

9 класс

Задача 1

Возможное решение

Принимая во внимание большую массу воды при 0°C и малую массу кусочка льда, тепловое равновесие наступит при температуре $t_0 = 0^\circ\text{C}$. Для нагревания льда от

t_1 до 0°C потребуется тепла

$$Q_1 = C_{\text{льда}} m (t_0 - t_1) \quad (1)$$

где m – масса кусочка льда (лед нагреется до 0°C, но таять не будет!). Так как температура воды не изменилась, то это тепло первоначальный лед получит вследствие кристаллизации некоторого количества Δm воды при 0°C и появления такой же массы Δm льда (по условию, $\Delta m/m = 0,25$):

$$Q_2 = \lambda \Delta m \quad (2)$$

где $\lambda = 330$ кДж/кг – удельная теплота плавления льда (или удельная теплота кристаллизации воды). Уравнение теплового баланса

$$C_{\text{льда}} m (t_0 - t_1) = \lambda \Delta m \quad (3)$$

Откуда $(t_0 - t_1) = (\lambda \Delta m/m)/C_{\text{льда}} = 330000 \cdot 0,25/2100 \approx 39^\circ\text{C}$

т.е. начальная температура льда была минус 39°C. (4)

Критерии оценивания

Пояснено, что конечная температура системы – 0°C..... 4 балла

Вычислено Q_1 (1)..... 1 балл

Вычислено Q_2 (2)..... 1 балла

Написано уравнение теплового баланса (3).....1 балл

Найден численный ответ (4).....3 балла

Задача 2

Возможное решение

Найдем сопротивление схемы при разомкнутом ключе:

$$R_{\text{общ}} = \frac{3R3R}{3R + 3R} = \frac{3R}{2} \quad (1)$$

Найдем сопротивление схемы при замкнутом ключе:

$$R_{\text{общ2}} = \frac{R2R}{R + 2R} + \frac{2RR}{2R + R} = \frac{4R}{3} \quad (2)$$

Мощность, выделяющаяся в цепи, равна $N = U^2/R_{\text{общ}}$, где U – напряжение, подаваемое на схему.

Тогда в первом случае $N_1 = U^2/(3R/2) \quad (3)$

Во втором случае $N_2 = U^2/(4R/3) \quad (4)$

Тогда искомое отношение равно $N_2/N_1 = (3/2)/(4/3) = 9/8 = 1,125 \quad (5)$

т.е. потребляемая мощность увеличится на 12,5%.

Критерии оценивания

Найдено сопротивление первой схемы (1)..... 2 балла

Найдено сопротивление второй схемы (2)..... 2 балла

Приведена формула мощности, выделяемая в первом случае (3).....2 балла

Приведена формула мощности, выделяемая во втором случае (4).....2 балла

Найдено увеличение мощности в процентах (5).....2 балла

Задача 3

Возможное решение

Пусть ускорение тела равно a . Начальная скорость, по условию, равна нулю. Тогда скорость

в конце первой секунды движения равна $V_1 = a \cdot 1$

в конце второй секунды движения равна $V_2 = a \cdot 2 \quad (1)$

в конце третьей секунды движения равна $V_3 = a \cdot 3$

Изменение кинетической энергии тела за:

вторую секунду движения равно $\Delta E_2 = mV_2^2/2 - mV_1^2/2 = ma^2/2(2^2 - 1) = 3ma^2/2 \quad (2)$

третью секунду движения равно
(3)

$$\Delta E_3 = mV_3^2/2 - mV_2^2/2 = ma^2/2(3^2 - 2^2) = 5ma^2/2$$

Тогда искомое отношение равно

$$\Delta E_3/\Delta E_2 = 5/3 \approx 1,67 \quad (4)$$

Т.е. кинетическая энергия тела за третью секунду движения увеличилась на 67% больше, чем за вторую секунду движения.

Критерии оценивания

Найдены скорости в конце первой, второй и третьей секунды движения (1)..... 3 балла

Найдены изменения кинетической энергии за вторую и третью секунды (2) и (3).....5 баллов

Найдено искомое увеличение энергии в процентах (4).....2 балла

Задача 4

Возможное решение

Пусть длина трассы (окружности) равна L. Тогда скорость первого автомобиля равна

$$V_1 = L/T_1 \quad (1)$$

Скорость второго -

$$V_2 = L/T_2 \quad (2)$$

а) Так как автомобили движутся навстречу друг другу, то скорость их сближения будет равна

$$V_{\text{сбл}} = V_1 + V_2 = L/T_1 + L/T_2 = L(T_1 + T_2)/T_1T_2 \quad (3)$$

Тогда искомое время будет равно (для встречи им надо сблизиться на L/2)

$$t = (L/2)/V_{\text{сбл}} = (1/2)T_1T_2/(T_1 + T_2) = 1 \text{ мин } 27,5 \text{ с} \quad (4)$$

б) Так как автомобили движутся в одном направлении, то скорость удаления первого автомобиля от второго будет равна

$$V_{\text{удаления}} = V_1 - V_2 = L/T_1 - L/T_2 = L/(T_2 - T_1)/T_1T_2 \quad (5)$$

Тогда искомое время будет равно (первый автомобиль сделает на пол- оборота больше, чем второй)

$$t = (L/2)/V_{\text{удаления}} = (1/2)T_1T_2/(T_2 - T_1) = 8 \text{ мин } 45 \text{ с} \quad (6)$$

Критерии оценивания

Написана связь между скоростями автомобилей и периодами обращения (1), (2)..... 1 балл

Написано выражение для скорости сближения автомобилей в случае а) (3).....2 балла

Получено уравнение для нахождения искомого времени в случае а) (4).....2 балла

Написано выражение для скорости удаления первого автомобиля от второго (5)(случай б).2 балла

Получено уравнение для нахождения искомого времени (6)(случай б).....2 балла

Получены правильные числовые ответы.....1 балл

Задача 5

Возможное решение

Пусть начальная скорость мячика V_0 , угол между вектором начальной скорости и горизонтом равен углу α , который надо определить. В отсутствии сопротивления воздуха мячик движется с постоянным ускорением, равным g и направленным вертикально вниз. Зависимость скорости от времени

$$\vec{V} = \vec{V}_0 + \vec{g}t \quad (1)$$

Рассмотрим момент времени, когда мячик достигает верхней точки траектории. В ней его скорость направлена по касательной к траектории, т.е. горизонтально.

Тогда в проекциях на горизонтальную ось уравнение (1) запишется как:

$$V = V_0 \cos \alpha + 0 \quad (2)$$

По условию: $V = V_0/2$

Тогда: $\cos \alpha = 1/2 \quad \alpha = 60^\circ \quad (3)$

Критерии оценивания

Записано, что мячик движется с постоянным ускорением и написана зависимость скорости от времени при таком движении в векторном виде

(1).....4 балла

Записано скалярное уравнение (2) как проекция векторного уравнения (1) на горизонтальную ось для скорости в момент достижения верхней точки траектории.....4 балла

Найдено значение угла бросания (3).....2 балла

Максимальное количество баллов за решение задач – 50 баллов. (Решение каждой задачи оценивается целым числом баллов от 0 до 10).