



Многопрофильная  
олимпиада РТУ МИРЭА  
Отборочный этап  
Химия 10 класс  
Вариант № 4

**Задание 1.**

Каждое из бинарных соединений А и Б имеет суммарный заряд электронов в молекуле, равный  $1.6 \cdot 10^{-18}$  Кл. При температуре  $25^\circ\text{C}$  оба вещества являются газообразными. Водный раствор А имеет  $\text{pH} > 7$ , вещество Б в воде практически не растворяется. Какое соединение образуется при полном сжигании Б с последующим взаимодействием газообразных продуктов сгорания с веществом А при быстром охлаждении? В ответе укажите молярную массу этого соединения, округлив до целочисленного значения.

**Решение:**

Число электронов в каждом из соединений:

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

10 электронов имеют следующие соединения:  $\text{CH}_4$ ,  $\text{NH}_3$ ,  $\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{HF}$ .

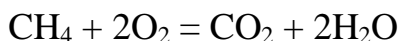
Только одно из них имеет в растворе  $\text{pH} > 7$  –  $\text{NH}_3$ :



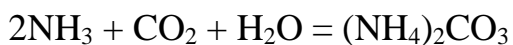
Таким образом, соединение А –  $\text{NH}_3$ .

В воде практически нерастворим метан  $\text{CH}_4$  (соединение Б).

Уравнение реакции сгорания метана:



При взаимодействии аммиака с углекислым газом и парами воды при быстром охлаждении образуется карбонат аммония:



$$M((\text{NH}_4)_2\text{CO}_3) = 96$$

**Ответ: 96 (10 баллов)**

**Задание 2.**

Углекислый газ на поверхности Венеры имеет плотность, равную  $66.8$  г/л. Рассчитайте, чему равно атмосферное давление на поверхности Венеры, если средняя температура там составляет  $467^\circ\text{C}$ . Ответ дайте в атмосферах, округлив до десятых. При расчётах примите  $1 \text{ атм} = 10^5 \text{ Па}$ .



Многопрофильная  
олимпиада РТУ МИРЭА  
Отборочный этап  
Химия 10 класс  
Вариант № 4

**Решение:**

Плотность газа связана с его молярным объёмом и молярной массой соотношением:

$$\rho = M/V_m.$$

Отсюда  $V_m = M/\rho = 44 \text{ г/моль} / 66.8 \text{ г/л} = 0.659 \text{ л/моль} = 6.59 \cdot 10^{-4} \text{ м}^3/\text{моль}$ .

По уравнению Менделеева – Клапейрона:

$$p = RT/V_m = 8.31 \cdot (273 + 467) / 6.59 \cdot 10^{-4} = 600 \text{ Па} = 9.33 \cdot 10^6 \text{ Па} = 9330 \text{ кПа} = 93.3 \text{ атм.}$$

**Ответ: 93.3 (20 баллов)**

**Задание 3.**

Рассчитайте массовую долю азотной кислоты в растворе, полученном сливанием 50 мл 56%-го раствора ( $\rho = 1345 \text{ г/л}$ ) и 300 мл 1М раствора ( $\rho = 1032 \text{ г/л}$ ). Ответ дайте в процентах, округлив до десятых.

**Решение:**

$$w = m(\text{HNO}_3)/m(\text{p-pa}) = [m_1(\text{HNO}_3) + m_2(\text{HNO}_3)] / [m_1(\text{p-pa}) + m_2(\text{p-pa})] \\ = [w_1 \cdot V_1 \cdot \rho_1 + C_2 \cdot V_2 \cdot M_2] / (V_1 \cdot \rho_1 + V_2 \cdot \rho_2) = \\ = [0.56 \cdot 0.05 \cdot 1345 + 1 \cdot 0.3 \cdot 63] / (1345 \cdot 0.05 + 1032 \cdot 0.3) = 0.150 = 15.0\%$$

**Ответ: 15.0 (10 баллов)**

**Задание 4.**

В 300 г раствора нитрата неизвестного металла внесли цинковую пластину. После полного протекания реакции масса цинковой пластины увеличилась на 14.2 г, а массовая доля нитрата цинка в растворе составила 6.613%. Определите неизвестный металл. В ответе укажите атомную массу металла, округлив до целочисленного значения.

**Решение:**

Масса раствора после реакции:

$$m(\text{p-pa}) = 300 - 14.2 = 285.8 \text{ г}$$



Многопрофильная  
олимпиада РТУ МИРЭА  
Отборочный этап  
Химия 10 класс  
Вариант № 4

Масса образовавшегося нитрата цинка:

$$m(\text{Zn}(\text{NO}_3)_2) = w \cdot m(\text{p-ра}) = 285.8 \cdot 0.06613 = 18.9 \text{ г}$$

Количество прореагировавшего цинка:

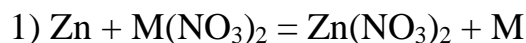
$$n(\text{Zn}) = n(\text{Zn}(\text{NO}_3)_2) = m(\text{Zn}(\text{NO}_3)_2) / M(\text{Zn}(\text{NO}_3)_2) = 18.9 / 189 = 0.10 \text{ моль}$$

$$m(\text{Zn}) = 0.10 \cdot 65 = 6.50 \text{ г}$$

Масса неизвестного металла, выделившегося на пластинке:

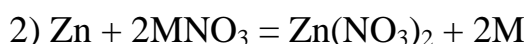
$$m(\text{M}) = 14.2 + 6.5 = 20.7 \text{ г.}$$

Возможны три варианта реакции цинка с нитратом металла:



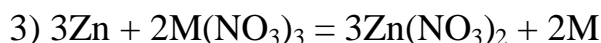
$$n(\text{M}) = n(\text{Zn}) = 0.1 \text{ моль}$$

$$A(\text{M}) = m(\text{M}) / n(\text{M}) = 20.7 / 0.1 = 207 \text{ – это свинец.}$$



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

$A(\text{M}) = m(\text{M}) / n(\text{M}) = 20.7 / 0.2 = 103.5$  – такого металла нет (железо в соединениях степень окисления +1 иметь не может).



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

$$A(\text{M}) = m(\text{M}) / n(\text{M}) = 20.7 / 0.067 = 309 \text{ – такого металла нет.}$$

Таким образом, неизвестный металл – свинец ( $A = 207$ ).

**Ответ: 207 (20 баллов)**

### Задание 5.

Рассчитайте массу стали, содержащей 98.5% железа, которую можно получить из 10 тонн породы, содержащей 70% магнетита и 10% гематита, если выход конечного продукта составляет 75% от теоретического. Ответ дайте в тоннах, округлив до десятых.

### Решение:

Масса магнетита:

$$m(\text{Fe}_3\text{O}_4) = m(\text{породы}) \cdot w(\text{Fe}_3\text{O}_4) = 10 \cdot 0.7 = 7.0 \text{ т}$$

Масса гематита:

$$m(\text{Fe}_2\text{O}_3) = m(\text{породы}) \cdot w(\text{Fe}_2\text{O}_3) = 10 \cdot 0.1 = 1.0 \text{ т}$$



Многопрофильная  
олимпиада РТУ МИРЭА  
Отборочный этап  
Химия 10 класс  
Вариант № 4

Уравнения реакций получения железа:



(восстановление руды в доменной печи происходит угарным газом, образующимся при окислении кокса кислородом воздуха).

По уравнению 1:

$$232 \text{ т (Fe}_3\text{O}_4) - 56 \cdot 3 \text{ т (Fe)}$$

$$7 \text{ т} - x$$

$$m_1(\text{Fe}) = x = 7 \cdot 56 \cdot 3 / 232 = 5.07 \text{ т.}$$

По уравнению 2:

$$160 \text{ т (Fe}_2\text{O}_3) - 56 \cdot 2 \text{ т (Fe)}$$

$$1 \text{ т} - y$$

$$m_2(\text{Fe}) = y = 1 \cdot 56 \cdot 2 / 160 = 0.70 \text{ т.}$$

Суммарная масса железа:

$$m_{\text{теор}}(\text{Fe}) = m_1(\text{Fe}) + m_2(\text{Fe}) = 5.07 + 0.7 = 5.77 \text{ т.}$$

С учётом выхода продукта:

$$m_{\text{практ}}(\text{Fe}) = m_{\text{теор}}(\text{Fe}) \cdot \eta = 5.77 \cdot 0.75 = 4.33 \text{ т.}$$

Масса стали:

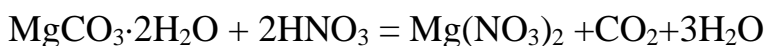
$$m(\text{стали}) = m_{\text{практ}}(\text{Fe}) / w = 4.33 / 0.985 = 4.4 \text{ т}$$

**Ответ: 4.4 (10 баллов)**

**Задание 6.**

Рассчитайте объем (мл) децимолярного раствора азотной кислоты, необходимый для нейтрализации 4.8 г баррингтонита (карбоната магния двухводного). Ответ округлите до целочисленного значения.

**Решение:**



$$M_r(\text{MgCO}_3 \cdot 2\text{H}_2\text{O}) = 120 \text{ г/моль}$$

$$n(\text{MgCO}_3 \cdot 2\text{H}_2\text{O}) = 4.8 \text{ г} / 120 \text{ г/моль} = 0,04 \text{ моль}$$

$$n(\text{MgCO}_3) = n(\text{MgCO}_3 \cdot 2\text{H}_2\text{O}) = 0,04 \text{ моль}$$

В объеме 12 мл, т.е. 0,012 л

$$\text{Тогда молярность раствора: } \text{MgCO}_3 = 0,04 \text{ моль} / 0,012 \text{ л} = 3,333 \text{ М}$$



Многопрофильная  
олимпиада РТУ МИРЭА  
Отборочный этап  
Химия 10 класс  
Вариант № 4

$$C_1 \cdot V_1 = C_2 \cdot V_2$$

$$3,333 \text{ М (р-ра MgCO}_3) \cdot 12 \text{ мл} = 0,1 \text{ М (р-ра HNO}_3) \cdot V_2$$

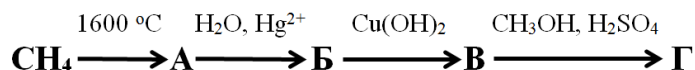
$$V_2 = 400 \text{ мл}$$

Для нейтрализации потребуется 400 мл децимолярного раствора раствора азотной кислоты

**Ответ: 400 (10 баллов)**

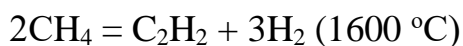
**Задание 7.**

Осуществите цепочку следующих превращений:



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

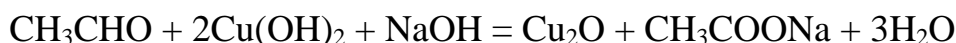
**Решение:**



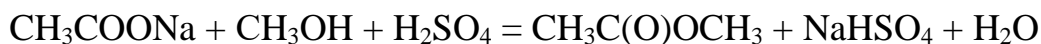
А – ацетилен (этин)  $\text{C}_2\text{H}_2$



Б – ацетальдегид (этаналь)  $\text{CH}_3\text{CHO}$



В – ацетат натрия  $\text{CH}_3\text{COONa}$



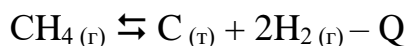
Г – метилацетат  $\text{CH}_3\text{C(O)OCH}_3$

$$M(\text{CH}_3\text{C(O)OCH}_3) = 74.$$

**Ответ: 74 (10 баллов)**

**Задание 8.**

Укажите те воздействия, которые приведут к смещению данного равновесия влево:



1. повышение температуры
2. понижение давления



Многопрофильная  
олимпиада РТУ МИРЭА  
Отборочный этап  
Химия 10 класс  
Вариант № 4

3. добавление водорода
4. понижение температуры
5. добавление катализатора
6. добавление углерода
7. повышение давления

В ответе укажите номера вариантов в порядке возрастания без пробелов (например, 12345).

**Решение:**

Добавление газообразного продукта реакции согласно принципу Ле-Шателье, смещает равновесие в сторону реагентов, поэтому смещению равновесия влево будет способствовать добавление водорода.

Так как реакция эндотермическая, смещению равновесия влево будет способствовать понижение температуры.

Так как суммарные количества газов справа больше, чем слева, смещению равновесия влево будет способствовать повышение давления.

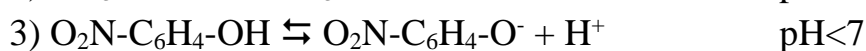
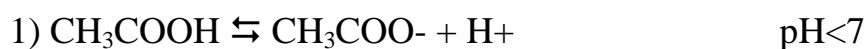
**Ответ: 347 (10 баллов)**

**Задание 9.**

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

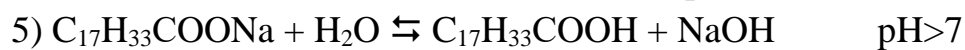
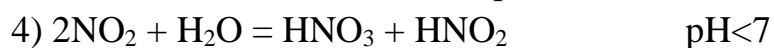
1. уксусная кислота
2. п-нитрофенол
3. оксид бария
4. оксид азота (IV)
5. олеат натрия
6. аминпропионовая кислота

**Решение:**





Многопрофильная  
олимпиада РТУ МИРЭА  
Отборочный этап  
Химия 10 класс  
Вариант № 4



**Ответ: 124 (10 баллов)**