

## Девятый класс

### Задача 9-1

«Нюхательные соли – порошок с резким запахом, который применялся как средство от дурноты.»

Г. Бичер-Стоун, «Хижина дяди Тома».

Не так давно, ещё каких-то сто лет назад у каждой уважающей себя дамы был при себе флакончик с нюхательной солью. Они использовали её, чтобы не упасть в обморок, когда становилось душно.

1. Предложите состав нюхательной соли, считая, что это индивидуальное соединение, выделяющее газ с резким запахом. Ответ аргументируйте. Напишите уравнение реакции получения из этого соединения газа с резким запахом.
2. Предложите способ получения этого соединения природных минералов.
3. Что является современным аналогом нюхательной соли? Приведите его тривиальное название.
4. Предложите состав нюхательной соли, состоящей из смеси двух солей (желательно из доступных в XVIII веке), приведите их тривиальные названия. В каком соотношении необходимо смешивать эти соли?

### Задача 9-2

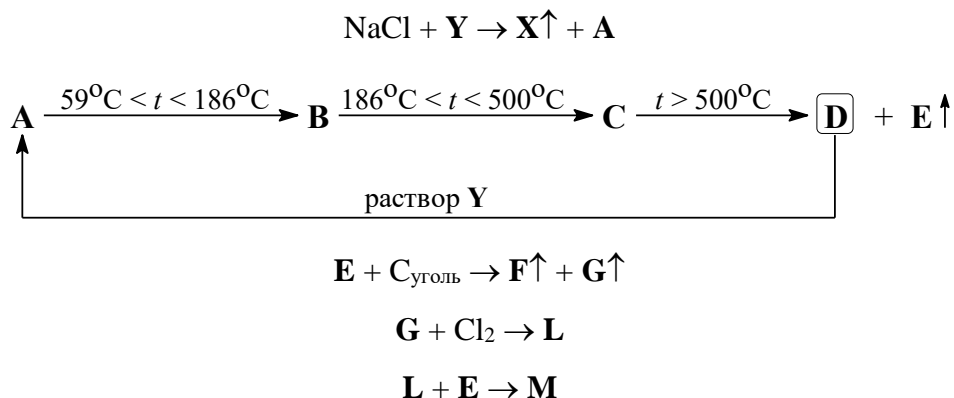
Из раствора, оставшегося в колбе после получения газа **X** из поваренной соли и вещества **Y**, были выделены кристаллы **A** (реакция 1). При нагревании до 59 °С кристаллы **A** плавятся, превращаясь в бесцветную жидкость, а при дальнейшем нагревании расплав затвердевает, превращаясь в соль **B** (реакция 2). Соль **B** плавится при 186 °С, а при более сильном нагревании её расплав затвердевает, образуя вещество **C** (реакция 3). При температуре выше 500 °С вещество **C** разлагается, превращаясь в соль **D** и выделяя едкие пары вещества **E** (реакция 4). При действии на вещество **D** раствора вещества **Y** образуется раствор, из которого кристаллизуется **A** (реакция 5). Вещество **E** реагирует с углём (реакция 6), образуя два газа (**F** и **G**), вызывающие помутнение известковой воды (реакции 7, 8), но лишь один из которых (газ **G**) обесцвечивает раствор перманганата калия (реакция 9). При действии хлора на газ **G** образуется бесцветная жидкость **L** (реакция 10), в которой вещество **E** растворяется с образованием жидкости **M** (реакция 11). Известно, что **E**, **M** и **L** реагируют с водой, давая раствор (реакция 12, 13, 14), реагирующий с хлоридом бария с образованием белого кристаллического осадка

(реакция 15). Раствор, полученный действием воды на вещества **L** и **M**, даёт также белый творожистый осадок с нитратом серебра (реакция 16).

Определите все описанные вещества, если известно, что **A** содержит 58,0 % кислорода по массе, в то время как вещество **M** – 37,2 %.

Запишите уравнения упомянутых реакций.

Изобразите строение вещества **M**.



### Задача 9-3

Содержание элемента **A** в земной коре по данным различных исследователей составляет от 7,45 до 8,14 %. Природный **A** состоит практически полностью из единственного стабильного изотопа  ${}^n\text{A}$ , со следами  ${}^{n-1}\text{A}$ , радиоактивного изотопа с периодом полураспада 720 тыс. лет. Простое вещество **A** впервые было получено в 1825 году Гансом Эрстедом, который пропускал хлор через раскалённую смесь оксида **A** с углём, а образовавшиеся кристаллы нагревал с амальгамой калия. В 1855 г. французский химик Анри Этьенн Сент-Клер Девиль разработал первый промышленный способ получения **A**, основанный на взаимодействии натриевой соли его тетрахлоорокомплекса с металлическим натрием. Но уже в 1886 г американцем Чарльзом Холлом и французом Полем Эру независимо друг от друга были разработаны основы метода, с помощью которого это вещество получают в промышленности до сих пор!

Простое вещество **A** – лёгкий, серебристо-белый металл, обладающий высокой тепло- и электропроводностью, легко поддающийся формовке, литью, механической обработке. При нормальных условиях стоек по отношению к коррозии и к действию концентрированных азотной и серной кислот, но легко растворяется в этих кислотах при нагревании или разбавлении их водой. Продукты взаимодействия **A** с серой и углеродом (эти реакции идут при нагревании) взаимодействуют с водой с образованием студенистого белого осадка и газов.

Металл **A** взаимодействует и со щелочами. В ходе проведённых в лаборатории экспериментов обнаружено, что растворение 0,675 г металла **A** в 100 мл 1 М раствора гидроксида натрия привело к выделению 0,840 л газа в пересчёте на н. у.

**Вопросы:**

1. Установите металл **A**. Воспользовавшись данными по растворению металла в растворе щёлочи, подтвердите ответ расчётом.
2. Напишите уравнения реакций получения металла **A**, проведённых Эрстедом и Девилом, а также реакции металла со щёлочью. Опишите (схематично) суть метода, предложенного Холлом и Эру.
3. Напишите уравнения реакций, которыми охарактеризованы химические свойства **A** и его соединений в условии. Всего 8 реакций.
4. Какое место по его распространённости в земной коре занимает элемент **A**: а) среди металлов; б) среди всех элементов? Напишите уравнение радиоактивного распада изотопа  ${}^n\text{A}$ , зная, что при его распаде образуется позитрон. Во сколько раз уменьшается содержание этого изотопа в образце каждые 2 млн. 160 тыс. лет?

Раствор, полученный растворением 0,675 г **A** в 100 мл 1 М NaOH, подвергли дальнейшим лабораторным испытаниям. В охлаждённый до 0 °С раствор пропустили избыток углекислого газа, в результате чего образовался насыщенный раствор вещества **B** и выпал белый осадок **1**. Осадок **1** отфильтровали и несколько раз прокалили до постоянной массы при разной температуре. Его масса после прокаливания при 250 °С составила 2,454 г (полученный остаток обозначим цифрой **2**), после прокаливания при 600 °С – 2,229 г (остаток **3**), после прокаливания при 1200 °С – 1,833 г (остаток **4**) и осталась равной 1,833 г после прокаливания при 2000 °С.

5. Воспользовавшись результатами экспериментов по прокаливанию, определите качественный состав осадка **1** и остатков **2–4**. Назовите **B** и рассчитайте его молярную концентрацию в насыщенном при 0 °С растворе (объём раствора можно считать постоянным). Напишите уравнения реакций, проведённых в ходе лабораторных испытаний.

**Задача 9-4**

Элемент **X** играет важнейшую роль в процессах жизнедеятельности всех живых организмов. Соединения этого элемента составляют существенную часть костной ткани и

зубной эмали человека. Среди продуктов питания по содержанию **X** наиболее богата рыба. Этот элемент входит в состав многих минеральных удобрений.

Для получения вещества **A**, образованного элементом **X**, в промышленности минерал **B** нагревают при высокой температуре (~1500 °C) со смесью угля и песка. Образующиеся пары вещества **A** конденсируют под слоем воды в виде воскообразной массы со слегка желтоватым оттенком.

Плотность вещества **A** в газообразном состоянии по воздуху при температуре 400 °C равна 4,28, а при нагревании до температуры 900 °C плотность газа составляет 2,14.

1. О каком элементе **X** идёт речь? Напишите уравнение реакции получения вещества **A** из минерала **B**.
2. Рассчитайте молярную массу **A** при температуре 400 °C. Какое соединение образуется при температуре 900 °C? Приведите формулы соединений.
3. Изобразите графическую формулу молекулы **A**.

При нагревании **A** с концентрированным раствором гидроксида бария образуется раствор соли **C** и газообразное соединение **D** с примесью газа **E**. В чистом виде газ **D** довольно устойчив на воздухе, газ **E** нестабилен и вспыхивает при контакте с воздухом; молярная масса **D** примерно в 2 раза меньше, чем **E**.

4. Напишите уравнения реакций взаимодействия **A** с гидроксидом бария и горения **E** на воздухе.
5. Изобразите графические формулы молекул газов **D** и **E**, а также кислоты **F**, образующейся при подкислении серной кислотой раствора соли **C**.
6. Рассчитайте концентрацию ионов  $H^+$  (в моль/л), находящихся в 0,1 М растворе кислоты **F**, если константа её диссоциации  $K_a = 0,1$ .

## Задача 9-5

### Ископаемые виды топлива и эмиссия $CO_2$ в атмосферу

Ископаемые виды топлива (нефть, газ, уголь) являются основными источниками энергии в современном обществе. Вместе с тем, при сгорании этих видов топлива в атмосферу выбрасывается значительное количество углекислого газа. Это вызывает озабоченность учёных, поскольку эмиссия  $CO_2$  приводит к усилению так называемого «парникового эффекта», который, в свою очередь, может привести к глобальному потеплению климата и связанным с ним негативным последствиям для обитателей Земли.

1. Запишите уравнения реакций сгорания метана (основного компонента природного газа), пропана, бутана и октана (бензина).
2. Рассчитайте количества теплоты, выделяющиеся при сгорании 1 г каждого из этих углеводородов. Какой из них наиболее, а какой наименее эффективен в качестве топлива?
3. Рассчитайте количества теплоты, выделяющиеся при сгорании этих углеводородов, на 1 моль образующегося  $\text{CO}_2$ . Использование какого из этих углеводородов в качестве топлива наиболее и наименее вредно с точки зрения эмиссии  $\text{CO}_2$ ?
4. Вместо бензина в качестве топлива для автомобилей можно использовать этанол. При этом нет необходимости вносить существенные изменения в конструкцию автомобильных двигателей. Какое топливо – октан или этанол – эффективнее по количеству теплоты, выделяющейся на единицу массы? Во сколько раз? Есть ли преимущества использования этанола вместо октана с точки зрения защиты окружающей среды? Поясните свой ответ.

Справочные данные:  $Q$  – стандартные теплоты образования веществ при 298 К.

Вещество	Формула	$Q$ , кДж·моль <sup>-1</sup>
Метан	$\text{CH}_4$ (г)	74,81
Пропан	$\text{C}_3\text{H}_8$ (г)	103,9
Бутан	$\text{C}_4\text{H}_{10}$ (г)	126,2
Октан	$\text{C}_8\text{H}_{18}$ (ж)	249,9
Этанол	$\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ (ж)	277,7
	$\text{CO}_2$ (г)	393,5
	$\text{H}_2\text{O}$ (ж)	285,8