

10 класс

Задача 1

Возможное решение

Пусть в некоторый момент времени удлинение пружины равно x , а скорость бруска V . Работа силы F идет на изменение кинетической энергии бруска и на изменение потенциальной энергии растянутой пружины:

$$(mV^2/2 + kx^2/2) - 0 = Fx \quad (1)$$

В момент, когда скорость бруска достигнет максимального значения, ускорение бруска станет равным нулю, значит в этот момент времени по второму закону Ньютона:

$$F - kx = 0 \quad (2)$$

Выразим из (2) x и подставим в (1). Получим

$$V = F/(mk)^{1/2} = 0,8 \text{ м/с} \quad (3)$$

Критерии оценивания

Записан закон изменения механической энергии (1).....5 баллов

Записано, что в момент достижения максимальной скорости результирующая сила равна нулю3 балла

Решена система уравнений (1) и (2) и найдено численное значение максимальной скорости (3).....2 балла

Задача 2

Возможное решение

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

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

Скорость второго -

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

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

а) для встречи в первый раз (для встречи им надо сблизиться на $3L/4$)

$$t = (3L/4)/V_{\text{сбл}} = (3/4)T_1T_2/(T_1 + T_2) = 2 \text{ мин } 11,25 \text{ с} \quad (4)$$

б) для встречи во второй раз (для второй встречи им надо сблизиться еще на L)

$$t = L/V_{\text{сбл}} = T_1 T_2 / (T_1 + T_2) = 2 \text{ мин } 55 \text{ с} \quad (5)$$

- после первой встречи должно пройти еще 2 мин 55 с, чтобы произошла вторая встреча

Критерии оценивания

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

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

Получено уравнение для нахождения искомого времени для первой встречи(4).....3 балла

Получено уравнение для нахождения искомого времени для второй встречи(5).....3 балла

Получены правильные числовые ответы.....1 балл

Задача 3

Возможное решение

Принимая во внимание большую массу воды при 0°C и малые массы кусочка льда и стального шарика, тепловое равновесие наступит при температуре $t_0 = 0^\circ\text{C}$. Для нагревания льда от t_1 до 0°C потребуются 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 остывания стального шарика до 0°C и кристаллизации некоторого количества Δm воды при 0°C и появления такой же массы Δm льда :

$$Q_2 = C_c m (t_2 - t_0) + \lambda \Delta m \quad (2)$$

где $C_c = 460 \text{ Дж}/(\text{кг}\cdot\text{град})$ - удельная теплоемкость стали, $\lambda = 330 \text{ кДж}/\text{кг}$ – удельная теплота плавления льда (или удельная теплота кристаллизации воды). Уравнение теплового баланса

$$C_{\text{льда}} m (t_0 - t_1) = C_c m (t_2 - t_0) + \lambda \Delta m \quad (3)$$

Откуда

$$\Delta m/m = [C_{\text{льда}}(t_0 - t_1) - C_c(t_2 - t_0)]/\lambda \approx 0,036$$

т.е. масса льда увеличилась приблизительно на 3,6%. (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 4

Возможное решение

Сумма всех внешних сил, действующих на покоящуюся систему «аэростат – человек» все время равна нулю. Поэтому центр масс системы (закон сохранения импульса системы тел) должен оставаться неподвижным (1)

Пусть за то время, за которое человек опустился на 10 м, аэростат поднялся на x метров. Согласно (1) должно выполняться равенство

$$80 \cdot 10 = 400 \cdot x \quad (2)$$

Откуда: $x = 2$ м

Тогда длина веревочной лестницы для выполнения условия задачи должна равняться

$$10 \text{ м} + 2 \text{ м} = 12 \text{ м} \quad (3)$$

Критерии оценивания

Пояснено, что центр масс системы должен остаться на месте (1).....6 баллов

Вычислена высота поднятия аэростата (2) 3 балла

Найдена длина лестницы (3).....1 балл

Задача 5

Возможное решение

Напряжение на резисторе с сопротивлением R_2 будет равно $U_0 - U$, (1)

мощность на этом резисторе

$$N_2 = (U_0 - U)^2 / R_2 = (9/16) U_0^2 / R_2 \quad (2)$$

Напряжение на резисторе с сопротивлением R_1 равно U (3)

Мощность на этом резисторе $N_1 = U^2 / R_1 = (1/16) U_0^2 / R_1$ (4)

Тогда из (2) и (4):

$$N_1 / N_2 = (1/9) R_2 / R_1 = 4/9 \approx 0,44 \quad (5)$$

т.е. N_1 составляет приблизительно 44% от N_2

Критерии оценивания

Получена формула для тока I_1 (3).....2 балла

Получена формула для тока I_2 (1)..... 3 балла

Получена формула для тока I_v (4)..... 3 балла

Получен правильный ответ (5).....2 балла

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