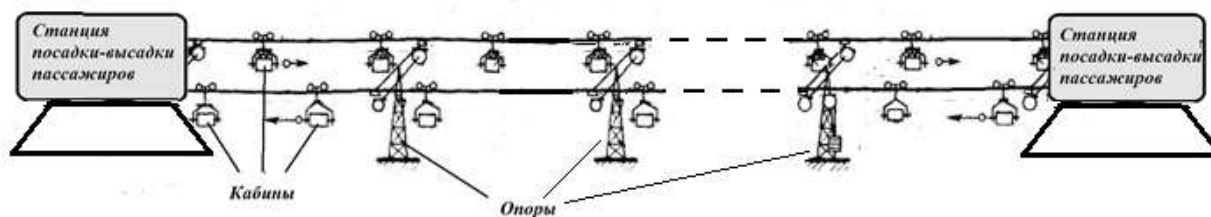


**Муниципальный этап всероссийской олимпиады школьников по физике.
2023-24 учебный год. 7 класс. Максимальный балл – 40.**

Задача №1



Катаясь по канатной дороге, Глеб заметил, что расстояние между опорами канатной дороги в два раза больше, чем между кабинами, движущимися друг за другом, а каждые 20 секунд мимо него проезжает встречная кабина.

Найдите ответы на следующие вопросы:

- 1) С какой скоростью относительно земли движется Глеб, если расстояние между опорами канатной дороги 300 м?
- 2) Между станциями посадки - высадки пассажиров стоит 10 опор. Сколько всего кабин находится на канатной дороге, если расстояние от станции до опоры такое же, как между опорами?
- 3) В каждой кабине 6 мест. Глеб обратил внимание, что в среднем кабины, заполнены наполовину. Какова пропускная способность* канатной дороги при такой загрузке?
- 4) Известно, что при увеличении количества пассажиров, подъемник работает в другом режиме – его скорость увеличивается. Какова пропускная способность канатной дороги при полной загрузке, если скорость движения кабин относительно земли в этом режиме увеличивается на 10% по сравнению со скоростью при половинной загрузке?

*Пропускная способность – среднее количество людей, провезенных за один час в одну сторону, т.е. с одной станции на другую.

Автор: Порошина Елена Владимировна

Возможное решение

Вопрос №1:

Найдем расстояние между кабинами, движущимися друг за другом:

$$S_k = \frac{S_{оп}}{2} = \frac{300\text{ м}}{2} = 150\text{ м}.$$

Т.к. все кабины закреплены на одном тросе, то скорость кабин, движущихся навстречу друг другу относительно земли одинакова. Значит, кабины приближаются друг к другу со скоростью вдвое большей их скорости относительно земли.

$$S_k = 2vt \Rightarrow v = \frac{S_k}{2t} = \frac{150\text{ м}}{2 \cdot 20\text{ с}} = 3,75\text{ м/с}.$$

Вопрос №2:

Расстояние между опорами равно расстоянию от опоры до станции. Получаем 11 равных отрезков, на каждом из которых находится по две кабины. Значит, между станциями находится 22 кабины, движущиеся в одну сторону и столько же в другую, всего 44 кабины.

Вопрос №3:

Если кабины в среднем заполнены наполовину, то в каждой кабине едет 3 человека.

Расстояние между станциями $S = 11 \cdot S_{оп} = 11 \cdot 300\text{ м} = 3300\text{ м}.$

Время движения одной кабины между станциями $t = \frac{S}{v} = \frac{3300\text{ м}}{3,75\text{ м/с}} = 880\text{ с}.$

Значит, за 880с на станцию прибывает 22 кабины по 3 человека. Всего 66 человек. Тогда за 1 час с одной станции на другую приедет

$$N = \frac{3600\text{ с} \cdot 66\text{ чел}}{880\text{ с}} = 270\text{ человек}.$$

Вопрос №4:

Найдем скорость движения кабин в новом режиме: $v_1 = 1,1 \cdot v = 1,1 \cdot 3,75 \text{ м/с} = 4,125 \text{ м/с}$.

Найдем время движения одной кабины между станциями в новом режиме

$$t_1 = \frac{S}{v_1} = \frac{3300 \text{ м}}{4,125 \text{ м/с}} = 800 \text{ с}.$$

Значит, теперь за 800с на станцию прибывает 22 кабины по 6 человек. Всего 132 человека. Тогда за 1 час с одной станции на другую приедет

$$N_1 = \frac{3600 \text{ с} \cdot 132 \text{ чел}}{800 \text{ с}} = 594 \text{ человека}.$$

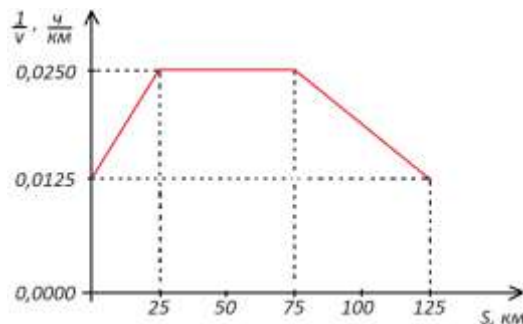
Критерии оценивания

№	Критерий	Кол-во баллов
1	Найдено расстояние между кабинами, движущимися друг за другом	1
2	Определена скорость сближения кабин (формула или число)	1
3	Найдена скорость движения кабины относительно земли. Формула + число*.	1+1
4	Замечено, что между опорами и станциями всего 11 участков.	1
5	Найдено общее количество кабин, находящихся между станциями, движущихся в одну и в другую сторону.	1
6	Найдено количество людей, перевезенных за 1 час с одной станции на другую при текущей (половинной) загрузке. Формула + число*.	1+1
7	Найдено количество людей, перевезенных за 1 час с одной станции на другую при полной загрузке. Формула + число*.	1+1

* Если из верных соображений получен правильный численный ответ, то баллы за формулу ставятся даже, если она не записана через переменные.

Задача №2

Инженеры автозавода проводили испытания новой модели автомобиля. Для этого он отправился в автопробег по заданному маршруту, обвешанный многочисленными датчиками, фиксирующими различные параметры его движения. Среди многочисленных данных есть график зависимости обратной скорости автомобиля от пройденного им пути на одном из участков автопробега.



Ответьте на следующие вопросы:

- 1) Какова минимальная скорость автомобиля на данном участке автопробега?
- 2) Какое расстояние автомобиль проехал, двигаясь равномерно?
- 3) Сколько времени он двигался с постоянной скоростью?
- 4) Определите общее время движения на данном участке автопробега.

Автор: Гусев Андрей Владиславович

Возможное решение

Вопрос №1

Скорость будет минимальной тогда, когда обратная скорость максимальна:

$$v_{\min} = \frac{1}{\left(\frac{1}{v}\right)_{\max}} = \frac{1}{0,025} = 40 \frac{\text{км}}{\text{ч}}.$$

Вопрос №2

Во время равномерного движения скорость автомобиля не меняется, следовательно обратная скорость тоже остается постоянной. По графику видно, что это участок от 25 до 75 км. Получаем:

$$S = 75 - 25 = 50 \text{ км.}$$

Вопрос №3

Время при равномерном движении:

$$t_p = \frac{S}{v} = S \cdot \frac{1}{v} = 50 \cdot 0,0250 = 1,25 \text{ часа.}$$

Вопрос №4

В предложенных координатах, время можно найти как площадь под графиком. Получаем:

$$t_o = \frac{1}{2} \cdot (0,0125 + 0,025) \cdot 25 + (75 - 25) \cdot 0,0250 + \frac{1}{2} \cdot (125 - 75) \cdot (0,0125 + 0,0250) = 2,65625 \text{ часа} \approx 2,66 \text{ часа.}$$

Критерии оценивания

№	Критерий	Кол-во баллов
1	Определена минимальная скорость $v_{\min} = 40 \frac{\text{км}}{\text{ч}}$	2
2	Найдено расстояние $S = 50$ км. (Если указана правильная цифра без какого-либо обоснования)	2 (1)
3	Правильно определено время равномерного движения. (Формула $t_p = \frac{S}{v}$ + значение $t_p = 1,25$ часа)	2 (1+1)
4	Указано, что время можно найти как площадь под графиком	2
5	Определено общее время движения $t_o \approx 2,66$ часа	2

Задача №3

До появления метрической системы люди использовали единицы измерения физических величин, связанные с простыми бытовыми вещами: длину мерили ступнями и локтями, массу – камнями и зёрнами, объём – чашками, и так далее. Впрочем, и сейчас в некоторых странах вместо метров и килограммов в ходу футы и фунты.

Например, в 1959 году Великобритания, США, Австралия, Канада, Новая Зеландия и ЮАР договорились об использовании международного фунта (обозначается *lb*), приблизительно равного 453,59 г.

Дробной частью фунта является унция, обозначаемая *oz*.

На рисунке вы видите шкалу весов, проградуированную в фунтах и унциях.



Определите:

- 1) Сколько унций в одном фунте?
- 2) Чему равна масса унции в граммах? Ответ округлите до сотых.
- 3) Какова масса предмета, лежащего на весах, в килограммах? Ответ округлите до сотых.
- 4) Какова масса семиклассника Сидорова в унциях, если он весит 52,37 килограмма? Ответ округлите до целых. Запишите эту величину в фунтах и унциях.

Автор: Сухов Николай Иванович

Возможное решение

Вопрос №1:

Делению весов, отмеченному 1 *lb*, соответствует 16 *oz*, следовательно 1 фунт = 16 унций.

Вопрос №2:

Для нахождения массы унции в граммах, нужно массу фунта в граммах разделить на число унций в фунте

$$oz(г) = \frac{lb(г)}{16} = \frac{453,59}{16} = 28,35 \text{ г}$$

Вопрос №3:

Масса предмета на весах 1 фунт 5,5 унций, в унциях это составляет

$$m(oz) = 16 + 5,5 = 21,5 \text{ oz.}$$

Масса предмета в граммах равна

$$m(г) = m(oz) \cdot oz(г) = 21,5 \cdot 28,35 = 827,75 \text{ г.}$$

Масса предмета в килограммах составляет

$$m(\text{кг}) = \frac{m(\text{г})}{1000} = 0,83 \text{ кг}$$

Вопрос №4:

Масса семиклассника в граммах равна

$$M(\text{г}) = M(\text{кг}) * 1000 = 52370 \text{ г}$$

Соответственно, чтобы найти его массу в унциях, нужно полученное значение разделить на величину одной унции в граммах

$$M(\text{oz}) = \frac{M(\text{г})}{\text{oz}(\text{г})} = \frac{52370}{28,35} = 1847 \text{ oz}$$

Разделим полученное число унций на число унций в фунте (16), получим 115 целых и семь в остатке. Масса в фунтах и унциях равна

$$M = 115 \text{ lb } 7 \text{ oz}$$

Критерии оценивания

№	Критерий	Кол-во баллов
1.1	Правильно дан ответ на первый вопрос (1 фунт = 16 унций)	1
1.2	Приведено рассуждение или объяснение	1
2	Найдена масса унции в граммах: $\text{oz} = [26,93 \dots 29,77] \text{ г}$ (ворота 5%) $\text{oz} = [25,52 \dots 31,19] \text{ г}$ (ворота 10%)	2 1
3.1	Правильно считаны показания весов (1 фунт 5,5 унций либо 21,5 унция)	1
3.2	Найдена масса предмета, верно осуществлён перевод в килограммы $m(\text{кг}) = [0,79 \dots 0,87] \text{ кг}$ (ворота 5%) $m(\text{кг}) = [0,79 \dots 0,87] \text{ кг}$ (ворота 10%)	2 1
4.1	Найдена масса семиклассника в унциях $M(\text{oz}) = [1755 \dots 1939] \text{ oz}$ (ворота 5%) $M(\text{oz}) = [1662 \dots 2032] \text{ oz}$ (ворота 10%)	2 1
4.2	Верно переведены унции в унции и фунты	1

Примечание: все ответы засчитываются, только если они получены из верных рассуждений и отличаются от авторских только из-за округления.

Задача №4

Подрабатывающий бариста студент Илья решил определить среднюю плотность красивого кофейного напитка латте (смесь горячих молока и кофе).

Он приготовил напиток в цилиндрической стеклянной кружке и, отпивая по глотку, измерял каждый раз массу кружки с латте (с помощью кухонных весов) и высоту напитка (линейкой).



Илья сделал фотоотчет и результаты некоторых измерений занес в таблицу.

m, гр	592	579	565	547	520	485	454
h, мм	128	121	114	105	92	74	57

- 1) Постройте график зависимости массы напитка $m_{\text{латте}}$ от измеренной высоты верхней границы h .
- 2) Используя график, определите высоту стеклянной ножки кружки, если известно, что ноль на линейке начинается в 2 мм от края. Объясните, как вы это сделали.
- 3) Найдите с помощью графика линейную плотность напитка k в г/см (отношение массы напитка к его высоте) с точностью до единиц.
- 4) Используя формулу площади круга $S = (3,14 \cdot d^2)/4$ и измеренное Ильей значение внутреннего диаметра стакана $d = 50$ мм, рассчитайте с точностью до тысячных площадь сечения стакана в см^2 .
- 5) Используя ответы предыдущих заданий, определите среднюю плотность напитка в г/см^3 с точностью до сотых.

Оценка погрешности в данной работе не требуется.

Автор: Сухова Ольга Радиевна

Возможное решение

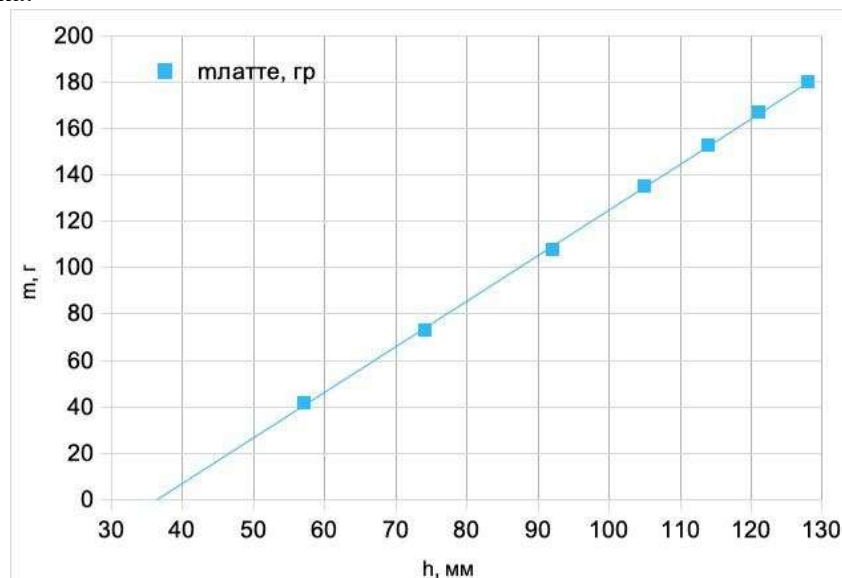
Задание №1:

Для построения графика необходимо рассчитать массу латте, вычитая из каждого значения представленной в таблице массы массу пустой кружки. Она в свою очередь равна 412 граммам (можно определить по фотографии).

Перечертим таблицу в удобном виде.

m, гр	592	579	565	547	520	485	454
m _{латте} , гр	180	167	153	135	108	73	42
h, мм	128	121	114	105	92	74	57

Построим график зависимости массы латте от измеренной высоты верхнего края напитка.



Задание №2:

Заметим, что график выходит не из точки (0;0), а весь сдвинут вправо. Точка пересечения графика с осью высоты примерно равна 36-37 мм. Это означает, что к каждому значению реальной высоты напитка было прибавлено одно и то же значение "лишней" высоты. Это и будет высота ножки. Так как измерения проводились не с нуля, а со сдвигом на 2 мм, то высота ножки примерно $36\ (37) + 2 = 38\ (39)\ \text{мм}$.

Задание №3:

Линейная плотность латте – это угловой коэффициент графика. Найдём его, используя две удобные точки. Например, с координатами (125 мм; 175 г) и (85 мм; 95 г).

$$k = (175-95)\text{г}/(125-85)\text{мм} = 80\ \text{г} / 4\ \text{см} = 20\ \text{г/см}$$

Задание №4:

Рассчитаем площадь внутреннего сечения стакана.

$$S = (3,14 \cdot 5,0\text{см} \cdot 5,0\text{см}) / 4 = 19,625\ \text{см}^2.$$

Задание №5:

Чтобы определить плотность напитка необходимо линейную плотность k разделить на площадь внутреннего сечения стакана. Таким образом найдём отношение массы латте к объёму кофейно-молочного "цилиндра".

$$20\ \text{г/см} : 19,625\ \text{см}^2 = 1,02\ \text{г/см}^3.$$

Примечание: для изготовления латте используется 150 мл 3,5% молока плотностью около $1020\ \text{г/см}^3$ и 30 мл эспрессо с плотностью близкой к $1000\ \text{г/см}^3$. Определение средней плотности даёт значение $1017\ \text{г/см}^3$.

Критерии оценивания

№	Критерий	Кол-во баллов
1	Определена масса пустого стакана 412 гр	1
2	Построен график зависимости массы латте от высоты: обозначены оси 0,5 адекватно выбран масштаб 0,5 верно поставлены точки 0,5 проведена наилучшая прямая 0,5	2
3	Идея определения высоты ножки стакана через координату пересечения графика с осью	1
4	Получение высоты ножки по графику 36-37 мм	0,5
5	Прибавление 2 мм к результату	0,5
6	Определение линейной плотности по графику 20 г/см	2
7	Площадь сечения 19,625 см ²	1
8	Идея корректного определения плотности кофе	1
9	Средняя плотность 1,02 г/см ³	1