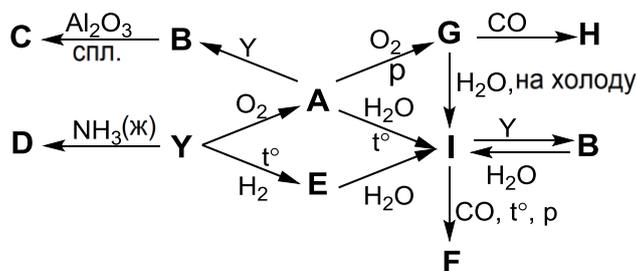


## 9 класс

*Авторы задач – Севастьянова Т.Н. (№ 1), Злотников Э.Г. (№№ 2, 3, 5),*

*Парфенова С.Н. (№ 4), Булдаков А.В. (№ 6), Калинин А.В. (№ 7)*

1. Оранжево-желтый газ **A**, разложение которого начинается уже при комнатной температуре, может быть получен при действии концентрированной соляной кислоты на твердую соль калия **B**, молярная масса которой в 1,141 раза больше, чем масса хлорида калия.
  - 1) Установите формулы веществ **A** и **B**. Приведите название вещества **A**.
  - 2) Запишите уравнения реакций получения и разложения вещества **A**.
  - 3) Напишите уравнения реакций вещества **A** с холодной и горячей водой.
2. Природный минерал боксит, представляющий собой соединение алюминия, содержит в качестве примесей оксиды железа, хрома и кремния. Приведите формулу боксита. Предложите схему выделения из боксита химически чистого оксида алюминия, пригодного для получения электролитического алюминия. Оцените, можно ли Вашу схему использовать в промышленности.
3. В тигле смешали стружку металлической меди и порошок малахита, после чего разделили полученную смесь на две части. К первой добавили 120 мл 20%-го раствора купоросного масла ( $\rho = 1.14$  г/мл), при этом выделилось 1.2 л газа (нормальные условия). Вторую часть прокалили при 1070 К в печи, где циркулировал воздух, а затем к полученному остатку прилили такую же порцию купоросного масла, как и к первой части. Затем обе растворённые пробы поставили в холодильник с температурой 273 К, при этом из обоих растворов выпал пентагидрата сульфата меди. Из второго раствора выпало 17.14 г. Растворимость  $\text{CuSO}_4$  при 273 К составляет 12.9 г на 100 г воды.
  - 1) Рассчитайте массу начальной смеси, а также массовую долю компонентов, входящих в её состав. Учтите, что купоросное масло было взято в избытке.
  - 2) Напишите уравнения описанных реакций.
  - 3) Рассчитайте массу пентагидрата сульфата меди, выпавшего из первого раствора.
  - 4) Что будет, если вторую часть прокалить в печи без доступа воздуха? Изменится ли масса осадка, полученного при охлаждении раствора второй части, при этом? Ответ подтвердите расчётами.
4. Содержание важнейших биоэлементов **X** и **Y** (**X** и **Y** – металлы) в виде ионов в организме человека составляет 170 г **X** и 90 г **Y**. Один из металлов сосредоточен в клетках, а другой – в межклеточных жидкостях. Избыток ионов **Y** не вреден для организма, тогда как избыток ионов **X** угнетает сердечную деятельность.
  - 1) Назовите металлы **X**, **Y**. Какой металл сосредоточен в клетке, а какой в межклеточном веществе?
  - 2) Какие соли металла **Y** и для чего используются/использовались в медицине? (4 примера)
  - 3) Расшифруйте вещества **A–I**, если известно, что массовая доля кислорода в **A** составляет 41.04%. Напишите уравнения реакций, обозначенных на схеме.



5. В воду осторожно внесли 13.8 г смеси натрия с неизвестным металлом, при этом выделилось 2.54 л водорода (н.у.). Раствор разделили на три части. Через первую часть раствора пропустили ток сероводорода, что привело к выпадению черного осадка. Ко второй части раствора добавили азотную кислоту, а затем раствор хлорида натрия. Это привело к выпадению белого осадка. К третьей части раствора добавили азотную кислоту и затем раствор иодида натрия. При этом выпал желтый осадок.
- 1) Определите неизвестный металл.
  - 2) Рассчитайте массовые доли металлов в исходной смеси.
  - 3) Напишите уравнения всех протекавших реакций.

6. Белая соль **A** металла **M** ( $\omega(\text{M}) = 30.9\%$ ) неустойчива. Со временем она разлагается с образованием бесцветного газа **B** и соли **C**. При растворении смеси солей **A** и **C** в воде и последующем подкислении серной кислотой выделяется газообразное простое вещество **D**, которое использовалось в Первую мировую войну как боевое отравляющее вещество. При пропускании **D** через белый порошок **E** последний темнеет и поднимаются тёмно-фиолетовые пары **F**. Если избыток **F** в твёрдом состоянии смешать с порошком металла **N** и добавить одну каплю жидкости **G**, то происходит бурная реакция с образованием вещества **E** ( $\omega(\text{N}) = 6.6\%$ ).

Металл **M** используется в газоразрядных лампах, дающих жёлтый свет. Металл **N** – лёгкий серебристо-белый металл, обладающей высокой коррозионной стойкостью за счёт образования оксидной плёнки. Соль **A** содержит равные количества атомов элементов, из которых она образована.

- 1) Определите формулы веществ **A–G**.
- 2) Напишите все уравнения реакций, о которых идёт речь в задаче.
- 3) Зачем в реакции **F** с **N** используется небольшое количество **G**? Ответ подтвердите уравнениями реакций.

*Примечание.* В расчётах относительные атомные массы элементов брать с точностью до десятых.

7. Чтобы выпечь торт, девятиклассник Лёша взял круглую форму диаметром 16 см и вылил туда приготовленное тесто, высота которого составила 4.0 см. В тесто Лёша положил 0.50 мас. % разрыхлителя –  $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$ . Затем он поставил форму в предварительно разогретую духовку. Он нашёл, что плотность теста равна  $497 \text{ кг/м}^3$ , его удельная теплоёмкость  $2.0 \text{ кДж/(кг}\cdot\text{°C)}$ , а духовка, работающая от стандартной электросети, имеет сопротивление  $0.41 \text{ кОм}$ . Температура воздуха на кухне была  $20 \text{ °C}$ .
- 1) Напишите уравнение реакции разложения  $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$ . Почему это вещество используют в качестве разрыхлителя? Какие ещё вещества могут выступать в качестве разрыхлителей?
  - 2) Помогите Лёше найти время, за которое разрыхлитель полностью разложится после того, как тесто в форме поставят в духовку. Учтите, что сначала тесто нагревается до необходимой температуры, а разложение разрыхлителя происходит при температуре  $60 \text{ °C}$ .

3) Рассчитайте, на какую высоту поднимется тесто при 110 °С, если 75 % газообразных продуктов улетучивается во время приготовления.

*Примечание.* Теплообменом с формой и окружающей средой можно пренебречь. КПД нагревательного элемента 100 %. Примите, что энтальпии образования не зависят от температуры. Количество теплоты, выделяемое электронагревателем к моменту времени  $\tau$  (с), можно рассчитать как  $Q = IU\tau$ , где  $I$  — сила тока (А),  $U$  — напряжение (В). Объем цилиндра равен  $V = \pi r^2 h$ , где  $r$  — радиус основания цилиндра,  $h$  — его высота.

*Справочная информация.* Стандартные энтальпии образования в кДж/моль:  $\text{H}_2\text{O}_{(г)}$  -241.8,  $\text{CO}_2_{(г)}$  -393.5,  $\text{NH}_3_{(г)}$  -45.9,  $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3_{(тв)}$  -942.1. Стандартная энтальпия испарения воды 44.0 кДж/моль.