

## 8 класс

### Задача 1. Смешные угадки о простых веществах

При нормальных условиях 0,18 моль простого вещества **А** пропустили через *прибор*, в котором газ проходит через узкое пространство между двумя заряженными поверхностями, между которыми проходит тихий электрический разряд. В *приборе А* частично превращается в простое вещество **Б**. Так, например, в данном эксперименте была получена смесь газов **А** и **Б** общим объемом 3,696 л (при н.у.) и общей массой 5,76 г.

**?1.** Определите формулы веществ **А** и **Б**. Ответ подтвердите расчётом. Запишите уравнение реакции, происходящей в *приборе*.

**?2.** Каков выход реакции превращения **А** в **Б**?

**?3.** Как вы думаете, как называется такой *прибор*?

0,18 моль простого вещества **В** способно прореагировать с 4,32 моль простого вещества **Г** с образованием 32,26 л (при н.у.) газообразного вещества, плотность которого при нормальных условиях составляет 6,52 г/л.

**?4.** Определите формулы веществ **В** и **Г**, запишите уравнение реакции. Ответ подтвердите расчётом.

Смесь 0,18 моль простого вещества **Д** с 0,06 моль простого вещества **Е** при нагревании с избытком алюминия без доступа воздуха образует только 760,3 г бинарного вещества, содержащего 75% алюминия по массе. Смесь 0,06 моль **Д** с 0,18 моль **Е** при нагревании с избытком алюминия без доступа воздуха образует только 898,6 грамм того же самого вещества.

**?5.** Рассчитайте молярные массы простых веществ **Д** и **Е**. Определите их формулы и напишите уравнения реакций, в которые вступают **Д** и **Е** с алюминием.

**?6.** На примере вещества **Д** запишите уравнения реакций взаимодействия его с другими простыми веществами, описанными в данной задаче выше (если эти реакции происходят).

### Задача 2. Пленки из газов

Один из современных методов получения пленок и кристаллов высокочистых веществ – химическое осаждение из газовой фазы (CVD). Процесс заключается в том, что подложка (поверхность, на которую необходимо нанести пленку или вырастить кристалл) помещается в пары вещества или смеси ве-

ществ, которые на её поверхности реагируют с образованием нелетучего целевого продукта.

**?1.** По используемому давлению паров метод CVD (Chemical Vapor Deposition) классифицируют на APCVD и LPCVD. Как вы думаете, как расшифровываются эти аббревиатуры?

Важный метод нанесения плёнок кремния – осаждение из газообразного силана ( $\text{SiH}_4$ ), который разлагается на подложке на простые вещества. При этом используется смесь силана с газообразным азотом, который в реакции не участвует, в мольном соотношении 30:70.

**?2.** Запишите уравнение описанной реакции. Рассчитайте, какие массы силана и азота необходимо использовать в смеси для получения плёнки толщиной 0,080 мм на квадратной подложке со стороной 3,0 см.

Полезная информация:  $\rho(\text{Si}) = 2,33 \text{ г/см}^3$ .

В действительности используется большой избыток смеси, содержащей силан. Это позволяет проводить реакцию с постоянной скоростью роста толщины плёнки. Так, при давлении 160 ГПа и температуре 650 °С масса плёнки, растущей на подложке со сторонами 5 см на 6 см, растёт со скоростью 7,55 мг/час.

**?3.** Какова скорость увеличения толщины плёнки (в нм/мин)? Приведите Ваши расчёты.

Силан в лаборатории получают реакцией обмена силицида магния с соляной кислотой. Образование силана на воздухе может сопровождаться вспышками, что связано с его легкой воспламеняемостью.

**?4.** Запишите уравнение реакции получения силана и реакции, объясняющей вспышки. В атмосфере какого газа можно получать силан (приведите 2-3 примера)?

Кроме плёнок кремния, метод CVD позволяет получать и плёнки металлов. Например, летучее соединение вольфрама **X**, содержащее 61,72% вольфрама по массе, при нагревании с водородом образует плёнку вольфрама.

А летучее соединение металла **Y**, имеющего степень окисления +5 в этом соединении, с плотностью паров по воздуху 9,43, при нагревании с водородом образует плёнку металла и хлороводород.

**?5.** Определите зашифрованные соединения **X** и **Y** и запишите уравнения реакций. Ответ подтвердите расчётом.

### Задача 3. Аналогия свойств

Знание свойств классов неорганических соединений и аналогия между элементами в Периодической системе Менделеева позволяет предсказывать свойства и поведение соединений даже многих экзотических и редких элементов.

Так, например, металлический цезий активно реагирует с водой.

**?1.** Рассчитайте массовую долю растворенного вещества в растворе, полученном из 1 г цезия и 20 г воды (считайте, что вода не испарилась благодаря надежной системе охлаждения). Ответ подтвердите уравнением реакции и расчетом.

Оксид галлия амфотерный, а оксид селена(IV) кислотный.

**?2.** Для подтверждения амфотерного характера оксида галлия запишите уравнение реакции оксида галлия с раствором гидроксида цезия и с раствором азотной кислоты.

**?3.** Приведите уравнение реакции взаимодействия гидроксида цезия с оксидом селена(IV). Назовите продукт реакции.

При взаимодействии металлического цезия с селеном можно получить вещество X, которое реагирует с раствором соляной кислоты с образованием газа Y. Газ Y при окислении кислородом образует два оксида. Раствор газа Y с раствором гидроксида цезия образует одну из двух солей.

**?4.** Напишите уравнения описанных реакций и запишите формулы зашифрованных веществ.

Те же знания позволяют рассуждать и об *f*-элементах. Большинство из них – металлы средней активности, которые формально расположены в IIIВ группе Периодической системы Менделеева.

**?5.** Напишите уравнения реакций в соответствии со следующей схемой:

лютеций → оксид лютеция → бромид лютеция → гидроксид лютеция → оксид лютеция → нитрат лютеция

### Задача 4. В далеком созвездии Тау Кита

Жители одной планеты неподалеку от Тау Кита живут в довольно необычных условиях: их дневная температура составляет около 2000°C и в силу коротких суток не успевает значительно измениться ночью. В руки космического странника В.С. попали записи химика с этой планеты. Ниже приведены некоторые фрагменты этих записей.

... Большинство простых веществ при нормальных условиях – газы. Так, например, в главной подгруппе ... (1) группы встречаются только одноатомные малоактивные газы, а в главной подгруппе ... (2) группы встречаются только одноатомные газы, которые, правда, при сильном охлаждении превращаются в двухатомные: фиолетовый (3), красный (4), желто-зеленый (5) и желтоватый (6).

?1. Заполните пропуски (1) и (2) в приведенном фрагменте из записей химика-таукитянина числами, а пропуски (3)–(6) – символами элементов.

... Во второй группе периодической системы есть только одно жидкое простое вещество, все остальные простые вещества – ... (7). При взаимодействии этого жидкого вещества с кислородом они реагируют со взрывом с образованием твердого белого вещества с массовой долей кислорода 64%. При взаимодействии с ... (8) этот металл образует устойчивое при нормальной температуре вещество с массовой долей металла 49,1%.

?2. Определите, о каком жидком при данных условиях простом веществе идет речь, запишите формулу его продукта взаимодействия с кислородом. Как вы думаете, чем отличаются уравнения реакций горения на этой планете от уравнений реакций горения в Ваших школьных учебниках?

?3. Заполните пропуск (8) названием простого вещества и запишите формулу продукта реакции металла с ним.

?4. Заполните пропуск (7) агрегатным состоянием остальных простых веществ – представителей этой же группы в условиях описанной планеты.

... В Периодической системе не так много твердых простых веществ: всего два неметалла и 10 металлов. Например, металлы ... (9) и ... (10) образуют с твердым неметаллом ... (11) бинарные соединения в атомном соотношении 1:1, также твердые при нормальных условиях.

?5. Заполните пропуски (9)–(11), если известно, что в атоме ... (9) в 12,17 раз больше протонов, чем в атоме ... (11), а в атоме ... (10) – еще на один протон больше.

... Молярный объем газов при нормальном давлении и комнатной температуре (2022°C) составляет 125,5 л/моль. Эта величина помогла определить атомные массы некоторых веществ: так, например, одноатомный газ ... (12) при н.у. имеет плотность 0,247 г/л. Стоит отметить, что экстремальные охлаждения приводят к изменению состава этого газа: при 1500°C и нормальном атмосферном давлении плотность газа составляет уже 0,639 г/л, а при том же давлении и 800°C – и вовсе 2,11 г/л.

*Очевидно, нашей планете чрезвычайно повезло с температурными условиями: как показывает этот простой пример, низкие температуры, которые нам трудно представить без специального криогенного оборудования, резко усложняют химию большинства элементов и резко нарушают многие привычные нам закономерности.*

**?6.** Рассчитайте нормальное атмосферное давление на этой планете.

**?7.** Заполните пропуск (12) и определите, как меняется состав этого газа при описанных изменениях температуры. Для этого рассчитайте молярную массу газа в каждом случае и запишите его формулу.

**Полезная информация:**

Уравнение Менделеева-Клапейрона:  $pV = nRT$ , где  $T$  – температура в кельвинах. Универсальная газовая постоянная  $R = 8,314$  Дж/(моль·К).