

ДЕСЯТЫЙ КЛАСС

Задача 10-1

В печатных трудах Товия Ловица, замечательного русского химика (1757–1804), приводятся многочисленные методики синтеза важнейших химических реактивов. Откроем наугад одну из его работ и прочитаем:

«Способ получения пересыщенной виннокупоросной соли. В стеклянной колбе смешиваются 7 частей купоросного масла с таким же количеством чистой воды. К горячей смеси прибавляются 4 части чистой постоянной растительной щелочи. Когда всё это смешано, и раствор остывает, пересыщенная виннокупоросная соль соединяется в большие ромбические кристаллы...

... 8 унций пересыщенной виннокупоросной соли в глиняном сосуде держал на слабом огне, чтобы она освободилась от кристаллизационной воды. При этом вес соли уменьшился на 4 драхмы...».

Вопросы.

1. Что такое купоросное масло, постоянная растительная щелочь и пересыщенная виннокупоросная соль? Приведите их современные химические формулы. Что происходит с кристаллами пересыщенной виннокупоросной соли при нагревании? Приведите уравнения реакций. Для справок: 1 аптекарская унция = 8 драхам = 29,9 г.

«Способ получения листовой виннокаменной соли. К растительной щелочной соли понемногу добавляют винный уксус до прекращения вскипания раствора. После выпаривания полученные кристаллы плавят на железной сковороде и охлаждают...».

2. Что такое растительная щелочная соль, винный уксус и листовая виннокаменная соль? Приведите их химические формулы.

«Для получения ледяного уксуса я к 6 гранам листовой виннокаменной соли примешивал при нагревании по одному грану пересыщенной виннокупоросной соли до тех пор, пока с прибавлением последнего грана не обнаруживалось никакого уксусного запаха. Я установил, что 6 гран листовой виннокаменной соли требуют 8 гран пересыщенной купоросной соли».

3. Составьте уравнение реакции и установите, какая масса пересыщенной купоросной соли фигурирует в рецепте Ловица?

«18 февраля 1789 г. я из 27 унций совершенно сухого *Soda acetosa* с помощью 18 унций крепчайшей купоросной кислоты извлёк дистилляцией 13 унций уксуса крепо-

стью 32 градуса (наибольшая концентрация, которую дальше уже невозможно поднять никакими средствами, 54 градуса)».

4. Оцените практический выход уксусной кислоты в этом опыте Ловица.

Задача 10-2

*«Подделка билетов Банка России преследуется по закону»
Надпись на денежных купюрах*

На лекции, посвященной химии металла 11 группы **X**, был показан опыт, демонстрирующий плохую растворимость одного из соединений **X**. Для этого были смешаны желтый раствор вещества **A**, содержащего **X**, с бесцветным раствором вещества **B**. Как и ожидалось, выпал желтый осадок **Y**. После окончания лекции молодой лаборант решил регенерировать **X** из оставшегося осадка **Y**. Для этого он поместил **Y** в коническую колбу, добавил подкисленный серной кислотой раствор соли Мора и нагрел до 80 °С. Каково же было его удивление, когда вместо темно-коричневого осадка металла выпал белый осадок **C**, а раствор приобрел грязно-зеленую окраску! Масса **C** составила 92,1 % от массы **Y**, в то время как по расчетам лаборанта масса **X** должна составлять 41,7 % от массы **Y**. Не веря своим глазам, лаборант перечитал еще раз методику и, ничего не поняв, обратился за помощью к знакомому профессору. Увидев результат его неудавшегося эксперимента, профессор заулыбался: «Ну, это легко объяснимо: поскольку металл **X** и его соединения являются дорогими реагентами, демонстрационные опыты проводятся с более доступными соединениями».

Вопросы.

1. Химии какого элемента (**X**) была посвящена лекция? Какие соединения (**A**, **B**, **Y**) соответствуют демонстрационным опытам по химии элемента **X**?
2. Что за вещества (**A**, **B**, **Y**) участвовали в реальном эксперименте? Каков состав осадка **C** (подтвердите расчетом)?
3. В каждом случае напишите уравнения всех реакций, предполагаемых для элемента **X** и происходящих в реальных демонстрационных экспериментах.

Задача 10-3

«Все могут короли...»

За окном нещадно палило солнце, вся прогрессивная общественность Академгородка отправилась на пляж, а молодые специалисты Коля с Таней уныло готовили лабораторию к рейду комиссии по технике безопасности. Коля наводил порядок в шкафчике с неорганическими солями и обнаружил банку, на которой черным маркером было написано «*Cl*», а все остальное стерлось. «Забавно», – подумал он, взяв в руки банку, содержа-

щую добрых полкило бесцветного кристаллического вещества. «Однако попадет ведь от комиссии, а выбрасывать жалко», – решил Коля и понес банку к весам.

Отвесив 1,00 г этого вещества, он легко растворил его в 10,0 мл воды. «Тоже мне, проблема», – пробубнил себе под нос Николай, добавляя к 1,0 мл раствора крепкий раствор нитрата серебра. «Да-а, а все-таки проблема», – сказал он уже громче, глядя на кристально прозрачный раствор полученной смеси. «А мы тебя так», – рассердился Коля, унес раствор под тягу, и добавил к новой пробе раствора равный объем концентрированной соляной кислоты. «Ты бы лучше щелочи налил», – со смехом сказала Таня, наблюдая за тем, как он нюхает раствор, тщетно пытаясь обнаружить хоть какой-нибудь признак реакции. «Все мы умные», – вспыхнул Коля, но каплю крепкой калиевой щелочи к третьей пробе раствора (те же 1,0 мл) все же добавил. «То-то же», – обрадовался он, и взял стаканчик в руки, чтобы лучше рассмотреть образовавшийся белый осадок, но тут же вернул стакан под тягу, так как запах из него резко ударил в нос, вышибая почву из-под ног. «Танюха, оказывается, и от тебя бывает польза», – тем не менее, удовлетворенно произнес Коля, наблюдая за посинением влажной лакмусовой бумажки, поднесенной к стаканчику. «Соль-то, поди, двойная», – попыталась подсказать Коле уязвленная Татьяна, но тот, обрадованный удачей, казалось, уже не слушал ее и продолжал свои эксперименты, только теперь уже с сухой солью из банки.

Сначала он просто погрел несколько кристалликов на кончике шпателя в пламени газовой горелки. Через некоторое время кристаллы с потрескиванием разлетелись в разные стороны. Тогда, надев защитные очки, Николай поместил около 0,5 г кристаллов в пробирку и стал нагревать ее. Когда пробирка прогрелась, кристаллы вдруг начали с шипением и свечением разлагаться. На дне пробирки ничего не осталось, пробирка заполнилась зеленоватым газом с едким запахом, а сверху сконденсировались капельки бесцветной жидкости. Завороженная, Таня молча наблюдала за происходящим, широко распахнув свои огромные глаза. «Сама ты двойная», – вернул ее к действительности довольный Коля, вернулся к третьей пробе раствора с осадком, добавил к нему избыток калиевой щелочи и отфильтровал осадок на взвешенном стеклянном фильтре. «Коль, а Коль, что это было-то», – приставала Татьяна, но он молча промывал осадок спиртом и эфиром, насвистывая мелодию некогда популярной песенки Аллы Пугачевой. Высушив осадок под вакуумом, он взвесил фильтр с осадком (масса осадка составила 0,118 г), быстро посчитал что-то в лабораторном журнале и, торжествуя, посмотрев на Таню, приклеил на баночку этикетку с правильной формулой и названием вещества.

Вопросы.

1. Что именно могло показаться Коле забавным, когда он взял в руки банку? Предложите 2 варианта ответа. За что, однако, должно было попасть Коле от комиссии по технике безопасности?
2. На что рассчитывал Коля, добавляя к раствору соли раствор нитрата серебра? Как он вначале собирался решить эту «тоже мне проблему»?
3. Зачем он добавлял ко второй пробе соляную кислоту и нюхал полученный раствор?
4. Чему обрадовался Коля после эксперимента со щелочью, и почему Таня решила, что соль двойная?
5. Какие газ и жидкость экспериментаторы наблюдали в пробирке по окончании реакции разложения? Почему Николай после этого уверенно отмел гипотезу о двойной соли? Даже если Вы пока не расшифровали неизвестную соль, назовите один ион, который точно входит в состав отфильтрованного Колей осадка.
6. Определите и Вы правильную формулу вещества и дайте ему название. Напишите уравнения проведенных Колей реакций. Подтвердите расчетом состав осадка, соответствующий указанной в тексте массе 0,118 г.

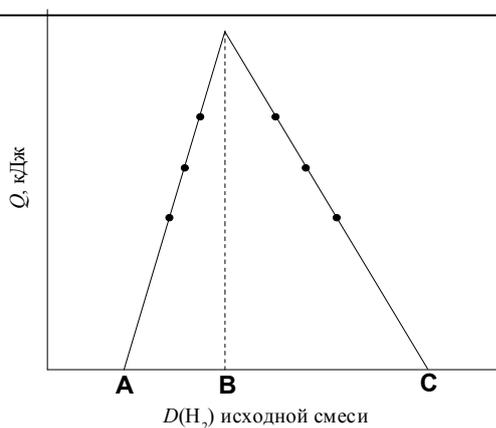
Задача 10-4**Термохимическое исследование взаимодействия двух газов**

При проведении термохимических исследований взаимодействия двух газов были получены следующие данные:

№ эксперимента	1	2	3	4	5	6
Плотность исходной смеси, $D(\text{H}_2)$	14,30	14,40	14,50	15,00	15,20	15,40
Выделилось теплоты на 1 л (н. у.) исх. смеси, кДж	3,79	5,05	6,32	6,32	5,05	3,79

Вопросы.

1. Определите, какие газы были использованы в эксперименте.
Указание. Решение рекомендуется провести графически. Для этого на выданной вам миллиметровой бумаге постройте график зависимости количества выделившейся теплоты от плотности исходной смеси (рекомендуемые пределы по оси ординат 0 – 9).



Через точки на графике проведите прямые и экстраполируйте их до пересечения друг с другом и с осью абсцисс. Из точки пересечения прямых опустите перпендикуляр на ось абсцисс. Точка пересечения прямых соответствует максимальному количеству выделенной теплоты при стехиометрическом соотношении реагентов. Точки **А** и **С** соответствуют плотностям чистых компонентов, а точка **В** – плотности стехиометрической смеси.

2. Напишите уравнение протекающей реакции.
3. Рассчитайте тепловой эффект протекающей реакции.
4. Напишите по одному уравнению реакций, с помощью которых можно получить исходные газы в лабораторных условиях с высоким выходом.

Задача 10-5

Смесь изомерных бромалканов, содержащих 74,1 % брома по массе, обработали избытком амида натрия. Образовавшуюся смесь газообразных продуктов (**А**) пропустили через избыток нагретого аммиачного раствора оксида серебра. При этом образовалось 32,2 г осадка (**Б**). Газ, прошедший через раствор, осушили над P_2O_5 и сконденсировали при $-78\text{ }^\circ\text{C}$, получив 24,3 г жидкости, которую поместили в предварительно вакуумированный автоклав объемом 3 л. В автоклав добавили этилен, после чего нагрели содержимое до $30\text{ }^\circ\text{C}$. При этом давление в автоклаве стало равным 0,5036 МПа. Автоклав нагрели до $160\text{ }^\circ\text{C}$ и выдерживали при этой температуре до установления постоянного давления, которое оказалось равным 0,360 МПа (при измерениях давления все содержимое автоклава находилось в газовой фазе). Смесь охладили до $20\text{ }^\circ\text{C}$. Анализ продукта показал, что он состоит из двух новых веществ **В** и **Г**.

Вопросы.

1. Определите молекулярную формулу бромалканов, образующих исходную смесь.
2. Укажите, сколько изомеров могло существовать в исходной смеси бромалканов.
3. Напишите структурную формулу **Б**.

-
4. Укажите интервал возможного содержания в исходной смеси каждого из изомерных бромалканов при условии, что обработка смеси **В** и **Г** подкисленным раствором перманганата калия: а) сопровождается, б) не сопровождается выделением CO_2 . Для обоих случаев укажите качественный и количественный состав смеси **А**, а также приведите структурные формулы соединений **В** и **Г**.