8 класс

8 класс. Задача 1 “Плотность куба”

Определите плотность материала, из которого изготовлен куб с полостью неправильной формы.

Оборудование: красный куб, яркий источник света, пружина, линейка, два стакана (неградуированных), шприц. По требованию: нитки, изолента, вода.

Решение

1) С помощью яркой лампы можно на просвет определим форму полости.

2) Подвесим куб к пружине, измерим ее удлинение Δl_1.

3) Погружая куб в стакан можно определить объем материала $V_м$.

3.1) Отметим изолентой уровень воды

3.2) Погрузим куб в воду

3.3) Шприцом будем убирать воду, пока уровень не опустится до отмеченного изолентой.

***NB*:** из-за того, что полость неправильной формы, для ее заполнения водой куб необходимо покрутить под водой (как – можно понять из пункта 1).

4) Достанем куб из воды, не выливая воду из полости.

5) Снова подвесим куб к пружине, измерим ее удлинение Δl_2.

6) Выльем воду из полости, из-за неправильной формы полости нужно проверить, что вся вода вылилась.

7) Найдем жесткость пружины:

7.1) Подвесим на пружину пустой шприц, измерим ее удлинение Δl_2.

7.2) Наберем в него $V_в$ мл воды, подвесим на пружину, снова измерим удлинение пружины Δl_3.

7.3) Вычислим коэффициент жесткости:

$$k\Delta l_2 = mg, \quad k\Delta l_3 = \left(m + \rho_в V_в\right) g,$$

где m – масса шприца. Отсюда

$$k = \frac{\rho_в V_в g}{\Delta l_3 - \Delta l_2},$$

8) Найдем плотность кубика

$$\rho_м = \frac{k\Delta l_1}{g V_м}. \qquad (1)$$

Альтернативное решение

1) Взвесим куб на воздухе, получим удлинение пружины Δl_1

2) Взвесим куб под водой, измерим удлинение пружины Δl_2

3) Расчет:

$$\rho_м V_м g = k\Delta l_1,$$

$$(\rho_м - \rho_в) V_м g = k\Delta l_2,$$

$$1 - \rho_в / \rho_м = \Delta l_2 / \Delta l_1,$$

$$\rho_м = \frac{\rho_в}{1 - \Delta l_2 / \Delta l_1}. \qquad (2)$$

Критерии оценивания

Скучный метод:

1.	Описан метод измерения	1 балл
2.	Определены форма полости и алгоритм заливания воды	1 балл
3.	Измерено удлинение пружины на воздухе	1 балл
4.	Измерен объем материала 27+-3 мл 27+-6 мл	 1,5 балла 0,5 балла
5.	Измерено удлинение пружины с залитой водой	1 балл
6.	Проведено повторное измерение	0.5 балла
7.	Выведена формула (1)	2 балла
8.	Получен ответ, результат попал в диапазон 1 … 1.1 г/см^3 1 … 1.2 г/см^3 0.9 … 1.3 г/см^3	 2 балла 1.5 балла 1 балл

Гидростатическое взвешивание:

1.	Описан или просто обозначен метод гидростатического взвешивания	2 балла
2.	Определены формы полости и алгоритм заливания воды	1 балл
3.	Измерено удлинение пружины на воздухе	1 балл
4.	Измерено удлинение пружины под водой	2 балла
5.	Выведена формула (2)	2 балла
6.	Получен ответ, результат попал в диапазон	2 балла

8 класс. Задача 2 “Терморезистор”

1. Измерьте зависимость сопротивления терморезистора от температуры.

2. Определите температуру горячей воды в стакане.

Оборудование: два калориметра, одноразовый стаканчик, шприц, терморезистор, мультиметр, миллиметровая бумага (2 листа). По требованию – горячая вода неизвестной температуры и холодная вода из термоса со льдом (выдача ограничена). Лишнюю воду можно сливать у организаторов.

Решение

1. Вода со льдом имеет температуру 0 ºС. Наливаем ее в калориметр.

2. Во второй калориметр наливаем горячую воду. Ждем прогрева калориметра. Затем выливаем остывшую воду, и заливаем свежую горячую воду. Наливаем не слишком много, например, V_h = 50 мл.

3. Подключаем терморезистор к мультиметру в режиме омметра. Помещаем терморезистор в холодную воду, измеряем сопротивление.

4. Помещаем терморезистор в горячую воду, измеряем сопротивление.

5. В калориметр с горячей водой доливаем V_c холодной воды и измеряем сопротивление. Снимаем зависимость сопротивления терморезистора *R* от объема налитой холодной воды $R(V_c)$.

Итоговая температура воды в мерном стакане

$$T = \frac{V_h T_h + V_c T_c}{V_c + V_h} = \frac{V_h T_h}{V_c + V_h}, \qquad (1)$$

учитывая, что T_h – температура горячей воды в ºС, температура холодной воды $T_c = 0\ ^\circ\mathrm{C}$.

Строим зависимость сопротивления от объема налитой холодной воды V_c.

6. Для калибровки терморезистора предполагаем, что температура тела около 36 ºС (для ладоней – это неправда, на сгибе локтя уже лучше, там, в среднем, около 35 ºС). Измеряем сопротивление R_{36} при температуре равной температуре тела.

7. Находим по графику объем холодной воды $V_{c\,36}$, соответствующий сопротивлению R_{36}.

8. Находим температуру горячей воды

$$T_h = 36 \cdot \frac{V_{c\,36} + V_h}{V_h}. \qquad (2)$$

9. Для каждого объема долитой холодной воды и соответствующего ему сопротивления рассчитываем температуру T согласно (1). Строим зависимость.

$$R(T) = R\left(\frac{V_h T_h}{V_c + V_h}\right).$$

Аналогичное решение может быть проведено путем добавления горячей воды в холодную воду. Тогда в п. 5 будет сниматься $R(V_h)$, в п. 7 будет определяться $V_{h\,36}$.

Комментарий. Более предпочтительным является вариант, когда холодную воду наливают с помощью шприца в горячую воду, а не наоборот.

Перепад температуры с комнатной у горячей воды выше, чем у холодной, от этого она остывает много быстрее, чем нагревается холодная, и температура горячей воды будут переменной. Также ее температура будет намного сильнее меняться при контакте со шприцом, причем по-разному, в зависимости от времени, прошедшего с начала опыта, поскольку горячая вода остывает на 2–3 градуса в минуту, а то и быстрее. Кроме того, пластиковый шприц будет чувствительно менять размеры из-за температурного расширения. Еще есть опасность обжечься.

Если лить холодную воду в горячую, после каждого добавления холодной воды будет снижаться перепад температуры горячей воды с комнатной температурой, что снизит ошибку из-за теплопотерь. Размер шприца при взаимодействии с холодной водой будет один и тот же, прибавка тепла из-за нагрева о воздух холодной воды будет одинакова.

Критерии оценивания

1.	Описан метод измерения. Если наливалась холодная вода в горячую, то 2 балл, если горячая в холодную, то 1.5 балла если вода смешивалась не в калориметре, то 1 балл и баллы за все пункты * делятся на 2	2 балла
2*.	Измерено сопротивление при температуре воды в стакане с водой 0 °C	1 балл
3*.	Снята зависимость $R(V_c)$ или $R(V_h)$: если в 7 и более точках 2 балла если в 5-6 точках, то 1 балл Результаты сведены в таблицу 1 балл	3 балла
4.	Выведена формула для температуры, аналогичная (1)	2 балла
5*.	Проведено измерение сопротивления при температуре ≈ 36 °C. Если вместо температуры тела бралась температура воздуха, то 1 балл и баллы за п. 7-8 делятся на 2.	2 балла
6.	Выведена формула (2) для T_h	1 балл
7*.	Получен численный ответ для T_h, результат попал в диапазон	2 балла
8*.	Построена зависимость $R(T)$ (0,5 балла), правильно указаны физические величины на осях и единицы их измерения (0,5 балла), шкала (значения целые, четные или делящиеся на 5) (0,5 балла), правильно выбран масштаб по осям (кривая занимает не менее 75 % от поля графика) (0,5 балла) Если на ранее построенный график $R(V)$ добавлены значения температур и шкала температур получилась неравномерной, то 1 балл	2 балла

Поскольку задача 8 класса должна оцениваться, исходя из 10 баллов, а разбалловка составлена на 15, полученная сумма баллов умножается на 2/3.