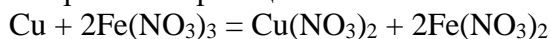


Решения задач модуля №3

1. Уравнение реакции:



Найдём исходные количества веществ.

$$n(\text{Cu}) = 13,2 : 64 = 0,206 \text{ моль}$$

$$m(\text{Fe}(\text{NO}_3)_3) = 300 \cdot 0,112 = 33,6 \text{ г}, n(\text{Fe}(\text{NO}_3)_3) = 33,6 : 242 = 0,139 \text{ моль}$$

Пусть в реакцию вступило x моль меди и, соответственно, $2x$ моль нитрата железа. Тогда в растворе стало x моль $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$ и $0,139 - 2x$ моль $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3$.

Массы этих веществ $188x$ и $242(0,139 - 2x)$ г соответственно.

Если в растворе равны массовые доли веществ, то равны и их массы.

$$188x = 242(0,139 - 2x), \text{ отсюда } x = 0,05.$$

$$\text{Тогда количество оставшейся меди } 0,206 - 0,05 = 0,156; m(\text{Cu}) = 0,156 \cdot 64 = 9,98 \text{ г}$$

$$2. 1. \text{ Масса полученного сплава: } m = 0,68 \cdot 28,35 = 19,28 \text{ г}$$

$$m(\text{Au}) = 19,28 \cdot 0,646 = 12,45 \text{ г}, n(\text{Au}) = 12,45 : 197 = 0,0632 \text{ моль}$$

$$m(\text{Ag}) = 19,28 - 12,45 = 6,83 \text{ г}, n(\text{Ag}) = 0,0632 \text{ моль}, n(\text{Au}) : n(\text{Ag}) = 1 : 1.$$

2. Свинец, поскольку материя не исчезает, очевидно, вошёл в состав вещества А и затем в состав В.

Попробуем вывести состав В. Если в состав вещества входит:

- 1 атом хлора, $\Rightarrow M(\text{B}) = 35,5 : 0,405 = 87,65$, но при такой молярной массе вещество не может содержать свинец;

- 2 атома хлора, $\Rightarrow M(\text{B}) = 71 : 0,405 = 175,3$ — аналогично;

- 3 атома хлора, $\Rightarrow M = 263,0$; вычитаем 3 атома хлора, остаётся $156,5$ — тоже не может быть свинца;

- 4 атома хлора, $\Rightarrow M = 142 : 0,405 = 351$; вычитаем 4 атома хлора, получаем 209 ; если вычесть атомную массу свинца (207), то останется 2 , что может соответствовать 2 атомам водорода, тем более, что вещество получено растворением А в концентрированной HCl. Тогда получаем формулу вещества В - $\text{H}_2[\text{PbCl}_4]$. Этот комплекс может быть получен растворением хлорида свинца, свойства которого соответствуют свойствам вещества А. 3. Реакция 2:

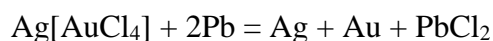


Если, вступая в реакцию 1, свинец образовал хлорид, то в состав вещества X должен был входить хлор.

$$m(\text{PbCl}_2) = 1,24 \cdot 28,35 = 35,154 \text{ г}; n(\text{PbCl}_2) = 0,1265 \text{ моль}, \text{ а атомов хлора в нём } 0,253 \text{ моль.}$$

$$n(\text{Cl}) : n(\text{Au}) = 0,253 : 0,0632 = 4. \text{ Тогда состав вещества X - } \text{Ag}[\text{AuCl}_4].$$

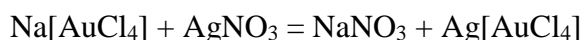
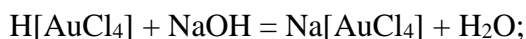
4. Реакция 1:



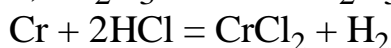
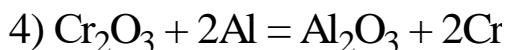
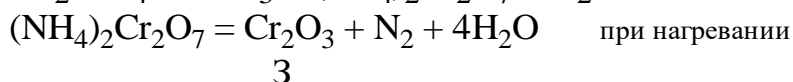
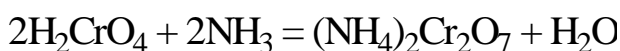
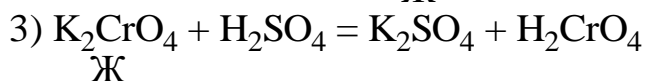
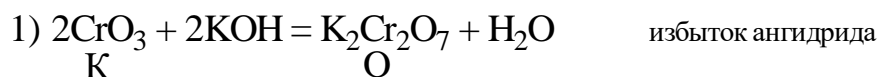
Проверим, соответствует ли стехиометрия реакции условию задачи.

$n(\text{Ag}[\text{AuCl}_4]) = 28,35 : 447 = 0,063$ моль, $n(\text{Pb}) = 0,93 \cdot 28,35 : 207 = 0,127$ моль = $2n(\text{Ag}[\text{AuCl}_4])$, что соответствует уравнению.

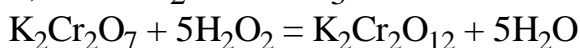
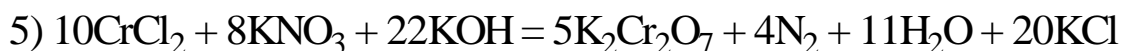
5. Возможный способ синтеза X:



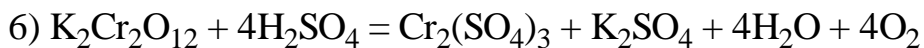
3.



При охлаждении до 0°C без доступа воздуха выпадает голубой $\underset{\text{Г}}{\text{CrCl}_2} \cdot 6\text{H}_2\text{O}$



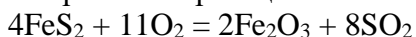
При охлаждении до 0°C выпадают взрывчатые синие кристаллы $\underset{\text{С}}{\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_{12}} \cdot 2\text{H}_2\text{O}$



Из раствора кристаллизуются фиолетовые квасцы $\underset{\text{Ф}}{\text{KCr}(\text{SO}_4)_2} \cdot 12\text{H}_2\text{O}$

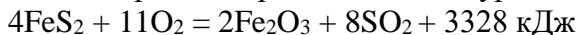
Решения задач модуля №4

1. Уравнение реакции:



В соответствии со следствием из закона Гесса, $\Delta_r H = 2\Delta_f H(\text{Fe}_2\text{O}_3) + 8\Delta_f H(\text{SO}_2) - 4\Delta_f H(\text{FeS}_2)$
 $= 8*(-297) + 2*(-824) - 4*(-174) = -3328$ кДж.

Таким образом, термохимическое уравнение имеет вид:



Это означает, что 3328 кДж теплоты выделяется при образовании 2 моль Fe_2O_3 ;

$$832 \text{ кДж} \text{ ----- } x \text{ моль}$$

Отсюда $x = 832*2 : 3328 = 0,5$ моль; $m(\text{Fe}_2\text{O}_3) = 0,5 \text{ моль} * 160 \text{ г/моль} = 80 \text{ г}$.

2. При начальной температуре (T_1) для реакции $\text{H}_2 + \text{I}_2 \leftrightarrow 2\text{HI}$ константа равновесия

$$K_1 = \frac{6^2}{3*0,8} = 15$$

Увеличение константы равновесия при температуре T_2 означает, что в реакцию вступило некоторое дополнительное количество (x моль) водорода и иода, и образовалось (по уравнению реакции) дополнительно $2x$ моль иодоводорода:

$$K_2 = \frac{(6 + 2x)^2}{(3 - x)(0,8 - x)} = 30$$

Решив это уравнение (приближённо; в химических задачах далеко не всегда корень из дискриминанта извлекается нацело!), получим $x_1 = 0,275$; $x_2 = 5,03$. Смыслу задачи соответствует первый корень, так как x не может быть больше 0,8 (иначе количество одного из веществ в равновесной смеси станет отрицательным).

Тогда $n(\text{HI}) = 6 + 2*0,275 = 6,55$ моль; $n(\text{H}_2) = 3 - 0,275 = 2,725$ моль; $n(\text{I}_2) = 0,8 - 0,275 = 0,525$ моль.

На всякий случай полезно сделать проверку:

$$K_2 = \frac{6,55^2}{2,725*0,525} = 29,99 \text{ (практически } 30).$$

3. 1) Сложных эфиров с такой молекулярной формулой существует несколько. Из всех одноосновных карбоновых кислот реакцию серебряного зеркала даёт только муравьиная, соль которой образуется при омылении эфиров муравьиной кислоты. Значит, для опыта был взят эфир муравьиной кислоты. Тогда остаток спирта содержит 3 атома углерода.

Таких предельных одноатомных спиртов два: пропанол-1 и пропанол-2. Из них до кетона окисляется пропанол-2. Следовательно, для опыта был взят изопропилформиат.

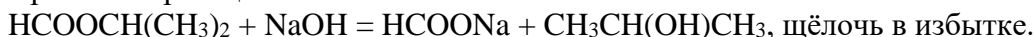
2) Исходное количество вещества сложного эфира: $n_0(\text{C}_4\text{H}_8\text{O}_2) = 0,88 \text{ г} : 88 \text{ г/моль} = 0,01$ моль.

Исходная концентрация сложного эфира: $c_0(\text{C}_4\text{H}_8\text{O}_2) = 0,01 \text{ моль} : 0,1 \text{ л} = 0,1 \text{ моль/л}$.

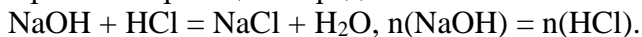
Исходное количество вещества щёлочи: $n_0(\text{NaOH}) = 0,4 \text{ моль/л} \cdot 0,05 \text{ л} = 0,02$ моль.

Исходная концентрация щёлочи: $c_0(\text{NaOH}) = 0,02 \text{ моль} : 0,1 \text{ л} = 0,2 \text{ моль/л}$.

Уравнение реакции омыления:



Уравнение реакции определения оставшейся через час щёлочи:



Количество вещества HCl , вступившей в реакцию при 20°C :

$$n(\text{HCl}) = 0,018 \text{ л} \cdot 0,1 \text{ моль/л} = 0,0018 \text{ моль.}$$

Количество вещества щёлочи в пробе при 20°C : $n(\text{NaOH}) = n(\text{HCl}) = 0,0018$ моль.

Так как объём реакционной смеси в колбе в 10 раз больше объёма пробы, то в пробе при 20°C через час содержалось 0,018 моль щёлочи. Значит, за час при этой температуре израсходовалось $0,02 - 0,018 = 0,002$ моль NaOH и, в соответствии с уравнением реакции омыления, столько же эфира.

Через час при 20°C $n(\text{C}_4\text{H}_8\text{O}_2) = 0,01 - 0,002 = 0,008$ моль;

$c(\text{C}_4\text{H}_8\text{O}_2) = 0,008 \text{ моль} : 0,1 \text{ л} = 0,08 \text{ моль/л}$.

Согласно определению скорости химической реакции, $v = \pm \Delta c / \Delta t$, знак «минус» берётся, если скорость определяют по исходному веществу, а «плюс» - по продукту реакции.

Вычислим её, например, по изменению концентрации эфира.

$v_{20^\circ} = -(0,08 - 0,1) \text{ моль/л} : 60 \text{ мин} = 3,3 \cdot 10^{-4} \text{ моль/(л} \cdot \text{мин)}$.

Аналогично вычислим скорость реакции при 40°C.

Количество вещества HCl, вступившей в реакцию при 40°C:

$n(\text{HCl}) = 0,0102 \text{ л} \cdot 0,1 \text{ моль/л} = 0,00102 \text{ моль}$.

Количество вещества щёлочи в пробе при 40°C: $n(\text{NaOH}) = n(\text{HCl}) = 0,00102 \text{ моль}$.

В пробе при 40°C через час содержалось 0,011 моль щёлочи. Значит, за час при этой температуре израсходовалось $0,02 - 0,0102 = 0,0098$ моль NaOH и, в соответствии с уравнением реакции омыления, столько же эфира.

Через час при 40°C $n(\text{C}_4\text{H}_8\text{O}_2) = 0,01 - 0,0098 = 0,0002 \text{ моль}$;

$c(\text{C}_4\text{H}_8\text{O}_2) = 0,0002 \text{ моль} : 0,1 \text{ л} = 0,002 \text{ моль/л}$.

$v_{40^\circ} = -(0,002 - 0,1) \text{ моль/л} : 60 \text{ мин} = 1,6 \cdot 10^{-3} \text{ моль/(л} \cdot \text{мин)}$.

3) Требуется вычислить температурный коэффициент скорости реакции омыления (γ).

$v_2/v_1 = \gamma^{(T_2-T_1)/10}$, отсюда $\gamma^2 = v_{40^\circ}/v_{20^\circ} = 1,6 \cdot 10^{-3} : 3,3 \cdot 10^{-4} = 4,85$, $\gamma = 2,2$.