

№11-1-98. Решение. Искомую величину - массовую долю соли в кристаллогидрате обозначим через x .

По условию задачи массовая доля соли в насыщенном растворе составляла $25/100+25$, и, следовательно, в растворе массой $m25/125$. После перекристаллизации из раствора выделились 32г кристаллогидрата. Таким образом, масса вновь полученного насыщенного раствора стала равна $m+8-32$ и в нем содержалась соль массой $(m+8-32)25/125$. В выделившемся из раствора кристаллогидрате содержалось $32x$ г безводной соли.

Составим уравнение, учитывая, что сумма масс - соли в массе m насыщенного раствора и 8 г добавленной соли - равна сумме масс соли оставшемся насыщенном растворе и выделившемся из раствора кристаллогидрате:

$$25/125m+8=25/125(m+8-32)+32x.$$

Решая уравнение, получим $x=0,4$.

Ответ. Массовая доля безводной соли в кристаллогидрате равна 0,4.

№ 11-2-98.. Решение: К 235г 20 %-ного нитрата меди прилили 150г 20,8%-ного раствора хлорида бария и полученный раствор подвергли электролизу с инертными электродами. Электролиз закончили, когда массовая доля нитрат- ионов стала равной 9,2%. Рассчитывайте массы продуктов, выделившихся на электродах, и количество электричества, прошедшего через раствор.

Решение.

$$\square(\text{Cu}(\text{NO}_3)_2)=235*0,2/188=0,25; \quad m(\text{NO}_3^-)=0,25* 262=31,0\text{r};$$

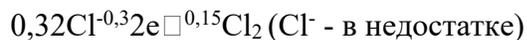
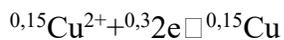
$$\square\square\square\square\square\square(\text{BaCl}_2)=150*0,208=0,15.$$

Масса раствора после электролиза равна

$$m(\text{NO}_3^-)/\square(\text{NO}_3^-)=31,0/0,092=337,0\text{r}.$$

За счет электролиза масса раствора уменьшилась на $\square m=235 + 150-337=48,0$ г. Для такого уменьшения массы электролиз должен был происходить в три этапа.

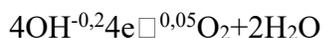
I этап. На катоде разряжаются ионы меди, на аноде - ионы хлора:



$\square m_1=m(\text{Cu})+m(\text{Cl}_2)= 0,15*64+0,15*71= 20,25\text{r}; \quad \square(e)= 0,3;$ в растворе осталось 0,1 моль ионов Cu^{+2} .

II этап. На катоде разряжаются ионы меди, на аноде – ионы OH^-





$$m_2 = m(\text{Cu}) + m(\text{O}_2) = 0,1 \cdot 64 + 0,05 \cdot 32 = 8,0 \text{ г}; u(e) = 0,2.$$

111 этап. Электролиз воды: на катоде разряжаются ионы Н
на аноде - ионы ОН⁻:

Масса воды, подвергшейся электролизу по уравнению $2\text{H}_2\text{O} = 2\text{H}_2 + \text{O}_2$:

$$m_3 = 48 - 20,25 - 8,0 = 19,8 \text{ г}, \quad n(\text{H}_2\text{O}) = 19,8 / 18 = 1,1 = n(\text{H}_2). \quad n(e) = 2,2.$$

Таким образом, на катоде выделилось $(0,15 + 0,1) \cdot 64 = 16,0 \text{ г}$ Си и $1,1 \cdot 2 = 2,2 \text{ г}$ H₂, на аноде - $0,15 \cdot 71 = 10,6 \text{ г}$ Cl₂ и $(0,05 + 0,55) \cdot 32 = 19,2 \text{ г}$ O₂. Через раствор прошло $(0,3 + 0,2 + 2,2) = 2,7$ моль электронов зарядом $2,7 \cdot 96500 = 260550 \text{ Кл}$.

Ответ. Катод: 16,0г Си, 2,2г H₂; анод: 10,6г Cl₂, 19,2г O₂. Q=260550Кл.

№ 11-3-98 Решение:

В состав исходного вещества X входят натрий (желтое окрашивание пламени горелки, опыт а) и йод (образование желтой соли серебра, выпадающей в осадок в азотнокислом растворе и растворимой лишь в присутствии сильных комплексообразователей - ионов CN⁻ или S₂O₃²⁻, опыт а). Однако вещество X не может быть NaI, так как при действии сернистой кислоты это соединение не способно выделять йод (темно-коричневое окрашивание в опыте б). Вероятно, в состав вещества X входит кислород. Описанные в пунктах б) и г) превращения подтверждают, что вещество X является солью кислородсодержащей кислоты, причем в анион этой кислоты входит йод. Следовательно, можно предположить, что вещество X - это соль NaIO_x. Как диоксид серы, так и йодиды окисляются солями NaIO_x, при этом в обоих случаях выделяется свободный йод I₂ (либо образуется раствор, содержащий комплексный ион I₃⁻). Окраска йода исчезает при действии восстановителей (SO₂ или Na₂S₂O₃).

По условию задачи водный раствор вещества А имеет нейтральную реакцию, значит, соль NaIO_x образована сильной кислотой. Такой кислотой может быть йодноватая или полная кислота, и соответственно вещество X может иметь формулу NaIO₃ (молярная масса M= 197,90 г/моль) или NaIO₄ (M=213,90 г/моль). Для этих солей с указанными реагентами возможны следующие реакции:

№11-4-98. Решение:

Общая формула неизвестной соли NaCl_x, где x=1/4. Уравнение окисления йодида калия имеет общий вид:

$$0,012/x \quad 0,012$$

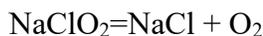


$$\nu(\text{I}_2) = m/M = 3,05/254 = 0,012 \text{ моль}, \quad \nu(\text{NaClO}_x) = 0,012/x \text{ моль}.$$

С другой стороны, $\nu(\text{NaClO}_4) = m/M = 0,5437(23+35,5+16x)$ моль. Из уравнения

$$0,012/x = 0,5437/(23+35,5+16x) \text{ находим } x = 2. \text{ Искомая соль - хлорит натрия } \text{NaClO}_2.$$

Все кислородосодержащие соли хлора при сильном нагревании разлагаются на хлорид и кислород:



Из 1 моля NaClO_2 (90,5г) образуется 1 моль NaCl (58,5г).

Потеря массы составляет 32г, или $32/90,5 \cdot 100\% = 35,4\%$.

Ответ: NaClO_2 . Потеря массы 35,4%.

№11-5-98 респ.

$\text{CH}_4 - \text{CH} = \text{CH}_2 + \text{H}_2$, о C_3H_8

Пусть $\nu(\text{C}_3\text{H}_6) = x$, $\nu(\text{H}_2) = 1-x$, тогда масса смеси равна

$$42x + 2(1-x) = 2 - 15 = 30, \text{ откуда } x = 0,7, \text{ т.е. } \nu(\text{C}_3\text{H}_6) = 0,7, \nu(\text{H}_2) = 0,3.$$

Давление уменьшилось на 25% при неизменных температуре и объеме за счет уменьшения на 25% числа молей в результате реакции. Пусть y молей H_2 вступило в реакцию, тогда после реакции осталось: $\nu(\text{C}_3\text{H}_6) = 0,7-y$, $\nu(\text{H}_2) = 0,3-y$, $\nu(\text{C}_3\text{H}_8) = y$, $\nu_{\text{общ.}} = 0,75 = (0,7-y) + (0,3-y) + y$, откуда $y = 0,25$. Теоретически могло образоваться 0,3 моль C_3H_8 (H_2 - в недостатке), поэтому выход равен $0,25/0,3 = 0,833 = 83,3\%$.

Константа равновесия при данных условиях равна:

$$K_p = \nu(\text{C}_3\text{H}_8) / \nu(\text{C}_3\text{H}_6) \cdot \nu(\text{H}_2) = 0,25 / (0,45 \cdot 0,05) = 11,1$$

2) Пусть во втором случае $\nu(\text{C}_3\text{H}_6) = a$, $\nu(\text{H}_2) = 1-a$, тогда масса

смеси равна $42a + 2(1-a) = 2 - 16 = 32$, откуда, $a = 0,75$, т.е.

$\nu(\text{C}_3\text{H}_6) = 0,75$, $\nu(\text{H}_2) = 0,25$. Пусть в реакцию вступило b

молей H_2 . Это число можно найти из условия неизменности

константы равновесия:

$K_p = \nu(\text{C}_3\text{H}_8) / \nu(\text{C}_3\text{H}_6) \cdot \nu(\text{H}_2) = b / (0,75-b) \cdot (0,25-b) = 11,1$ Из двух корней данного квадратного уравнения выбираем корень, удовлетворяющий условию: $0 < b < 0,25$, т.е. $b = 0,214$. Общее число молей газов после реакции равно $\nu = (0,75 - 0,214) + (0,25 - 0,214) + 0,214 = 0,786$, т.е. оно уменьшилось на 21,4% по сравнению с исходным

количеством (1 моль). Давление пропорционально числу молей, поэтому оно также уменьшилось на 21,4%. Ответ. Выход C_3H_8 -83,3%. Давление уменьшится на 21,4%.

№ 11-6-98. Решение: По данным элементного анализа, массовая доля углевода в неизвестном углеводе X равна 96,43%. Этот углеводород обладает слабыми кислотными свойствами и может образовать соль Y, в которой массовая доля металла равна 70,17%. Определите молекулярную и структурную формулы веществ X и Y. Напишите уравнение превращения X в Y и уравнение полного гидрирования.

По данным элементного анализа можно установить простейшую формулу углеводорода C_xH_y .

$$x:y = (96,43/12):(3,57/1)=2,251=9:4.$$

Простейшая формула – C_9H_4 . Это - необычная формула. Нужно определить структуру этого соединения. Предположим, что простейшая формула совпадает с истиной. Согласно условию, углеводород содержит по крайней мере одну тройную связь на конце цепи, а всего тройных связей, судя по степени ненасыщенности, - четыре. Сколько из них концевых? От одной до четырех. Точно можно сказать только тогда, когда мы установим формулу соли. Возможные варианты строения исходного углеводорода, соответствующие разному числу концевых тройных связей:

В зависимости от количества этинильных групп - $C\equiv CH$, на металл может заместиться от одного до четырех атомов водорода. Общая формула соли: $C_9H_{4-n}M_n$, где n- число замещенных атомов водорода. Согласно этой формуле, массовая доля металла равна (Атомная масса металла):

$$0,7017=n A/(9 \cdot 12+(4-n)+nA),$$

$$\text{откуда } A=(112-n)/(0,425n).$$

Перебором n от 1 до 4 убеждаемся, что возможны два решения:

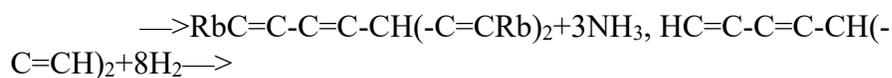
1) n=3, A=85,4(рубидий). Углеводород имеет три этинильные

группы и описывается структурной формулой

$HC\equiv C-C\equiv C-CH(-C\equiv CH)_2$. При действии амида рубидия должна образоваться соль

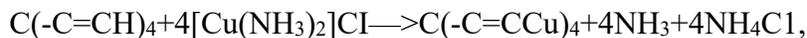
$RbC\equiv C-C\equiv C-CH(-C\equiv CRb)_2$. Уравнения реакций:





2) $n=4$, $A=63,5$ (медь). Углеводород имеет четыре этильные группы (его можно назвать тетраэтилиметан) и описывается структурной формулой $\text{C}(-\text{C}=\text{CH})_4$. При действии аммиачного раствора хлорида меди (1) должна образоваться соль $\text{C}(-\text{C}=\text{CCu})_4$.

Уравнения реакций:



Ответ. 1) $\text{HC}=\text{C}-\text{C}=\text{C}-\text{CH}(-\text{C}=\text{CH})_2$ и C_9HRb_3 ; 2) $\text{C}(-\text{C}=\text{CH})_4$ и C_9Cu_4 .

№ 11-7-98. Решение:

$$1. M(M_{\text{ср. смеси}}) = 2 \cdot 14,4 = 28,8.$$

Из рассмотрения величины M и реакционной способности

углеводородов следует, что смесь может состоять из

$\text{HC} \square \text{CH}$ ($M=26$) и $\text{CH}_3-\text{C} \square \text{CH}$ ($M=40$)



3. В соответствии с (11) и (12) и с учетом избытка водорода количества веществ перед каталитическим гидрированием: $V_{\text{СМЕСИ}}=11,2\text{л}/2=5,6\text{л}$ или $n_{\text{СМЕСИ}}=0,25\text{моль}$;

$$26x+40*(0,25-x)=28*0,25; \quad x=0,2$$

$$n_{\text{C}_2\text{H}_2}=0,2\text{моль}; \quad n_{\text{C}_3\text{H}_4}=0,05$$

Перед гидратацией:

$$n_{\text{СМЕСИ}}=16,8\text{л}/22,4\text{л/моль}=0,75\text{ моль};$$

$$n_{\text{AgNO}_3}=C*V=1\text{моль/л}*0,07\text{л}=0,07\text{ моль}.$$

В соответствии с (3):

$$n_{\text{Ag}_2\text{O}}=0,035\text{ моль};$$

$$n_{\text{D}_8\text{BГ}}=T/M=9,4\text{г}/188\text{г/моль}=0,05\text{ моль}.$$

В соответствии с (10), (7) и (5): непрореагировавшего Ag_2O $n=0,025\text{ моль}$;
прореагировало Ag_2O $n=0,035-0,025=0,01\text{ моль}$ С учетом разбавления количества веществ: $n(\text{CH}_3\text{CHO})=n(\text{C}_2\text{H}_2)=0,35\text{ моль}$;

	гидратирование	гидрирование всего	
C_2H_2 :	0,35 моль	0,20 моль	0,55 моль
C_3H_4 :	0,15 моль	0,05 моль	0,20 моль

$$l=0,75\text{ моль};$$

Объемные доли компонентов (в %): $\text{C}_2\text{H}_2=0,55\text{ моль}/0,75\text{ моль} * 100=73,33\%$; $\text{C}_3\text{H}_4=0,20\text{ моль}/0,75\text{ моль} * 100=26,67\%$; $\text{C}_3\text{H}_4=0,15\text{ моль}/0,20\text{ моль} * 100=75,0\%$.