

Областной этап олимпиады школьников
по химии
2022 -2023 учебный год
8 класс
Максимальный балл – 100 баллов

Задание 8.1(максимум 20 баллов)

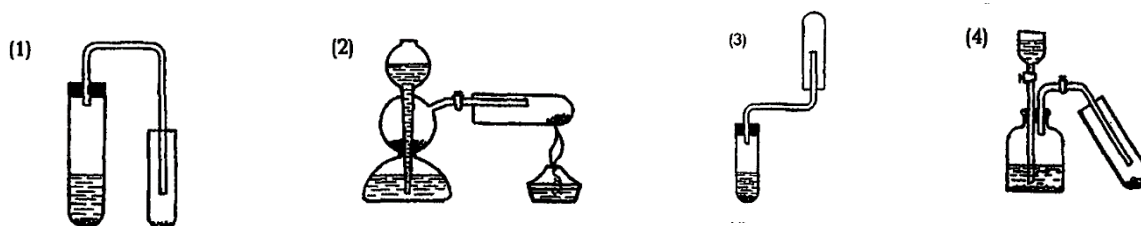
1. В современной медицине широкое применение для диагностики целого ряда опасных заболеваний находит искусственно получаемый радиоактивный изотоп йода с массовым числом 123. Какое число нейтронов содержится в атомном ядре этого изотопа йода?

Ответ _____

2. Значение организмов, способных к фотосинтезу, трудно переоценить для биосферы планеты Земля. Сколько простых веществ образуется в процессе фотосинтеза?

Ответ _____

3. Для восстановления оксида меди (II) водородом целесообразно воспользоваться прибором, представленным на рисунке № _____



Ответ _____

4. Хлорциан (ядовитое вещество) иногда образуется при непродуманных опытах с вполне обычными (и доступными!) реактивами (красная и жёлтая кровяные соли, роданиды и нитропруссиды). Хлорциан можно обезвредить водным раствором щёлочи по схеме:



Расставьте коэффициенты в этом уравнении реакции. Какой будет сумма коэффициентов перед продуктами реакции?

Ответ _____

5. Смесь трёх газов CO_2 , C_3H_8 и O_2 имеет молярную массу 38 г/моль. Какова объёмная доля кислорода (в %) в этой газовой смеси?

Ответ _____

6. Была проведена реакция на обнаружение иона Fe^{3+} . Выберите рисунок, показывающий результат поведения опыта.



Ответ _____

7. Какое минимальное число химических элементов присутствует в водном растворе тиосульфата натрия (формула: $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$)?

Ответ _____

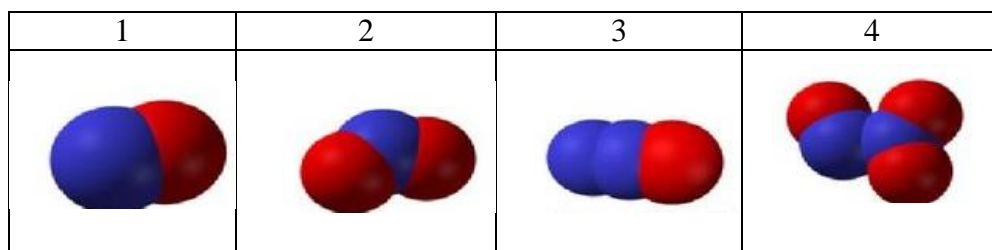
8. Плотность сплава свинца с кадмием и висмутом равна 7 г/см^3 . Кубик, изготовленный из такого сплава, имеет ребро равное 3 см . Какой будет масса (в граммах) этого кубика?

Ответ _____

9. 200 грамм водного раствора сульфата натрия (массовая доля сульфата натрия в этом растворе равна 25%) кипятили до тех пор, пока массовая доля воды в этом растворе не стала меньше на 25% в сравнении с той, которая была до кипячения. Сколько грамм воды осталось в растворе после кипячения?

Ответ _____

10. На рисунках представлены модели молекул оксидов азота. Какие модели изображают оксиды, проявляющие кислотные свойства? В ответе запишите номера, выбранных вами рисунков.



Ответ _____

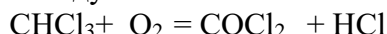
Критерии оценивания

Распределение баллов: за каждый правильный ответ ставится по два балла.

| № вопроса | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
|-----------|----|---|---|---|----|---|---|-----|----|-------|
| ответ | 70 | 1 | 2 | 3 | 50 | 1 | 4 | 189 | 50 | 2 и 4 |

Задание 8.2.

Хлороформ (формула: CHCl_3), применяемый в медицинской практике в производстве лекарств и в химической промышленности, при длительном хранении на свету реагирует с кислородом воздуха по схеме:



Одним из продуктов реакции является ядовитое вещество фосген (смотри уравнение реакции). Это вещество может образовываться и во время пожаров при наличии хлорсодержащих органических материалов в очаге горения. Защитить органы дыхания от фосгена можно, используя ватно-марлевую повязку, пропитанную раствором карбоната натрия. Напишите уравнение реакции взаимодействия фосгена с раствором карбоната натрия (избыток), если в результате реакции образуются две соли (одна соль – кислая, а другая соль – средняя).

Воздух, загрязнённый фосгеном, можно очистить от этого ядовитого вещества, пропуская его через водный раствор гидроксида натрия.

Вопросы

1. Расставьте коэффициенты в уравнении реакции взаимодействия хлороформа с кислородом.
2. Напишите уравнения реакций взаимодействия фосгена с карбонатом натрия и щелочью.
3. Продукты окисления 11,95 г хлороформа пропустили через 10% раствор гидроксида натрия, в котором масса протонов равна 110. Найти массовую долю щелочи в растворе по окончании реакции.

Критерии оценивания

| п/п | Содержание ответа | Баллы |
|-----|---|----------|
| 1 | Расставлены коэффициенты в уравнении реакции окисления хлороформа $2\text{CHCl}_3 + \text{O}_2 = 2\text{COCl}_2 + 2\text{HCl} \quad (1)$ | 1 балл |
| 2 | Представлены уравнения реакций взаимодействия фосгена с карбонатом натрия и гидроксидом натрия $3\text{Na}_2\text{CO}_3 + 2\text{H}_2\text{O} + \text{COCl}_2 = 4\text{NaHCO}_3 + 2\text{NaCl} \quad (2)$ $3\text{NaOH} + \text{COCl}_2 = \text{NaHCO}_3 + 2\text{NaCl} + \text{H}_2\text{O} \quad (3)$ | 4 балла |
| 3 | Определены количества молей хлороформа и продуктов его окисления $n(\text{CHCl}_3) = 11,95/119,5 = 0,1 \text{ моль}$ $n(\text{COCl}_2) = n(\text{HCl}) = n(\text{CHCl}_3) = 0,1 \text{ моль}$ | 2 балла |
| 4 | При взаимодействии продуктов окисления со щелочью протекает реакция (3) и реакция щелочи с хлороводородом $\text{NaOH} + \text{HCl} = \text{NaCl} + \text{H}_2\text{O} \quad (4)$ Таким образом, необходимое количество щелочи $n(\text{NaOH}) = 0,4 \text{ моль}$ | 1 балл |
| 5 | Чтобы определить количество молей щелочи в 10% растворе, составляем и решаем систему уравнений $n(\text{NaOH}) = x, \text{ следовательно, } m(\text{NaOH}) = 40x, m_{\text{протонов}} = 20x$ $n(\text{H}_2\text{O}) = y, \text{ следовательно, } m(\text{H}_2\text{O}) = 18y, m_{\text{протонов}} = 10y$ $40x = 0,1(40x + 18y)$ $20x + 10y = 110$ $x = n(\text{NaOH}) = 0,5 \text{ моль}$ $y = n(\text{H}_2\text{O}) = 10 \text{ моль}$ $m_{\text{р-ра}}(\text{NaOH}) = 200 \text{ г}$ | 8 баллов |

| | | |
|-------|--|-----------|
| 6 | Определяем массу гидроксида натрия, оставшегося после реакций $n(\text{NaOH})_{\text{ост}} = 0,5 - 0,4 = 0,1$ моль $m(\text{NaOH})_{\text{ост}} = 0,1 \cdot 40 = 4$ г | 1 балл |
| 7 | Определяем массу раствора и массовую долю щелочи по окончании реакции $m_{\text{р-ра}} = m_{\text{р-ра}}(\text{NaOH}) + m(\text{COCl}_2) + m(\text{HCl}) = 200 + 0,1 \cdot 99 + 0,1 \cdot 36,5 = 213,55$ г $w(\text{NaOH})_{\text{ост}} = 4/213,55 = 0,0187$ (1,87%) | 3 балла |
| ИТОГО | | 20 баллов |

Задание 8.3.

Сернистый газ — основное сырье в производстве серной кислоты, применяется при получении сульфита натрия, в рефрижераторах, при отбеливании волокон и тканей, консервировании и дезинфекции фруктов. В то же время сернистый газ оказывает негативное воздействие на организмы человека, животных и растений.

Один из способов получения сернистого газа в лаборатории – взаимодействие меди с концентрированной серной кислотой.

Вопросы

1. Написать химическую формулу и название сернистого газа по химической номенклатуре.
2. Написать уравнение реакции взаимодействия меди с концентрированной серной кислотой.
3. Предложить еще один лабораторный способ получения сернистого газа. Написать уравнение реакции предложенного Вами способа
4. В школьной лаборатории ученик с целью получения сернистого газа растворил 0,64 г меди в 5 мл 92% серной кислоты (пл. 1,83 г/мл). Найти объем и массу полученного учеником сернистого газа.
5. Предельно допустимая концентрация (ПДК с-с) сернистого газа в воздухе 0,05 мг/м³. Из-за плохой работы вентиляции 12,65% от массы полученного учеником сернистого газа оказалось в школьном кабинете (длина – 12 метров, ширина – 10 метров, высота 3 метра). Во сколько раз превышена концентрация сернистого газа в этом помещении?

Критерии оценивания

| п/п | Содержание ответа | Баллы |
|-----|---|---------|
| 1 | Представлена формула и название SO ₂ – оксид серы (IV) | 2 балла |
| 2 | Написано уравнение реакции меди с концентрированной серной кислотой $\text{Cu} + 2\text{H}_2\text{SO}_4 = \text{CuSO}_4 + \text{SO}_2\uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$ | 2 балла |
| 3 | Предложен еще способ получения сернистого газа и записано уравнение реакции. например, $\text{Na}_2\text{SO}_3 + \text{H}_2\text{SO}_4 = \text{Na}_2\text{SO}_4 + \text{SO}_2\uparrow + \text{H}_2\text{O}$ 2 балла за способ, 2 балла - за уравнение (любой другой пример засчитывается) | 4 балла |
| 4 | Рассчитаны количества моль меди и серной кислоты, определено, какое вещество находится в избытке $n(\text{Cu}) = 0,64/64 = 0,01$ моль – 16 $n(\text{H}_2\text{SO}_4) = (5 \cdot 1,83 \cdot 0,92)/98 = 0,086$ моль – 26 H ₂ SO ₄ в избытке – 16 | 4 балла |

| п/п | Содержание ответа | Баллы |
|-----|---|------------------|
| 5 | Рассчитаны объем и масса выделившегося сернистого газа $V(\text{SO}_2) = 0,01 \cdot 22,2 = 0,224 \text{ л}$ $m(\text{SO}_2) = 0,01 \cdot 64 = 0,64 \text{ г}$ | 2 балла |
| 6 | Найдена масса сернистого газа, которая оказалась в кабинете, объем кабинета и концентрация сернистого газа в кабинете, рассчитано во сколько раз превышена ПДК. $m(\text{SO}_2)_{\text{каб}} = 0,64 \cdot 0,1265 = 0,081 \text{ г (81 мг)}$ $V(\text{каб}) = 12 \cdot 10 \cdot 3 = 360 \text{ м}^3$ Концентрация газа равна $0,081/360 = 0,225 \text{ мг/м}^3$ Таким образом, предельная концентрация превышена в 4,5 раза ($0,225/0,05 = 4,5$) | 6 баллов |
| | ИТОГО | 20 баллов |

Задание 8.4.

Через 100 литров кислорода (н.у.) пропускали искровой разряд, с целью получения озона. В результате образовалась газовая смесь, объем которой равен 85 литров (н.у.).

Вопросы.

1. Напишите формулы озона и кислорода. Какие это вещества – простые или сложные? Какое химическое явление иллюстрирует существование кислорода и озона, чем они являются по отношению друг к другу?
2. Напишите уравнение реакции получения озона из кислорода под действием искрового разряда.
3. Рассчитайте объемную и массовую долю озона в образовавшейся газовой смеси.
4. Рассчитайте молярную массу образовавшейся смеси.
5. Используя уравнение Менделеева-Клайперона (1), рассчитайте объем образовавшейся газовой смеси при температуре, равной 20°C и давлении $151,5 \text{ кПа}$.

$$PV = nRT, \quad (1)$$

где P – давление (кПа),

V – объем (л)

n – количество моль

$R = 8,31$ – универсальная газовая постоянная (Дж/моль·К)

T – температура в градусах Кельвина ($0^\circ\text{C} = 273^\circ\text{K}$)

Критерии оценивания

| п/п | Содержание ответа | Баллы |
|-----|---|----------|
| 1 | Представлены формулы простых веществ озона и кислорода. Указано, явление аллотропия и названо, что кислород и озон являются аллотропными видоизменениями кислорода. O_2 – кислород O_3 – озон | 3 балла |
| 2 | Написано уравнение реакции получения озона из кислорода $3\text{O}_2 = 2\text{O}_3$ | 1 балл |
| 3 | Рассчитана объемная доля озона в образовавшейся смеси Пусть объем прореагировавшего O_2 – $3x$ (л), следовательно, образовалось O_3 – $2x$ (л), тогда $100 - 3x + 2x = 85$ $x = 15$ | 6 баллов |

| п/п | Содержание ответа | Баллы |
|-----|--|------------------|
| | $V(O_3) = 2x = 30 \text{ л}$ Объемная доля O_3 в образовавшейся смеси - $30/85 = 0,353$ (35,3%) | |
| 4 | Рассчитана массовая доля озона в образовавшейся смеси $m(O_2) = 55/22,4 \cdot 32 = 78,57 \text{ г}$ $m(O_3) = 30/22,4 \cdot 48 = 64,29 \text{ г}$ $w(O_3) = 64,29/(64,29 + 78,57) = 0,45$ (45%) | 3 балла |
| 5 | Рассчитана молярная масса смеси $n(\text{смеси}) = 85/22,4 = 3,79 \text{ моль}$ $m(\text{смеси}) = 64,29 + 78,57 = 142,86 \text{ г}$ $M(\text{смеси}) = 142,86/3,79 = 37,7 \text{ г/моль}$ | 3 балла |
| 6 | Рассчитан объем образовавшейся газовой смеси при температуре, равной 20°C и давлении $151,5 \text{ кПа}$. $V = nRT/P$ $V = (3,79 \cdot 8,31 \cdot 293)/151,5 = 60,91 \text{ л}$ | 4 балла |
| | ИТОГО | 20 баллов |

Задание 8.5. (мысленный эксперимент)

Для лабораторной работы были приготовлены водные растворы следующих веществ: карбонат натрия, хлорид кальция, хлорид бария, соляная кислота и серная кислота. Лаборант отвлекся и не подписал растворы.

1. Запишите химические формулы всех указанных веществ.
2. Заполните таблицу, указав в ней признаки, сопровождающие реакции веществ друг с другом (в первой строке и первом столбце таблицы должны быть записаны формулы пяти представленных в задаче веществ).
3. Обоснуйте и опишите, как вы будете использовать данные полученной таблицы для определения нахождения раствора каждого вещества в конкретной колбе.

Таблица для определения раствора вещества каждой колбы.

| Формулы в-в | 1 вещество: Na ₂ CO ₃ | 2 веществ о: CaCl ₂ | 3 вещество : BaCl ₂ | 4 вещест во: HCl | 5 вещест- во: H ₂ SO ₄ | Обоснование выбора определяемого вещества |
|--|---|--|---|--|--|---|
| 1 вещество: Na ₂ CO ₃ | - | ↓, белый осадок | ↓, белый осадок | ↑, выд газ б/цв, вспени в. | ↑, выд газ б/цв, вспенив. | При приливании данного раствора к каждой порции раствора, из 4-х оставшихся, наблюдается в двух пробирках выделение газа, в двух других образование белых осадков, значит тот раствор, к которому приливали – карбонат натрия. |
| 2 вещество: CaCl ₂ | ↓, белый осадок | - | - | - | ↓, помутне ние раствора (или мало осадка) | При приливании данного раствора к каждой порции раствора, из 4-х оставшихся, наблюдается в одной пробирке образование белого осадка, в другой – помутнение раствора, в двух других признаки протекания реакций не обнаружены, значит определяемый раствор – хлорида кальция. |
| 3 вещество: BaCl ₂ | ↓, белый осадок | - | - | - | ↓, белый осадок | При приливании данного раствора к каждой порции раствора, из 4-х оставшихся, наблюдается в двух пробирках образование белого осадка, в двух других признаки протекания реакций не обнаружены, значит определяемый раствор – хлорида бария. |
| 4 вещество: HCl | ↑, выд газ б/цв, вспенив | - | - | - | - | При приливании данного раствора к каждой порции раствора, из 4-х оставшихся, наблюдается только в одной выделение газа (вспенивание р-ра), в других пробирках изменений нет, в данной пробирке находится раствор соляной кислоты. |
| 5 вещество: H ₂ SO ₄ | ↑, выд газ б/цв, вспенив | ↓, помутне ние раствора (или мало осадка) | ↓, белый осадок | - | - | При приливании данного раствора к каждой порции раствора, из 4-х оставшихся, наблюдается в одной пробирке – выделение газа (вспенивание р-ра), в другой выпадение белого осадка, в третьей – помутнение раствора в четвертой – изменений нет пробирках изменений нет, в данной пробирке находится раствор серной кислоты. |

4. Напишите возможные уравнения реакций между предложенными веществами.

Критерии оценивания

| п/п | Содержание ответа | Баллы |
|-------|--|------------------|
| 1 | Правильно записаны формулы веществ | 5 баллов |
| 2 | В таблице указаны признаки, сопровождающие реакции веществ друг с другом | 5 баллов |
| 3 и 4 | $\text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{CaCl}_2 = \text{CaCO}_3\downarrow + 2\text{NaCl}$ $\text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{BaCl}_2 = \text{BaCO}_3\downarrow + 2\text{NaCl}$ $\text{Na}_2\text{CO}_3 + 2\text{HCl} = 2\text{NaCl} + \text{CO}_2\uparrow + \text{H}_2\text{O}$ $\text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{H}_2\text{SO}_4 = \text{Na}_2\text{SO}_4 + \text{CO}_2\uparrow + \text{H}_2\text{O}$ $\text{BaCl}_2 + \text{H}_2\text{SO}_4 = \text{BaSO}_4\downarrow + 2\text{HCl}$ За обоснование определения вещества в каждой колбе на основе полученных признаков | 5 баллов |
| | | |
| | ИТОГО | 20 баллов |