи должны быть выполнены два условия</p> $Mg + mg = F_A, (1)$ $Mg + (m - \Delta m)g = F'_A, (2)$ <p>где Δm масса удаляемой воды, F_A – сила Архимеда до удаления части воды, F'_A – сила Архимеда после удаления части воды.</p>	4
<p>Из условия следует, что</p> $F_A = \rho_{\text{ж}} Vg, F'_A = \frac{5}{6} \rho_{\text{ж}} Vg,$ <p>где $\rho_{\text{ж}}$ – плотность воды, V – объем деревянного бруска</p>	4
<p>Вычитая из уравнения (1) уравнение (2) из 1-го пункта и применим сведения из пункта 2 получим</p> $\Delta mg = \frac{1}{6} \rho_{\text{ж}} Vg \rightarrow \Delta m = \frac{1}{6} \rho_{\text{ж}} V$	6
<p>Подставим выражение для объема бруска через его массу и плотность дерева ($V = M/\rho_{\text{д}}$) в формулу из предыдущего пункта будем иметь</p> $\Delta m = M \frac{\rho_{\text{ж}}}{6\rho_{\text{д}}}$	4
<p>Переводя данные в систему СИ и производя вычисления получаем ответ: $\Delta m = 0,208$ кг</p>	2
ИТОГО	20

3. Для того, чтобы расплавить небольшой кубик льда при температуре -5°C необходимо взять 43 капли воды при 50°C . Сколько понадобится капель воды взятых при той же температуре, чтобы расплавить кубик льда такой же массы взятого при температуре -10°C ? Удельная теплоемкость воды $c_{\text{в}} = 4200 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}\cdot^{\circ}\text{C}}$, удельная теплоемкость льда $c_{\text{л}} = 2090 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}\cdot^{\circ}\text{C}}$, а удельная теплота плавления льда $\lambda = 3,33 \cdot 10^5 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}}$.

Решение

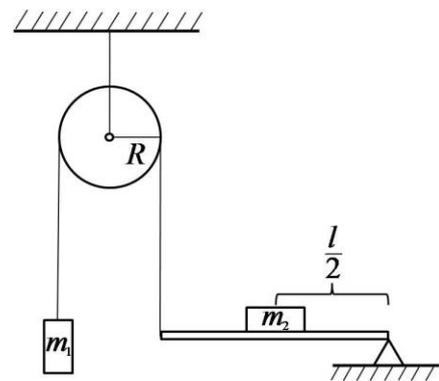
Ход решения	Баллы
<p>Запишем уравнение теплового баланса для системы</p> $Q_1 = Q_2 + Q_3,$ <p>где Q_1 – охлаждение капель воды, Q_2 – нагревание льда, Q_3 – таяние льда.</p>	4
<p>Пусть m – масса одной капли, M – масса кубика льда, t_1 – температура капель, t_2 – температура плавления льда, t_3 – начальная температура льда в первом случае, t_4 – начальная температура льда во втором случае, t_3 – начальная температура льда в первом случае. Тогда для первого случая уравнение теплового баланса имеет вид (уравнение 1)</p> $c_{\text{в}} m n_1 (t_2 - t_1) = c_{\text{л}} M (t_2 - t_3) + \lambda M,$ <p>а для второго случая (уравнение 2)</p> $c_{\text{в}} m n_2 (t_2 - t_1) = c_{\text{л}} M (t_2 - t_4) + \lambda M,$	4
<p>Поделим уравнение (2) на уравнение (1)</p> $\frac{n_2}{n_1} = \frac{c_{\text{л}}(t_2 - t_4) + \lambda}{c_{\text{л}}(t_2 - t_3) + \lambda}$	6
<p>Отсюда получим</p> $n_2 = n_1 \frac{c_{\text{л}}(t_2 - t_4) + \lambda}{c_{\text{л}}(t_2 - t_3) + \lambda}$	4
<p>Переводя данные в систему СИ и производя вычисления получаем $n_2 = 44,3$, так как число капель должно быть целым необходимо взять $n_2 = 45$ Ответ: $n_2 = 45$</p>	4
ИТОГО	20

4. При испытании двух движущихся подводных объектов было выяснено, что при движении навстречу друг другу расстояние между ними уменьшалось со скоростью $0,3c$. А если объекты двигались с теми же скоростями в одном направлении, то расстояние между ними уменьшалось со скоростью $0,2c$. Найти скорость каждого объекта. Здесь c – скорость звука в воде.

Решение

Ход решения	Баллы
<p>Воспользуемся понятием об относительном движении. Пусть v_{01} – скорость относительного движения объектов при движении навстречу друг другу, v_{02} – скорость относительного движения объектов при движении друг за другом в одну сторону, v_1 – скорость первого самолета, v_2 – скорость второго самолета. Тогда при движении навстречу</p> $v_{01} = v_1 + v_2, \quad (1)$ <p>а при движении в одну сторону.</p> $v_{02} = v_1 - v_2, \quad (2)$	6
<p>Сложим (1) и (2)</p> $v_{01} + v_{02} = 2v_1$ <p>Вычтем (1) из (2)</p> $v_{01} - v_{02} = 2v_2$	8
<p>Таким образом</p> $v_1 = \frac{v_{01} + v_{02}}{2},$ $v_2 = \frac{v_{01} - v_{02}}{2},$	4
<p>Подставим $v_{01} = 0,3c$ и $v_{02} = 0,2c$ получим Ответ: $v_1 = 0,25c, v_2 = 0,05c$</p>	2
ИТОГО	20

5. Груз какой массы m_2 нужно поставить в середине перекладины массы $M = 0,2$ кг, чтобы она располагалась горизонтально, если масса груза, висящего на нерастяжимой нити, перекинутой через неподвижный блок радиуса R равна $m_1 = 0,3$ кг?



Решение

	Ход решения	Баллы
	<p>Расставим силы, действующие в системе.</p>	5
	<p>Так как блок уравновешен, то моменты сил, действующих на него равны. Отсюда следует, что $T_1 = T_2 = T$, то есть силы натяжения нитей равны.</p>	4
	<p>Так как груз 1 находится в покое, то силы действующие на него равны, следовательно $m_1 g = T_2 = T$</p>	4
	<p>Запишем условие равновесия перекладины</p> $T_2 l = m_2 g \frac{l}{2} + Mg \frac{l}{2},$ <p>где l – длина перекладины</p>	3
	<p>Отсюда следует, что</p> $m_1 g l = m_2 g \frac{l}{2} + Mg \frac{l}{2}$ $m_1 = m_2 \frac{1}{2} + M \frac{1}{2}$ $m_2 = 2m_1 - M$	2
	<p>Подставляя данные получим Ответ: $m_2 = 0,4$ кг</p>	2
<p>ИТОГО</p>		<p>20</p>