

БИБН 2018-19
«БУДУЩИЕ ИССЛЕДОВАТЕЛИ – БУДУЩЕЕ НАУКИ»
ОЧНЫЙ ОТБОРОЧНЫЙ ТУР
(15 декабря 2018 года)
10 класс

Задача 10-1

В химической лаборатории имеются растворы двух солей А и В. Если раствор В приливать медленно по каплям к раствору А, то сначала выпадет черный осадок, а затем он растворяется и раствор приобретает оранжевую окраску.

1) Установите химические формулы веществ А и В, учитывая, что в их состав входят элементы III и V периода VII группы Периодической системы, массовые доли которых составляют 33.76% и 76.5% соответственно.

2) Ответ подтвердите необходимыми расчетами.

3) Напишите уравнения протекающих реакций.

4) Объясните наблюдаемые явления.

Решение

1. А – BiCl_3 ; В – KI .

2. Соль А – MeCl_n

$$\omega(\text{Cl}) = 35.5n / (35.5n + M(\text{Me})) = 0.3376$$

$$M(\text{Me}) = 69.5n, \text{ где } n - \text{валентность Me.}$$

Для $n=1$ получаем $M(\text{Me}) = 69.65$ г/моль. Однако галлий Ga ($M = 69.72$ г/моль) данном случае не подходит, поскольку проявляет валентность III.

Для $n=2$ получаем $M(\text{Me}) = 139.3$ г/моль. Для лантана La ($M = 138.91$ г/моль) также характерна валентность III.

Для $n=3$ получаем $M(\text{Me}) = 208.95$ г/моль. Искомый металл – висмут Bi ($M = 208.98$ г/моль).

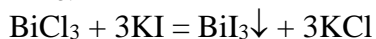
Соль В – MeCl_n

$$\omega(\text{I}) = 127n / (127n + M(\text{Me})) = 0.765$$

$$M(\text{Me}) = 39.0n, \text{ где } n - \text{валентность Me.}$$

Для $n=1$ получаем $M(\text{Me}) = 39.0$ г/моль. Искомый металл – калий.

3.



4. Черный осадок йодида висмута образуется только при смешивании строго стехиометрических количеств реагентов. В избытке реагента образуется комплексное соединение.

Разбалловка:

Установление формул А и В

4·2 = 8 б

Вычисления

4 б

Уравнения реакций

4·2 = 8 б

Пояснения

5 б

Итого 25 баллов

Задача 10-2

В пробирках без надписей находятся водные растворы следующих соединений: $\text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3$, AgNO_3 , CuSO_4 , MgCl_2 и H_3PO_4 .

1. Водный раствор какого индивидуального вещества можно использовать для их распознавания?

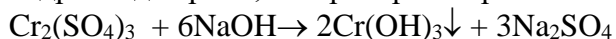
2. Укажите признаки протекающих реакций и составьте необходимые химические уравнения.

Решение

Искомый реактив – водный раствор щелочи (NaOH или KOH).

При добавлении его к раствору $\text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3$ сначала выпадает фиолетовый осадок

гидроксида хрома, который растворяется в избытке реактива:

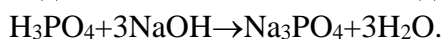


При добавлении раствора гидроксида натрия к AgNO_3 выпадает черный осадок оксида серебра (I): $2\text{AgNO}_3 + 2\text{NaOH} \rightarrow \text{Ag}_2\text{O}\downarrow + 2\text{NaNO}_3 + \text{H}_2\text{O}$.

В растворе хлорида магния выпадает белый осадок гидроксида, нерастворимый в избытке щелочи: $\text{MgCl}_2 + 2\text{NaOH} \rightarrow \text{Mg}(\text{OH})_2\downarrow + 2\text{NaCl}$.

В растворе сульфата меди образуется голубой осадок гидроксида, нерастворимый в избытке щелочи: $\text{CuCl}_2 + 2\text{NaOH} \rightarrow \text{Cu}(\text{OH})_2\downarrow + 2\text{NaCl}$.

В пробирке с фосфорной кислотой протекает реакция нейтрализации, однако, никаких видимых изменений не наблюдается:



Разбалловка:

Указание реагента	3 б
Идентификация веществ	2·5= 10 б
Уравнения реакций	2·6= 12 б

Итого 25 баллов

Задача 10-3

В литровом замкнутом сосуде нагрели 3.8 г фтора. После установления равновесия обратимой реакции средняя молярная масса газовой смеси стала равной 28.5 г/моль. Напишите уравнение обратимой реакции. Найдите степень диссоциации молекулярного фтора (%), объемные доли двух компонентов газовой смеси, их молярные концентрации. Определите константу равновесия обратимого процесса диссоциации. Как повлияют на положение равновесия увеличение температуры, давления, введение гелия при постоянном объеме, введение неона при постоянном давлении?

Решение

Уравнение обратимой реакции $\text{F}_2 \rightleftharpoons 2\text{F}$.

Определим объемные доли молекулярного и атомарного фтора по средней молярной массе смеси газов: $M_{\text{сред}} = M_1\varphi_1 + M_2\varphi_2$ $28.5 = 38x + 19(1-x)$ $x = 0.5$. Значит $\varphi_1 = \varphi_2 = 0.5$ (50%).

	F_2	\rightleftharpoons	2F	
Было	0.1		0	
Прореагировало	y		-	
Выделилось	-		2y	
Стало	0.1-y		2y	$\Sigma = 0.1 - y + 2y = 0.1 + y$.

Выразим объемные доли молекулярного и атомарного фтора через неизвестную величину y и определим y:

$$\varphi_1 = 0.5 = \frac{0.1 - y}{0.1 + y} \quad \text{Отсюда } y = 0.0333.$$

$$\varphi_2 = 0.5 = \frac{2y}{0.1 + y} \quad \text{Отсюда } y = 0.0333.$$

Определим молярные концентрации молекулярного и атомарного фтора в равновесной смеси: $[\text{F}_2] = 0.0667$ моль/л. $[\text{F}] = 0.0667$ моль/л.

Определим константу равновесия через молярные концентрации молекулярного и атомарного фтора в равновесной смеси: $K_{\text{равновесия}} = \frac{[\text{F}]^2}{[\text{F}_2]} = \frac{0.0667^2}{0.0667} = 0.0667$.

Определим степень диссоциации фтора: $\alpha_{\text{дисс}} \text{F}_2 = y/0.1 = 0.333$ (33.3%).

В соответствии с принципом Ле-Шателье:

При увеличении температуры равновесие эндотермической реакции смещается вправо. Реакция является эндотермической, так как разрыв связи требует затраты энергии.

При увеличении давления равновесие реакции смещается влево (в сторону образования меньшего количества частиц газов).

При введении гелия при постоянном объеме увеличится давление и равновесие реакции смещается влево.

При введении неона при постоянном давлении уменьшатся концентрации всех веществ (F , F_2), уменьшится скорость прямой реакции $W_1=k_1[F_2]$, еще сильнее уменьшится скорость обратной реакции $W_2=k_2[F]^2$, в итоге равновесие смещается вправо.

Разбалловка:

За уравнение реакции	3 б.
За формулу расчета средней молярной массы смеси газов	3 б.
За расчет объемных долей молекулярного и атомарного фтора	3 б.
За нахождение степени диссоциации фтора	3 б.
За расчет молярных конц. молекулярного и атомарного фтора	3 б.
За нахождение константы равновесия	3 б.
За выяснение направления смещения равновесия по факторам 1-3 по 1 б.	3 б.
За выяснение направления смещения равновесия по фактору 4	2 б.
За выяснение эндотермичности реакции диссоциации	2 б.

Итого 25 баллов

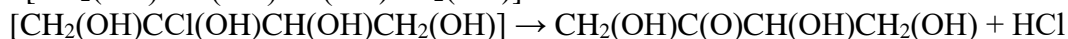
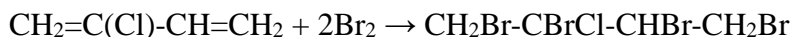
Задача 10-4

Органическое вещество содержит по массе 54.2% углерода, 5.7% водорода и 40.1% хлора. Оно при комнатной температуре обесцвечивает бромную воду и раствор перманганата калия. Приведите удовлетворяющую условиям структурную формулу вещества, которое получается в промышленности из метана через ацетилен и применяется для получения хлоропренового каучука. Запишите уравнения упомянутых реакций.

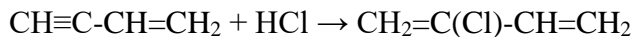
Решение

Рассчитаем простейшую формулу вещества:

$$C : H : Cl = 54.2/12 : 5.7/1 : 40.1/35.5 = 4.52 : 5.7 : 1.13 = 4 : 5 : 1 \quad \text{Формула } C_4H_5Cl.$$



2-хлорбутадиен-1,3 имеет тривиальное название хлоропрен и применяется для синтеза полихлоропрена – хлоропренового каучука – по реакции полимеризации в присутствии инициатора.



Разбалловка:

За вывод формулы, название и строение хлоропрена	4 б.
За 7 уравнений по 3 б.	21 б.

Итого 25 баллов