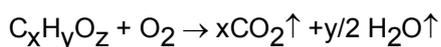


10 класс

Задача 1.



$$M_{cp}(H_2O, CO_2) = \frac{m \cdot R \cdot T}{P \cdot V} =$$

$$= \frac{\rho \cdot R \cdot T}{P} = \frac{1 \cdot 10^3 \frac{\text{г}}{\text{м}^3} \cdot 8,314 \frac{\text{Дж}}{\text{моль} \cdot \text{К}} \cdot 473 \text{К}}{113,3 \cdot 10^3 \text{Па}} = 34,71 \frac{\text{г}}{\text{моль}}.$$

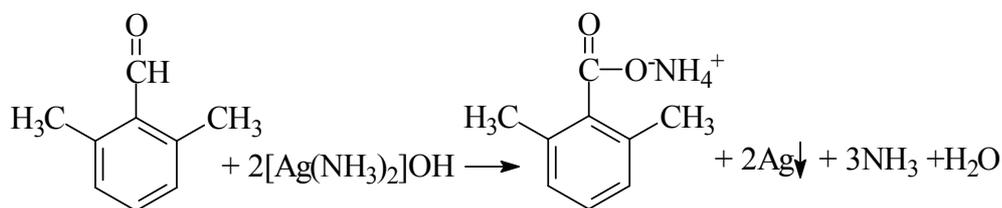
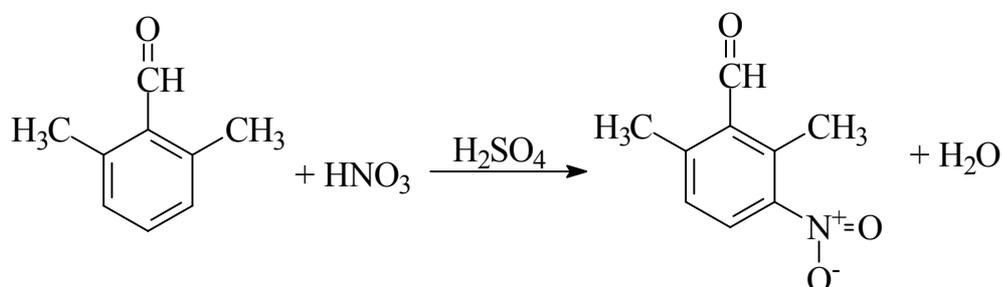
С другой стороны:

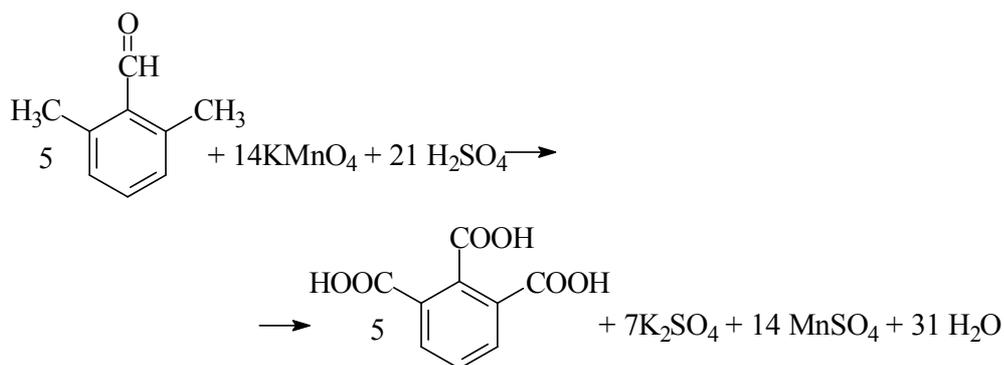
$$M_{cp}(H_2O, CO_2) = \frac{n(H_2O) \cdot M(H_2O) + n(CO_2) \cdot M(CO_2)}{n(H_2O) + n(CO_2)} =$$

$$= \frac{y/2 \cdot 18 + x \cdot 44}{y/2 + x} = 34,71.$$

Откуда $x=0,9y$, т.е. $n(C):n(H) = 9:10$.

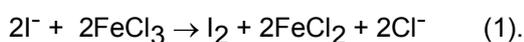
Из девяти атомов углерода шесть входят в состав ароматической системы, один – в состав альдегидной группы (реакция с $[Ag(NH_3)_2OH]$) и два атома находятся в метильных группах (при окислении $-CH_3 \rightarrow -COOH$ не происходит выделения CO_2). Существует шесть диметилбензойных альдегидов, различающихся положением метильных групп относительно альдегидной группы (-2,3; -2,4; -2,5; -2,6; -3,4; -3,5). Из них только один изомер (-2,6) дает единственное мононитропроизводное (с учетом правил ориентации и симметрии молекулы):





Задача 2.

Окисление йодидов сопровождается выделением йода: $2\text{I}^- - 2\text{e}^- \rightarrow \text{I}_2$; при этом железо(III) восстанавливается до железа(II): $\text{Fe}^{3+} + \text{e}^- \rightarrow \text{Fe}^{2+}$. Природа и степень окисления металла, входящего в состав соли не имеет значения и суммарное уравнение реакции можно записать следующим образом:



Окисление йодидов перманганатом протекает по следующему уравнению реакции: $10\text{I}^- + 2\text{KMnO}_4 + 8\text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow 2\text{MnSO}_4 + 5\text{I}_2 + \text{K}_2\text{SO}_4 + 5\text{SO}_4^{2-} + 8\text{H}_2\text{O}$ (2).

С помощью реакции (1) найдем количество йодидов в исходном образце, а затем вычислим количество вещества перманганата калия, требуемого для окисления йодидов. Для этого воспользуемся следующим условием. На окисление йодида требуется 25г насыщенного раствора хлорида железа(III). Известно,

что 192г насыщенного раствора содержат 92г FeCl_3 ,

тогда 25г содержат x г FeCl_3 .

$192/25=92/x$. Из пропорции находим: $x=11,98$ г. Т.е. для окисления йодида требуется 11,98г или $11,98/162,5=0,07372$ моль хлорида железа(III). Из уравнения реакции (1) видно, что в исходном образце содержится такое же количество вещества йодида металла $n(\text{I}^-)=0,07372$ моль.

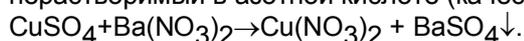
В соответствии с уравнением (2) на окисление йодидов требуется в пять раз меньше перманганата калия, т.е. $0,07372/5=0,01474$ моль KMnO_4 массой $0,01474 \cdot 158=2,3289$ г. Массу 5%-ного раствора рассчитаем по формуле: $m(\text{р-ра}) = m(\text{KMnO}_4) \cdot 100\% / \omega\% = 2,3289 \cdot 100/5=46,578$ г.

Задача 3.

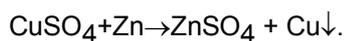
Медный купорос представляет собой твердое вещество синего цвета, не имеющее запаха, растворимое в воде. Для доказательства состава необходимо показать наличие в нем ионов меди, сульфат-ионов и кристаллизационной воды.

Нагревание медного купороса сопровождается отщеплением кристаллизационной воды, кристаллы постепенно теряют синюю окраску и становятся серовато-белыми. Пары воды могут быть сконденсированы в бесцветную жидкость без запаха: $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{CuSO}_4 + 5\text{H}_2\text{O}$.

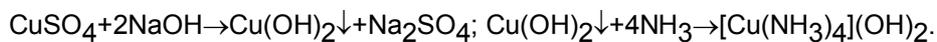
При действии на водный раствор медного купороса раствором нитрата бария выпадает белый осадок, нерастворимый в азотной кислоте (качественная реакция на сульфат-ионы):



При опускании цинковой или медной пластинки в раствор медного купороса образуется покрытие ярко-красного цвета (металлическая медь):



При действии щелочи на раствор медного купороса выпадает голубой осадок гидроксида меди, растворимый в водном растворе аммиака с образованием ярко-синего раствора:



При пропускании газообразного сероводорода через водный раствор медного купороса образуется черный осадок: $\text{CuSO}_4 + \text{H}_2\text{S} \rightarrow \text{CuS} \downarrow + \text{H}_2\text{SO}_4$.

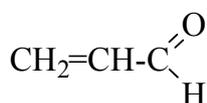
Задача 4.

Установим простейшую форму органического вещества $\text{C}_x\text{H}_y\text{O}_z$.

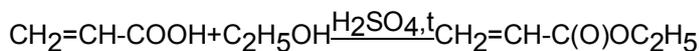
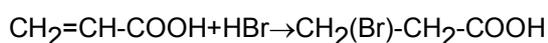
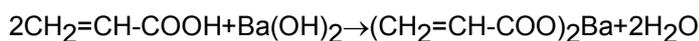
$$x : y : z = \omega(\text{C})/12 : \omega(\text{H})/1 : \omega(\text{O})/16 =$$

$$= 50/12 : 5,56/1 : 44/16 = 4,17 : 5,56 : 2,78 = 1,5 : 2 : 1 = 3 : 4 : 2.$$

Простейшая формула органического вещества $\text{C}_3\text{H}_4\text{O}_2$.



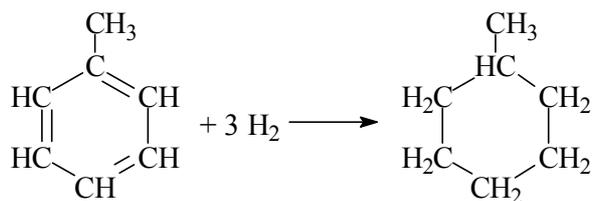
Рассмотрение химических свойств этого вещества, приведенных в условии задачи, позволяет заключить, что это – акриловая кислота:



10 класс

Задача 1.

Толуол гидрируется до метилциклогексана:



Величины, относящиеся к исходному состоянию системы, обозначим индексом «1», а к конечному – индексом – «2».

Вычислим, во сколько раз в исходной смеси было больше водорода, чем толуола:

$$n_1(\text{H}_2)/n_1(\text{толуол})=83,3/(100-83,3)=5.$$

Пусть $n_1(\text{толуол})=a$, тогда $n_1(\text{H}_2)=5 \cdot a$. Примем, что выход реакции равен x . Толуол находится в смеси в недостатке, его вступит в реакцию с учетом выхода $n(\text{толуол})_{\text{вст}}=a \cdot x$; количество вещества, вступающего в реакцию водорода и образующегося метилциклогексана определяется стехиометрическими соотношениями: $n(\text{H}_2)_{\text{вст}}=3 \cdot n(\text{толуол})_{\text{вст}}=3 \cdot a \cdot x$; $n(\text{метилциклогексан})=n(\text{толуол})_{\text{вст}}=a \cdot x$. Остатки не вступивших в реакцию веществ составят:

$$n_2(\text{толуол})=n_1(\text{толуол})-n(\text{толуол})_{\text{вст}}=a-a \cdot x=a \cdot (1-x);$$

$$n_2(\text{H}_2)=n_1(\text{H}_2)-n(\text{H}_2)_{\text{вст}}=5 \cdot a-3 \cdot a \cdot x.$$

По условию задачи: $T_2=1,2T_1$; $P_2=P_1/1,3$. При $V=\text{const}$ справедливо:

$$n_1(\text{смеси})/n_2(\text{смеси})=T_2P_1/T_1P_2; \quad n_1(\text{смеси})/n_2(\text{смеси})=1,2 \cdot T_1 \cdot 1,3 \cdot P_1/(T_1 \cdot P_1);$$

$$n_1(\text{смеси})/n_2(\text{смеси})=1,56.$$

Выразим суммарные количества веществ до и после реакции:

$$n_1(\text{смеси})=n_1(\text{толуол})+n_1(\text{H}_2)=a+5a=6a;$$

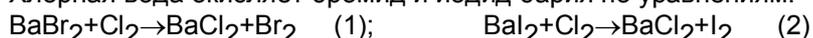
$$n_2(\text{смеси})=n_2(\text{толуол})+n_2(\text{H}_2)+n(\text{метилциклогексан})=$$

$$=a \cdot (1-x)+a \cdot (5-3 \cdot x)+a \cdot x=6 \cdot a-3 \cdot a \cdot x.$$

Составим уравнение: $6 \cdot a/(6 \cdot a-3 \cdot a \cdot x)=1,56$; откуда $x=0,718$ или 71,8%.

Задача 2.

Хлорная вода окисляет бромид и иодид бария по уравнениям:



Примем, что $n(\text{BaBr}_2)=x$ моль; $n(\text{BaI}_2)=y$ моль. Из уравнений (1) и (2) видно, что количество вещества BaCl_2 , образующегося в этих реакциях, равно сумме количеств веществ BaBr_2 и BaI_2 .

Выразим массы веществ по формуле $m=M \cdot n$:

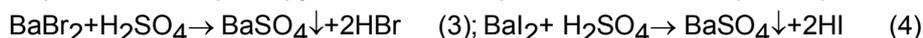
$$m(\text{BaBr}_2)=297x; \quad m(\text{BaI}_2)=391y; \quad m(\text{BaCl}_2)=208(x+y).$$

По условию задачи:

$$[m(\text{BaBr}_2)+m(\text{BaI}_2)]/m(\text{BaCl}_2)=1,729; \quad [297x+391y]/[208(x+y)]=1,729.$$

Преобразуя это выражение, получаем: $x=0,5y$.

Серная кислота реагирует с солями бария, осаждая малорастворимый BaSO_4 :

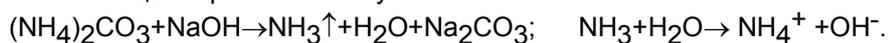


Суммарное количество вещества BaSO_4 , образующегося в реакциях (3) и (4) равно суммарному количеству солей бария в исходной смеси, т.е. $(x+y)$, или, с учетом ранее полученного, $0,5y+y=1,5y$. Выразив массы BaBr_2 и BaSO_4 через y , находим ответ задачи:

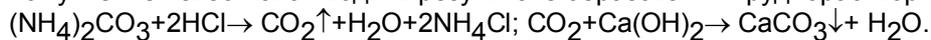
$$[m(\text{BaBr}_2)+m(\text{BaI}_2)]/m(\text{BaSO}_4)=[297 \cdot 0,5 \cdot y+391 \cdot y]/[233 \cdot 1,5 \cdot y]=1,54. \text{ Таким образом, масса осадка будет в } 1,54 \text{ раза меньше массы исходной смеси.}$$

Задача 3.

Анализируемая соль – карбонат аммония $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$. Первую часть раствора обработали избытком щелочи и нагрели. При этом выделился аммиак, водный раствор которого имеет щелочную среду и изменяет цвет красного лакмуса на синий.



Другую часть обработали соляной кислотой, при этом выделился углекислый газ, который вызывает помутнение известковой воды в результате образования труднорастворимого карбоната кальция.



Задача 4.

Вещество А – это 4-этилнитробензол.

