

ВСЕРОССИЙСКАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ 2024-2025 уч.г.

МУНИЦИПАЛЬНЫЙ ЭТАП

ФИЗИКА 8 КЛАСС

Продолжительность – 180 минут

Максимальный балл – 40

Задание №1. «Опасный участок дороги»

Въезжая на поврежденный участок шоссе, каждый автомобиль в колонне уменьшает скорость от 60 км/ч до 20 км/ч. Какой должна быть минимальная дистанция между автомобилями, чтобы они не сталкивались? Длина каждого автомобиля 4,44 метра.

Возможное решение:

Перейдем в систему отсчета, связанную с 1-м автомобилем, в тот момент, когда он въезжает на поврежденный участок и начинает движение со скоростью v_2 . Второй автомобиль будет двигаться со скоростью равной разности скоростей $v_{от} = v_1 - v_2$

Время, которое проедет второй автомобиль, в системе отсчета «остановленного» первого автомобиля равно:

$$t = \frac{L}{v_1 - v_2}, \quad (1)$$

Где L – дистанция между автомобилями.

За время t первый автомобиль с измененной скоростью v_2 должен проехать минимум расстояние равное длине автомобиля

$$t = \frac{l}{v_2} \quad (2)$$

Приравняем (1) и (2)

$$\frac{L}{v_1 - v_2} = \frac{l}{v_2}$$

Откуда искомая дистанция между автомобилями, при которой он еще не столкнется равна

$$L = \frac{v_1 - v_2}{v_2} \times l$$

$$L = \frac{60 - 20}{20} \times 4,44 = 8,88 \text{ м}$$

Критерии оценивания:

1. Записано выражение для скорости движения второго автомобиля относительно первого – **1 балл.**
2. Записано выражение для времени, за которое проедет второй автомобиль дистанцию L , в системе отсчета «остановленного» первого автомобиля - **2 балла.**
3. Записано время для второго автомобиля – **2 балла.**
4. Получено выражение для искомой дистанции – **3 балла.**
5. Правильно рассчитана минимальная дистанция между автомобилями – **2 балла.**

Всего 10 баллов.

Задание №2. «Пятерка»

«Пятерка» — самый распространенный размер футбольного мяча для большого футбола. Его окружность равна 70 сантиметров. Футболисты перед тренировкой подкачивают сдутые мячи. Каждый футболист из команды должен надуть по 1 мячу. Всего в команде 11 человек. При радиусе мяча $r=7$ см скорость увеличения радиуса равна $v=1$ мм/с. Какой объем воздуха ежесекундно закачивает в мячи вся команда? Объем шара рассчитывать по формуле $V = \frac{4}{3}\pi R^3$ (где R – радиус шара), площадь сферы $S = 4\pi r^2$

Возможное решение:

Объем шарика, определяется выражением $V = \frac{4}{3}\pi r^3$. Тогда, скорость изменения объема шарика или объем воздуха, который ежесекундно выдыхает 1 футболист:

$$\frac{\Delta V}{\Delta t} = 4\pi r^2 \frac{\Delta r}{\Delta t}$$

Учитывая $v = \frac{\Delta r}{\Delta t}$, получаем:

$$\frac{\Delta V}{\Delta t} = 4\pi r^2 v$$

$$\frac{\Delta V}{\Delta t} = 4 \times 3,14 \times 7^2 \times 0,1 = 61,5 \text{ см}^3$$

Ответ: $\Delta V_{\text{коман}} = 61,5 \times 11 = 676,5 \text{ см}^3$

Критерии оценивания:

1. Записано выражение для изменения объема шарика – **2 балла.**
2. Записано выражение для изменения скорости объема шарика – **2 балла.**
3. Получено выражение связи между изменением объема и скоростью - **2 балла.**
4. Рассчитан объем воздуха, выдыхаемого всей командой – **4 балла.**

Любое верное альтернативное решение - 10 баллов.

Всего 10 баллов.

Задание №3. «Вкусно и точка»

В школьной столовой ученик 8 класса Елисей решил выпить стакан морса. Он обнаружил, что столовая закупила новые стаканы необычной формы, объем которых неизвестен. В стакане содержатся равные массы льда и морса при температуре $t_0 = 0^\circ\text{C}$. Напиток Елисею показался слишком холодным, и он попросил добавить в него горячей воды при температуре $t_1 = 60^\circ\text{C}$, масса которой равна первоначальной суммарной массе морса и льда. Какая температура установилась в сосуде. Считать удельную теплоемкость морса равной удельной теплоемкости воды. Теплоемкостью стакана пренебречь. Удельная теплоемкость воды $c_v = 4200 \text{ Дж/кг }^\circ\text{C}$, удельная теплота плавления льда $\lambda = 3,4 \cdot 10^5 \text{ Дж/кг}$. Ответ округлите до целого числа.

Возможное решение:

Q_1 – кол-во теплоты, которое ушло на нагрев морса

Q_2 – кол-во теплоты, которое ушло на плавление льда

Q_3 – кол-во теплоты, которое ушло на нагрев растаявшего льда

Q_4 – кол-во теплоты, отданное горячей водой

$$Q_1 = cm \times (t_k - 0^\circ\text{C})$$

$$Q_2 = \lambda m$$

$$Q_3 = cm \times (t_k - 0^\circ\text{C})$$

$$Q_4 = c \times 2m \times (60 - t_k)$$

$$Q_1 + Q_2 + Q_3 = Q_4$$

$$cmt_k + \lambda m + cmt_k = c \times 2m \times (60 - t_k)$$

$$t_k = \frac{120c - \lambda}{4c}$$

$$t_k \approx 10^\circ\text{C}$$

Ответ: 10°C

Критерии оценивания:

1. Записаны выражения для количества теплоты при различных процессах – **2 балла**.
2. Правильно составлено уравнение теплового баланса – **3 балла**.
3. Получено выражение для конечной температуры – **3 балла**.
4. Правильно рассчитано значение конечной температуры – **2 балла**.

Всего 10 баллов.

Задание №4. «Кружок по физике».

На занятии кружка по физике учащиеся исследовали зависимость показаний динамометра, к которому жестко прикреплен деревянный стержень, от глубины погружения стержня в пробирку с жидкостью. В эксперименте пробирка диаметром 1 см и длиной 30 см располагалась вертикально, деревянный стержень диаметром 0,7 см и такой же, как пробирка, длиной плавно погружался в неё, при этом отсчет глубины погружения стержня велся от верхнего края пробирки. В эксперименте использовался динамометр, который работает как на сжатие, так и на растяжение. Результаты последовательных 30 измерений приведены в таблице:

№	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
x, см	0,0	1,0	2,0	3,0	4,0	5,0	6,0	7,0	8,0	9,0	10,0	11,0	12,0	13,0	14,0
F, мН	40,0	40,0	40,0	40,0	40,0	40,0	40,0	40,0	40,0	40,0	40,0	40,0	40,0	40,0	40,0

№	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
x, см	15,0	16,0	17,0	18,0	19,0	20,0	21,0	22,0	23,0	24,0	25,0	26,0	27,0	28,0	29,0
F, мН	40,0	34,0	27,9	21,9	15,9	9,8	3,8	-2,2	-8,3	-14,3	-20,3	-26,4	-32,4	-38,4	-44,5

В ходе эксперимента учащиеся смогли определить плотность материала, из которого изготовлен стержень, плотность жидкости в пробирке и её объем, а также высоту столба жидкости в измерении № 30. Определите полученные учащимися значения указанных параметров использованных материалов, а также поясните, перетекала ли жидкость через край пробирки во время эксперимента. При расчетах учтите, что площадь круга определяется следующим соотношением: $S = \pi d^2/4$.

Возможное решение:

Так как в первых 16 измерениях показания динамометра не менялись, следовательно, расстояние от верхнего края пробирки до поверхности жидкости в ней составляет 15 см.

В процессе погружения стержня он опускается на расстояние 29 см от верхнего края. Так как длина пробирки составляет 30 см, то стержень дна не касается на протяжении всего эксперимента.

Определим плотность материала, из которого изготовлен стержень.

Так как погружение в пробирку по условию происходит плавно, показания динамометра (вес стержня) равны силе тяжести. Отсюда можно определить массу стержня, которая составляет

$$m = \frac{\rho}{g} = 4\text{ г}.$$

$$\text{Соотношение для плотности: } \rho = \frac{m}{V} = \frac{4m}{\pi d^2 l} \approx 0,35 \text{ г/см}^3.$$

Определим плотность жидкости в пробирке.

При погружении стержня на глубину h вес стержня равен разности его веса до погружения в жидкость и силы Архимеда:

$$P_{\text{погруж}} = P_{\text{возд}} - F.$$

При этом следует учесть, что в момент погружения стержня уровень жидкости в пробирке относительно края начинает повышаться – пространство между стенкой и стержнем занимает вытесненная стержнем жидкость.

Объем погруженной части стержня при опускании его в пробирку в эксперименте 17 на 1 см составляет:

$$V_{\text{стержня}} = \frac{\pi d^2 l_c}{4}.$$

Объем жидкости, который вытесняется стержнем и поднимается между стенками пробирки и стержнем, составляет:

$V_{\text{жидкости}} = \frac{\pi(D^2 - d^2)(h - l_c)}{4}$, где h – высота столба жидкости от нижнего торца стержня до нового уровня жидкости в пробирке.

Выразим высоту столба жидкости:

$$h = \frac{D^2}{D^2 - d^2} l_c.$$

Отсюда плотность жидкости: $\rho = \frac{P_{\text{возд}} - P_{\text{погруж}}}{gV_{\text{погруж}}} = \frac{4(P_{\text{возд}} - P_{\text{погруж}})}{g\pi d^2 h} \approx 0,8 \text{ г/см}^3$.

Зная площадь основания пробирки и высоту жидкости в ней до погружения стержня, определим объем жидкости в пробирке: $V_0 = \frac{\pi D^2 (l_c - 15)}{4} \approx 11,8 \text{ см}^3$.

В эксперименте №30 стержень погружен в пробирку на 29 см. Определим высоту столба жидкости от дна пробирки в этом эксперименте.

В пробирке размещен стержень, часть которого погружена в жидкость, жидкость высотой 1 см от дна до нижнего торца стержня и оставшийся объем жидкости.

На погруженную часть стержня действует сила Архимеда, равная сумме силы тяжести и силы реакции динамометра:

$$N_{\text{погруж}} + P_{\text{возд}} = F = 84,5 \text{ мН}.$$

Выразим из силы Архимеда длину стержня, погруженного в жидкость: $L = \frac{4(P_{\text{возд}} + N_{\text{погруж}})}{g\pi d^2} \approx 27,46 \text{ см}$.

Так как под нижним торцом стержня слой жидкости высотой 1 см, следовательно, высота столба жидкости в эксперименте 30 составляет 28,46 см.

Исходя из того, что высота пробирки составляет 30 см, можно утверждать, что жидкость не переливается через край в ходе всего эксперимента.

Критерии оценивания:

1. Верно записано соотношение для определения плотности стержня – **1 балл**.
2. Получено верное числовое значение плотности стержня – **1 балл**.
3. Сделан верный вывод о повышении уровня жидкости в пробирке при погружении стержня – **1 балл**.
4. Записано соотношение для определения высоты столба жидкости при погружении стержня для любого из экспериментов – **1 балл**.
5. Получено верное соотношение для определения плотности жидкости в пробирке – **1 балл**.
6. Получено верное числовое значение плотности жидкости – **1 балл**.
7. Записано верное соотношение для определения объема жидкости и получено верное числовое значение – **1 балл**.
8. Записано верное соотношение для определения высоты столба жидкости в пробирке для эксперимента 30 – **1 балл**.
9. Получено верное числовое значение высоты жидкости в пробирке для эксперимента 30 – **1 балл**.
10. Сделан верный вывод об отсутствии протекания жидкости через край пробирки в эксперименте – **1 балл**.

Всего 10 баллов.