

Интеллектуальный марафон школьников по физике
Заключительный этап. 2018 год.

7 класс

Задача 1. Незнайка на Луне

Прилетев на Луну, Незнайка выяснил, что местные коротышки измеряют длину в единицах, которые называются уг, а массу в единицах под названием дин. Он решил перевести эти единицы измерения в нашу систему СИ. Знайка сообщил другу, что физические законы и математические формулы на Земле и на Луне одинаковы, а также сохраняются объём и плотность тел.

У Незнайки с собой была фляжка, в которую он на Земле налил ровно 1 литр воды. Он вылил эту воду в стакан с прямоугольным сечением и местной линейкой измерил ширину, длину дна этого стакана и высоту воды в нём. Затем он определил массу воды при помощи местных весов. Полученные результаты представлены в таблице.

Длина дна, уг	Ширина дна, уг	Высота воды в стакане, уг	Масса воды, дин
1,5	2	9	15

- 1) Определите, сколько **дин** содержится в одном килограмме?
- 2) Определите, сколько **уг** содержится в одном метре?
- 3) Ночью оставленная в стакане вода замёрзла. Какова высота льда в стакане в **угах**?

Примечание: Плотность льда 900 кг/м^3 , плотность воды 1000 кг/м^3 .

Возможное решение

Масса одного литра воды равна 1 кг. Таким образом, $1 \text{ кг} = 15 \text{ дин}$.

Вычислим объём воды в стакане в лунных единицах $V = a \cdot b \cdot h = 27 \text{ уг}^3$, в метрической системе объём воды равен $V = 0,001 \text{ м}^3$. Значит $1 \text{ м}^3 = 27000 \text{ уг}^3$, извлекаем кубический корень и получаем что $1 \text{ м} = 30 \text{ уг}$.

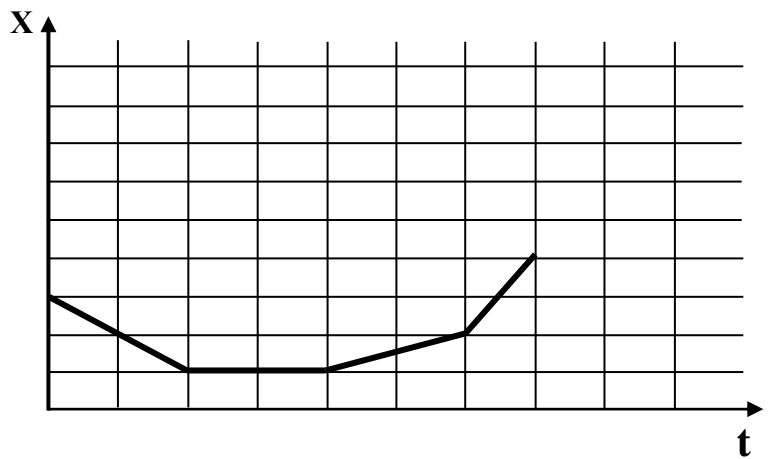
Масса воды при кристаллизации не изменяется: $m_v = m_l$. Раскрыв массу через плотность и объём получаем: $\rho_v V_v = \rho_l V_l$, теперь объём раскрываем через площадь льда и высоту вещества: $V = Sh$. Площадь дна сокращается и можно выразить высоту льда: $h_l = \frac{\rho_v}{\rho_l} h_v$. Так как в формуле стоит отношение плотностей, то не важно в каких единицах они взяты. Подставляем высоту воды в «угах» и получаем $h_l = 10 \text{ уг}$

Критерии оценивания

- Правильный ответ на первый вопрос – 1 балл.
- Вычисление объёма в «угах» - 1 балл.
- Приравнивание объёма в «угах» и в м^3 - 1 балл.
- Получение ответа на второй вопрос - 2 балла.
- Указание на то, что масса вещества при кристаллизации не изменяется - 2 балла.
- Выражение для нахождения высоты льда - 2 балла
- Ответ на третий вопрос - 1 балл

Задача 2. Лунный самописец

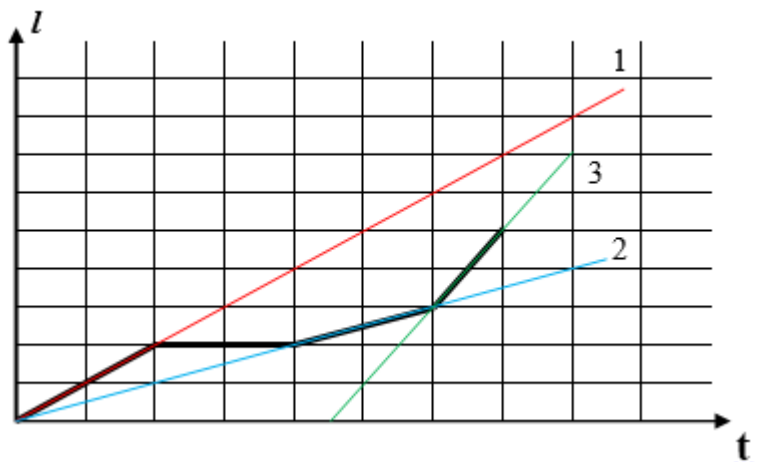
Бортовой самописец на луноходе построил график зависимости координаты лунохода от времени (см. рис.). К сожалению, при передаче данных масштаб по осям был утрачен, но дошло сообщение о том, что максимальное значение средней путевой скорости от времени отличается от минимального значения на 1 м/с. Средняя путевая скорость рассчитывается как весь путь, пройденный луноходом от начала движения до некоторого момента времени, деленный на это время. Известно, что луноход все время двигался вдоль одной прямой.



- 1) Постройте график зависимости пройденного пути от времени.
- 2) По графику зависимости пройденного пути от времени определите, в какой момент времени средняя путевая скорость была максимальной.
- 3) По графику зависимости пройденного пути от времени определите, в какой момент времени средняя путевая скорость была минимальной.
- 4) Определите максимальную скорость лунохода за все время движения.

Возможное решение

Преобразуем исходный график в зависимость пути l от времени t . Для этого сместим на одну клетку вверх ось времени и зеркально (относительно горизонтальной оси, совпадающей с участком графика $x = \text{const}$) отобразим участок, на котором координата уменьшается (рис. 2). Средняя скорость тела в произвольный момент времени движения однозначно связана с угловым коэффициентом наклона прямой, проведенной из начала координат в соответствующую точку графика.



Следовательно, прямые (1, 2), имеющие наибольший и наименьший угол наклона, проведенные из начала координат и касающиеся полученного графика, определяют максимальную и минимальную среднюю скорость тела. Пусть цена деления на оси пути l_0 , а на оси времени τ . Тогда через них можно выразить максимальную и минимальную среднюю скорость:

$$v_{\text{ср max}} = \frac{l_0}{\tau},$$

$$v_{\text{ср min}} = \frac{l_0}{2\tau}.$$

Тело двигалось быстрее всего на четвертом участке, так как соответствующий участок графика (3) имеет наибольший угол наклона: $v_{\text{max}} = \frac{2l_0}{\tau}$.

По условию $v_{\text{ср max}} - v_{\text{ср min}} = \frac{l_0}{2\tau} = 1 \text{ м/с}$, значит $v_{\text{max}} = \frac{2l_0}{\tau} = 4 \text{ м/с}$.

Критерии оценивания

- 1) Построен график зависимости пути от времени **2 балла**

2) Установлена связь средней скорости с углом наклона прямых, проведенных из начала координат на графике зависимости пути от времени или приведены другие корректные рассуждения, позволяющие сравнивать средние путевые скорости в разные моменты времени.

2 балла

- 3) Найдена точка, в которой средняя скорость максимальна **2 балла**
- 4) Найдена точка, в которой средняя скорость минимальна **2 балла**
- 5) Найдена точка, в которой скорость тела максимальна **1 балла**
- 6) Получено численное значение максимальной скорости **1 балла**

Задача 3. Экспериментальная.

С помощью выданного вам оборудования определите:

- 1) Среднюю плотность пшенной крупы (отношение объема, занимаемого крупой, к ее массе).
- 2) Среднюю плотность металлического тела.

Опишите эксперименты, которые вы проводили, запишите сделанные вами измерения, приведите вывод необходимых формул.

Оборудование:

Пластиковый стакан объемом 200 мл (если его заполнить до верху), пластиковый стакан неизвестного объема с пшеном, пустой пластиковый стакан, весы с разновесами (несколько штук на аудиторию), металлическое тело (разбирать его нельзя), кювета.

Важно!!! Весы умеют взвешивать только тела массой до 200 грамм. Продумайте свой эксперимент с учетом этого ограничения.

Подсказка: После заполнения стакана пшеном не забудьте легко по нему постучать, чтобы пшено уложилось плотнее. При необходимости досыпьте пшено.

Возможное решение

Для определения средней плотности крупы заполним пшеном маленький стакан до верху (на забыв постучать по нему), а затем определим его массу на весах. Масса стакана гораздо меньше массы пшена, поэтому ее можно не учитывать.

$$M_{\text{п}} = 181 \text{ г}$$

$$V_{\text{п}} = 200 \text{ мл} = 200 \text{ см}^3$$

$$\rho_{\text{п}} = 181/200 = 0,91 \text{ г/см}^3 = 910 \text{ кг/м}^3$$

Для определения средней плотности металлического тела сначала определим его массу с помощью весов

$$m_{\text{т}} = 101 \text{ г}$$

Для определения объема тела поместим его в маленький стакан и засыпем пшеном доверху. Постучим по стакану, чтобы пшено лучше заполнило полости. При необходимости подсыпем пшено.

Определить массу стакана с пшеном не представляется возможным, так как она больше 200 г. Поэтому высыпем пшено из маленького стакана в пустой, уберем металлическое тело и вновь пересыпем пшено в маленький стакана. Определим массу пшена в маленьком стакане с помощью весов.

$$M_{\text{п}2} = 168 \text{ г.}$$

Разница между и равна массе пшена, занимающего объем металлического тела. Найдем объем тела $V_{\text{т}} = (M_{\text{п}} - M_{\text{п}2})/\rho_{\text{п}} = 14 \text{ см}^3$

$$\text{Тогда плотность тела } \rho_{\text{т}} = \frac{m_{\text{т}}}{V_{\text{т}}} = 7,21 \text{ г/см}^3 = 7200 \text{ кг/м}^3.$$

Критерии оценивания:

- 1) Правильная идея определения плотности крупы – 1 балл
- 2) Определение массы и объема крупы – 2 балла
- 3) Определение плотности крупы – 1 балл
- 4) Определение массы металлического тела – 1 балл
- 5) Правильная идея определения объема металлического тела – 3 балла
- 6) Определение объема металлического тела – 1 балл
- 7) Определение плотности металлического тела – 1 балл