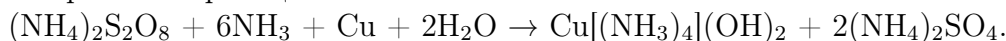


Задание 3

1. Уравнение реакции:



Сумма коэффициентов равна **13**.

2. Вычислим площадь монеты, учитывая, что она покрыта сплавом с обеих сторон:

$$S = 2 \frac{\pi d^2}{4} = 2 \frac{\pi \cdot 1,95^2}{4} = 5,97 \text{ см}^2$$

Толщину покрытия можно найти из массы и плотности покрытия, делённому на его площадь.

$$d = \frac{V}{S} = \frac{m}{\rho S} = \frac{2,769 - 2,567}{8,8 \cdot 5,97} = 3,8 \cdot 10^{-3} = 38 \text{ мкм}.$$

3. Монеты, выпущенные после 2006 года, в отличие от более ранних, содержат сталь, что обуславливает их притяжение к магниту – поэтому качественно различить монеты, не проводя расчетов, можно с помощью действия магнита.

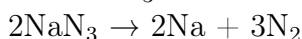
Задание 5

1. Так как известно, что соединение **A** бинарное и содержит азот и щелочной металл, то мы можем перебрать все щелочные металлы, находя соотношение азота к металлу в соединении **A** по формуле:

$$N : Me = \frac{\omega(N)}{M(N)} : \frac{\omega(Me)}{M(Me)} = \frac{64,62}{14} : \frac{35,38}{M(Me)}$$

	N : Me		N : Me
Li	0,9 : 1	Rb	11,1 : 1
Na	3,0 : 1	Cs	17,3 : 1
K	5,1 : 1		

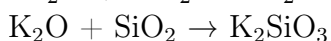
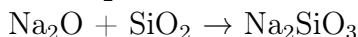
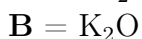
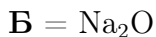
У натрия единственное целочисленное соотношение азота к металлу, откуда, **A** – это азид натрия:



Количество моль азота при н.у. равно: $\nu(\text{N}_2) = \frac{V(\text{N}_2)}{22,4} = \frac{60}{22,4} = 2,68$ моль.

Согласно реакции разложения из одного моля соединения **A** образуется 1,5 моля азота, тогда число моль равно $\nu(\text{A}) = \frac{\nu(\text{N}_2)}{1,5} = 1,79$ моль. Тогда масса соединения **A** будет равна: $m = \nu(\text{A})M(\text{A}) = 1,79 \cdot 65 = 116$ г.

2. Натрий реагирует с нитратом калия по следующей реакции:



3. По уравнению Клапейрона-Менделеева $pV = \nu RT$, откуда при 298 К (25 °С) и атмосферном давлении $p = 101,325$ кПа количество газа, соответствующее объему 60 л, будет равно:

$$\nu(\text{N}_2) = \frac{pV}{RT} = \frac{101,325 \cdot 60}{8,314 \cdot 298} = 2,45 \text{ моль}.$$

Пусть количество соединения **A** равно $\nu(A) = x$ моль, тогда количество моль натрия $\nu(Na) = \nu(A) = x$ моль, откуда количество моль азота, образующегося в реакции с нитратом калия равно $\nu_1(N_2) = \frac{1}{10}\nu(Na) = 0,1x$, тогда общее количество азота с учётом полученного при разложении **A** $\nu_2(N_2) = \frac{3}{2}\nu(A) = 1,5x$ составит $\nu(N_2) = \nu_1(N_2) + \nu_2(N_2) = 1,6x = 2,45$ моль, откуда $x = 1,53$ моль. По стехиометрии реакции количество нитрата калия равно $\nu(KNO_3) = \frac{2}{10}\nu(Na) = 0,2x$, а диоксида кремния:

$$\nu(SiO_2) = \nu(K_2O) + \nu(Na_2O) = \frac{1}{10}\nu(Na) + \frac{5}{10}\nu(Na) = 0,6x.$$

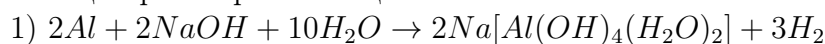
Тогда общая масса стехиометрической смеси составит:

$$m = \nu(A)M(A) + \nu(KNO_3)M(KNO_3) + \nu(SiO_2)M(SiO_2) = x \cdot 65 + 0,2x \cdot 101 + 0,6x \cdot 60 = 121,2 \cdot 1,53 = 185,4$$

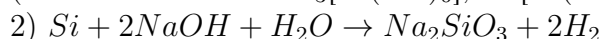
Задание 6

1. В концентрированном растворе щёлочи будет растворяться Al и Si. Нерастворимый остаток — Mg, его масса — 0,012 г. Найдем его массовую долю в сплаве: $\omega(Mg) = \frac{0,012}{0,628} = 0,019$ или 1,9%.

Реакции растворения веществ:



(возможна запись $Na_3[Al(OH)_6]$, $Na[Al(OH)_4]$)



Обозначим количества вещества алюминия — x, количества вещества кремния — y. Количество водорода, выделившегося в ходе реакций: $n(H_2) = \frac{0,770}{22,4} = 0,0344$ моль.

По первому уравнению реакции — количество водорода — 1,5x. По второму уравнению реакции — количество водорода — 2y. Составим систему уравнений, учитывая, что масса растворившегося сплава равна $m(Al + Si) = m_{\text{общ}} - m(Mg) = 0,628 - 0,012 = 0,616$ г.

$$\begin{cases} 1,5x + 2y = 0,0344 \\ 27x + 28y = 0,616 \end{cases}$$

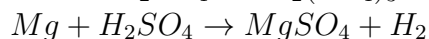
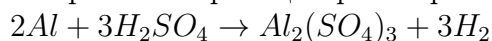
Решая эту систему уравнений, получим — x = 22,4 ммоль, y = 0,4 ммоль.

Масса алюминия в сплаве $m(Al) = M(Al) \cdot \nu(Si) = 28 \cdot 0,0224 = 0,6048$ г.

Масса кремния в сплаве $m(Si) = M(Si) \cdot \nu(Si) = 28 \cdot 0,0004 = 0,0112$ г. Массовые доли элементов в сплаве:

$$\omega(Al) = \frac{0,6048}{0,628} = 0,963 \text{ или } 96,3\%, \quad \omega(Si) = \frac{0,0112}{0,628} = 0,018 \text{ или } 1,8\%.$$

2. Уравнения реакций растворения в серной кислоте.



Количества металлов, участвующих в приведённых реакциях, равны: $n(Al) = 22,4$ ммоль, $n(Mg) = \frac{m(Mg)}{M(Mg)} = \frac{0,012}{24} = 0,5$ ммоль.

Количество вещества серной кислоты согласно стехиометрии составляет:

$$n(H_2SO_4) = 1,5n(Al) + n(Mg) = 0,0224 \cdot 1,5 + 0,0005 = 0,0341 \text{ моль.}$$

Тогда масса серной кислоты и раствора составят:

$$m(H_2SO_4) = 0,0341 \cdot 98 = 3,34 \text{ г, } m(\text{р-ра}) = \frac{3,34}{100} = 16,709 \text{ г.}$$

Объём соответствующий данной массе раствора равен: $V(\text{р-ра}) = \frac{m}{\rho} = \frac{16,709}{1,14} = 14,66$ мл ~ 15 мл.

3. Щёлочь в больших количествах содержится в средстве для прочистки труб, растворяющих засоры. Верный ответ – 3.

4. Серная кислота в концентрации до 35 % — это автомобильный аккумуляторный электролит. Верный ответ — 5.

Задание 7

1. Резкий запах водопроводная вода имеет после хлорирования. Этот же способ используют при обработке воды в бассейнах. Поэтому сразу можно предположить наличие хлора или его соединений в антисептическом растворе. Данные второго эксперимента химика подтверждают первоначальные предположения жёлто-зеленые газы — это фтор или хлор, но только хлор используют для обеззараживания. Следовательно, исходная жидкость представляла собой «хлорную воду» раствор хлора в воде.

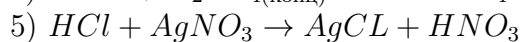
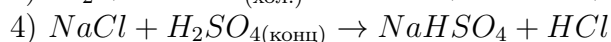
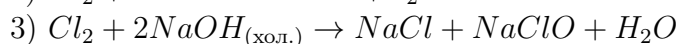
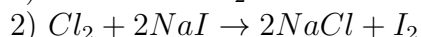
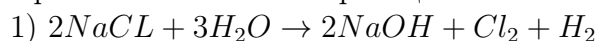
Таким образом, жидкость **X** – хлорная вода.

2. Действие концентрированной серной кислоты на твердые хлориды – это лабораторный способ получения хлороводорода, который при пропускании в раствор нитрата серебра образует белый творожистый осадок хлорида серебра **Г** (AgCl). Следовательно, газ **B** – хлороводород (HCl).

В холодном растворе щёлочи хлор диспропорционирует, образуя хлорид и гипохлорит. Таким образом, соль **A** – хлорид натрия (NaCl), соль **B** – гипохлорит натрия (NaClO).

Вещество	Формула вещества
X	Cl ₂
A	NaCl
B	NaClO
B	HCl
Г	AgCl

Уравнения описанных реакций:



Номер реакции	Сумма коэффициентов
1	8
2	6
3	6
4	4
5	4

3. Рассчитаем содержание растворенного хлора в воде по образованию иода:

$$n(I_2) = \frac{0,9 \cdot 10^{-3}}{127 \cdot 2} = 0,0035 \text{ ммоль.}$$

В соответствии с происходящей реакцией количество вещества хлора равно количеству вещества иода.

$$m(Cl_2) = 0,0035 \cdot 71 = 0,25 \text{ мг.}$$

$$\text{Тогда содержание хлора: } C = \frac{m(Cl_2)}{V} = \frac{0,25}{0,5} = 0,5 \text{ мг/л.}$$

5. Использование гипохлорита натрия, а не газообразного хлора, для обеззараживания воды, связано, в первую очередь, с его значительно более низкой токсичностью, что облегчает транспортировку, хранение реагента и упрощает обеспечение безопасности при проведении процесса; его преимуществом является также простота дозирования по сравнению с газообразным хлором. Оба приведенных ответа (меньшая токсичность; простота дозирования) оцениваются полным баллом.

Задание 8

1. Количество моль водорода, соответствующее 10 л при н.у., равно: $\nu(H_2) = \frac{V(H_2)}{22,4} = \frac{10}{22,4} = 0,446$ моль.

По стехиометрии реакции в ней участвует 4 моль водорода, соответственно количество тепла, необходимое для «зарядки» батареи будет равно:

$$Q = \frac{Q_m \cdot \nu(H_2)}{4} = \frac{149,9 \cdot 0,446}{4} = 16,7 \text{ кДж.}$$

2. На нагревание n моль вещества с теплоёмкостью C_p от температуры T_1 до температуры T_2 расходуется $Q = \nu C_p (T_2 - T_1)$ теплоты, а на парообразование воды $Q = \nu Q_{\text{исп}}$ теплоты. Найдём количество всех реагентов в реакции «разрядки»: $\nu(Fe(\text{тв.})) = \frac{3}{4} \nu(H_2) = \frac{0,446 \cdot 3}{4} = 0,3348$ моль. $\nu(H_2O) = \nu(H_2) = 0,446$ моль.

Тогда общее количество теплоты, которое необходимо для нагрева реагентов от $T_1 = 20^\circ\text{C}$ до $T_2 = 400^\circ\text{C}$ при подготовке «разрядки» с учётом нагрева жидкой воды до 100°C будет равно:

$$Q_1 = \nu(H_2O)C_p(H_2O)(100 - T_1) + \nu(H_2O)Q_{\text{исп}} + \nu(H_2O)C_p(H_2O(\text{г.}))(T_2 - 100) + \nu(Fe)C_p(Fe) \cdot (T_2 - T_1) = 0,446 \cdot 75,4 \cdot 100 - 20 + 0,446 \cdot 40700 + 0,446 \cdot 39,6 \cdot 400 - 100 + 0,3348 \cdot 25,1 \cdot 400 - 20 = 29334 \text{ Дж} = 29,3 \text{ кДж.}$$

Теплота при сгорании данного количества водорода составит: $Q_2 = \nu(H_2)Q_c = 0,446 \cdot 286 = 127,6$ кДж.

Доля энергии, затрачиваемой на нагрев реагентов, в расчете к получаемой при сгорании водорода составит: $\eta = \frac{Q_1}{Q_2} \cdot 100\% = \frac{29,3}{127,6} \cdot 100\% = 23\%$.

3. Теплота, необходимая для обеспечения годового потребления 1 домохозяйства, равна: $Q_3 = 3000 \cdot 3,6 = 10800$ МДж. Количество моль водорода необходимого для этого с учётом теплопотерь равно: $\nu(H_2) = \frac{Q_3}{0,5 \cdot Q_f} = \frac{10800000}{0,5 \cdot 286} = 75524,5$ моль.

Тогда количество оксида железа составит:

$$\nu(Fe_3O_4) = \frac{1}{4} \nu(H_2) = \frac{75524,5}{4} = 18881,1 \text{ моль.}$$

Масса оксида будет равна соответственно: $m(Fe_3O_4) = \nu(Fe_3O_4)M(Fe_3O_4) = 18881,1 \cdot 232 = 4380415$ г.

$$\text{Следовательно, объём равен: } V(Fe_3O_4) = \frac{m(Fe_3O_4)}{\rho(Fe_3O_4)} = \frac{4380,415}{2800} = 1,6 \text{ м}^3.$$

4. Основным преимуществом хранения водорода в химически связанном состоянии, по сравнению с хранением в жидком или газообразном состоянии, является безопасность: химически связанный водород не взрывоопасен в отличие от жидкого и газообразного.

Задание 9

Решение задачи можно начать с определения формулы кислоты **Е**. По очень маленькому значению массовой доли водорода в ней, легко начать с предположения о том, что она одноосновна, в таком случае: $Mr(E) = \frac{1}{0,0233} = 43$ г/моль, после вычета водорода остаётся 42 г/моль на анион кислоты. Становится ясно, что это азид-анион N_3^- , а дальнейшие

предположения (о двухосновной кислоте, трёхосновной и т.д.) не приведут к разумным ответам. Таким образом, **Е** — HN_3 — азотистоводородная кислота.

Бесцветный газ **Ж**, вызывающий помутнение известковой воды, вероятно, либо сернистый газ SO_2 , либо углекислый газ CO_2 . В таком случае, нерастворимое в воде соединение **Д**, окрашивающее пламя горелки в зелёный цвет — либо сульфит, либо карбонат. Обозначим неизвестный металл в **Д** за Me и запишем уравнение реакции в общем виде:

$\text{Me}_2(\text{ЭO}_3)_m + 2m\text{HN}_3 \rightarrow 2\text{Me}(\text{N}_3)_m + m\text{ЭO}_2 + m\text{H}_2\text{O}$, где $\text{Э} = \text{S}$ или C , m — степень окисления металла Me .

Потеря массы обусловлена улетучиванием газа **Ж** ЭO_2 из раствора, таким образом, получаем уравнение:

$$\frac{m \cdot Mr(\text{ЭO}_2)}{2Mr(\text{Me}) + MMr(\text{Э}) + m \cdot 16 \cdot 3 + 2m \cdot 43} = 0,1555$$

Теперь рассмотрим отдельно два случая: $\text{Э} = \text{S}$ и $\text{Э} = \text{C}$. При $\text{Э} = \text{S}$ получаем уравнение:

$$\frac{m \cdot Mr(\text{SO}_2)}{2Mr(\text{Me}) + MMr(\text{S}) + 48m + 86m} = 0,1555'$$

то есть

$$\frac{64m}{2Mr(\text{Me}) + 166m} = 0,1555.$$

Ясно, что m ограничивается значениями $[1; 8]$, поэтому можно начать перебирать варианты и установить соответствующее значение молярной массы металла Me при каждом значении m . Однако, перебрав до значения $m = 3$, становится ясно, что перебирать значения $m > 2$ уже не имеет смысла, так как значения молярной массы металла будут слишком большими:

m	$Mr(\text{Me}), \text{г/моль}$
1	122,79
2	245,58
3	368,36

Значение $m = 1$ не подходит для решения задачи, так как металла с молярной массой 122,79 г/моль нет. Остаётся то же самое проделать для случая $\text{Э} = \text{C}$. Получим уравнение:

$$\frac{m \cdot Mr(\text{CO}_2)}{2Mr(\text{Me}) + MMr(\text{C}) + 48m + 86m} = 0,1555'$$

$$\frac{44m}{2Mr(\text{Me}) + 146m} = 0,1555.$$

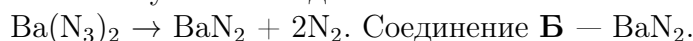
m	Mr(Me), г/моль
1	68,48
2	136,96
3	205,44
4	274, 92
5	342,40

Таблица для этого случая:

После $m > 4$ нет смысла продолжать расчёты. Единственный разумный вариант — $m = 2$, соответствующее значение молярной массы с точностью до целых очень близко именно к барию, то есть $Me = Ba$. Это подходит по условию задачи: степень окисления бария действительно $+2$, а его соли окрашивают пламя горелки в зелёный цвет. Таким образом, подтвердили, что $D = BaCO_3$ — карбонат бария, $Ж = CO_2$.

Обработкой карбоната бария азотистоводородной кислотой образуется **азид бария** — $Ba(N_3)_2$ — соединение **А**. Уже можно утверждать, что вещества **Б**, **В** и **Г** также состоят только из бария и азота, а инертный газ **И** и есть азот (N_2).

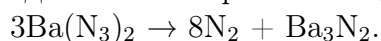
Для вычисления формул **Б-Г** будет вести расчёт на 1 моль азиды $Ba(N_3)_2$. Молярная масса $Ba(N_3)_2$ равна 221 г/моль, тогда при получении **Б** потеря массы составит $221 \cdot 0,2534 = 56$ г/моль, что соответствует 2 молекулам азота. То есть, реакция разложения **А** в этом случае выглядит так:



Аналогично рассуждаем для **В** и **Г**. Для первого потеря массы составит $221 \cdot 0,3379 = 74,68$ г/моль, что соответствует $\frac{74,68}{28} \sim \frac{8}{3} \sim 2,667$ молекулам азота. Тогда уравнения реакции выглядят так:

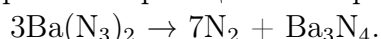


однако если перевести в целые числа (домножить уравнение реакции на 3), получим:



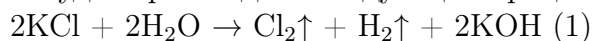
Соединение **В** — Ba_3N_2 .

Абсолютно аналогичным расчётом можно вычислить формулу вещества **Г** — Ba_3N_4 . Уравнение реакции его образования:

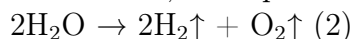


Задание 10

1. 1) Во время электролиза раствора соли активного металла с бескислородным анионом будет происходить следующий процесс:



После того, как произойдет электролиз всей соли, начнется электролиз воды:



Это необходимо учесть, так как мы не знаем, сколько по времени шел электролиз.

Проверим, израсходовалась ли вся соль:

$$m(KCl) = \frac{w(KCl)m(p-pa)}{100\%} = 0,0621 \cdot 300 = 18,63 \text{ г.}$$

$$n(KCl) = \frac{m(KCl)}{M(KCl)} = \frac{18,63}{39+35,5} = 0,25 \text{ моль.}$$

При этом общее количество выделившихся газов:

$$n(\text{газов}) = 2n(Cl_2) = 2n(H_2) \text{ и } n(Cl_2) = n(H_2)$$

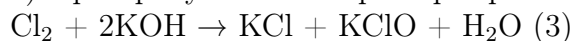
$$\text{Т.е. } n(KCl) = n(Cl_2) + n(H_2) = n(\text{газов}) = 0,25 \text{ моль.}$$

Это больше, чем выделилось в эксперименте, следовательно, происходила только реакция (1). Тогда:

$$n(Cl_2) = n(H_2) = \frac{1}{2}n(\text{газов}) = 0,1 \text{ моль.}$$

$$n(\text{KOH в первом растворе}) = 2n(Cl_2) = 0,2 \text{ моль.}$$

2) При пропускании хлора через раствор щелочи при комнатной температуре:



Проверим, достаточно ли было щелочи для поглощения всего выделившегося хлора:

$$n(\text{KOH во втором растворе до реакции}) = \frac{w(KOH)m(\text{р-ра})}{M(KOH) \cdot 100\%} = \frac{0,224 \cdot 150}{39+17} = 0,6 \text{ моль. Такое}$$

количество щелочи по уравнению реакции (3) может поглотить:

$$n(Cl_2) = \frac{1}{2}n(KOH) = 0,3 \text{ моль.}$$

Это больше, чем было хлора в эксперименте. Значит, весь хлор был поглощен щелочью.

$$n(\text{KOH затраченный на реакцию}) = 2n(Cl_2) = 0,2 \text{ моль.}$$

$n(\text{KOH во втором растворе}) = n(\text{KOH во втором растворе до реакции}) - n(\text{затраченный на реакцию}) = 0,6 - 0,2 = 0,4 \text{ моль.}$

3) Нам осталось сделать последние вычисления:

$$n(\text{KOH общ.}) = n(\text{KOH в первом растворе}) + n(\text{KOH во втором растворе})$$

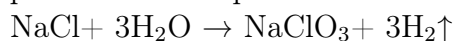
$$n(\text{KOH общ.}) = 0,2 + 0,4 = 0,6 \text{ моль.}$$

$$m(\text{р-ра}) = m(\text{р-ра 1}) - m(Cl_2) - m(H_2) + m(\text{р-ра 2}) + m(Cl_2) = 300 + 1500 - 0,1 \cdot 2 = 449,8$$

г.

$$\text{Здесь } m(H_2) = n(H_2)M(H_2) = 0,1 \cdot 2 = 0,2 \text{ г.}$$

$w(KOH) = \frac{m(KOH)}{m(\text{р-ра})} 100\% = \frac{0,6(39+17)}{449,8} 100\% = 7,47\%$ 2. При проведении электролиза без диафрагмы образующийся хлор будет реагировать со щелочью – гидроксидом калия – с образованием хлората калия:



Задание 11

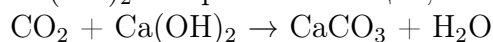
1. На основе уравнения состояния идеального газа Клапейрона-Менделеева получим:

$$pV = nRT = \frac{m}{M}RT, \quad M = \frac{\rho RT}{p} = \frac{1,45 \cdot 8,314(185+273)}{101,325} = 54,5 \text{ г/моль.}$$

2. Масса склянки с гигроскопичным оксидом фосфора увеличивается за счёт поглощения им воды, то есть $m(H_2O) = 3,82 \text{ г}$, что соответствует $n(H_2O) = \frac{3,82}{18} = 0,212 \text{ моль}$, тогда масса водорода в исходной смеси $0,424 \text{ г}$.

Осадок, образующийся при пропускании продуктов сгорания через

$Ca(OH)_2$ – карбонат кальция, $CaCO_3$:



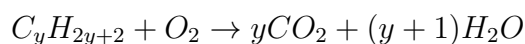
По условию задачи $n(CaCO_3) = \frac{16,76}{100} = 0,1676 \text{ моль}$, а по уравнению реакции взаимодействия углекислого газа видно, что $n(CaCO_3) = n(CO_2)$, поэтому, общее число полученного углекислого газа составляет $0,1676 \text{ моль}$, тогда масса углерода в исходной смеси $m_C = 0,1676 \cdot 12 = 2,011 \text{ г}$.

Масса исходной смеси составляет $m_0 = 1,68 \cdot 1,45 = 2,435 \text{ г}$, что соответствует сумме масс водорода и кислорода. Таким образом,

А и **Б** – углеводороды. Поскольку они не обесцвечивают бромную воду, можно предположить, это предельные углеводороды.

Предположим для начала, что это алканы и запишем уравнение реакции их сгорания в общем виде, обозначив **А** – C_xH_{2x+2} , **Б** – C_yH_{2y+2} :





По объёму газов можно найти их количества:

$$n(C_xH_{2x+2} = \frac{0,25}{22,4} = 0,0112 \text{ моль}; n(C_yH_{2y+2} = \frac{0,75}{22,4} = 0,0335 \text{ моль}.$$

В таком случае, по уравнению реакции сгорания получаем уравнение относительно количества вещества углекислого газа:

$$0,0112x + 0,0335y = 0,1676 \quad (1)$$

На основе объёмного соотношения (1 : 3), запишем уравнение относительно средней молярной массы смеси:

$$54,5 = Mr(C_xH_{2x+2}) \cdot 0,25 + Mr(C_yH_{2y+2}) \cdot 0,75,$$

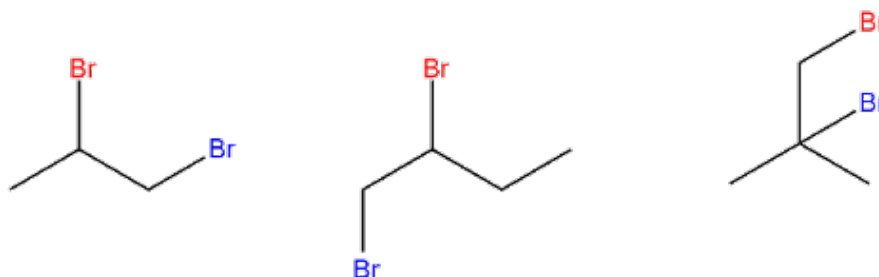
$$54,5 = (14x + 2) \cdot 0,25 + Mr(14y + 2) \cdot 0,75 \quad (2)$$

Решая систему из уравнений (1) и (2), получаем $x = 3$ и $y = 4$, то есть,

A = C₃H₈ (пропан), **B** = C₄H₁₀ (н-бутан).

После выдержки образца смеси над хлоридом алюминия плотность смеси не поменялась. Вероятно, это означает, что газ **B** — изомер **A** или **B**. Изомеризация возможна только для н-бутана: в системе с хлоридом алюминия устанавливается равновесие его изомеризации в 2-метилпропан (изобутан) — газ **B**.

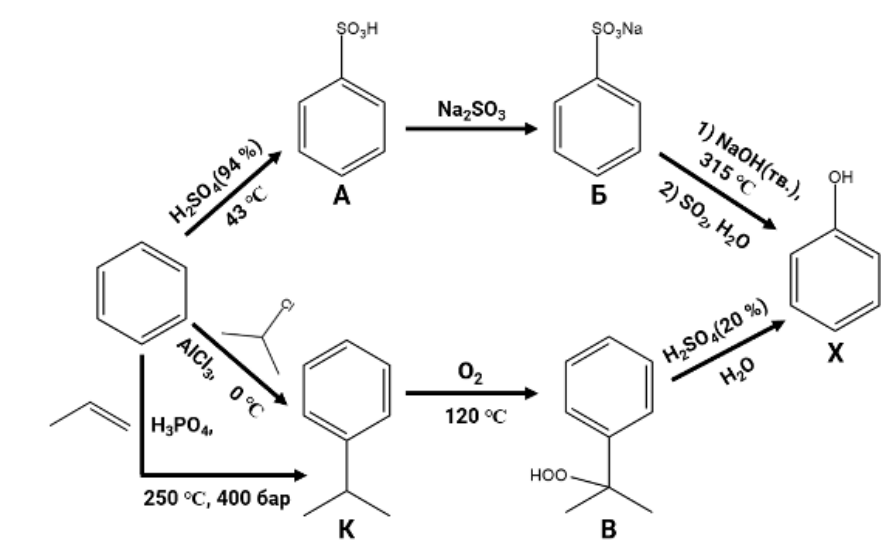
3. В каждом из веществ имеются по два типа неэквивалентных атомов водорода, поэтому каждое из веществ содержит два возможных положения для монозамещения (разные положения выделены разным цветом):



Задание 12

Сульфированием бензола концентрированной серной кислотой получают бензолсульфонокислоту (**A**), которая при взаимодействии с сульфитом натрия образует соответствующую соль (**B**). При сплавлении получившейся соли с твёрдым гидроксидом натрия и последующим пропусканием раствора сернистого газа получают фенол (**X**).

Другой способ получения фенола осуществляется через реакцию Фриделя-Крафтса: кумол (**K**) получают алкилированием бензола 2-хлорпропаном в присутствии кислоты Льюиса (хлорида алюминия) или пропаном (**Г**) в присутствии фосфорной кислоты. Окислением кумола в кислороде получают гидроперекись (**B**), которую затем обрабатывают разбавленной серной кислотой, получая фенол. Схема превращений:



Задание 13

1. Вычислим количество атомов чистого урана $N = \frac{1}{238} 6,02 \cdot 10^{23} = 2,53 \cdot 10^{21}$

$$t_{1/2} = \frac{\ln 2 \cdot N}{A} = \frac{\ln 2 \cdot 2,53 \cdot 10^{21}}{12,4 \cdot 10^3} = 1,4 \cdot 10^{17} \text{ с} = 4,5 \text{ млрд лет.}$$

2. Поскольку $m = \frac{m_0}{2^{t/t_{1/2}}}$, то $m_0 = m \cdot 2^{t/t_{1/2}}$, где $m = 0,1 \text{ г}$, t – время, соответствующее третьему столбцу. Из данных третьего столбца имеем:

$$\text{для А } t = 13,9 \text{ млрд лет} \rightarrow m_0(U) = 0,85 \text{ г}$$

$$\text{для Б } t = 14,1 \text{ млрд лет} \rightarrow m_0(U) = 0,88 \text{ г}$$

для В: $m_0(U) = \frac{N_0}{N_a} M = \frac{A t_{1/2}}{N_a \ln 2} \cdot 238 = \frac{10,3 \cdot 10^3 \cdot 4,5 \cdot 10^9 \cdot 365 \cdot 24 \cdot 60 \cdot 60}{6,02 \cdot 10^{23} \cdot \ln 2} \cdot 238 = 0,83 \text{ г}$ (N_a – число Авогадро).

Массу оксида В также можно найти, основываясь на активности образца чистого урана:

поскольку $A = \frac{N \ln 2}{t_{1/2}}$, активность прямо пропорциональна массе, откуда $\frac{A_1}{A_2} = \frac{m_1}{m_2}$, тогда подставляя значение активности, соответствующей массе чистого урана, находим: $m_0(U) = \frac{10,3}{12,4} = 0,83 \text{ г}$.

Зная массы исходные массы образцов оксидов (1,00 г) и массы урана в каждом из них, можно определить соответствующие массы кислорода:

$m(O) = 1,00 - m_0(U)$. Далее рассчитаем количество моль элементов в каждом оксиде: $n(O) = \frac{m(O)}{16}$, $n(U) = \frac{m_0(U)}{238}$. Если представить оксиды урана, как $U_a O_b$, то $\frac{b}{a} = \frac{n(O)}{n(U)} = \frac{\frac{m(O)}{16}}{\frac{m_0(U)}{238}}$.

Подставляя значения для всех оксидов, получаем: $\frac{b}{a}(A) = 2,63 \sim \frac{8}{3}$, $\frac{b}{a}(Б) = 2$, $\frac{b}{a}(В) = 3$.
А – U_3O_8 , Б – UO_2 , В – UO_3 .