



89

1	2	3	4	5	6	7	8	9
15	16	15	0	20	20	8	189	

9521

**ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА УЧАСТНИКА
ОЛИМПИАДЫ ШКОЛЬНИКОВ СПБГУ**

2017–2018

Заключительный этап

Предмет (комплекс предметов) Олимпиады ФИЗИКА (8-9 КЛАСС)

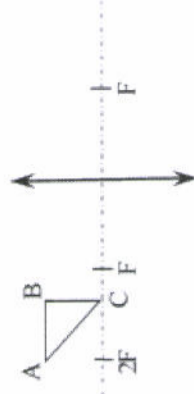
Город, в котором проводится Олимпиада С П О

Дата 20.03.18

Вариант 8

1. Металлическую деталь массой 200 г нагрели в кипящей воде, а затем опустили в воду массой 1 кг. Через некоторое время температура воды и детали стала равна 30°C . Определите, в воду какой температуры была опущена деталь, если удельная теплоёмкость вещества, из которого была изготовлена деталь — $920 \text{ Дж}/(\text{кг}\cdot^{\circ}\text{C})$, а удельная теплоёмкость воды — $4200 \text{ Дж}/(\text{кг}\cdot^{\circ}\text{C})$. Какая температура установится в сосуде, если туда добавить еще одну такую же нагретую деталь? Теплоемкостью сосуда и тепловыми потерями пренебречь, вода не выливается из сосуда.

2. Равнобедренный прямоугольный треугольник $\triangle ABC$ расположен перед тонкой собирающей линзой силой 2 дптр так, что его катет BC перпендикулярен главной оптической оси линзы.

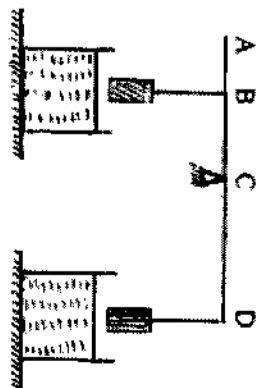


Расстояние от плоскости линзы до вершины A равно удвоенному фокусному расстоянию линзы; $BC = 20 \text{ см}$. Постройте изображение треугольника и найдите площадь получившейся фигуры.

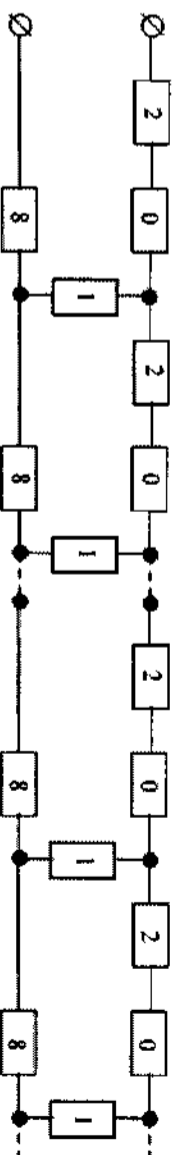
3. Жёня помогал папе копать картошку, он должен был выкопать 1 прямую борозду. Папа сказал Жёне, что, если средняя скорость его работы будет больше, чем 3 куста картошки в минуту, то он сможет сходить с друзьями на речку. Определите, удалось ли Жёне искупаться в этот день, если известно, что первую 1/3 всего времени, он копал со скоростью 1 куст картошки в минуту, вторую часть борозды — со скоростью 1.2 куста картошки в минуту, последнюю 1/7 борозды Жёня копал со скоростью 6 кустов картошки в минуту.

4. Чтобы охладить воду, в ванну добавляют кубики льда, масса одного кубика $m = 5$ г, с температурой 0°C . Известно, что мощность теплообмена ванны с окружающим воздухом пропорциональна разности температур: $P = k|T_0 - T|$, где $k = 100$ Дж/(с \cdot °C), $T_0 = 50^\circ\text{C}$ — температура в помещении. Определите минимальное количество кубиков льда N , которые необходимо добавить каждую минуту, чтобы установившаяся температура воды в ванне не превышала $T = 25^\circ\text{C}$. Уровень воды поддерживается постоянным за счёт вытекания её из ванны. Удельная теплоёмкость воды $c = 4200$ Дж/(кг \cdot °C), удельная теплота плавления льда $\lambda = 330$ кДж/кг. Считайте, что вода, полученная при таянии льда, успевают полностью перемешаться с водой, которая была в ванне.

5. На невесомом рычаге уравновешены два тела равных объёмов. К точке В подвешено тело массой $m_1 = 500$ г и плотностью $\rho_1 = 7000$ кг/м 3 . Оба тела одновременно опустили в воду. Груз какой массы и в какую точку А, В, С или Д необходимо подвесить, чтобы система вновь пришла в равновесие ($AB = 0.4$ м, $BC = 0.8$ м, $CD = 1.1$ м)? Тела погружены в воду полностью. Плотность воды — 1000 кг/м 3 . При подвешивании дополнительного груза к точкам В и Д он не погружается в воду. Рассмотрите все возможные варианты.



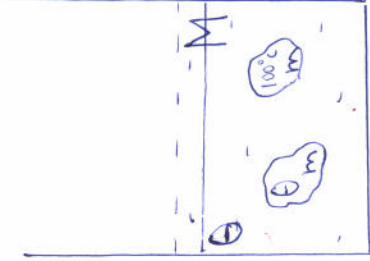
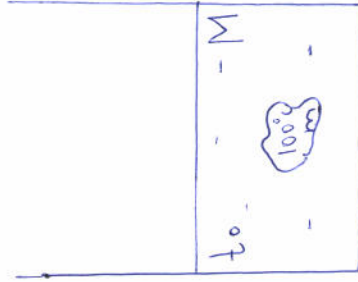
6. Найдите эквивалентное сопротивление бесконечной цепочки, которая состоит из резисторов, сопротивления (в Омах) которых указано на рисунке.





Задача 1

2



Решение:

Заменим уравнение первого слагаемого, когда генератор.

Заменим уравнение второго слагаемого, когда уравнение

$$M \cdot c_B (\theta - t_0) = m \cdot c_H \cdot (100^\circ\text{C} - \theta)$$

$$M \cdot c_B \cdot \theta - M \cdot c_B \cdot t_0 = m \cdot c_H \cdot (100^\circ\text{C} - \theta)$$

$$\frac{M \cdot c_B \cdot \theta - M \cdot c_B \cdot t_0 + m \cdot c_H \cdot \theta}{M \cdot c_B} = \frac{126000 - 12880}{4200} =$$

$$t_0 = \frac{113120}{4200} \approx 26,93^\circ\text{C} \approx 26,9^\circ\text{C}$$

Получим второе уравнение

уравнение второго слагаемого

$$M \cdot c_B (\theta_1 - \theta) + m \cdot c_H (\theta_1 - \theta) = m \cdot c_H (100^\circ\text{C} - \theta_1)$$

$$M \cdot c_B \cdot \theta_1 - M \cdot c_B \cdot \theta + m \cdot c_H \cdot \theta_1 - m \cdot c_H \cdot \theta = m \cdot c_H \cdot 100^\circ\text{C} -$$

$$- m \cdot c_H \cdot \theta_1$$

$$\theta_1 (M \cdot c_B + 2m \cdot c_H) = m \cdot c_H \cdot 100^\circ\text{C} + M \cdot c_B \cdot \theta + m \cdot c_H \cdot \theta$$

$$\theta_1 = \frac{m \cdot c_H \cdot 100^\circ\text{C} + M \cdot c_B \cdot \theta + m \cdot c_H \cdot \theta}{M \cdot c_B + 2m \cdot c_H} = \frac{18400 + 126000 + 5520}{4200 + 368}$$

$$= \frac{149920}{4568} \approx 32,8^\circ\text{C}$$

$$\text{Ответ: } t_0 \approx 26,9^\circ\text{C}; \theta_1 \approx 32,8^\circ\text{C}$$

Санкт-Петербургский
государственный
университет

Дано:

$$m = 2002 = 0,2 \text{ т}$$

$$M = 1 \text{ т}$$

$$c_H = 920 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}}, \theta = 30^\circ\text{C}$$

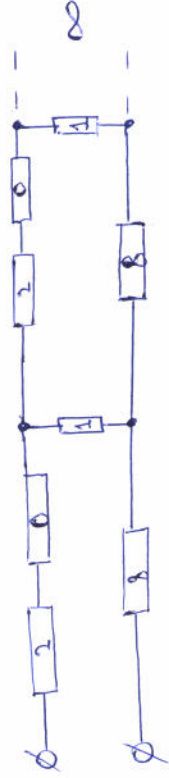
$$c_B = 4200 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}}$$

Найти: t_0 - ?

$$\theta_1 = ?$$

Ч И С Т О В И К

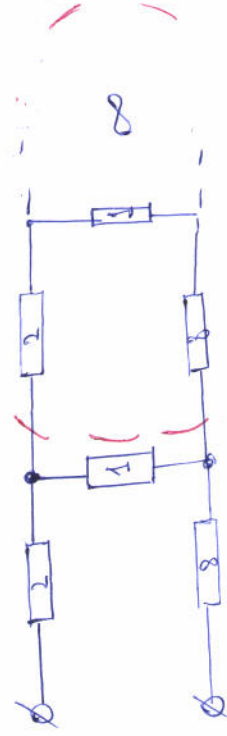
Задача 6



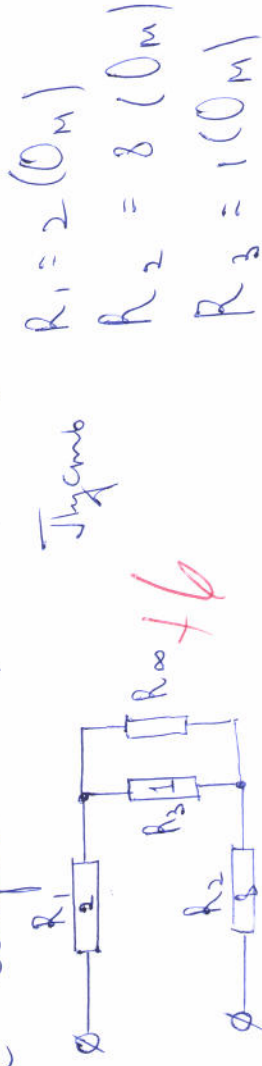
Санкт-Петербургский
государственный
университет

Найти: $R_{\text{Э}}$?

Для удобства заменим резистор с сопротивлением $0(0 \Omega)$ проводником



Заменим бесконечный участок цепи на резистор с сопротивлением R_{∞}



Итого

$$R_{\text{Э}} = R_1 + R_2 + \frac{R_3 \cdot R_{\infty}}{R_3 + R_{\infty}}$$

Но max. как упрощать

Теорема $\Rightarrow R_{\text{Э}} = R_{\infty}$

$$R_{\text{Э}} = \frac{R_1 \cdot R_3 + R_1 \cdot R_{\infty} + R_2 \cdot R_3 + R_2 \cdot R_{\infty} + R_3 \cdot R_{\infty}}{R_3 + R_{\text{Э}}}$$

$$\cancel{R_3} R_{\text{Э}} + R_{\text{Э}}^2 = R_1 R_3 + R_1 R_{\text{Э}} + R_2 R_3 + R_2 R_{\text{Э}} + R_3 R_{\text{Э}}$$

$$R_{\text{Э}}^2 - R_{\text{Э}} (R_1 + R_2) - R_3 (R_1 + R_2) = 0$$

$$D = R_1^2 + 2 R_1 R_2 + R_2^2 + 4 R_3 (R_1 + R_2) = 4 + 32 + 64 + 40 = 140 \Rightarrow \sqrt{D} = \sqrt{140}$$