

Задание для 8-ого класса

1. Двое часовых

1. Двое часовых охраняют круглый объект радиусом $R = 100$ м. Для этого они начинают движение из одной точки и идут вокруг объекта с разными скоростями до встречи, а затем поворачивают и идут в обратном направлении до следующей встречи и так далее. "Медленный" часовой идет со скоростью $V = 0,5$ м/с, тщательно осматривая объект, а "быстрый" - со скоростью $3V = 1,5$ м/с. Через какое время t после начала движения часовые будут на максимальном расстоянии друг от друга и чему равно это расстояние L_{\max} ? *Напомним*, что длина окружности радиусом R равна $2\pi R$, где $\pi = 3,14$.

Решение:

Часовые, удаляясь друг от друга, разойдутся в диаметрально противоположные точки охраняемого объекта и в этот момент максимальное расстояние между ними будет равно диаметру объекта

$$L_{\max} = 2R = 200 \text{ м.}$$

Скорость удаления часовых друг от друга равна

$$V_{\text{от}} = V + 3V = 4V.$$

То есть расстояние между часовыми по периметру объекта увеличивается со скоростью $4V$. В момент нахождения часовых в диаметрально противоположных точках это расстояние по периметру объекта равно половине длины окружности $S = \pi R$ и тогда время равно

$$t = S/V_{\text{от}} = \pi R/(4V) = 157,0 \text{ с.}$$

$$\text{Ответ: } t = \pi R/(4V) = 157,0 \text{ с; } L_{\max} = 2R = 200 \text{ м.}$$

Критерии оценивания:

Шаги выполнения задания	Число баллов
Идея, что максимальное удаление при диаметрально противоположном нахождении часовых	2
Сближение, скорость сближения вида $V_{\text{от}} = V + 3V = 4V$	3
Расстояние сближения $S = \pi R$	2
Получение времени и ответ	3
Сумма баллов:	10

2. Взвешивание с помощью термометра

2. Взвешивание с помощью термометра. Предлагается и реализуется следующий способ нахождения массы горячей воды, находящейся в теплоизолированном сосуде (калориметре), используя только термометр и имеющиеся в морозильной камере холодильника куски льда по $m_0 = 100$ г. Сначала градусником измеряют первоначальную температуру горячей воды - она оказалась равной $t_1 = 80$ °С. Затем достают из холодильника один кусок льда, бросают его в сосуд и измеряют установившуюся температуру воды - она оказалась равной $t_2 = 60$ °С. После этого достают из холодильника еще один кусок льда и измеряют новую установившуюся температуру воды - она оказалась равной $t_3 = 45$ °С. Получите расчетную формулу и по данным измерениям найдите первоначальную массу m воды в сосуде. Теплоемкостью сосуда можно пренебречь.

Решение:

Пусть q - количество теплоты, которое необходимо для того, чтобы один кусок льда нагреть до температуры плавления $t_0 = 0$ °С и расплавить его, c - удельная теплоемкость

**Второй (муниципальный) этап Всероссийской олимпиады школьников по физике
Ханты-Мансийский автономный округ – Югра
2020-2021 учебный год**

воды. Тогда с учетом того, что лед надо сначала расплавить, а затем нагреть до установившейся температуры, уравнение теплового баланса может быть записано два раза в виде:

$$m(t_1 - t_2) = q + cm_0(t_2 - t_0),$$

$$(m + m_0)(t_2 - t_3) = q + cm_0(t_3 - t_0).$$

Из системы этих двух уравнений после исключения q получаем

$$m = 2m_0(t_2 - t_3)/(t_1 + t_3 - 2t_2) = 6m_0 = 600 \text{ г.}$$

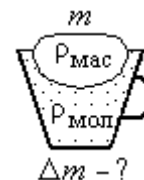
Ответ: $m = 2m_0(t_2 - t_3)/(t_1 + t_3 - 2t_2) = 6m_0 = 600 \text{ г.}$

Критерии оценивания:

Шаги выполнения задания	Число баллов
Первое уравнение теплового баланса	3
Второе уравнение теплового баланса	3
Решение системы уравнений	3
Ответ	1
Сумма баллов:	10

3. Масло в молоке

3. Масло в молоке. Кусок сливочного масла массой $m = 100 \text{ г}$ плавает в чашке, до краев наполненной горячим молоком. Какая масса масла Δm вытечет из чашки после того, как оно полностью растает? Плотности молока и растопленного масла соответственно равны $\rho_{\text{мол}} = 1 \text{ г/см}^3$ и $\rho_{\text{мас}} = 0,9 \text{ г/см}^3$.



Решение:

Из условия плавания куска масла находим объем вытесненного молока:

$$\rho_{\text{мол}} V_{\text{мол}} = m,$$

$$V_{\text{мол}} = m/\rho_{\text{мол}}.$$

Если такой объем заполнить жидким маслом, то оно имеет массу

$$m' = \rho_{\text{мас}} V_{\text{мол}} = \rho_{\text{мас}}(m/\rho_{\text{мол}}) = m\rho_{\text{мас}}/\rho_{\text{мол}}.$$

Масса вытекшего масла равна

$$\Delta m = m - m' = m - m\rho_{\text{мас}}/\rho_{\text{мол}} = m(\rho_{\text{мол}} - \rho_{\text{мас}})/\rho_{\text{мол}} = 0,1 m = 10 \text{ г.}$$

Ответ: $\Delta m = m(\rho_{\text{мол}} - \rho_{\text{мас}})/\rho_{\text{мол}} = 0,1 m = 10 \text{ г.}$

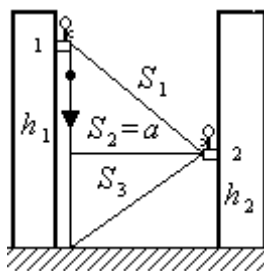
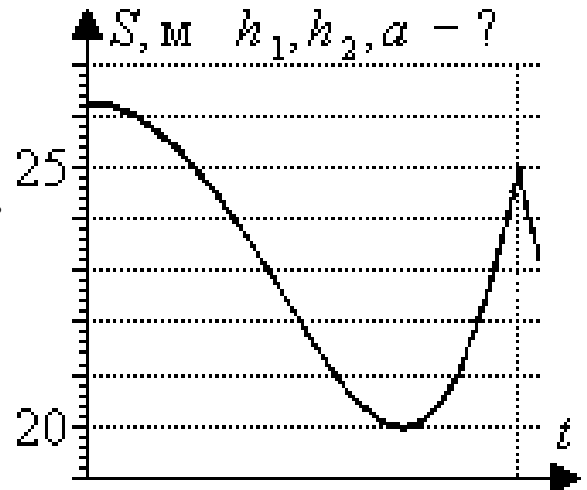
Критерии оценивания:

Шаги выполнения задания	Число баллов
Уравнение вида $V_{\text{мол}} = m/\rho_{\text{мол}}$	2
Уравнение вида $m' = m\rho_{\text{мас}}/\rho_{\text{мол}}$	4
Уравнение вида $\Delta m = m - m'$	2
Ответ	2
Сумма баллов:	10

4. Испытание устройства

**Второй (муниципальный) этап Всероссийской олимпиады школьников по физике
Ханты-Мансийский автономный округ – Югра
2020-2021 учебный год**

4. Испытание устройства. Два мальчика решили испытать устройство, измеряющее расстояние до летящих предметов. Для этого первый из них со своего балкона отпускает мяч, а второй с устройством с балкона противоположного дома фиксирует зависимость от времени для расстояния от устройства до вертикально падающего мяча. На представленном графике показана полученная зависимость. На какой высоте h_1 и h_2 находятся балконы мальчиков и какое расстояние a между домами?



Решение:

Из графика следует, что расстояние в начальный момент (при $t = 0$) равно $S_1 = 26,2$ м, минимальное расстояние между мальчиками равно $S_2 = 20$ м, расстояние до мяча в момент его отражения от земли, который соответствует пику, равно $S_3 = 25$ м. Эти расстояния и положения мальчиков 1 и 2 обозначены на рисунке. Из геометрии показанного рисунка с учетом теоремы Пифагора для прямоугольных треугольников следует, что

$$a = S_2 = 20 \text{ м,}$$

$$h_2 = (S_3^2 - S_2^2)^{1/2} = (25^2 - 20^2)^{1/2} \text{ м} = 15 \text{ м,}$$

$$h_1 = h_2 + (S_1^2 - S_2^2)^{1/2} = 15 + (26,2^2 - 20^2)^{1/2} \text{ м} = 32 \text{ м.}$$

Ответ: $a = 20$ м, $h_1 = 32$ м, $h_2 = 15$ м.