

Девятый класс

Задание 9-1

Колбы с желтыми растворами

На полке в лаборатории обнаружили две колбы с одинаковыми по внешнему виду бледно-желтыми растворами (р-р 1 и р-р 2). При пропускании бесцветного газа А через каждый из этих растворов желтая окраска исчезает, растворы становятся мутными (реакции 1 и 2). Если через эти исходные растворы пропустить газ Б, то в р-р1 становится красно-коричневым (реакция 3), а р-р 2 обесцвечивается (реакция 4). При одновременном пропускании газов А и Б через воду наблюдается помутнение (реакция 5а), которое исчезает, если прекратить пропускать газ А, но продолжить пропускание газа Б (реакция 5б).

1. Установите, какие вещества содержатся в колбах, если известно, что р-р 1 становится красным при добавлении раствора роданида калия, а р-р 2 становится синим при добавлении водной суспензии купленного в магазине белого порошка, получаемого из растительного сырья. Назовите газы А и Б, запишите уравнения всех реакций.

2. Что будет наблюдаться, если перед пропусканием газа Б во второй раствор налить концентрированную соляную кислоту? Напишите уравнение реакции. (реакция б).

Задание 9-2

После пропускания избытка хлора через нагретый концентрированный раствор иодида калия после охлаждения кристаллизуются золотисто-желтые игольчатые кристаллы (вещество I). Вещество I единственный конечный продукт реакции. При нагревании I до постоянной массы остается белое, растворимое в воде вещество (вещество II). Потеря массы составляет 75,78 %. Если собрать все летучие продукты разложения в холодной ловушке, то при размораживании ловушки на стенках образуются оранжево-желтые кристаллы (вещество III). Если же собирать только менее летучую фракцию продуктов разложения, то в ловушке собирается темно-красная жидкость, застывающая при охлаждении в игольчатые кристаллы темно-рубинового цвета (вещество IV). Навеску I массой 1,000 г растворили в воде, объем раствора довели до 100 мл. Для анализа отобрали аликвоту раствора объемом 10,0 мл и добавили в нее 1,0 г KI, при этом окраска раствора стала коричневой. На титрование этой пробы до обесцвечивания потребовалось 13,0 мл 0,10 М раствора тиосульфата натрия ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$).

1. Определите состав соединений **I** – **IV** (формулы).
2. Приведите аргументированное строение соединений **I** и **III** (рисунок с пояснениями).
3. Напишите уравнения реакций синтеза и анализа **I**. Напишите уравнения реакций образования **II** – **IV**.
4. При подщелачивании водного раствора **I** появляется коричневая окраска раствора. Чем она обусловлена? При добавлении избытка щелочи раствор обесцвечивается. Напишите уравнения реакций протекающих в избытке и недостатке щелочи.
5. Предложите другие способы (два способа) получения вещества **I**, отличающиеся от приведенного либо другими исходными реагентами, либо типом используемой реакции.

Задание 9-3

Об осолетворенностях одного металлоида

В книге Александра Иовского «Начальные основания химии» (1832 г) есть следующие сведения:

«Осолетворенности **X** отличаются своим особенным кислотным свойством, они двух степеней, т. е. **X** соединяется с солетвором в двух различных содержаниях. Первосолетворенность **X** получается, пропуская сухой солетвор в небольшую реторту, содержащую сухой **X**. Но как скоро заметят, что образующаяся жидкость начинает делаться мутною, то немедленно прекращают пропускать в реторту солетвор. Мутность происходит не от другого чего, как от образующейся уже ... Второсолетворенность **X** готовится также, как осолетворенность **X** первой степени. Также пропускается в реторту, в коей находится **X**, сухой солетвор, но дотоле, пока весь **X** обратится в вещество белое, порошокатое. Сия осолетворенность тверда, бела как снег, весьма летуча. Обрабатываемая водой также разлагается, и от сего происходит кислота ... и соляная».

- 1) Определите, о соединениях какого элемента **X**, входящего в состав малых периодов, идет речь?
- 2) Заполните пропуски в тексте.
- 3) Запишите уравнения всех упомянутых реакций.
- 4) Изобразите строение двух солетворенностей **X**, зная, что второсолетворенность состоит из ионов.
- 5) Известно, что «второсолетворенность соединяется с аммонием, и от сего происходит тройной состав, белого цвета, безвкусный, огнепостоянный, нерастворимый в

воде и неразлагаемый щелочами». Определите формулу этого вещества и предложите его строение, если известно, что оно содержит 26,72 % (масс.) элемента X.

Задание 9-4

Первый закон Гей-Люссака. *Объемы, занимаемые паями элементов в парообразном состоянии, находятся в простом кратном отношении между собой.*

В нижеследующей таблице, в предпоследней графе помещены вычисленные частные из веса паев на соответствующие плотности пара относительно воздуха, а в последней графе частные из веса паев на плотности пара относительно водорода. Отношения между первыми частными равны отношениям между вторыми. Но первые почти в 14,44 раза более вторых; потому что водород почти в 14,44 раза легче воздуха.

Названия элементов	Знаки	Плотности пара относительно		Паи	Частные из веса пая	
		Воздух = 1	Водород = 1		Возд.=1.	Вод.=1
Водород (при 0° и н. д. Реньо)	H	0,06926	1,00	1	14,44	1,00
Хлор	Cl	2,47	35,66	35,5	14,37	1,00
Бром (при 100°, Митчерлих)	Br	5,54	79,99	80	14,44	1,00
Иод (при 185°, Дюма)	I	8,716	125,83	127	14,57	1,01
Кислород (0° и н. д., Реньо)	O	1,10564	15,96	16	14,47	1,01
Сера (от 860° до 1040°, Д. и Т.)	S	2,23	32,19	32	14,35	0,99
Селен (при 1420°, Д. и Т.)	Se	5,68	82,00	79,5	14,00	0,97
Теллур (при 1390° до 1439°, Д. и Т.)	Te	9,00	129,95	128	14,22	0,99
Азот (при 0° и н. д., Реньо)	N	0,97137	14,02	14	14,41	1,00
Фосфор (от 500° до 1040°, Д. и Т.)	P	4,35	62,81	31	7,10	0,49
Мышьяк (при 860°, Д. и Т.)	As	10,20	147,1	75	7,35	0,51
Кадмий (при 1040°, Д. и Т.)	Cd	3,94	56,88	112	28,43	1,97
Ртуть	Hg	6,902	99,66	200	28,98	2,01

Для хлора и ртути выставлены плотности средние из найденных различными лицами. Температуры означены в градусах Цельсия. Сокращение Д. и Т. означает Девиля и Троост: н. д. означает нормальное давление = 0,760 метра по ртутному барометру.

Н.И. Лавров «Неорганическая химия», СПб, типография Штокмара по Воздвиженскому пр. №55, 1865, стр. 28 – 29.

1. По данным, приведенным в таблице, определите состав молекул в газовой фазе.
2. Чему соответствуют численные значения, приведенные в колонке “Паи”?
3. Большая часть значений последней колонки близки к 1,00. В каких случаях эти значения существенно отличаются от единицы?

4. Напишите уравнения фазовых равновесий для указанных веществ, используя по возможности те фазовые состояния, которые соответствуют условиям эксперимента).

Например: $\text{H}_2(\text{ж.}) \rightleftharpoons \text{H}_2(\text{г.})$ или $\text{H}_2(\text{кр.}) \rightleftharpoons \text{H}_2(\text{г.})$

5. Оцените точность полученных результатов (в относительных процентах).

Задание 9-5

Нитроглицерин

Нитроглицерин – сложный эфир трёхатомного спирта глицерина и азотной кислоты – широко известен благодаря своим взрывчатым (и в некоторой степени лекарственным) свойствам. Является компонентом динамита, запатентованного А. Нобелем в 1867 г.

Пусть были взорваны 50 г нитроглицерина, изначально находившегося в сосуде объёмом 33 мл при 25 °С.

1. Запишите уравнение реакции, протекающей при взрыве нитроглицерина, если продуктами реакции являются углекислый газ, вода, азот и кислород.

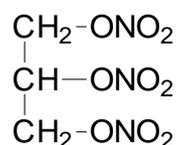
2. Используя приведённые в таблице значения средних энергий связей, рассчитайте количество теплоты, выделившейся при взрыве.

3. Рассчитайте максимальную температуру продуктов взрыва, если вся выделяющаяся при взрыве теплота идёт на их нагревание. Считайте, что общая теплоёмкость продуктов равна $69 \text{ Дж}\cdot\text{моль}^{-1}\cdot\text{К}^{-1}$.

4. Какое давление установилось бы в сосуде после взрыва, если бы сосуд не взорвался и не испарился при взрыве? Газы считайте идеальными.

Справочная информация

Формула нитроглицерина



Средние энергии связей, $\text{кДж}\cdot\text{моль}^{-1}$.

Связи	Энергия, $\text{кДж}\cdot\text{моль}^{-1}$	Связи	Энергия, $\text{кДж}\cdot\text{моль}^{-1}$
C–C	348	H–O	463
C–H	412	ONO ₂	1144
C–O	360	N≡N	946
C=O	804	O=O	497