



Условия задач, ответы, критерии оценивания

1. Не очень сухие дрова (6 баллов), Ромашка М. Ю.

Удельная теплота сгорания сухих дров (берёзовых или сосновых) равна $q_0 = 15$ МДж/кг. Если дрова не сухие, а влажные (содержат воду), то для них различают высшую и низшую теплоту сгорания. Высшая теплота сгорания – это полная энергия, выделяющаяся в химических реакциях горения при сжигании 1 кг топлива. Низшая теплота сгорания получается, если из высшей теплоты сгорания вычесть теплоту, необходимую для нагревания и испарения содержащейся в дровах воды (а также некоторые другие тепловые потери, которыми в данной задаче можно пренебречь). Имеются дрова, влажность которых равна $\eta = 30\%$, а температура $t_0 = 10^\circ\text{C}$. Влажность – это массовая доля воды в дровах, выраженная в процентах. Вычислите высшую q_1 и низшую q_2 теплоту сгорания таких дров. Удельная теплоёмкость и удельная теплота парообразования воды равны $c = 4200$ Дж/(кг $^\circ\text{C}$) и $L = 2,26$ МДж/кг. Влиянием влажности на протекание химических реакций пренебречь.

Ответ: высшая теплота сгорания равна $q_1 = 10,5$ МДж/кг; низшая теплота сгорания равна $q_2 = 9,7$ МДж/кг.

Распределение баллов

- Верно найдено числовое значение высшей теплоты сгорания $q_1 = 10,5$ МДж/кг – **2 балла**.
Если формулы записаны правильные, но неверно вычислено значение – **1 балл**.
- Найдено числовое значение низшей теплоты сгорания q_2 , попадающее в диапазон $q_2 = (9,7 \pm 0,5)$ МДж/кг, – **4 балла**.
Если записана верная формула для низшей теплоты $q_2 = q_1 - \frac{\eta}{100\%} (c \cdot (100^\circ\text{C} - t_0) + L)$, но числовой ответ неверный – **2 балла**.

2. Не очень точные весы (8 баллов) Бычков А. И., Крюков П. А.

Имеется три экземпляра пружинных весов и одинаковые грузы неизвестной массы. На каждые весы выкладывают от одного до шести грузов и показания заносят в таблицу. На основании результатов измерений укажите номер весов, по показаниям которых можно находить массу тел в диапазоне от 100 г до 400 г наиболее точно. Ответ объясните.

№ весов	1 груз	2 груза	3 груза	4 груза	5 грузов	6 грузов
1	97	199	303	409	515	619
2	102	200	294	390	482	575
3	107	206	307	407	507	606

Ответ: Наиболее точно можно находить массы, используя весы № 3. Вычитая из показаний весов 7 г, получаем массу с погрешностью 1 г. Другие весы дают большую погрешность.

Распределение баллов

1. Указано, что наиболее точно можно находить массу, используя показания третьих весов, но не дано никаких объяснений — **2 балла**.
2. Указано, что наиболее точно можно находить массу, используя показания третьих весов, и дано непротиворечивое объяснение этого факта, однако, эффект «сдвига» нуля на этих весах не учтён — **4 балла**.
3. Правильно указаны третьи весы, как наиболее подходящие для точного измерения массы, показано, что у них «сбит» ноль на 7 г, что они дают погрешность измерения 1 г — **8 баллов**. Если о погрешности ничего не сказано — **7 баллов**.

3. Муар (8 баллов), Бычков А. И.

Две расчески расположены друг за другом, как показано на рисунке. Верхняя расческа движется со скоростью 1 см/с влево, а нижняя удерживается на месте. С какой скоростью движутся тёмные треугольные области?



Ответ: скорость движения тёмных треугольных областей муарового узора равна $10 \pm 1 \text{ см/с}$.

Распределение баллов

Высказано соображение, что при сдвиге верхней расчёски на расстояние кратное расстоянию d , муаровый узор будет таким же, как до сдвига, но дальнейшее решение не верно — **3 балла**.

Найден верный ответ для скорости, попадающий в диапазон $(10 \pm 1) \text{ см/с}$ — **8 баллов**.

Если ответ ошибочный, но решение содержит промежуточные результаты, перечисленные ниже, то распределение баллов следующее (баллы за отдельные результаты суммируются).

1. Указано, что при сдвиге верхней расчёски на расстояние между верхними точками соседних зубьев d , темные треугольные области поменяются местами со своими «соседями» или сместятся на расстояние «длины волны» — **5 баллов**.
2. Расстояние между вершинами темных треугольных областей, определённое по рисунку, попадает в диапазон $(10 \pm 1)d$ — **2 балла**.

4. Улетающий лёд (10 баллов), Ромашка М. Ю.

В цилиндрическую кастрюлю, радиус основания которой равен $R = 10$ см, налита вода и опущен кусок льда массой $m = 400$ г. В этот кусок заморожена нитка, привязанная к воздушному шарик объёмом $V = 8$ л, заполненному гелием. При этом уровень воды в кастрюле равен $h = 30$ см. Кусок льда постепенно тает. В некоторый момент кусок льда уменьшается настолько, что воздушный шарик поднимает его над поверхностью воды. После этого шарик и лёд улетают. Чему в результате станет равен уровень воды в кастрюле? Плотность воды равна $\rho_1 = 1000$ кг/м³, льда — $\rho_2 = 900$ кг/м³, воздуха — $\rho_3 = 1,25$ кг/м³, гелия — $\rho_4 = 0,18$ кг/м³, массой оболочки шарика можно пренебречь. Считайте, что масса капель воды, образовавшихся при таянии льда и упавших в кастрюлю после отрыва льда от поверхности воды, пренебрежимо мала. Некоторые числовые данные не являются необходимыми для решения, но их можно использовать, если так вам будет проще.

Ответ: уровень воды в сосуде будет таким же, как в начальный момент времени.

Распределение баллов

При решении коротким способом.

1. Записана формула для давления на дно через силу и определение давления — **2 балла**.
2. Записана формула для давления на дно через высоту столба жидкости и формулу гидростатического давления — **2 балла**.
3. Учтено (в любом виде), что в момент отрыва шарика от поверхности воды сила давления на дно не меняется — **2 балла**.
4. Сделан вывод, что уровень воды не изменится — **2 балл**.

При решении длинным способом (порядок пунктов не имеет значения)

1. Записано в любом виде условие равновесия шарика до отрыва льда от поверхности воды, либо выражение или численное значение силы натяжения нити (т.е. подъёмной силы шарика), либо сделано утверждение, что сила натяжения нити не меняется и всё время равна начальному значению — **2 балла**.
2. Записано в любом виде условие равновесия куска льда в начальном состоянии (или, возможно, в любом промежуточном состоянии) — **2 балла**.
3. Присутствует связь объёма воды (или воды + погружённой части льда) и уровня воды в кастрюле — **2 балла**.
4. Найдена масса льда, улетевшего на шарике (или записана общая формула для этой массы), либо масса остальной части льда или объём образовавшейся при таянии воды — **1 балл**.
5. Получен правильный ответ с абсолютной погрешностью не более 1 см — **1 балл**.