

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

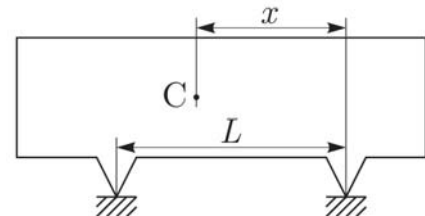
Найден путь, пройденный телом за последние 4 секунды - 2 балла

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 $m = M \frac{L}{L - x} = 2400 \cdot \frac{2,4}{0,7}$ кг = 9600 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

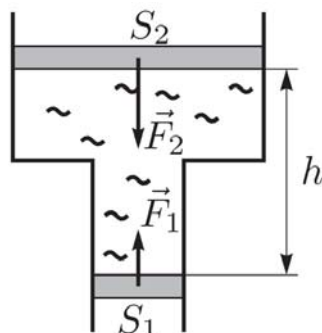
Записано правило рычага, из которого можно получить ответ - 4 балла

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 калориметре находится вода массой $m_b = 0,16 \text{ кг}$ и температурой $t_b = 30 \text{ }^\circ\text{C}$. 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 калориметре. Удельная теплоёмкость воды $C_b = 4200 \text{ Дж/(кг}\cdot^\circ\text{C)}$, 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 ΔQ , теряемое стаканом за время Δt , 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: $P_{\text{выдел. на кипяч.}} = P_{\text{отдав. в окр. среду}}$. 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