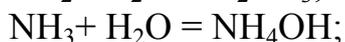
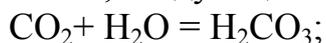


ОТВЕТЫ К ЗАДАНИЯМ

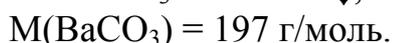
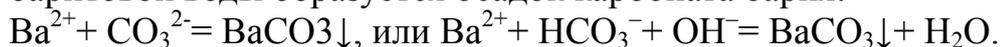
11 класс

Задание 1

1) В зависимости от соотношения аммиака и диоксида углерода в исходной смеси, следующие процессы могут происходить в растворе:



Независимо от вида образующихся солей аммония, в результате добавления баритовой воды образуется осадок карбоната бария:



Количество BaCO_3 равно $29.6/197=0.150$ ммоль. Это означает, что начальная смесь содержит $0.150 \cdot 500/10=7.50$ ммоль CO_2 .

Задача имеет два альтернативных решения:

а) Если первоначальная смесь содержит избыток CO_2 , то количество аммиака равно

$7.5/2.5=3.00$ ммоль. Объем первоначальной смеси может быть найден из уравнения Менделеева-Клапейрона:

$$V=nRT/P=(7.5+3) \cdot 8.314 \cdot (273+20)/105=244 \text{ мл}.$$

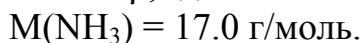
б) Если первоначальная смесь содержит избыток NH_3 , то количество аммиака равно

$2.5 \cdot 7.5 = 18.75$ ммоль. В этом случае объем первоначальной газовой смеси равен:

$$V=nRT/P=(7.5+18.75) \cdot 8.314 \cdot (273+20)/105=609 \text{ мл}.$$

2) Как видно из первой части, здесь также существует два альтернативных решения задачи. Плотность начальной газовой смеси при стандартных условиях может быть найдена из соотношения:

$mVM = \rho$, где M – это средняя молярная масса смеси.



а) В избытке CO_2 , тогда $M=44.0 \cdot 2.5+17.0 \cdot 1/(2.5+1)=36.3$ г/моль и отсюда $\rho=M/Vm=$

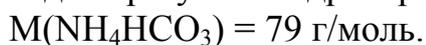
$$=36.3/22.4=1.62 \text{ г/л}.$$

б) В избытке NH_3 , тогда $M=17.0 \cdot 2.5+44.0 \cdot 1/(2.5+1)=24.7$ г/моль и отсюда $\rho=M/Vm=$

$$=24.7/22.4=1.10 \text{ г/л}.$$

3) Также как и раньше, рассмотрим два альтернативных решения.

а) Если в избытке находится углекислый газ, то при растворении смеси в воде образуется гидрокарбонат аммония:



$$\text{Масса соли равна } 79 \cdot 3.0 \cdot 10^{-3} = 0.237 \text{ г}.$$

Масса раствора равна $(200 + 36.3 \cdot 10.5 \cdot 10^{-3}) = 200.38$ г, тогда массовая доля соли

$0.237/200.38 = 0.001182$ или 0.1182% .

б) Если в избытке находится аммиак, то образуется карбонат аммония:

$M((\text{NH}_4)_2\text{CO}_3) = 96$ г/моль.

Масса соли равна $96 \cdot 7.5 \cdot 10^{-3} = 0.72$ г.

Общая масса раствора равна $(200 + 24.7 \cdot 26.25 \cdot 10^{-3}) = 200.6$ г, а массовая доля соли $0.72/200.6 = 0.00359$ или 0.359% .

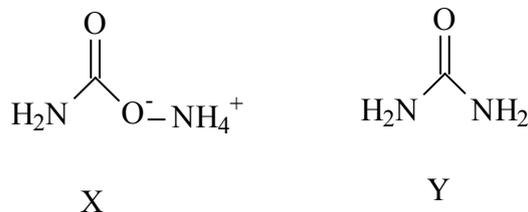
4) Соединение X может содержать атомы H, C, N, O. Предположим, что число атомов водорода равно x. Тогда молярная масса X равна $M = (1.008/0.0774)x = 13.0x$ г/моль. Основываясь на описании синтеза вещества X, можно заключить, что X – это карбамат аммония $\text{NH}_2\text{COONH}_4$.

При нагревании карбамат аммония теряет молекулу воды и превращается в соединение Y - карбамид (мочевину):

$2\text{NH}_3 + \text{CO}_2 = \text{NH}_2\text{COONH}_4$;

$\text{NH}_2\text{COONH}_4 = \text{NH}_2\text{CONH}_2 + \text{H}_2\text{O}$.

Графические формулы X и Y представлены ниже:



5) Стехиометрическое соотношение объемов NH_3 и CO_2 при синтезе мочевины равно 2:1. Средняя молярная масса смеси равна $M = 44.0 \cdot 1 + 17.0 \cdot 2 / (1 + 2) = 26$ г/моль и отсюда $\rho = M/V_m = 26/22.4 = 1.16$ г/л.

Задание 2

1) При нитровании фенола образуются моно-, ди- и тринитрофенолы. Общую формулу этих соединений можно представить следующим образом: $\text{HOC}_6\text{H}_{5-x}(\text{NO}_2)_x$, где $x = 1, 2$ или 3 . Нейтрализацию нитрофенолов раствором KOH можно отобразить следующим уравнением реакции:

$\text{HOC}_6\text{H}_{5-x}(\text{NO}_2)_x + \text{KOH} \rightarrow \text{KOC}_6\text{H}_{5-x}(\text{NO}_2)_x + \text{H}_2\text{O}$.

Из результатов титрования найдем количество KOH, необходимое для нейтрализации: $19.52 \cdot 0.05124 = 1.000$ ммоль. Исходя из этих данных и уравнения реакции, найдем молярную массу кислоты $0.229/0.001 = 229$ г/моль.

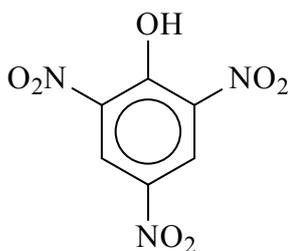
Следовательно, $x=3$, и молекулярная формула A имеет следующий вид $\text{HOC}_6\text{H}_2(\text{NO}_2)_3$.

2) Вещество A – это 2,4,6-тринитрофенол или пикриновая кислота:

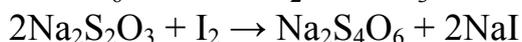
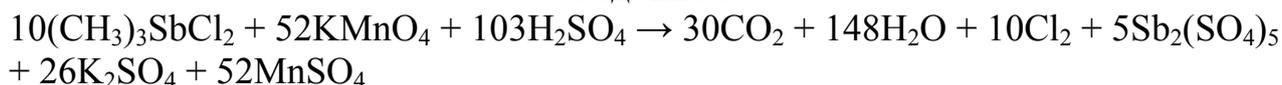
3) Пикриновая кислота более сильная кислота, чем фенол, поскольку три электроноакцепторные нитро-группы уменьшают электронную плотность в бензольном кольце и поляризуют O–H связь, тем самым облегчая ее ионизацию.

4) Взрыв пикриновой кислоты может привести к образованию ряда продуктов:

$\text{C}_6\text{H}_3\text{N}_3\text{O}_7 \rightarrow \text{C} + \text{CO} + \text{N}_2 + \text{H}_2\text{O}$.



Задание 3



Найдем $n[(\text{CH}_3)_3\text{SbCl}_2] = 0.2/238 = 0.8403$ моль. $n[\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3] =$

$2n[(\text{CH}_3)_3\text{SbCl}_2] = 1.6806$ моль. $V[\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3] = 1.6806/0.1 = 16.806$ мл.

Ответ. Кислота - HSbCl_6 . $V[\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3] = 16.806$ мл.

Задание 4

Сила тяжести легкого теплого воздуха в шаре при 50°C в сумме с силой тяжести корзины с оболочкой шара должны быть равны архимедовой выталкивающей силе, равной силе тяжести тяжелого холодного воздуха при 0°C , тогда шар сможет взлететь. $F(\text{тяж возд } 50^\circ\text{C}) + F(\text{тяж корз}) = F(\text{Архимеда}) = F(\text{тяж возд } 0^\circ\text{C})$.
 $V(\text{шара}) = 4/3 \pi r^3 = 904 \text{ м}^3$.

$n(\text{возд } 50^\circ\text{C}) = PV/R \cdot 323 = (101300\text{Па} \cdot 904\text{м}^3) / (8.314 \cdot 323) = 34101$ моль ≈ 34.1 кмоль.

$m(\text{возд } 50^\circ\text{C}) = 34.1 \text{ кмоль} \cdot 29 \text{ кг/кмоль} = 989 \text{ кг}$.

$n(\text{возд } 0^\circ\text{C}) = PV/R \cdot 273 = (101300\text{Па} \cdot 904 \text{ м}^3) / (8.314 \cdot 273) \approx 40.35$ кмоль.

$m(\text{возд } 0^\circ\text{C}) = 40.35 \text{ кмоль} \cdot 29 \text{ кг/кмоль} = 1170 \text{ кг}$. $\Delta m = 1170 - 989 = 181 \text{ кг}$.

Ответ. Максимальная масса оболочки шара и корзины равна 181 кг.