

Государственное бюджетное учреждение дополнительного образования Псковской области  
«Псковский областной центр развития одаренных детей и юношества»  
Областной конкурс «Юные дарования» 2017/2018  
**«Юный знаток физики»**  
Задания очного тура  
**8 класс**

*Максимальное количество баллов – 36*

Уважаемые участники, выполняйте задания на двойном тетрадном листе. На первой странице подпишите свою работу. Приводите аргументированные ответы и подробные решения. Желаем успешного выполнения заданий!

**Задание № 1 (2 балла).**

Почему при ударе молнии в песчаную почву образуются куски плавленого кварца (песка) неправильной формы?

**Задание № 2 (1 балл).**

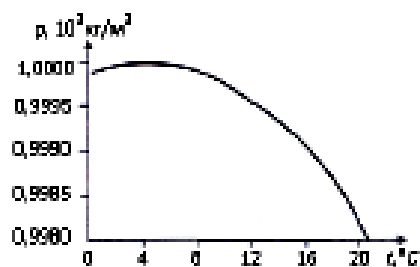
Какой магнитный полюс появляется на шляпке гвоздя, если к его заострённому концу приблизить северный полюс стального магнита?

**Задание № 3 (4 балла).**

В цилиндрический стакан наливают воду. При каком уровне воды центр масс стакана с водой занимает низшее положение?

**Задание № 4 (4 балла).**

Вася и Петя должны охладить воду одинаковой массы в двух одинаковых высоких мензурках от температуры  $t_1 = 4^\circ\text{C}$  до  $t_2 = 1^\circ\text{C}$ , используя одинаковые кусочки тающего льда. Вася охлаждает верхнюю часть сосуда с водой, поместив кусочек льда в верхней части мензурки, а Петя – удерживая кусочек льда вблизи дна. Кто быстрее справится с заданием? График зависимости плотности воды от температуры приведен на рисунке.



Ответ поясните, указав какие физические явления и закономерности вы использовали для обоснования.

**Задание № 5 (4 балла).**

Имеются два неоднородных шнура и зажигалка. Если поджечь любой из шнуров, то он полностью сгорит за час. Как нужно действовать, чтобы таким способом отмерить 45 минут. Резать и рвать шнуры нельзя.

**Задание № 6 (5 баллов).**

Найдите отношение масс спирта и бензина в смеси, удельная теплота сгорания которой  $q_0 = 41$  МДж/кг. Удельная теплота сгорания бензина  $q_б = 44$  МДж/кг, а удельная теплота сгорания спирта  $q_с = 26$  МДж/кг.

**Задание № 7 (5 баллов).**

В алюминиевый сосуд массой 45 г налили 150 г воды при температуре  $20^\circ\text{C}$ . В сосуд опустили цилиндр массой 200 г, температура которого  $95^\circ\text{C}$ , при этом температура воды повысилась до  $30^\circ\text{C}$ . Определите удельную теплоемкость вещества, из которого изготовлен цилиндр. Удельная теплоёмкость алюминия  $c_{ал} = 900$  Дж/кг $^\circ\text{C}$ ; удельная теплоёмкость воды  $c_в = 4200$  Дж/кг $^\circ\text{C}$ .

**Задание № 8 (5 баллов).**

В квартире включен единственный электрический прибор – лампа номинальной мощностью  $P_1 = 100$  Вт, рассчитанная на напряжение 220 В. На сколько изменится напряжение на лампе, если включить электрокамин номинальной мощностью  $P_2 = 500$  Вт? Сопротивление проводов, подводящих к квартире электроэнергию, составляет  $R_0 = 4$  Ом. Напряжение в сети  $U = 220$  В. Зависимость сопротивления электроприборов от температуры не учитывайте.

**Задание № 9 (5 баллов).**

Спираль длиной 45 м и сечением  $0,1\text{ мм}^2$  включена в сеть с напряжением 30 В. Мощность тока в спирали 5 Вт. Из какого материала изготовлена спираль?

**Задание № 10 (1 балл).**

Если классная доска отсвечивает, то написанное на ней плохо видно. Почему? Что нужно сделать, чтобы доска не отсвечивала?

## *Возможные решения и ответы*

### **Задание № 1 (2 балла).**

Сильный электрический ток молнии во время удара о землю создаёт высокую температуру, достаточную для плавления кварца (песка).

### **Задание № 2 (1 балл).**

Южный полюс.

### **Задание № 3 (4 балла).**

Центр масс пустого стакана расположен на его оси симметрии выше дна, если, конечно, дно не очень толстое. Когда в стакан наливают немного воды, положение центра масс всей системы, очевидно, понижается. Если добавить еще немного воды, центр масс опять понизится.

Так будет продолжаться до тех пор, пока положение центра масс не совпадет с уровнем воды в стакане. После этого при добавлении воды центр масс будет подниматься. Итак, центр масс стакана с водой находится в низшем положении, когда он совпадает с уровнем воды в нем.

### **Задание № 4 (4 балла).**

Наиболее эффективная теплопередача в жидкости осуществляется путем конвекции. При охлаждении воды она возникает под действием силы тяжести и силы Архимеда, вследствие различий в плотности холодной и теплой воды. В соответствии с законом Архимеда, более плотная вода перемещается вниз, а менее плотная – вверх. В указанном интервале температур холодная вода имеет меньшую плотность и движется от кусочка льда вверх.

Чтобы правильно использовать механизм конвекции, лёд нужно разместить в воде так, чтобы обеспечить условия для ее свободной циркуляции, т.е. снизу, как это сделал Петя. Значит, быстрее справится с заданием Петя.

### **Задание № 5 (4 балла).**

Если мы первый шнур сложим пополам и подожжем в середине, то шнур сгорит за полчаса.

Значит, надо сложить первый шнур пополам и соединить со вторым шнуром сложенным вчетверо.

$$\frac{60 \text{ мин}}{2} + \frac{60 \text{ мин}}{4} = 30 \text{ мин} + 15 \text{ мин} = 45 \text{ мин}$$

### **Задание № 6 (5 баллов).**

Н	$m_c / m_b$	Решение
Д	$q_o = 41 \text{ МДж/кг} = 41 \cdot 10^6 \text{ Дж/кг}$ $q_b = 44 \text{ МДж/кг} = 44 \cdot 10^6 \text{ Дж/кг}$ $q_c = 26 \text{ МДж/кг} = 26 \cdot 10^6 \text{ Дж/кг}$	Пусть в смеси находится масса $m_b$ бензина и масса $m_c$ спирта. Тогда, с одной стороны, теплота сгорания смеси

$$Q = q_6 \cdot m_6 + q_c \cdot m_c \quad (1)$$

$$\text{с другой стороны, } Q = q_0 \cdot (m_6 + m_c) \quad (2)$$

Левые части этих уравнений равны, значит равны и правые, т.е.

$$q_6 \cdot m_6 + q_c \cdot m_c = q_0 \cdot (m_6 + m_c),$$

откуда находим искомое отношение:

$$q_6 \cdot m_6 - q_0 \cdot m_6 = q_0 \cdot m_c - q_c \cdot m_c \text{ или } m_6 \cdot (q_6 - q_0) = m_c \cdot (q_0 - q_c)$$

$$\frac{m_6}{m_c} = \frac{q_0 - q_c}{q_0 - q_6} \quad \frac{m_6}{m_c} = \frac{(41 - 26) \cdot 10^6}{(44 - 41) \cdot 10^6} = \frac{15}{3} = 5$$

Таким образом, массы бензина и спирта находятся в смеси в отношении 5:1.

$$\text{Ответ: } \frac{m_6}{m_c} = 5$$

### Задание № 7 (5 баллов).

Н	с	Решение
Д	$m_{ал} = 45 \text{ г} = 0,045 \text{ кг}$ $m_{в} = 150 \text{ г} = 0,15 \text{ кг}$ $m_{ц} = 200 \text{ г} = 0,2 \text{ кг}$ $t_1 = 20^\circ\text{C}$ $t_2 = 95^\circ\text{C}$ $\Theta = 30^\circ\text{C}$ $c_{ал} = 900 \text{ Дж/кг}^\circ\text{C}$ $c_{в} = 4200 \text{ Дж/кг}^\circ\text{C}$	<p>Количество теплоты, которое получил сосуд:  <math>Q_1 = c_{ал} \cdot m_{ал} \cdot (\Theta - t_1)</math></p> <p>Количество теплоты, которое получила вода, когда в неё опустили нагретый до <math>95^\circ\text{C}</math> цилиндр:  <math>Q_2 = c_{в} \cdot m_{в} \cdot (\Theta - t_1)</math></p> <p>Количество теплоты, которое отдал цилиндр сосуду с водой: <math>Q_3 = c_{ц} \cdot m_{ц} \cdot (t_2 - \Theta)</math></p> <p>Так как количество теплоты, которое отдал</p>

цилиндр сосуду с водой равно количеству теплоты, которое получил сосуд с водой, то можем составить уравнение теплового баланса:  $Q_3 = Q_1 + Q_2$ , т.е.

$$c_{ц} \cdot m_{ц} \cdot (t_2 - \Theta) = c_{ал} \cdot m_{ал} \cdot (\Theta - t_1) + c_{в} \cdot m_{в} \cdot (\Theta - t_1).$$

Отсюда:

$$c_{ц} = \frac{c_{ал} \cdot m_{ал} \cdot (\Theta - t_1) + c_{в} \cdot m_{в} \cdot (\Theta - t_1)}{m_{ц} \cdot (t_2 - \Theta)} = \frac{(\Theta - t_1) \cdot (c_{ал} \cdot m_{ал} + c_{в} \cdot m_{в})}{m_{ц} \cdot (t_2 - \Theta)}$$

$$c_{ц} = \frac{(30 - 20)^\circ\text{C} (900 \cdot 0,045 + 4200 \cdot 0,15) \text{ Дж/кг}^\circ\text{C}}{0,2 \cdot (95^\circ\text{C} - 30^\circ\text{C})} \approx 516 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}^\circ\text{C}}$$

$$\text{Ответ: } c_{ц} = 516 \text{ Дж/кг}^\circ\text{C}$$

### Задание № 8 (5 баллов).

Н	$\Delta U$	Решение
Д	$P_1 = 100 \text{ Вт}$ $P_2 = 500 \text{ Вт}$ $U = 220 \text{ В}$ $R_0 = 4 \text{ Ом}$	<p>Зная номинальную мощность в сети, найдём их электрические сопротивления: <math>(P_1 = \frac{U^2}{R}) R_1 = \frac{U^2}{P_1}</math></p>

$$R_1 = \frac{(220)^2 \text{ В}^2}{100 \text{ Вт}} = 480 \text{ Ом}, \quad R_2 = \frac{U^2}{P_2} \quad R_2 = \frac{(220)^2 \text{ В}^2}{500 \text{ Вт}} = 97 \text{ Ом}$$

$$\text{До включения электрокамина напряжение на лампе было: } U_1 = \frac{UR_1}{R_1 + R_0}$$

$$U_1 = \frac{220\text{В} \cdot 480 \text{ Ом}}{(480 + 4)\text{Ом}} = 218 \text{ В}$$

После включения электрокамина общее сопротивление потребителей

электроэнергии  $R_{12} = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2}$   $R_{12} = \frac{480 \cdot 97 (\text{Ом})^2}{(480 + 97)\text{Ом}} = 81 \text{ Ом}$ , а напряжение

на них  $U_2 = \frac{UR_{12}}{R_0 + R_{12}}$   $U_2 = \frac{220 \text{ В} \cdot 82 \text{ Ом}}{(81 + 4)\text{Ом}} = 210 \text{ В}$ .

Таким образом, напряжение понизилось на  $\Delta U = U_1 - U_2$

$$\Delta U = 218 \text{ В} - 210 \text{ В} = 8 \text{ В}$$

Ответ:  $\Delta U = 8 \text{ В}$

### Задание № 9 (5 баллов).

Н	$\rho$	Решение
Д	$\ell = 45 \text{ м}$ $S = 0,1 \text{ мм}^2$ $U = 30 \text{ В}$ $P = 5 \text{ Вт}$	Сопротивление проводника равно: $R = \rho \frac{\ell}{S}$ . Мощность тока в спирали: $P = \frac{U^2}{R}$ . Отсюда можем выразить
$R = \frac{U^2}{P}$ . $\rho \frac{\ell}{S} = \frac{U^2}{P}$ Отсюда: $\rho = \frac{U^2 S}{\ell \cdot P}$ или		
$\rho = \frac{(30)^2 \text{ В}^2 \cdot 0,1 \text{ мм}^2}{45 \text{ м} \cdot 5 \text{ Вт}} = 0,4 \frac{\text{Ом} \cdot \text{мм}^2}{\text{м}}$		

Ответ:  $\rho = 0,4 \frac{\text{Ом} \cdot \text{мм}^2}{\text{м}}$

### Задание № 10 (1 балл).

Световые лучи отражаются от гладкой поверхности классной доски зеркально. Надо сделать доску менее гладкой.

*Спасибо за участие!*