

**Ключи к олимпиадным заданиям отборочного этапа
Межрегиональной химической олимпиады школьников имени академика
П.Д. Саркисова
9 класс**

Задание №1

1.1. Неорганическое вещество X белого цвета растворяется в воде с образованием голубого раствора. При действии на этот раствор гидроксида натрия образуется синий осадок Y. Если этот осадок отделить и нагреть, то получится черный порошок Z. Определите вещества X, Y и Z, напишите уравнения упомянутых реакций.

Решение:

Вещество X белого цвета – это безводный CuSO_4 . При растворении этой соли в воде образуется раствор голубого цвета.



1.2. Черный порошок X растворяется в соляной кислоте с образованием зелёного раствора вещества Y. При действии на полученный раствор раствором гидроксида калия образуется голубой осадок Z. Определите вещества X, Y и Z, напишите уравнения упомянутых реакций.

Решение:

Черный порошок X – это CuO .



1.3. При действии на светло-зелёный раствор вещества X раствором гидроксида натрия образуется серо-зеленый осадок Y. При стоянии на воздухе вещество Y постепенно меняет окраску, превращаясь в вещество Z бурого цвета. Определите вещества X, Y и Z, напишите уравнения упомянутых реакций.

Решение:

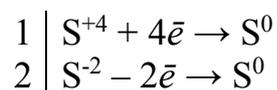
Вещество X – это FeSO_4 (или другая соль железа(II)).



Задание №2

2.1. Напишите уравнение окислительно-восстановительной реакции, в ходе которой одна молекула оксида серы(IV) принимает 4 электрона. Составьте электронный баланс этой реакции, укажите окислитель и восстановитель.

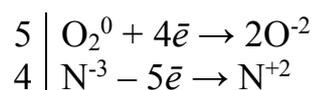
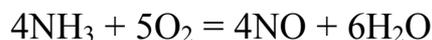
Решение:



Сера в степени окисления +4 (или оксид серы(IV)) является окислителем.
Сера в степени окисления -2 (или сероводород) является восстановителем.

2.2. Напишите уравнение окислительно-восстановительной реакции, в ходе которой одна молекула аммиака отдает 5 электронов. Составьте электронный баланс этой реакции, укажите окислитель и восстановитель.

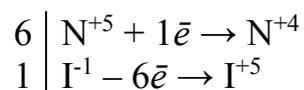
Решение:



Кислород в степени окисления 0 является окислителем.
Азот в степени окисления -3 (или аммиак) является восстановителем.

2.3. Напишите уравнение окислительно-восстановительной реакции, в ходе которой одна молекула иодоводорода отдает 6 электронов. Составьте электронный баланс этой реакции, укажите окислитель и восстановитель.

Решение:



Азот в степени окисления +5 (или азотная кислота) является окислителем.
Иод в степени окисления -1 (или иодоводород) является восстановителем.

Задание №3

3.1. Для приготовления раствора соды лаборант использовал 2,0 г Na_2CO_3 и 98,0 мл воды. Какую массу кристаллогидрата $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ и какой объем воды нужно взять для приготовления такого же количества раствора той же концентрации?

Решение:

$$m(\text{р-ра}) = 2 + 98 = 100 \text{ г}$$

$$n(\text{Na}_2\text{CO}_3) = 2 / 106 = 0,019 \text{ моль}$$

$$n(\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}) = n(\text{Na}_2\text{CO}_3) = 0,019 \text{ моль}$$

$$m(\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}) = 286 \cdot 0,019 \text{ моль} = 5,4 \text{ г}$$

$$m(\text{H}_2\text{O}) = 100 - 5,4 = 94,6 \text{ г}$$

$$V(\text{H}_2\text{O}) = 94,6 \text{ мл}$$

3.2. Для приготовления раствора сульфата натрия лаборант использовал 10,0 г Na_2SO_4 и 90,0 мл воды. Какую массу кристаллогидрата $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ и какой объем воды нужно взять для приготовления такого же количества раствора той же концентрации?

Решение:

$$m(\text{р-ра}) = 10 + 90 = 100 \text{ г}$$

$$n(\text{Na}_2\text{SO}_4) = 10 / 142 = 0,07 \text{ моль}$$

$$n(\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}) = n(\text{Na}_2\text{SO}_4) = 0,07 \text{ моль}$$

$$m(\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}) = 322 \cdot 0,07 \text{ моль} = 22,5 \text{ г}$$

$$m(\text{H}_2\text{O}) = 100 - 22,5 = 77,5 \text{ г}$$

$$V(\text{H}_2\text{O}) = 77,5 \text{ мл}$$

3.3. Для приготовления раствора сульфата магния лаборант использовал 4,0 г MgSO_4 и 96,0 мл воды. Какую массу кристаллогидрата $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ и какой объем воды нужно взять для приготовления такого же количества раствора той же концентрации?

Решение:

$$m(\text{р-ра}) = 4 + 96 = 100 \text{ г}$$

$$n(\text{MgSO}_4) = 4 / 120 = 0,033 \text{ моль}$$

$$n(\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}) = n(\text{MgSO}_4) = 0,033 \text{ моль}$$

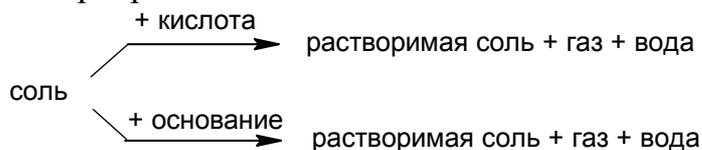
$$m(\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}) = 246 \cdot 0,033 = 8,1 \text{ г}$$

$$m(\text{H}_2\text{O}) = 100 - 8,1 = 91,9 \text{ г}$$

$$V(\text{H}_2\text{O}) = 91,9 \text{ мл}$$

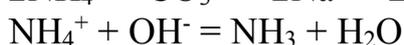
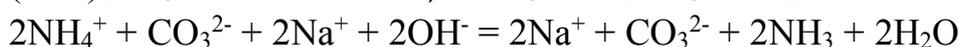
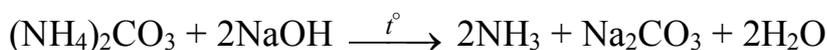
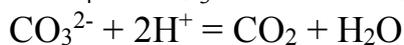
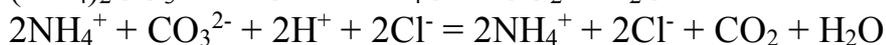
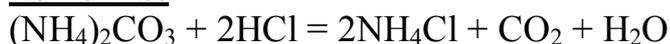
Задание №4

4.1 Напишите уравнения реакций ионного обмена, соответствующие следующим схемам превращений:



Приведите молекулярное, полное ионное и сокращённое ионное уравнения предложенных реакций.

Решение:

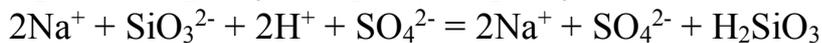
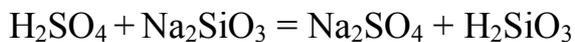
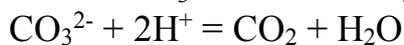
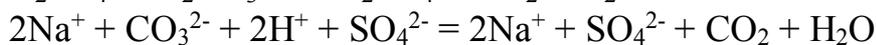
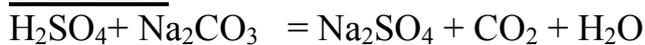


4.2. Напишите уравнения реакций ионного обмена, соответствующие следующим схемам превращений:



Приведите молекулярное, полное ионное и сокращённое ионное уравнения предложенных реакций.

Решение:

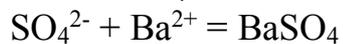
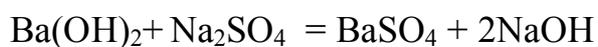
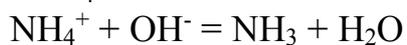
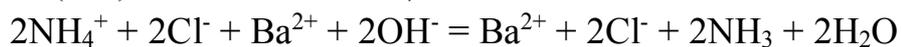
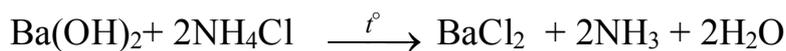


4.3. Напишите уравнения реакций ионного обмена, соответствующие следующим схемам превращений:



Приведите молекулярное, полное ионное и сокращённое ионное уравнения предложенных реакций.

Решение:

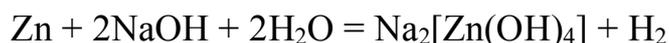


Задание №5

5.1. Требуется удалить цинковое покрытие со стальной пластины, не повредив при этом пластину. Предложите реактив, который можно использовать для этого. Напишите уравнения реакций.

Решение:

Для удаления цинкового покрытия со стальной пластины можно использовать раствор щёлочи, например гидроксида натрия. Цинк растворяется в растворе щелочи:

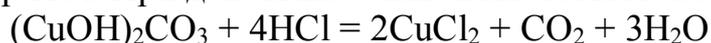


Железо с раствором щелочи не реагирует, поэтому стальная пластина останется целой.

5.2. Требуется удалить налёт малахита с медного изделия, не повредив при этом изделие. Предложите реактив, который можно использовать для этого. Напишите уравнения реакций.

Решение:

Для удаления налёта малахита с медного изделия можно использовать раствор кислоты, например HCl. При действии соляной кислоты малахит растворяется:

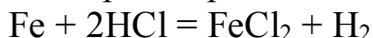


Медь с раствором соляной кислоты не реагирует, поэтому медное изделие останется целым.

5.3. Требуется удалить железное покрытие с медной пластины, не повредив при этом пластину. Предложите реактив, который можно использовать для этого. Напишите уравнения реакций.

Решение:

Для удаления железного покрытия с медной пластины можно использовать раствор кислоты, например HCl или разбавленный раствор H₂SO₄. При действии соляной кислоты железо растворяется:



Медь с раствором соляной кислоты или серной кислоты не реагирует, поэтому медная пластина останется целой.

Задание №6

6.1. В газовой смеси азота и аммиака массовая доля аммиака составляет 20%. Найдите объёмную долю азота в этой смеси.

Решение:

Пусть масса газовой смеси будет x г. Тогда масса аммиака составит $0,2x$, а масса азота $0,8x$

$$n(\text{NH}_3) = 0,2x : 17 = 0,0118x \text{ моль}$$

$$n(\text{N}_2) = 0,8x : 28 = 0,0286x \text{ моль}$$

$$n(\text{смеси}) = n(\text{NH}_3) + n(\text{N}_2) = 0,0118x + 0,0286x = 0,0404x \text{ моль}$$

Для смеси газов объёмная доля газа равно мольной доле.

$$\eta(\text{N}_2) = 0,0286x : 0,0404x = 0,7 \text{ или } 70\%$$

6.2. В газовой смеси азота и хлороводорода массовая доля хлороводорода составляет 50%. Найдите объёмную долю азота в этой смеси.

Решение:

Пусть масса газовой смеси будет x г. Тогда масса хлороводорода составит $0,5x$ и масса азота $0,5x$.

$$n(\text{HCl}) = 0,5x : 36,5 = 0,0137x \text{ моль}$$

$$n(\text{N}_2) = 0,5x : 28 = 0,0179x \text{ моль}$$

$$n(\text{смеси}) = n(\text{HCl}) + n(\text{N}_2) = 0,0137x + 0,0179x = 0,0316x \text{ моль}$$

Для смеси газов объёмная доля газа равно мольной доле.

$$\eta(\text{N}_2) = 0,0179x : 0,0316x = 0,566 \text{ или } 56,6\%$$

6.3. В газовой смеси углекислого газа и хлороводорода массовая доля хлороводорода составляет 30%. Найдите объёмную долю углекислого газа в этой смеси.

Решение:

Пусть масса газовой смеси будет x г. Тогда масса хлороводорода составит $0,3x$ и масса углекислого газа $0,7x$.

$$n(\text{HCl}) = 0,3x : 36,5 = 0,0082x \text{ моль}$$

$$n(\text{CO}_2) = 0,7x : 44 = 0,0159x \text{ моль}$$

$$n(\text{смеси}) = n(\text{HCl}) + n(\text{CO}_2) = 0,0082x + 0,0159x = 0,0241x \text{ моль}$$

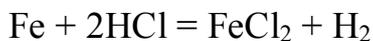
Для смеси газов объёмная доля газа равно мольной доле.

$$\eta(\text{CO}_2) = 0,0159x : 0,0241x = 0,66 \text{ или } 66\%$$

Задание №7

7.1. При обработке 15 г смеси порошков железа и меди избытком соляной кислоты выделилось 2,8 л водорода (н.у.). Найдите массу меди (в граммах) в исходной смеси.

Решение:



$\text{Cu} + \text{HCl}$ взаимодействия нет

$$n(\text{H}_2) = 2,8 : 22,4 = 0,125 \text{ моль}$$

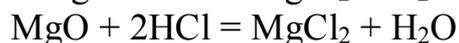
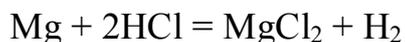
$$n(\text{Fe}) = 0,125 \text{ моль}$$

$$m(\text{Fe}) = 7 \text{ г}$$

$$m(\text{Cu}) = 15 - 7 = 8 \text{ г}$$

7.2. При обработке 25 г смеси порошков магния и оксида магния избытком соляной кислоты выделилось 5,6 л водорода (н.у.). Найдите массу оксида магния (в граммах) в исходной смеси.

Решение:



$$n(\text{H}_2) = 5,6 : 22,4 = 0,25 \text{ моль}$$

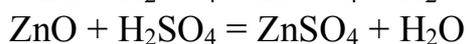
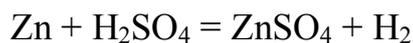
$$n(\text{Mg}) = 0,25 \text{ моль}$$

$$m(\text{Mg}) = 6 \text{ г}$$

$$m(\text{MgO}) = 25 - 6 = 19 \text{ г}$$

7.3. При обработке 40 г смеси порошков цинка и оксида цинка избытком разбавленной серной кислоты выделилось 8,96 л водорода (н.у.). Найдите массу оксида цинка (в граммах) в исходной смеси.

Решение:



$$n(\text{H}_2) = 8,96 : 22,4 = 0,4 \text{ моль}$$

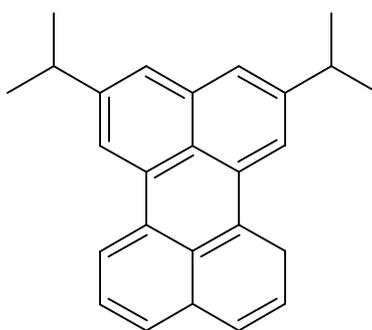
$$n(\text{Zn}) = 0,4 \text{ моль}$$

$$m(\text{Zn}) = 26 \text{ г}$$

$$m(\text{ZnO}) = 40 - 26 = 14 \text{ г}$$

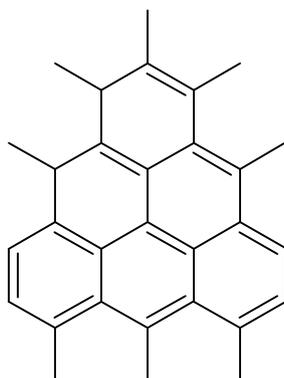
Задание №8

8.1. Свойства органических веществ зависят не только от того, какие атомы входят в состав их молекул, но и от того, в каком порядке эти атомы связаны друг с другом. Информацию о составе и строении органических веществ передают с помощью структурных формул различного вида. В развернутых структурных формулах с помощью валентной черты показывают связи между всеми атомами в молекуле. Когда используют скелетную структурную формулу, подразумевают, что в конце каждого отрезка находится атом углерода с соответствующим количеством атомов водорода. Определите, сколько атомов водорода входит в состав одной молекулы вещества, скелетная структурная формула которого приведена ниже:



Ответ: молекулярная формула вещества $C_{26}H_{26}$. Соединение содержит 26 атомов водорода

8.2. Свойства органических веществ зависят не только от того, какие атомы входят в состав их молекул, но и от того, в каком порядке эти атомы связаны друг с другом. Информацию о составе и строении органических веществ передают с помощью структурных формул различного вида. В развернутых структурных формулах с помощью валентной черты показывают связи между всеми атомами в молекуле. Когда используют скелетную структурную формулу, подразумевают, что в конце каждого отрезка находится атом углерода с соответствующим количеством атомов водорода. Определите, сколько атомов водорода входит в состав одной молекулы вещества, скелетная структурная формула которого приведена ниже:



Ответ: молекулярная формула вещества $C_{30}H_{30}$. Соединение содержит 30 атомов водорода.

8.3. Свойства органических веществ зависят не только от того, какие атомы входят в состав их молекул, но и от того, в каком порядке эти атомы связаны друг с другом. Информацию о составе и строении органических веществ передают с помощью структурных формул различного вида. В развернутых структурных формулах с помощью валентной черты показывают связи между всеми атомами в молекуле. Когда используют скелетную структурную формулу, подразумевают, что в конце каждого отрезка находится атом углерода с соответствующим количеством атомов водорода. Определите, сколько атомов водорода входит в состав одной молекулы вещества, скелетная структурная формула которого приведена ниже:

Ответ: молекулярная формула вещества $C_{28}H_{24}$. Соединение содержит 24 атома водорода