



Многопрофильная
олимпиада РТУ МИРЭА
Отборочный этап
Химия 9 класс
Вариант № 3

Задание 1.

Выберите, какие из соединений имеют суммарный заряд электронов в молекуле, равный $2.88 \cdot 10^{-18}$ Кл. В ответе укажите номера соединений в порядке возрастания без пробелов (например, 12345).

1. H_2O
2. H_2S
3. PH_3
4. SiH_4
5. HCl
6. HBr

Решение:

$$N_e = Z/e = 2.88 \cdot 10^{-18} / 1.6 \cdot 10^{-19} = 18.$$

18 электронов имеют следующие соединения: H_2S (2+16), PH_3 (15+3), SiH_4 (14+4), HCl (1+17).

Ответ: 2345 (10 баллов)

Задание 2.

Средняя температура на поверхности Марса равна -60 °С, а атмосферное давление при данной температуре составляет 0.6 кПа. Рассчитайте, чему будет равен молярный объём газа при данных условиях. Ответ дайте в л/моль, округлив до целочисленного значения.

Решение:

Молярный объём ($n = 1$) газа на поверхности Марса:

$$V_m = RT/p = 8.31 \cdot (273 - 60) / 600 = 2.95 \text{ м}^3/\text{моль} = 2950 \text{ л/моль}.$$

Ответ: 2950 (20 баллов)

Задание 3.

Рассчитайте массовую долю гидроксида калия в растворе, полученном сливанием 300 мл 10%-го раствора ($\rho = 1090$ г/л) и 150 мл 40%-го раствора ($\rho = 1396$ г/л). Ответ дайте в процентах, округлив до десятых.



Многопрофильная
олимпиада РТУ МИРЭА
Отборочный этап
Химия 9 класс
Вариант № 3

Решение:

$$\begin{aligned}w &= m(\text{NaOH})/m(\text{p-ра}) = [m_1(\text{NaOH}) + m_2(\text{NaOH})] / [m_1(\text{p-ра}) + m_2(\text{p-ра})] \\&= [w_1 \cdot V_1 \cdot \rho_1 + w_2 \cdot V_2 \cdot \rho_2] / (V_1 \cdot \rho_1 + V_2 \cdot \rho_2) = \\&= [0.1 \cdot 0.3 \cdot 1090 + 0.4 \cdot 0.150 \cdot 1396] / (1090 \cdot 0.3 + 1396 \cdot 0.15) = 0.217 = \\&21.7\%\end{aligned}$$

Ответ: 21.7 (10 баллов)

Задание 4.

Пластину из неизвестного металла погрузили в 200 г 10.0%-го раствора сульфата меди. Через некоторое время пластину вынули и высушили. Определите, из какого металла сделана пластина, если её масса уменьшилась на 4.80 г, а массовая доля сульфата меди в растворе после окончания реакции стала равной 1.95%. В ответе укажите атомную массу металла, округлив до целочисленного значения. Атомную массу меди примите равной 64.

Решение:

Масса сульфата меди до реакции:

$$m_1(\text{CuSO}_4) = w_1 \cdot m_1(\text{p-ра}) = 0.1 \cdot 200 = 20 \text{ г.}$$

Масса раствора после реакции:

$$m_1(\text{p-ра}) = 200 + 4.8 = 204.8$$

Масса сульфата меди после реакции:

$$m_2(\text{CuSO}_4) = w_2 \cdot m_1(\text{p-ра}) = 0.0195 \cdot 204.8 = 4.0 \text{ г.}$$

Масса прореагировавшего сульфата меди:

$$m_3(\text{CuSO}_4) = m_1(\text{CuSO}_4) - m_2(\text{CuSO}_4) = 20 - 4.0 = 16.0 \text{ г.}$$

Количество прореагировавшего сульфата меди:

$$n = m_3(\text{CuSO}_4) / M(\text{CuSO}_4) = 16 / 160 = 0.1 \text{ моль.}$$

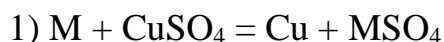
Масса образовавшейся меди:

$$m(\text{Cu}) = n(\text{Cu}) \cdot A(\text{Cu}) = n(\text{CuSO}_4) \cdot A(\text{Cu}) = 0.1 \cdot 64 = 6.4 \text{ г.}$$

Масса растворившегося металла:

$$m(\text{M}) = 6.4 + 4.8 = 11.2 \text{ г.}$$

Возможны три варианта реакции металла с сульфатом меди:

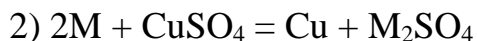




Многопрофильная
олимпиада РТУ МИРЭА
Отборочный этап
Химия 9 класс
Вариант № 3

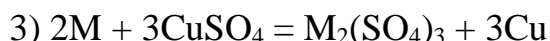
$$n(\text{M}) = n(\text{Cu}) = 0.1 \text{ моль}$$

$$A(\text{M}) = m(\text{M})/n(\text{M}) = 11.2/0.1 = 112 \text{ – это кадмий.}$$



$$n(\text{M}) = 2n(\text{Cu}) = 0.2 \text{ моль}$$

$A(\text{M}) = m(\text{M})/n(\text{M}) = 11.2/0.2 = 56$ – такого металла нет (железо не проявляет в своих соединениях степень окисления +1).



$$n(\text{M}) = 2/3n(\text{Cu}) = 0.067 \text{ моль}$$

$$A(\text{M}) = m(\text{M})/n(\text{M}) = 11.2/0.0667 = 168 \text{ – такого металла нет.}$$

Таким образом, неизвестный металл – кадмий ($A = 112$).

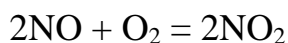
Ответ: 112 (20 баллов)

Задание 5.

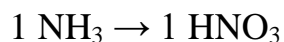
Рассчитайте массу 65%-го раствора азотной кислоты, полученной из 10 м^3 аммиака, если выход продукта на первых двух стадиях составлял по 80%, а на третьей – 95% от теоретического. Ответ дайте в килограммах, округлив до десятых.

Решение:

Стадии процесса синтеза азотной кислоты:



Суммарная схема процесса:



Согласно схеме,

$$22.4 \text{ л NH}_3 - 63 \text{ г HNO}_3 \text{ или}$$

$$22.4 \text{ м}^3 \text{ NH}_3 - 63 \text{ кг HNO}_3$$

$$10 \text{ м}^3 - x$$

$$m_{\text{теор}}(\text{HNO}_3) = x = 10 \cdot 63 / 22.4 = 28.125 \text{ кг}$$

$$m_{\text{практ}}(\text{HNO}_3) = m_{\text{теор}}(\text{HNO}_3) \cdot \eta_1 \cdot \eta_2 \cdot \eta_3 = 28.125 \cdot 0.8 \cdot 0.8 \cdot 0.95 = 17.1 \text{ кг,}$$

где η_1, η_2, η_3 – выход продукта по каждой из стадий.



Многопрофильная
олимпиада РТУ МИРЭА
Отборочный этап
Химия 9 класс
Вариант № 3

Масса 65% раствора азотной кислоты равна:

$$m(p-pa) = m_{\text{практ}}(\text{HNO}_3)/w = 17.1/0.65 = 26.3 \text{ кг}$$

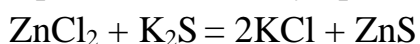
Ответ: 26.3 (10 баллов)

Задание 6.

К раствору, содержащему 10,4 г хлорида цинка, прилили раствор, содержащий 8,3 г сульфида калия. Рассчитайте массу (г) полученного осадка с точностью до третьего знака после запятой.

Решение:

При смешении двух растворов получаем осадок ZnS



$$Mr(\text{ZnCl}_2) = 65 + 2 \cdot 35,5 = 136 \text{ г/моль}$$

$$Mr(\text{K}_2\text{S}) = 2 \cdot 39 + 32 = 110 \text{ г/моль}$$

$$Mr(\text{ZnS}) = 65 + 32 = 97 \text{ г/моль}$$

$$n(\text{ZnCl}_2) = 10,4 \text{ г} / 136 \text{ г/моль} = 0,076 \text{ моль}$$

$$n(\text{K}_2\text{S}) = 8,3 \text{ г} / 110 \text{ г/моль} = 0,075 \text{ моль}$$

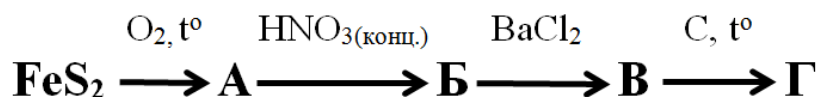
Раствор ZnCl_2 взят в избытке. Массу осадка ZnS рассчитываем, используя количество вещества, взятого в недостатке, т.е. по $n(\text{K}_2\text{S})$

$$n(\text{ZnS}) = 0,075 \text{ моль}, m(\text{ZnS}) = 0,075 \text{ моль} \cdot 97 \text{ г/моль} = 7,275 \text{ г}$$

Ответ: 7.275 (10 баллов)

Задание 7.

Осуществите цепочку следующих превращений с участием соединений серы:

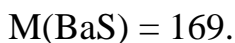
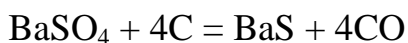
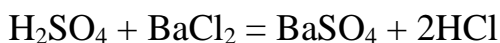
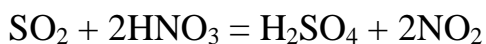
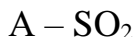
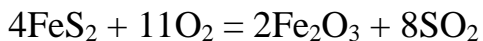


Определите вещества А – Г. В ответе укажите молярную массу вещества Г, округлив до целочисленного значения.



Многопрофильная
олимпиада РТУ МИРЭА
Отборочный этап
Химия 9 класс
Вариант № 3

Решение:



Ответ: 169 (10 баллов)

Задание 8.

Выберите соединения, в которых есть только ионные связи. В ответе укажите номера соединений в порядке возрастания без пробелов (например, 12345).

1. бромид стронция
2. пероксид калия
3. азотная кислота
4. хлорид аммония
5. оксид радия
6. иодид лития

Ответ: 156 (10 баллов)

Задание 9.

Выберите вещества, которые при растворении в воде дают кислотную среду. В ответе укажите номера соединений в порядке возрастания без пробелов (например, 12345).

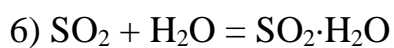
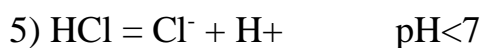
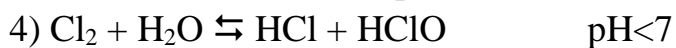
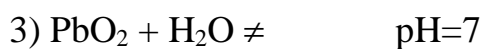
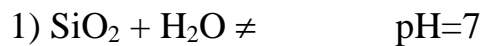
1. оксид кремния (IV)
2. оксид фосфора (V)
3. оксид свинца (IV)
4. хлор



Многопрофильная
олимпиада РТУ МИРЭА
Отборочный этап
Химия 9 класс
Вариант № 3

5. хлороводород
6. оксид серы (IV)

Решение:



Ответ: 2456 (10 баллов)