

8 класс

1. Углерод. 1) В качестве атомной единицы массы (а. е. м.) в настоящее время используется величина, равная $1/12$ части массы атома углерода ^{12}C . Рассчитайте, какая масса, выраженная в граммах, соответствует одной атомной единице массы. 2) Зная, что в периодической таблице Д. И. Менделеева для элемента углерода указана относительная атомная масса, равная 12.011, и учитывая, что природный углерод состоит из двух изотопов ^{12}C и ^{13}C , рассчитайте содержание (в мольных долях) каждого из них. 3) Запишите электронную конфигурацию атома углерода. Исходя из строения внешней электронной оболочки атома углерода, обоснуйте значение его максимальной валентности.

2. Осаждение. К 100 мл водного раствора галогенида щелочноземельного металла с массовой долей соли 10% и плотностью 1092 кг/м^3 прибавили раствор нитрата серебра, содержащий 10.2 г AgNO_3 . После завершения выпадения осадка масса исходной соли в растворе уменьшилась в 2.33 раза. Определите, раствор какой соли был взят для проведения опыта.

3. Элементы. Элементы **A**, **B** и **C** образуют простые вещества, которые при нормальных условиях являются газами. Простые вещества **A** и **B** легко реагируют между собой, давая соединение **AB**; соединение состава A_3C также может быть получено при взаимодействии простых веществ. Для образования вещества B_3C необходимо действие электрического разряда, также его можно получить косвенным путем; среди продуктов его гидролиза имеется соединение **AB**, а вещество A_3C отсутствует. Определите, о каких элементах идет речь, если известно, что массовая доля элемента **A** в веществе A_3C составляет 17.65%. Запишите реакции образования соединений **AB**, A_3C и B_3C , а также реакции взаимодействия A_3C и B_3C с водой.

4. Цепочка. Приведите химические уравнения, соответствующие цепочке превращений:
 $\text{S} \rightarrow \text{SO}_2 \rightarrow \text{Na}_2\text{SO}_3 \rightarrow \text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \rightarrow \text{S} \rightarrow \text{H}_2\text{S} \rightarrow \text{SO}_2 \rightarrow \text{SO}_2\text{Cl}_2 \rightarrow \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{SO}_2 \rightarrow \text{S}$. Укажите условия протекания данных реакций. Приведите структурные формулы молекул таких веществ: H_2S , SO_2Cl_2 , H_3PO_4 , NH_3 , HNO_3 .

5. Разделение смесей. Опишите метод, по которому из нижеуказанных систем могут быть выделены их компоненты: 1) газовая смесь оксида углерода (II) и оксида углерода (IV); 2) газовая смесь кислорода и азота; 3) смесь порошков цинка и магния; 4) водный раствор хлорида натрия; 5) смесь порошков соды и мела. Если для выделения вещества из смеси используются химические реакции, то запишите их уравнения.

6. Вещество. Установите формулу вещества, если известно, что его молекулы содержат азот, кислород и еще один элемент, при этом массовая доля азота составляет 22.22%, а кислорода – 76.19%. Как это вещество получают в промышленности? Приведите 3 примера его применения. Запишите уравнения соответствующих реакций.

7. Задание экспериментального тура. При растворении белого мелкокристаллического вещества в воде был получен раствор голубого цвета. Образовавшийся раствор был разделен на две части. К одной из них добавили раствор ацетата свинца $\text{Pb}(\text{CH}_3\text{COO})_2$, при этом образовался белый осадок, к другой – раствор желтой кровяной соли $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$, при этом выпал красно-бурый осадок, который при обработке раствором NaOH стал голубым. При кипячении полученного раствора с осадком на электроплитке цвет осадка изменился с голубого на черный. Установите химическую формулу исходного вещества. Что происходит при его растворении в воде? Напишите уравнения описанных химических превращений.

Для справки: ацетат свинца $(\text{Pb}(\text{CH}_3\text{COO})_2)$ – хорошо растворимая соль слабой уксусной кислоты CH_3COOH .

8 клас

1. Карбон. 1) У теперішній час у якості атомної одиниці маси (а. о. м.) використовується величина, що дорівнює $1/12$ частині маси атома Карбону ^{12}C . Розрахуйте, яка маса, виражена в грамах, відповідає одній атомній одиниці маси. 2) Знаючи, що в періодичній таблиці Д. І. Менделєєва для Карбону зазначена відносна атомна маса, яка дорівнює 12.011, та враховуючи, що природний вуглець складається із двох ізотопів ^{12}C та ^{13}C , розрахуйте вміст (у мольних частках) кожного з них. 3) Запишіть електронну конфігурацію атома Карбону. Виходячи з будови зовнішньої електронної оболонки атома Карбону, обґрунтуйте значення його максимальної валентності.

2. Осадження. До 100 мл водного розчину галогеніду лужноземельного металу з масовою часткою солі 10% та густиною 1092 кг/м^3 додали розчин нітрату Аргентуму, що містить 10.2 г AgNO_3 . Після завершення випадання осаду маса вихідної солі в розчині зменшилася в 2.33 рази. Визначте, розчин якої солі був узятий для проведення досліду.

3. Елементи. Елементи А, В та С утворюють прості речовини, які за нормальних умов є газоподібними. Прості речовини А та В легко реагують між собою, даючи сполуку АВ; сполука складу A_3C також може бути отримана при взаємодії простих речовин. Для утворення речовини B_3C необхідна дія електричного розряду, також його можна одержати непрямим шляхом; серед продуктів його гідролізу є сполука АВ, а речовина A_3C відсутня. Визначте, про які елементи йде мова, якщо відомо, що масова частка елемента А у речовині A_3C становить 17.65%. Запишіть реакції утворення сполук АВ, A_3C та B_3C , а також реакції взаємодії A_3C та B_3C з водою.

4. Ланцюжок. Запишіть хімічні рівняння, що відповідають послідовності хімічних перетворень: $\text{S} \rightarrow \text{SO}_2 \rightarrow \text{Na}_2\text{SO}_3 \rightarrow \text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \rightarrow \text{S} \rightarrow \text{H}_2\text{S} \rightarrow \text{SO}_2 \rightarrow \text{SO}_2\text{Cl}_2 \rightarrow \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{SO}_2 \rightarrow \text{S}$. Укажіть умови перебігання цих реакцій. Наведіть структурні формули молекул таких сполук: H_2S , SO_2Cl_2 , H_3PO_4 , NH_3 , HNO_3 .

5. Розділення сумішей. Опишіть метод, по якому з нижче вказаних систем можуть бути виділені їх компоненти: 1) газова суміш оксиду Карбону (II) та оксиду Карбону (IV); 2) газова суміш кисню та азоту; 3) суміш порошків цинку та магнію; 4) водний розчин хлориду Натрію; 5) суміш порошків соди та крейди. Якщо для виділення речовини із суміші використовуються хімічні реакції, то запишіть їх рівняння.

6. Речовина. Визначте формулу речовини, якщо відомо, що її молекули містять Нітроген, Оксиген та ще один елемент, при цьому масова частка Нітрогену становить 22.22%, а Оксигену – 76.19%. Як цю речовину отримують у промисловості? Наведіть 3 приклади його застосування. Запишіть рівняння відповідних реакцій.

7. Завдання експериментального туру. При розчиненні білої дрібнокристалічної речовини у воді був отриманий розчин блакитного кольору. Цей розчин був розділений на дві частини. До однієї з них додали розчин ацетату Плюмбуму $\text{Pb}(\text{CH}_3\text{COO})_2$, при цьому утворився білий осад, до іншої – розчин жовтої кров'яної солі $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$, при цьому випав червоно-бурий осад, який при обробці розчином NaOH став блакитним. При кип'ятінні останнього розчину з осадом на електроплитці колір осаду змінився з блакитного на чорний. Визначте хімічну формулу вихідної речовини. Що відбувається при її розчиненні у воді? Напишіть рівняння описаних хімічних перетворень.

Для довідки: ацетат Плюмбуму $(\text{Pb}(\text{CH}_3\text{COO})_2)$ – добре розчинна сіль слабкої оцтової кислоти CH_3COOH .

Решения-8

1. Углерод.

1) Один моль атомов углерода ^{12}C имеет массу 12 г, так как 1 моль составляет $6.022 \cdot 10^{23}$ атомов, то масса одного атома равна $12/6.022 \cdot 10^{23} \text{ г} = 1.9927 \cdot 10^{-23} \text{ г}$, а атомная единица массы соответствует $1.9927 \cdot 10^{-23}/12 \text{ г} = 1.6606 \cdot 10^{-24} \text{ г}$.

2) В периодической таблице элементов указываются средние относительные атомные массы, определяемые по формуле

$$M = x_1 M_1 + x_2 M_2,$$

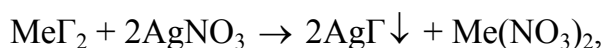
где x_1 и x_2 – мольные доли изотопов; M_1 и M_2 – массовые числа изотопов, которые для ^{12}C и ^{13}C равны 12 и 13 соответственно. Так как $x_2 = 1 - x_1$, имеем

$$12.011 = 12x_1 + 13(1 - x_1),$$

$x_1 = 0.989$, $x_2 = 0.011$. То есть мольная доля ^{12}C равна 98.9%, а изотопа ^{13}C – 1.1%.

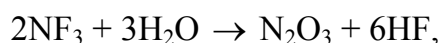
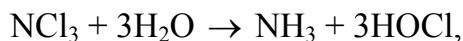
3) Максимальная валентность определяется числом орбиталей, которые атом может предоставить для образования связи. Для элементов 2 периода количество орбиталей внешнего электронного слоя равно четырем. Т.е., максимальная валентность углерода – четыре.

2. Осаждение. При добавлении нитрата серебра к раствору галогенида щелочноземельного металла протекает реакция

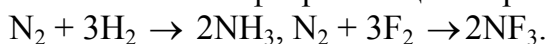


где Me – неизвестный металл, Γ – галоген. Молярная масса AgNO_3 составляет 170 г/моль, значит, добавленный раствор содержит $10.2/170 = 0.06$ (моль) соли, а в результате реакции осаждается 0.06 моль $\text{Ag}\Gamma$ и расходуется 0.03 моль $\text{Me}\Gamma_2$. Масса соли $\text{Me}\Gamma_2$ в исходном растворе составляет $100 \cdot 1.092 \cdot 0.1 = 10.92$ (г). После осаждения её масса в растворе составляет $10.92/2.33 = 4.69$ (г). Значит, было осаждено $10.92 - 4.69 = 6.23$ (г) соли. Молярная масса исходной соли равна $6.23/0.03 = 207.67$ (г/моль). К щелочноземельным металлам относят Ca, Sr, Ba. Нерастворимую соль серебра образуют Cl, Br, I. Если бы исходная соль была иодидом, то ее молярная масса была бы больше 254 г/моль, поэтому в качестве Γ может быть только Cl или Br. Определяем соль методом подбора. Подходит только хлорид бария (BaCl_2).

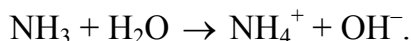
3. Элементы. При нормальных условиях газообразными являются следующие простые вещества: водород, азот, кислород, фтор, хлор и инертные газы. Очевидно, что инертные газы не соответствуют условию задачи. Похоже, что **A** и **B** – некие одновалентные частицы. Однако массовая доля **A** в A_3C очень мала – всего 17.65%; наиболее вероятно, что **A** – водород. Проверим это: $M(\text{A}_3\text{C}) = 3 \times 1.008/0.1765 = 17$ (г/моль). Т.е., **C** – азот. Исходя из формулы соединения **AB**, следует, что элемент **B** – фтор или хлор. Гидролиз соединений NF_3 и NCl_3 протекает согласно уравнениям



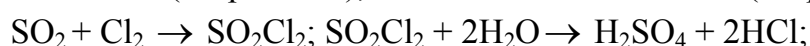
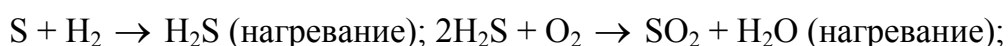
анализ которых показывает, что элемент **B** – это фтор. Реакции образования NH_3 и NF_3 :

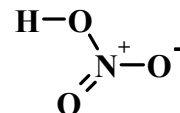
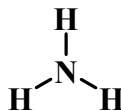
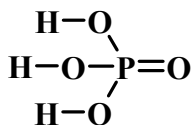
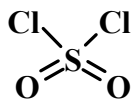
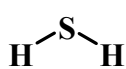
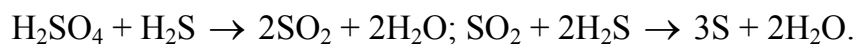


При взаимодействии NH_3 с водой протекает реакция образования иона аммония, что приводит к появлению в растворе также ионов OH^- , обуславливающих щелочную среду раствора аммиака:

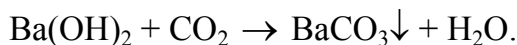


4. Цепочка. Уравнения реакций:





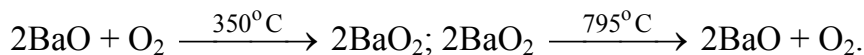
5. Разделение смесей. 1) Газовая смесь оксида углерода (II) и оксида углерода (IV) может быть легко разделена пропусканием ее через раствор щелочи, например, $\text{Ba}(\text{OH})_2$. При этом CO_2 поглощается, образуя осадок карбоната бария по реакции



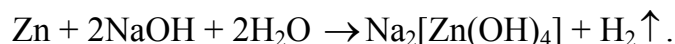
Осадок BaCO_3 затем может быть отделен, и при действии на него кислоты CO_2 будет выделен



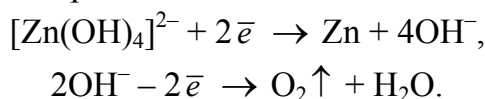
2) Газовая смесь кислорода и азота, может быть разделена физическим методом, путем охлаждения ее, сжижения и последующего испарения. Химический метод разделения основан на том, что кислород легко связывается оксидом бария при нагревании последнего до 350°C с образованием перекиси, при дальнейшем же нагревании до 800°C происходит её разложение. Таким образом, попеременно нагревая и охлаждая соединения бария, можно извлечь кислород из его смеси с азотом:



3) Смесь порошков цинка и магния может быть разделена при ее обработке концентрированным раствором щелочи, в котором цинк будет растворяться, а магний – нет:



Из полученного цинката металлический цинк может быть выделен путем электролиза, в ходе которого на электродах протекают процессы



4) Для разделения на компоненты водного раствора хлорида натрия необходимо довести раствор до кипения и собирать испаряющуюся при этом воду, то есть нужно выполнить отгонку растворителя. Сухая соль NaCl останется в нагреваемом сосуде.

5) Для разделения порошков соды и мела необходимо вначале добавить воды, в которой сода хорошо растворяется, а мел нет. Этот раствор необходимо отфильтровать, мел останется на фильтре, а соду получим при выпаривании раствора, прошедшего через фильтр.

6. Вещество. Третий элемент – водород. Найдем массовую долю третьего элемента в молекуле соединения:

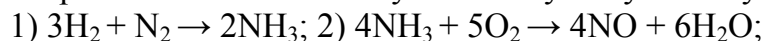
$$\omega_{\text{H}} = 100\% - \omega_{\text{N}} - \omega_{\text{O}} = (100 - 22.22 - 76.19)\% = 1.59\%.$$

Возьмем 100 г данного вещества, в этом количестве будет содержаться 22.22 г азота, 76.19 г кислорода и 1.59 г водорода, что соответствует $22.22/14 = 1.59$ (моль) атомов азота, $76.19/16 = 4.76$ (моль) атомов кислорода и 1.59 моль атомов водорода. Следовательно

$$x : y : z = 1.59 : 4.76 : 1.59 = 1 : 3 : 1.$$

Значит, формула соединения – HNO_3 (азотная кислота).

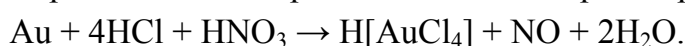
В промышленности азотную кислоту получают путем, включающем следующие стадии:



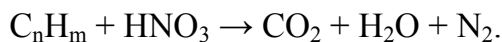
Получение нитратов металлов:



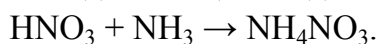
Переведение благородных металлов в раствор (царская водка):



Окислитель органических соединений (в ракетной технике):



Исходное вещество для промышленного получения удобрений и взрывчатых веществ:



7. Задание экспериментального тура. Белое мелкокристаллическое вещество, растворенное в воде с получением раствора голубого цвета – безводный сульфат меди $CuSO_4$. Это следует из описанных свойств полученного раствора: белый осадок, полученный при добавлении раствора ацетата свинца – $PbSO_4$, а красно-бурый осадок, образовавшийся при добавлении желтой кровяной соли – $Cu_2[Fe(CN)_6]$. Осадок $Cu_2[Fe(CN)_6]$ при добавлении $NaOH$ стал голубым вследствие образования гидроксида меди (II), при нагревании которого появляется черное окрашивание, обусловленное оксидом меди (II). Уравнения химических превращений:



голубой цвет раствора, обусловлен образованием аквакомплекса ионов меди (II). Для простоты записи в дальнейших уравнениях ионы меди обозначены как Cu^{2+} .

