

**Школьный этап Всероссийской олимпиады школьников по физике (2013/14 учебный год)**

**9 класс**

Количество задач – 5. Время, отводимое на выполнение - 150 минут.

Каждая задача оценивается из 10 баллов. Полное решение задачи оценивается в 10 баллов **вне зависимости** от того, совпадает выбранный школьником способ решения с авторским или нет. Приведенные ниже критерии оценивания используются, только если решение задачи не доведено до правильного ответа.

**Задача 9.1**

Средняя скорость тела за 20 секунд движения составила 4 м/с. Средняя скорость этого же тела за последние 4 секунды движения составила 10 м/с. Определите среднюю скорость тела за первые 16 секунд движения.

Решение:

Весь путь, пройденный телом, равен  $4 \cdot 20 = 80$  метров. Из них  $4 \cdot 10 = 40$  метров оно прошло за последние 4 секунды. За первые 16 секунд оно прошло  $80 - 40 = 40$  метров. Таким образом, средняя скорость за первые 16 секунд равна  $40/16 = 2,5$  м/с.

*Критерии оценивания:*

Написано или видно из работы, что средняя скорость равна отношению пройденного расстояния к промежутку времени - 2 балла

Найден весь путь, пройденный телом - 2 балла

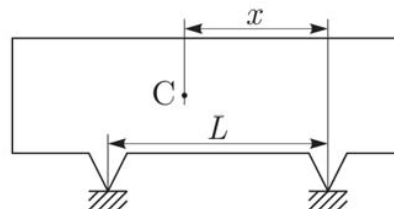
Найден путь, пройденный телом за последние 4 секунды - 2 балла

Найден путь, пройденный телом за первые 16 секунд - 2 балла

Найдена средняя скорость за первые 16 секунд - 2 балла

**Задача 9.2**

Расстояние между двумя опорами балки (см. рис.) равно  $L = 2,8$  м, а расстояние между правой опорой и центром масс (к центру масс, в точке С, приложена сила тяжести) равно  $x = 2,1$  м. Для того чтобы определить массу балки, под правую опору подставили весы. Их показания составили  $M = 2400$  кг. Определите массу балки  $m$ .



Решение:

По правилу рычага (относительно левой опоры):  $mg(L - x) = MgL$ . Отсюда  $m = M \frac{L}{L - x} = 2400 \cdot \frac{2,8}{0,7} \text{ кг} = 9600 \text{ кг}$ .

*Критерии оценивания:*

Учтено, что показание весов пропорционально силе реакции опоры (не обязательно в явном виде) - 2 балла

Указаны силы, действующие на балку (если сразу верно написано правило рычага – этот балл получается автоматически) - 2 балла

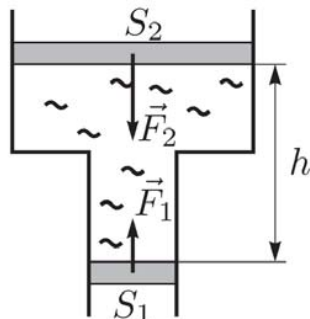
Записано правило рычага, из которого можно получить ответ - 4 балла

Выражена масса  $m$  из формулы - 1 балл

Получен правильный численный ответ - 1 балл

### Задача 9.3

В сосуде, закрепленном в штативе, между двумя невесомыми поршнями находится вода ( $\rho = 1000 \text{ кг/м}^3$ ). На поршень 1 площадью  $S_1 = 110 \text{ см}^2$  действует сила  $F_1 = 1,76 \text{ кН}$ , на поршень 2 площадью  $S_2 = 2200 \text{ см}^2$  действует сила  $F_2 = 3,3 \text{ кН}$ . Поршни неподвижны, жидкость несжимаема, ускорение свободного падения  $g = 10 \text{ м/с}^2$ . Определите расстояние  $h$  между поршнями.



Решение:

Давление жидкости на уровне верхнего (второго) поршня  $p_2 = F_2/S_2 = 150 \text{ кПа}$ , давление жидкости на уровне нижнего (первого) поршня  $p_1 = F_1/S_1 = 160 \text{ кПа}$ . Разность давлений равняется гидростатическому давлению  $p_1 = p_2 + \rho gh$ . Отсюда выражаем  $h = \frac{p_1 - p_2}{\rho g} = 1 \text{ м}$ .

*Критерии оценивания:*

Найдено давление жидкости на уровне верхнего (второго) поршня – 2 балла.

Найдено давление жидкости на уровне нижнего (первого) поршня – 2 балла.

Разность давлений на уровнях поршней приравнена гидростатическому давлению – 4 балла.

Получен правильный численный ответ – 2 балла.

### Задача 9.4

В калоримetre находится вода массой  $m_v = 0,16 \text{ кг}$  и температурой  $t_v = 30 \text{ }^\circ\text{C}$ . Для того, чтобы охладить воду, из холодильника в стакан переложили лед массой  $m_l = 80 \text{ г}$ . В холодильнике поддерживается температура  $t_l = -12 \text{ }^\circ\text{C}$ . Определите конечную температуру в калоримetre. Удельная теплоёмкость воды  $C_v = 4200 \text{ Дж/(кг}\cdot^\circ\text{C)}$ , удельная теплоёмкость льда  $C_l = 2100 \text{ Дж/(кг}\cdot^\circ\text{C)}$ , удельная теплота плавления льда  $\lambda = 334 \text{ кДж/кг}$ .

Решение:

Так как неясно, каким будет конечное содержимое калориметра (растает ли весь лёд?) будем решать задачу «в числах».

Количество теплоты, выделяемое при охлаждении воды:  $Q_1 = 4200 \cdot 0,16 \cdot 30 \text{ Дж} = 20160 \text{ Дж}$ .

Количество теплоты, поглощаемое при нагревании льда:  $Q_2 = 2100 \cdot 0,08 \cdot 12 \text{ Дж} = 2016 \text{ Дж}$ .

Количество теплоты, поглощаемое при таянии льда:  $Q_3 = 334000 \cdot 0,08 \text{ Дж} = 26720 \text{ Дж}$ .

Видно, что количества теплоты  $Q_1$  недостаточно для того, чтобы расплавить весь лёд ( $Q_1 < Q_2 + Q_3$ ). Это означает, что в конце процесса в сосуде будут находиться и лёд, и вода, а температура смеси будет равна  $t = 0 \text{ }^\circ\text{C}$ .

*Критерии оценивания:*

Найдено количество теплоты, выделяемое при охлаждении воды – 2 балла.

Найдено количество теплоты, поглощаемое при нагревании льда – 2 балла.

Найдено количество теплоты, поглощаемое при таянии льда – 2 балла.

Указано, что расплавится не весь лед – 2 балла.

Указана конечная температура смеси – 2 балла.

### Задача 9.5

Кипятильник был подключен к батарее идеальных аккумуляторов с выходным напряжением  $U_0 = 200$  В. Он смог прогреть стакан воды до температуры  $t_1 = 85$  °С при температуре в комнате  $t_{\text{комн}} = 25$  °С. Потом второй такой же кипятильник подключили последовательно с этим и опустили во второй такой же стакан с водой. Какая температура  $t_2$  установится в нем? Количество теплоты  $\Delta Q$ , теряемое стаканом за время  $\Delta t$ , пропорционально разности температур воды и воздуха, то есть  $\Delta Q/\Delta t = k(t_{\text{воды}} - t_{\text{возд}})$ . Сопротивление кипятильника не зависит от его температуры.

Решение:

Во втором случае мощность, выделяющаяся в кипятильнике, падает, т.к. в 2 раза уменьшается напряжение на нем (то же напряжение  $U_0$  распределяется на 2 последовательно соединенных кипятильника).

Когда кипятильник уже не сможет нагревать воду дальше, т.е. установится равновесие, будет выполнено условие равенства мощностей кипятильника и теплоотдачи в окружающую среду:  $P_{\text{выдел. на кипят.}} = P_{\text{отдав. в окр. среду}}$ . Для первого и второго кипятильников это условие имеет вид:  $U_0^2/R = k(t_1 - t_{\text{комн}})$  и  $(U_0/2)^2/R = k(t_2 - t_{\text{комн}})$ , где  $R$  – сопротивление кипятильника,  $k$  – некоторый коэффициент пропорциональности.

Поделив одно уравнение на другое, получим:  $t_2 - t_{\text{комн}} = (t_1 - t_{\text{комн}})/4$ . После преобразований найдем:  $t_2 = 0,75t_{\text{комн}} + 0,25t_1 = 40$  °С.

*Критерии оценивания:*

Сформулировано (или записано в виде формулы) утверждение: мощность теплопотерь при установившейся температуре = мощности кипятильника - 3 балла

Указанное выше утверждение записано в виде формул для первого и второго кипятильников - 2 балла

Получено выражение для  $t_2$  - 5 баллов