

**МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ
ХИМИЯ. ОТБОРОЧНЫЙ ЭТАП**

9 класс

Задача 1.1

Выберите верные утверждения о свойствах металлов. Для металлов характерны

1. высокие тепло- и электропроводность;
2. положительный температурный коэффициент сопротивления;
3. высокая пластичность;
4. отрицательный температурный коэффициент сопротивления;
5. низкая пластичность;
6. металлический блеск.

Решение: 1,2,3,6

Ответ: 1,2,3,6

Задача 1.2

Выберите верные утверждения о свойствах металлов и неметаллов.

1. Для неметаллов характерно как молекулярное, так и немолекулярное строение.
2. Большинство из металлических веществ плохо проводят электричество и тепло.
3. Аллотропия характерна для неметаллических элементов, как способность образовывать несколько простых веществ.
4. Для металлов характерен металлический блеск;
5. Большинство из неметаллических веществ плохо проводят электричество и тепло.
6. Аллотропия характерна для металлических элементов, как способность образовывать несколько простых веществ.

Решение: 1,3,4,5

Ответ: 1,3,4,5

Задача 2.1

Установите соответствие между химической реакцией и наблюдаемым результатом.

Химическая реакция	Наблюдаемый результат
1. $\text{AgNO}_3 + \text{HCl} = \text{AgCl} + \text{HNO}_3$	6. Выделение бурого газа
2. $\text{BaCl}_2 + 2\text{Na}_2\text{SO}_4 = \text{BaSO}_4 + 2\text{NaCl}$	7. Выпадение розового осадка

**МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ
ХИМИЯ. ОТБОРОЧНЫЙ ЭТАП**

3. $\text{MnCl}_2 + \text{K}_2\text{S} = \text{MnS} + 2\text{KCl}$	8. Выпадение синего осадка
4. $3\text{FeCl}_2 + 2\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6] = 6\text{KCl} + \text{Fe}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]_2$	9. Выпадение белого творожистого осадка
5. $\text{Cu} + 2\text{NaNO}_3 + 2\text{H}_2\text{SO}_4 = \text{CuSO}_4 + 2\text{NO}_2 + \text{Na}_2\text{SO}_4 + 2\text{H}_2\text{O}$	10. Выпадение белого хлопьевидного осадка

Решение: 1-9, 2-10, 3-7, 4-8, 5-6.

Ответ: [1,9],[2,10],[3,7],[4,8],[5,6]

Задача 2.2

Установите соответствие между химической реакцией и наблюдаемым результатом.

Химическая реакция	Наблюдаемый результат
1. $\text{CuSO}_4 + 2\text{NaOH} = \text{Cu}(\text{OH})_2 + \text{Na}_2\text{SO}_4$	6. Образование коллоидного раствора
2. $\text{MgCl}_2 + 2\text{Na}_2\text{CO}_3 = \text{MgCO}_3 + 2\text{NaCl}$	7. Выпадение белого осадка
3. $\text{CdCl}_2 + \text{K}_2\text{S} = \text{CdS} + 2\text{KCl}$	8. Выпадение желтого осадка
4. $4\text{FeCl}_3 + 3\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6] = 12\text{KCl} + \text{Fe}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]_3$	9. Выпадение голубого студенистого осадка
5. $\text{Na}_2\text{SiO}_3 + 2\text{HCl} = \text{H}_2\text{SiO}_3 + 2\text{NaCl}$	10. Выпадение синего осадка

Решение: 1-9, 2-7, 3-8, 4-10, 5-6.

Ответ:[1,9],[2,7],[3,8],[4,10],[5,6]

Задача 3.1

В колбе, объемом 500 мл находится навеска сухого порошкообразного вещества – глюкозы. Известно, что после добавления 200 мл воды и тщательного перемешивания массовая доля глюкозы в растворе составляет 20%. Сколько граммов глюкозы было в навеске в колбе? Какой величины достигнет значение массовой доли вещества в растворе, если вместо глюкозы использовать сахарозу?

1. 40 г, 20%;
2. 50 г, 20%;
3. 40 г, 30%;
4. 50 г, 30%;
5. 200 г, 20%;

**МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ
ХИМИЯ. ОТБОРОЧНЫЙ ЭТАП**

Решение:

Известно, что плотность воды равна 1 г/мл, следовательно, масса воды будет равна 200 г. Массовая доля вычисляется по следующей формуле:

$$\omega = \frac{m_{\text{в-ва}}}{m_{\text{р-ра}}} = \frac{m_{\text{в-ва}}}{m_{\text{в-ва}} + m_{\text{воды}}} \cdot 100\%.$$

В нашем случае массовая доля равна 20%. Следовательно, 80% раствора будет представлять вода. Тогда можно рассчитать массу всего раствора:

$$m_{\text{р-ра}} = \frac{m_{\text{воды}} \cdot 100\%}{80\%} = \frac{200 \cdot 100\%}{80\%} = 250 \text{ г.}$$

Таким образом, масса навески глюкозы составляет:

$$m_{\text{в-ва}} = m_{\text{р-ра}} - m_{\text{воды}} = 250 - 200 = 50 \text{ г.}$$

Изменение растворяемого вещества не понесет за собой изменений массовой доли, и она по-прежнему останется величиной 20%.

Ответ: 2

Задача 3.2

В колбе, объемом 500 мл находится навеска сухого порошкообразного вещества – фруктозы. Известно, что после добавления 350 мл воды и тщательного перемешивания массовая доля фруктозы в растворе составляет 25%. Сколько граммов фруктозы было в навеске в колбе? Ответ дайте в граммах. Какой величины достигнет значение массовой доли вещества в растворе, если вместо фруктозы использовать сахарозу?

1. 116,7 г, 25%;
2. 87,5 г, 25%;
3. 116,7 г, 20%;
4. 87,5 г, 20%;
5. 87,5 г, 50%;

Решение:

Известно, что плотность воды равна 1 г/мл, следовательно, масса воды будет равна 350 г. Массовая доля вычисляется по следующей формуле:

$$\omega = \frac{m_{\text{в-ва}}}{m_{\text{р-ра}}} = \frac{m_{\text{в-ва}}}{m_{\text{в-ва}} + m_{\text{воды}}} \cdot 100\%.$$

В нашем случае массовая доля равна 25%. Следовательно, 75% раствора будет представлять вода. Тогда можно рассчитать массу всего раствора:

$$m_{\text{р-ра}} = \frac{m_{\text{воды}} \cdot 100\%}{75\%} = \frac{350 \cdot 100\%}{75\%} = 466,7 \text{ г.}$$

**МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ
ХИМИЯ. ОТБОРОЧНЫЙ ЭТАП**

Таким образом, масса навески глюкозы составляет:

$$m_{\text{в-ва}} = m_{\text{р-ра}} - m_{\text{воды}} = 466.7 - 350 = 116.7 \text{ г.}$$

Изменение растворяемого вещества не понесет за собой изменений массовой доли, и она по-прежнему останется величиной 25%.

Ответ: 1

Задача 4.1

Электрохимический ряд напряжений металлов

Li	K	Ba	Ca	Na	Mg	Al	Be	Mn	Cr	Zn	Fe	Cd	Co	Ni	Sn	Pb	H ₂	Sb	Cu	Hg	Ag	Pt	Au
----	---	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----------------	----	----	----	----	----	----

Ослабление восстановительной способности металлов



Ослабление окислительной способности катионов металлов в водном растворе



При совместном восстановлении ионов цинка, кадмия, серебра и натрия из водного раствора электролитов какой из элементов будет восстанавливаться в первую очередь? Запишите название этого элемента.

Решение:

Как видно электрохимического ряда напряжений металлов окислительная способность металлов (способность принимать электроны и восстанавливаться) уменьшается при движении справа налево. Таким образом, среди перечисленных ионов в первую очередь будут восстанавливаться ионы серебра.

Ответ: серебро, серебра, ag (серебро)

Задача 4.2

Электрохимический ряд напряжений металлов

Li	K	Ba	Ca	Na	Mg	Al	Be	Mn	Cr	Zn	Fe	Cd	Co	Ni	Sn	Pb	H ₂	Sb	Cu	Hg	Ag	Pt	Au
----	---	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----------------	----	----	----	----	----	----

Ослабление восстановительной способности металлов



Ослабление окислительной способности катионов металлов в водном растворе



При совместном восстановлении ионов никеля, лития, меди и водорода из водного раствора электролитов какой из элементов будет восстанавливаться в первую очередь? Запишите название этого элемента.

Решение:

**МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ
ХИМИЯ. ОТБОРОЧНЫЙ ЭТАП**

Как видно электрохимического ряда напряжений металлов окислительная способность металлов (способность принимать электроны и восстанавливаться) уменьшается при движении справа налево. Таким образом, среди перечисленных ионов в первую очередь будут восстанавливаться ионы меди.

Ответ: медь, меди, си медь, си (медь), медь (си)

Задача 5.1

При прокаливании соли кальция выделилось 450 мл углекислого газа, который затем пропустили через 100 мл раствора гидроксида натрия с концентрацией 0,7 моль/л с получением гидрокарбоната. Выделения воды при прокаливании не происходило. Значения в ходе решения округлите до сотых. Ответы выразите в граммах, округлите до десятых. Вычислите массу:

- исходной соли кальция – ?

Решение:

Опираясь на то, что в ходе реакции разложения соли кальция образовывался углекислый газ и не происходило выделение воды, можно сделать вывод, что исходная соль – это карбонат кальция. Запишем уравнение реакции разложения:



Согласно уравнению, количество вещества исходной соли равно количеству вещества выделившегося углекислого газа. Тогда массу соли можно рассчитать следующим образом:

$$\begin{aligned} m_{\text{CaCO}_3} &= n_{\text{CaCO}_3} \cdot M_{\text{CaCO}_3} = n_{\text{CO}_2} \cdot M_{\text{CaCO}_3} = \frac{V_{\text{CO}_2}}{V_m} \cdot M_{\text{CaCO}_3} = \\ &= \frac{450 \cdot 10^{-3}}{22.4} \cdot (40 + 12 + 3 \cdot 16) = 2.0 \text{ г.} \end{aligned}$$

Ответ: 1.9 - 2.1

- массу гидроксида натрия, вступившего в реакцию – ?

Решение:

Запишем уравнение реакции взаимодействия углекислого газа с щелочью:



**МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ
ХИМИЯ. ОТБОРОЧНЫЙ ЭТАП**

Из уравнения реакции ясно, что углекислый газ и щелочь взаимодействуют 1 к 1. Следовательно, массу гидроксида натрия, вступившего в реакцию можно найти так:

$$\begin{aligned} m_{\text{NaOH}} &= n_{\text{NaOH}} \cdot M_{\text{NaOH}} = n_{\text{CO}_2} \cdot M_{\text{NaOH}} = \frac{V_{\text{CO}_2}}{V_m} \cdot M_{\text{NaOH}} = \\ &= \frac{450 \cdot 10^{-3}}{22.4} \cdot (23 + 16 + 1) = 0.8 \text{ г.} \end{aligned}$$

Ответ: 0.8

Задача 5.2

При прокаливании соли кальция выделилось 6 г углекислого газа, который затем пропустили через 200 мл раствора гидроксида натрия с концентрацией 1,1 моль/л с получением гидрокарбоната. При прокаливании соли не происходило выделение воды. Значения в ходе решения округлите до сотых. Ответы выразите в граммах, округлите до десятых. Вычислите массу:

- исходной соли кальция – ?

- Решение:

Опираясь на то, что в ходе реакции разложения соли кальция образовывался углекислый газ и не происходило выделение воды, можно сделать вывод, что исходная соль – это карбонат кальция. Запишем уравнение реакции разложения:



Согласно уравнению, количество вещества исходной соли равно количеству вещества выделившегося углекислого газа. Тогда массу соли можно рассчитать следующим образом:

$$\begin{aligned} m_{\text{CaCO}_3} &= n_{\text{CaCO}_3} \cdot M_{\text{CaCO}_3} = n_{\text{CO}_2} \cdot M_{\text{CaCO}_3} = \frac{m_{\text{CO}_2}}{M_{\text{CO}_2}} \cdot M_{\text{CaCO}_3} = \\ &= \frac{6}{12+2 \cdot 16} \cdot (40 + 12 + 3 \cdot 16) = 13.6 \text{ г.} \end{aligned}$$

Ответ: 13.6 - 14.0

- гидроксида натрия, вступившего в реакцию с газом – ?

Решение:

**МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ
ХИМИЯ. ОТБОРОЧНЫЙ ЭТАП**

Запишем уравнение реакции взаимодействия углекислого газа с щелочью:



Из уравнения реакции ясно, что углекислый газ и щелочь взаимодействуют 1 к 1. Следовательно, массу гидроксида натрия, вступившего в реакцию можно найти так:

$$\begin{aligned} m_{NaOH} &= n_{NaOH} \cdot M_{NaOH} = n_{CO_2} \cdot M_{NaOH} = \frac{m_{CO_2}}{M_{CO_2}} \cdot M_{NaOH} = \\ &= \frac{6}{12+2 \cdot 16} \cdot (23 + 16 + 1) = 5.5 \text{ г.} \end{aligned}$$

Ответ: 5.3 - 5.9

Задача 6.1

В 300 мл воды растворили 15 г соли $NiCl_2 \cdot 7H_2O$ (раствор 1). Приготовили 100 г раствора, содержащего 0,1% по массе гидроксида натрия (раствор 2), плотность всех растворов принять равной 1 г/мл. При сливании раствора 1 и раствора 2 выпал осадок гидроксида никеля.

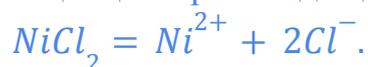
Степень диссоциации соли принять за 1. Молярную массу никеля принять за 59 г/моль.

В ходе решения значения округляйте до пятого знака после запятой. Ответы округлите до сотых.

Вычислите молярную концентрацию хлорид-ионов в растворе 1. Ответ выразите в моль/л.

Решение:

Запишем уравнение диссоциации происходящее в растворе 1:



Как видно из уравнения на 1 моль хлорида никеля приходится 2 моль анионов хлора. Количество вещества хлорида никеля совпадает с количеством вещества его кристаллогидрата. Следовательно, молярную концентрацию хлорид-ионов можно рассчитать так:

$$\begin{aligned} C_{Cl^-} &= \frac{n_{Cl^-}}{V_1} = \frac{2 \cdot n_{NiCl_2}}{V_1} = \frac{2 \cdot n_{кр}}{V_1} = \frac{2 \cdot m_{кр}}{V_1 \cdot M_{кр}} = \\ &= \frac{2 \cdot 15}{300 \cdot 10^{-3} \cdot (59 + 2 \cdot 35,5 + 14 \cdot 1 + 7 \cdot 16)} = 0.39 \frac{\text{моль}}{\text{л}}. \end{aligned}$$

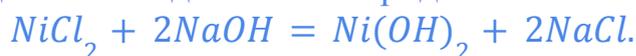
Ответ: 0.37 - 0.40

**МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ
ХИМИЯ. ОТБОРОЧНЫЙ ЭТАП**

Вычислите массу полученного гидроксида никеля. Ответ выразите в г.

Решение:

Запишем реакцию взаимодействия хлорида никеля с гидроксидом натрия:



Рассчитаем отдельно количество вещества хлорида никеля в растворе 1 и гидроксида натрия в растворе 2:

$$n_{NiCl_2} = n_{кр} = \frac{m_{кр}}{M_{кр}} = \frac{15}{59+2\cdot35,5+14\cdot1+7\cdot16} = 0.05859 \text{ моль.}$$

$$n_{NaOH} = \frac{m_{NaOH}}{M_{NaOH}} = \frac{\omega_{NaOH} \cdot m_2}{M_{NaOH}} = \frac{0.1 \cdot 100}{100\% \cdot (23+16+1)} = 0.00250 \text{ моль.}$$

Из уравнения реакции видно, что на 1 моль хлорида никеля приходится 2 моль гидроксида натрия. Следовательно, хлорид натрия находится в растворе в избытке и дальнейший расчет необходимо вести по компоненту, находящемуся в недостатке (гидроксид натрия). Из 2 моль гидроксида натрия получается 1 моль гидроксида никеля. Таким образом, можно рассчитать массу осадка:

$$\begin{aligned} m_{Ni(OH)_2} &= n_{Ni(OH)_2} \cdot M_{Ni(OH)_2} = \frac{n_{NaOH}}{2} \cdot M_{Ni(OH)_2} = \\ &= \frac{0.00250}{2} \cdot (59 + 2 \cdot 16 + 2 \cdot 1) = 0.12 \text{ г} \end{aligned}$$

Ответ: 0.11 - 0.13

Вычислите концентрацию ионов никеля в конечном растворе. Ответ выразите в моль/л.

Решение:

Воспользуемся полученными ранее данными и рассчитаем количество вещества хлорида никеля, оставшегося в растворе:

$$n_{ост} = n_{NiCl_2} - n_{реак} = n_{NiCl_2} - \frac{n_{NaOH}}{2} = 0.05859 - \frac{0.00250}{2} = 0.05734 \text{ моль.}$$

Согласно уравнению диссоциации из 1 моль хлорида никеля образуется 1 моль катионов никеля, следовательно количество вещества хлорида никеля равно количеству вещества катионов никеля. Исходя из этого, можно рассчитать молярную концентрацию оставшихся в растворе катионов никеля:

$$C_{NiCl_2} = \frac{n_{Ni^{2+}}}{V} = \frac{n_{ост}}{V_1+V_2} = \frac{n_{ост}}{V_1+m_2 \cdot \rho}$$

**МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ
ХИМИЯ. ОТБОРОЧНЫЙ ЭТАП**

$$= \frac{0.05734}{300 \cdot 10^{-3} + 100 \cdot 1 \cdot 10^{-3}} = 0.143 \text{ моль/л}$$

Ответ: 0.14 - 0.17

Задача 6.2

В 150 мл воды растворили 15 г соли $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ (раствор 1). Приготовили 100 г раствора, содержащего 0,9% по массе гидроксида натрия (раствор 2), плотность раствора принять равной 1 г/мл. При сливании раствора 1 и раствора 2 выпал осадок гидроксида меди.

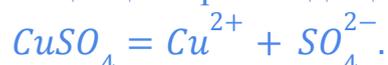
Степень диссоциации соли принять за 1.

В ходе решения значения округляйте до пятого знака после запятой. Ответы округлите до сотых.

Вычислите молярную концентрацию сульфат-ионов в растворе 1. Ответ выразите в моль/л.

Решение:

Запишем уравнение диссоциации происходящее в растворе 1:



Как видно из уравнения на 1 моль сульфата меди приходится 1 моль сульфат-ионов. Количество вещества сульфата меди совпадает с количеством вещества его кристаллогидрата. Следовательно, молярную концентрацию сульфат-ионов можно рассчитать так:

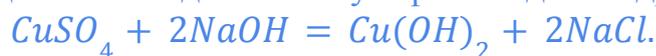
$$\begin{aligned} C_{\text{SO}_4^{2-}} &= \frac{n_{\text{SO}_4^{2-}}}{V_1} = \frac{n_{\text{CuSO}_4}}{V_1} = \frac{n_{\text{кр}}}{V_1} = \frac{m_{\text{кр}}}{V_1 \cdot M_{\text{кр}}} = \\ &= \frac{15}{150 \cdot 10^{-3} \cdot (64 + 32 + 4 \cdot 16 + 14 \cdot 1 + 7 \cdot 16)} = 0.40 \frac{\text{моль}}{\text{л}}. \end{aligned}$$

Ответ: 0.38 - 0.42

Вычислите массу полученного гидроксида меди. Ответ выразите в граммах.

Решение:

Запишем реакцию взаимодействия сульфата меди с гидроксидом натрия:



Рассчитаем отдельно количество вещества сульфата меди в растворе 1 и гидроксида натрия в растворе 2:

**МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ
ХИМИЯ. ОТБОРОЧНЫЙ ЭТАП**

$$n_{NiCl_2} = n_{кр} = \frac{m_{кр}}{M_{кр}} = \frac{15}{64+32+4 \cdot 16+14 \cdot 1+7 \cdot 16} = 0.06000 \text{ моль.}$$

$$n_{NaOH} = \frac{m_{NaOH}}{M_{NaOH}} = \frac{\omega_{NaOH} \cdot m_2}{M_{NaOH}} = \frac{0.9 \cdot 100}{100\% \cdot (23+16+1)} = 0.02250 \text{ моль.}$$

Из уравнения реакции видно, что на 1 моль сульфата меди приходится 2 моль гидроксида натрия. Следовательно, хлорид натрия находится в растворе в избытке и дальнейший расчет необходимо вести по компоненту, находящемуся в недостатке (гидроксид натрия). Из 2 моль гидроксида натрия получается 1 моль гидроксида меди. Таким образом, можно рассчитать массу осадка:

$$\begin{aligned} m_{Cu(OH)_2} &= n_{Cu(OH)_2} \cdot M_{Cu(OH)_2} = \frac{n_{NaOH}}{2} \cdot M_{Cu(OH)_2} = \\ &= \frac{0.02250}{2} \cdot (65 + 2 \cdot 16 + 2 \cdot 1) = 1.10 \text{ г} \end{aligned}$$

Ответ: 1.09 - 1.11

Вычислите концентрацию ионов меди в конечном растворе. Ответ выразите в моль/л.

Решение:

Воспользуемся полученными ранее данными и рассчитаем количество вещества сульфата меди, оставшегося в растворе:

$$\begin{aligned} n_{\text{ост}} &= n_{CuSO_4} - n_{\text{реак}} = n_{CuSO_4} - \frac{n_{NaOH}}{2} = \\ &= 0.06000 - \frac{0.02250}{2} = 0.04875 \text{ моль.} \end{aligned}$$

Согласно уравнению диссоциации из 1 моль сульфата меди образуется 1 моль катионов меди, следовательно количество вещества сульфата меди равно количеству вещества катионов меди. Исходя из этого, можно рассчитать молярную концентрацию оставшихся в растворе катионов никеля:

$$\begin{aligned} C_{CuSO_4} &= \frac{n_{Cu^{2+}}}{V} = \frac{n_{\text{ост}}}{V_1 + V_2} = \frac{n_{\text{ост}}}{V_1 + m_2 \cdot \rho} = \\ &= \frac{0.04875}{150 \cdot 10^{-3} + 100 \cdot 1 \cdot 10^{-3}} = 0.20 \text{ моль/л} \end{aligned}$$

Ответ: 0.19 - 0.21