

**МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ЧЛЕНОВ ЖЮРИ
(КЛЮЧИ, КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ)**

Максимальное количество баллов – 40 баллов

Задание 1

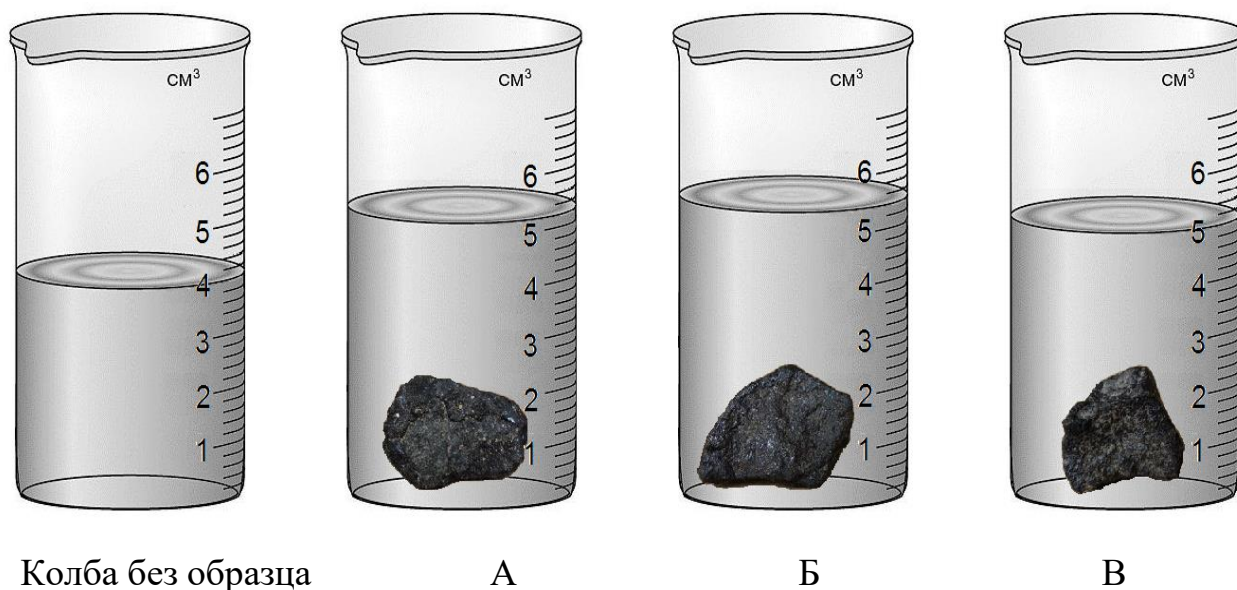
Всего за задание – 10 баллов

С целью первичной классификации метеорита в лаборатории метеоритики ГЕОХИ РАН провели эксперимент по определению его плотности.

Для определения плотности метеорита были взяты три его осколка (А, Б, В). Каждый образец взвесили. Их массы приведены в таблице.

Образец	А	Б	В
<i>m</i> , гр.	10,29	12,05	8,52

Для определения объёма осколков метеорита использовали мерную колбу, наполненную водой. Поочередно в эту колбу опускали каждый из осколков. Результаты измерений на рисунке.



Найдите объём каждого из осколков. Какова погрешность определения объёма. Определите плотность каждого из осколков и найдите среднюю

плотность метеорита. На основе полученных результатов сделайте вывод о том, к какому классу принадлежит данный метеорит. Обоснуйте свой вывод.

Классификация метеоритов: метеориты по вещественному составу подразделяются на три класса: каменные, железо-каменные и железные. Каменные состоят в основном из силикатов (минералы, которые составляют большую часть земной коры и являются основой многих горных пород). В железных метеоритах преобладающая фаза – никелистое железо. Железо-каменные метеориты состоят из силикатов и никелистого железа примерно в одинаковых пропорциях.

Таблица плотности некоторых твёрдых тел

Твёрдое тело	$\rho, \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$	$\rho, \frac{\text{г}}{\text{см}^3}$	Твёрдое тело	$\rho, \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$	$\rho, \frac{\text{г}}{\text{см}^3}$
Осмий	22 600	22,6	Мрамор	2700	2,7
Иридий	22 400	22,4	Стекло оконное	2500	2,5
Платина	21 500	21,5	Фарфор	2300	2,3
Золото	19 300	19,3	Бетон	2300	2,3
Свинец	11 300	11,3	Кирпич	1800	1,8
Серебро	10 500	10,5	Сахар-рафинад	1600	1,6
Никель	8900	8,9	Оргстекло	1200	1,2
Латунь	8500	8,5	Капрон	1100	1,1
Сталь, железо	7800	7,8	Полиэтилен	920	0,92

Решение:

Найдем объём каждого образца. Объём воды в колбе без образцов $V_0 = 4 \text{ см}^3$. Объём воды в колбе с образцом А: $V_1 = 5,2 \text{ см}^3$, Б: $V_2 = 5,4 \text{ см}^3$, В: $V_3 = 5,0 \text{ см}^3$.

Изменение объёма воды в колбе равно объёму осколка метеорита.

$$V_A = V_1 - V_0 = 5,2 \text{ см}^3 - 4 \text{ см}^3 = 1,2 \text{ см}^3 - \text{объём осколка А};$$

$$V_B = V_2 - V_0 = 5,4 \text{ см}^3 - 4 \text{ см}^3 = 1,4 \text{ см}^3 - \text{объём осколка Б};$$

$$V_B = V_3 - V_0 = 5,0 \text{ см}^3 - 4 \text{ см}^3 = 1,0 \text{ см}^3 - \text{объём осколка В.} \quad (2 \text{ балла})$$

Погрешность определения объёма равна половине цены деления мерной шкалы колбы $0,2 \text{ см}^3 / 2 = 0,1 \text{ см}^3$ (2 балла)

Рассчитаем плотность каждого образца по формуле $\rho = \frac{m}{V}$

$$\rho_A = \frac{10,29 \text{ г}}{1,2 \text{ см}^3} \cong 8,58 \text{ г/см}^3 - \text{плотность осколка А};$$

$$\rho_B = \frac{12,05 \text{ г}}{1,4 \text{ см}^3} \cong 8,61 \text{ г/см}^3 - \text{плотность осколка Б};$$

$$\rho_B = \frac{8,52 \text{ г}}{1,0 \text{ см}^3} \cong 8,52 \text{ г/см}^3 - \text{плотность осколка В.} \quad (2 \text{ балла})$$

Среднюю плотность метеорита найдем как среднее арифметическое плотностей трех осколков:

$$\rho = \frac{\rho_A + \rho_B + \rho_B}{3} = \frac{8,58 \text{ г/см}^3 + 8,61 \text{ г/см}^3 + 8,52 \text{ г/см}^3}{3} = 8,57 \text{ г/см}^3 \quad (2 \text{ балла})$$

Плотность железа и никеля равны $\rho_{Fe} = 7,8 \text{ г/см}^3$ и $\rho_{Ni} = 8,9 \text{ г/см}^3$. Из этого следует, что плотность железных метеоритов варьируется в пределах $7,8 \text{ г/см}^3 - 8,9 \text{ г/см}^3$.

Тогда как у минералов плотность на много ниже: мрамор $\rho_{mr} = 2,7 \text{ г/см}^3$, фарфор $\rho_{\phi} = 2,3 \text{ г/см}^3$, кирпич $\rho_k = 1,8 \text{ г/см}^3$. Следовательно, плотность каменных метеоритов порядка $2 \text{ г/см}^3 - 3 \text{ г/см}^3$.

Значит у железо-каменные метеоритов, состоящих почти равных долях из никелистого железа и силикатов, плотность будет около $5 \text{ г/см}^3 - 6 \text{ г/см}^3$.

Плотность исследуемого метеорита, установленная в ходе эксперимента, $\rho = 8,57 \text{ г/см}^3$, что соответствует классу железных метеоритов. **(2 балла)**

Задание 2

Всего за задание – 10 баллов

Ботаник Вася обожает играть в прятки и любит эксперименты. Когда он водит, то старается очень точно определить время, через которое может искать друзей. Время Вася определяет двумя способами:

1. Утром и вечером – по падению капель росы с листа. Капли падают через равные промежутки времени, 12 капель в минуту.

2. Днем – по движению крыльев бабочки, которая сидит на цветке. Бабочка складывает и расправляет крылья 1 раз в 8 секунд.

Какой способ позволяет Васе определить время с меньшей погрешностью? Насколько отличаются погрешности определения времени этими двумя способами?

Решение:

Цена деления в 1-ом случае $60/12 = 5\text{с}$ **(2 балла)**

Погрешность измерения равна половине цены деления: $\Delta t_1 = 2,5\text{с}$ **(2 балла)**

Цена деления в 2-ом случае 8с **(2 балла)**

Погрешность измерения равна половине цены деления: $\Delta t_2 = 4\text{с}$ **(2 балла)**

Точность определения выше у первого метода **(1 балл)**

Разность погрешностей 1,5 с **(1 балл)**

Задание 3**Всего за задание – 10 баллов**

Когда Шарик вышел в огород, он обнаружил в нем двух зайцев, нагло собирающих урожай моркови и капусты. Увидев Шарика, зайцы одновременно бросились бежать в противоположные стороны. Первый с ведром моркови побежал со скоростью 6 м/с, а второй с мешком капусты – со скоростью 4 м/с. Подумав немного, за кем бежать, Шарик бросился вдогонку за зайцем с морковью, через 2 мин догнал его, отобрал овощи и отчитал воришку в течение 40 с, затем побежал догонять второго.

Скорость Шарика во время погони всегда равна 7 м/с. Считать, что все персонажи начали бежать из одной точки и движутся вдоль одной прямой.

1. Через какое время после этого он догонит второго зайца?
2. Сколько времени Шарик обдумывал, за кем ему побежать в первую очередь?

Решение:

Обозначим скорости первого и второго зайцев как v_1 и v_2 , а скорость Шарика как u . Пусть t_0 – время, в течение которого Шарик обдумывал, за кем бежать. За это время первый заяц успел убежать на расстояние $v_1 t_0$. Так как Шарик догнал его за 2 мин = 120 с, то

$$(u - v_1) \cdot 120 \text{ с} = v_1 t_0.$$

$$\text{Следовательно } t_0 = (u - v_1) \cdot 120 / v_1 = (7 - 6) \cdot 120 / 6 = 20 \text{ с.}$$

(4 балла)

В общей сложности погоня за первым зайцем и его воспитание длилось $20 \text{ с} + 120 \text{ с} + 40 \text{ с} = 180 \text{ с}$. За это время второй заяц убежал от точки старта на расстояние $v_2 \cdot 180 \text{ с} = 720 \text{ м}$.

(1 балл)

С другой стороны, сам Шарик находится от неё на расстоянии $v_1 \cdot 140 \text{ с} = 840 \text{ м}$, следовательно, между ним и вторым зайцем $720 \text{ м} + 840 \text{ м} = 1560 \text{ м}$.

(1 балл)

Отсюда найдём, что второго зайца он догонит через $t = 1560/(u - v_2) = 1560/3 = 520 \text{ с}$. **(4 балла)**

Задание 4

Всего за задание – 10 баллов

Кот Леопольд каждое утро бежит на речку умываться. Он берет с собой сухое полотенце площадью 1500 см^2 и весом 150 грамм. Мокрое насквозь полотенце весит 500 грамм, при этом с него начинает капать вода. Однажды, когда Леопольд умывался, пошел сильный дождь. Кот, спасаясь от дождя, растянул сухое полотенце над головой. Когда дождь закончился, уровень воды в стоящем рядом бассейне повысился на 1,5 мм. Промок ли Леопольд? Известно, что 1 см^3 воды имеет массу 1 г. Обоснуйте свой ответ.

Решение.

Найдем максимальную массу воды, которую впитывает насквозь мокрое полотенце:

$$m = 500 \text{ г} - 150 \text{ г} = 350 \text{ г}. \quad \textbf{(2 балла)}$$

$$\text{Это соответствует объему воды } V = 350 \text{ см}^3 \quad \textbf{(1 балл)}$$

Разделив этот объем на площадь полотенца, получим тот максимальный уровень осадков, который выдерживает полотенце, перед тем как с него потечет вода:

$$h = 350 \text{ см}^3 / 1500 \text{ см}^2 \approx 0,23 \text{ см} = 2,3 \text{ мм} \quad \textbf{(3 балла)}$$

Количество выпавших осадков (1,5 мм) везде одинаково: и в бассейне и на полотенце. Заметим, что $2,3 \text{ мм} > 1,5 \text{ мм}$, так что Кот Леопольд останется сухим во время дождя.

(4 балла)