

Интеллектуальный марафон школьников города Челябинска

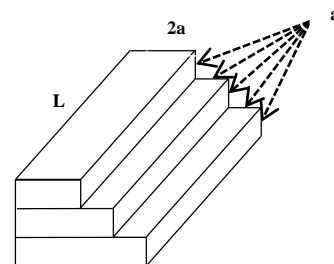
Физика. Очный тур

7 класс.

Задача №1. «Средняя плотность»

Автор: Баланов Василий Юрьевич

Три пластины, изготовленные из разных материалов, сложили вместе и скрепили. Средняя плотность образовавшегося тела (см. рис.) оказалась равной $2,5 \text{ г/см}^3$. Плотность средней пластины на 50% больше плотности верхней (самой маленькой пластины), а плотность нижней пластины (самой большой) на $312,5 \text{ кг/м}^3$ больше плотности средней пластины. Найдите массу средней пластины.



Длина каждой пластины $L = 8 \text{ дм}$, толщина каждой пластины $a = 1 \text{ дм}$, ширина пластин равна $2a$, $3a$ и $4a$ соответственно.

Возможное решение и критерии оценивания:

1	Находим объёмы пластин: $V_{\text{верхней}} = L \cdot 2a \cdot a = 16 \text{ дм}^3$ $V_{\text{средней}} = L \cdot 3a \cdot a = 24 \text{ дм}^3$ $V_{\text{нижней}} = L \cdot 4a \cdot a = 32 \text{ дм}^3$ Весь объем $V = 72 \text{ дм}^3$	4 балла
2	Находим плотность верхней пластины $V \cdot \rho_0 = V_{\text{верхней}} \cdot \rho_v + V_{\text{средней}} \cdot 1,5\rho_v + V_{\text{нижней}} \cdot (1,5\rho_v + 312,5)$ $\rho_v = 1700 \text{ кг/м}^3$	4 балла
3	Масса средней пластины $m_c = 1,5\rho_v \cdot V_{\text{средней}} = 1,5 \cdot 1700 \cdot 24 \cdot 0,1^3 = 61,2 \text{ кг}$	2 балла
или		
2*	Находим плотность средней пластины $V \cdot \rho_0 = V_{\text{верхней}} \cdot \rho_c / 1,5 + V_{\text{средней}} \cdot \rho_c + V_{\text{нижней}} \cdot (\rho_c + 312,5)$ $\rho_c = 2550 \text{ кг/м}^3$	4 балла*
3*	Масса средней пластины $m_c = \rho_c \cdot V_{\text{средней}} = 2550 \cdot 24 \cdot 0,1^3 = 61,2 \text{ кг}$	2 балла*

Задача №2. «Задачу данную решит умеющий читать»

Автор: Порошин Олег Владимирович

Солнечные сутки – это промежуток времени, между двумя последовательными одинаковыми положениями солнца на небе. Например, между двумя последовательными восходами Солнца. Звёздные сутки – это время одного полного оборота Земли вокруг своей оси на фоне неподвижных звёзд. Так как Земля вращается относительно Солнца, то солнечные сутки длиннее звёздных суток на 3 мин. 56 с. Солнечные сутки равны 86400 с.

Сколько звездных суток содержится в календарном году, состоящем из 365 солнечных суток?

Международное астрономическое общество постановило, что все обсерватории должны перейти на исчисление времени по звездным суткам. При этом, «для удобства» вводится новая единица измерения времени – «звездная секунда». Одна звездная секунда = (одни звездные сутки) / 86400. Чему равна одна звездная секунда в обычных секундах?

После введения новой единицы измерения времени астрономы столкнулись с тем, что измеряемые ими скорости (в обычных метрах, деленных на звездную секунду) естественно отличаются по величине от скоростей, измеряемых традиционно в метрах в секунду. Для того, чтобы не возвращаться к традиционным единицам измерения времени было решено ввести новую единицу расстояния – звездный метр и выбрать её величину таким образом, чтобы скорость объекта, измеренная в обычных метрах в секунду, численно равнялась скорости этого же тела, измеренной в звездных метрах в звездную секунду. Чему в обычных метрах должен равняться один звездный метр?

Возможное решение и критерии оценивания:

Каждые звёздные сутки короче солнечных на 236 с. За год отставание составит 86140 с, что равно примерно 23,93 часа. Таким образом продолжительность солнечного года составит примерно 366 звёздных суток (точнее 365,997 суток).

Длительность звёздных суток составляет 86164 солнечных секунд, делим эту величину на 86400 и получаем, что 1 звёздная секунда примерно равна 0,997 солнечной секунды.

Разница между солнечной и звёздной секундами равна $\Delta t = 0,003$ солнечных секунд.

Скорость в нашем мире равна $v = \frac{L_{\text{эт}}}{t}$; скорость в мире звёздных суток $v' = \frac{L_{\text{эт}} + \Delta L}{t - \Delta t}$. Учитывая, что скорости должны оказаться равными, то можно приравнять правые части этих уравнений и выразить ΔL – величину изменения эталона длины: $\Delta L = -\frac{L_{\text{эт}} \cdot \Delta t}{t}$. В результате получается $\Delta L = -0,003$ м. Знак минус означает, что эталон нужно уменьшить на эту величину. Таким образом, звёздный метр равен 0,997 м.

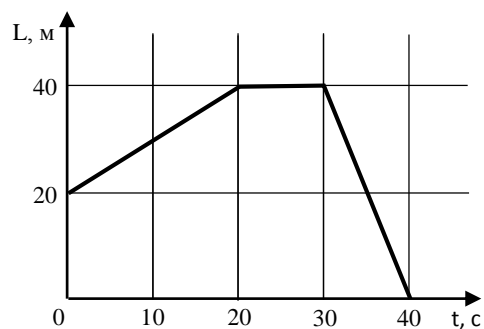
Разбалловка:

- Определение продолжительности года в звёздных сутках – 2 балла
- Определение продолжительности звёздной секунды – 3 балла
- Предложен понятный метод вычисления изменения длины эталона – 3 балла
- Получен численный ответ – 2 балла

Задача №3. «Собачка на выгуле»

Автор: Карманов Максим Леонидович

Вася выгуливал собаку на поводке переменной длины. При этом Вася двигался по узкому прямому тротуару с постоянной скоростью 5 м/с, а собака бегала перед ним по тротуару туда и обратно. Поводок в руках Васи был достаточно продвинутый и показывал текущее расстояние от Васи до собаки. Вася будучи прирожденным экспериментатором построил график зависимости длины поводка от времени. Определите по этому графику максимальную и минимальную скорость собаки **относительно земли**.



Возможное решение и критерии оценивания:

Рассмотрим отрезок времени с 20 по 30 секунду. В течение этого времени длина поводка не менялась, значит собака бежала по тротуару с такой же скоростью, что и Вася, соответственно скорость собаки на этом участке равна 5 м/с.

Рассмотрим первые 20 секунд. За это время Вася прошел по тротуару путь равный $5 \text{ м/с} \cdot 20 \text{ с} = 100 \text{ м}$, за это же время длина поводка увеличилась на 20 м, значит собака за первые 20 секунд пробежала на 20 метров больше, чем Вася. Путь пройденный собакой равен $100 \text{ м} + 20 \text{ м} = 120 \text{ м}$. Тогда скорость собаки составила $120 \text{ м} / 20 \text{ с} = 6 \text{ м/с}$.

Рассмотрим последние 10 секунд. За это время Вася прошел по тротуару путь равный $5 \text{ м/с} \cdot 10 \text{ с} = 50 \text{ м}$, за это же время длина поводка уменьшилась на 40 м, значит собака за последние 10 секунд пробежала на 40 метров меньше, чем Вася. Путь пройденный собакой равен $50 \text{ м} - 40 \text{ м} = 10 \text{ м}$. Тогда скорость собаки составила $10 \text{ м} / 10 \text{ с} = 1 \text{ м/с}$.

Таким образом, минимальная скорость собаки равна 1 м/с, а максимальная – 6 м/с.

- Предложен и обоснован верный способ расчета скорости собаки относительно земли для произвольного отрезка времени. **4 балла.**
- Получены правильные численные значения скорости для 1 и 3 участков. **4 балла.**
- Доказано, что 1 и 3 участок соответствуют максимальной и минимальной скоростям собаки. **2 балла.**

Задача №4. «Грифель»

Автор: Фокин Андрей Владимирович

Вам выдан стержень, из которого изготовлена пишущая часть простого карандаша. Используя предложенное оборудование, постарайтесь как можно точнее определить следующие его параметры:

1. Длину стержня.
2. Диаметр стержня.
3. Толщину следа (НЕ ширину, а именно толщину или другими словами высоту), который оставляет на бумаге карандашный стержень.

В своей работе детально опишите как именно вы проводили измерения, приведите все измерения и расчеты.

На всякий случай напоминаем: длина окружности равна $2\pi R$, а площадь круга – πR^2 , где R- радиус окружности, $\pi \approx 3,14$

Обратите внимание: **со стержнем нужно обращаться осторожно, нового Вам не выдадут. Прежде чем ломать его – подумайте, а что будет потом.**

Оборудование. Стержень простого карандаша, миллиметровая бумага А4, отрезок нити.

Возможное решение и критерии оценивания:

1. Используем в качестве измерителя миллиметровую бумагу. Приложив стержень, определим его длину L.
2. Для определения диаметра стержня (D) воспользуемся методом рядов. Будем наматывать нить на стержень и считать число витков (N). С помощью миллиметровой бумаги измерим длину намотки (l). Тогда диаметр стержня определим по формуле:

$$D = \frac{l}{N\pi}$$

3. Для определения толщины следа, оставляемого грифелем на бумаге, закрасим определенную площадь (S) на миллиметровке в один слой. Измерим, на сколько сточился стержень (ΔL). Объем сточившегося материала равен объему материала на бумаге. Тогда толщина следа (Δh) равна:

$$\Delta h = \frac{\pi D^2}{4S} \Delta L, \text{ где } \frac{\pi D^2}{4} - \text{площадь сечения стержня.}$$

№	Критерий	Баллы
1	Длина стержня(L=(120±1) мм)	1
2	Диаметр стержня (методом рядов)	3
	Измерения (например, число виток N=10, длина намотки l=6,9 см)	2
	Расчет D=(2,2±0,2) мм	1
3	Толщина следа карандашного стержня	6
	Описана идея метода определения толщины следа	3
	Расчетная формула для нахождения толщины	1
	Проведены необходимые измерения	1
	Результат: $\Delta h = (1,3 \pm 0,5) \cdot 10^{-4}$ мм	1
	Итого:	10