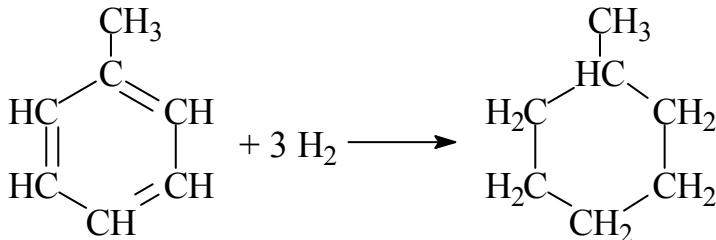


**Олимпиада «Будущие исследователи – будущее науки». Химия
Финальный тур 2011/2012.**

Вариант I

Решение

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:

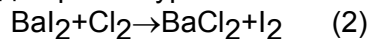
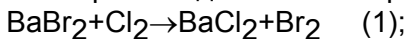
$$n_1(\text{смеси})=n_1(\text{толуол})+n_1(\text{H}_2)=a+5a=6a;$$

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

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

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

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: $x=0,5y$.

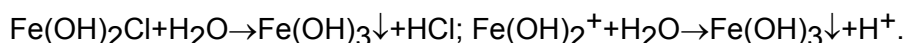
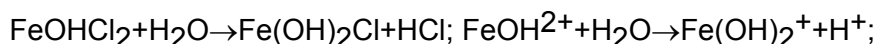
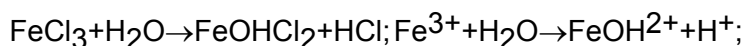
Серная кислота реагирует с солями бария, осаждая малорастворимый BaSO_4 :



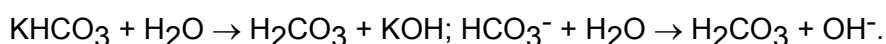
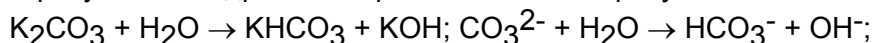
Суммарное количество вещества BaSO_4 , образующегося в реакциях (3) и (4) равно суммарному количеству солей бария в исходной смеси, т.е. $(x+y)$, или, с учетом ранее полученного, $0,5y+y=1,5y$. Выразив массы BaBr_2 и BaSO_4 через y , находим ответ задачи:

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

3. Лакмус приобретает красную окраску в кислом растворе, а синюю - в щелочном. Водный раствор хлорида железа(III) приобретает кислую среду в результате гидролиза соли и образования сильной кислоты HCl и слабого основания:

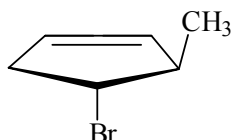


В результате гидролиза карбоната калия образуется слабая кислота и щелочь:



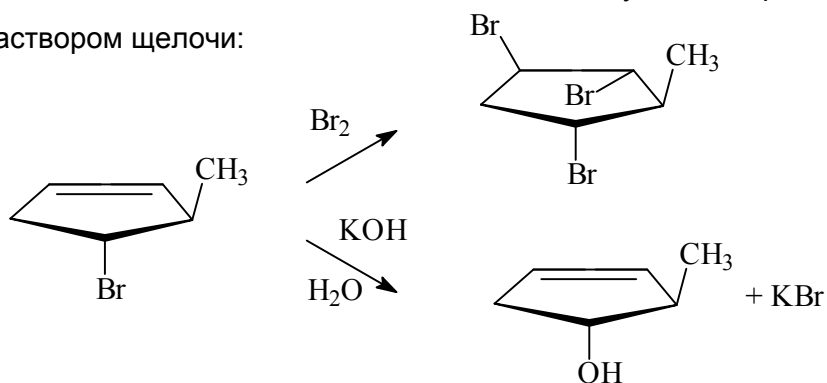
По этой причине раствор имеет щелочную реакцию.

4. Двойная связь в пятичленном цикле может иметь только *цис*-конфигурацию. Приставка «*транс*» означает взаимное положение атома Br и группы CH_3 .



Это вещество может вступать в реакцию с бромной водой и водным раствором щелочи:

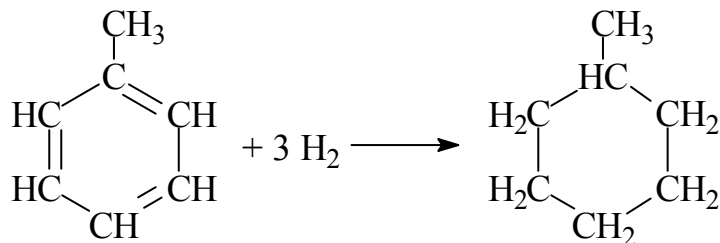
вступать в реакцию с бромной водой и водным раствором щелочи:



**Олимпиада «Будущие исследователи – будущее науки». Химия
Финальный тур 2011/2012.**

Вариант II

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:

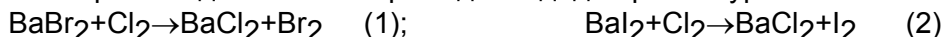
$$n_1(\text{смеси})=n_1(\text{толуол})+n_1(\text{H}_2)=a+5a=6a;$$

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

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

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

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 $m=M \cdot n$:

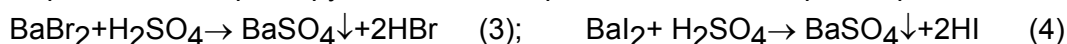
$$m(\text{BaBr}_2)=297x; \quad m(\text{BaI}_2)=391y; \quad m(\text{BaCl}_2)=208(x+y).$$

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: $x=0,5y$.

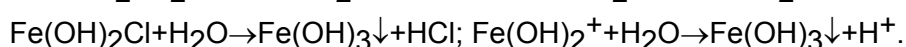
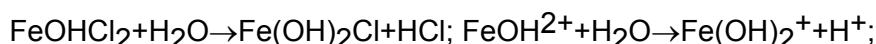
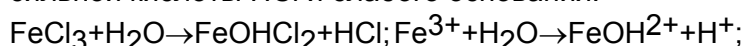
Серная кислота реагирует с солями бария, осаждая малорастворимый BaSO_4 :



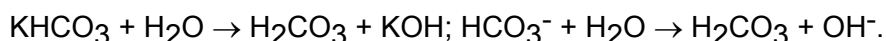
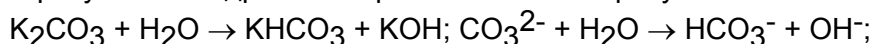
Суммарное количество вещества BaSO_4 , образующегося в реакциях (3) и (4) равно суммарному количеству солей бария в исходной смеси, т.е. $(x+y)$, или, с учетом ранее полученного, $0,5y+y=1,5y$. Выразив массы BaBr_2 и BaSO_4 через y , находим ответ задачи:

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

3. Лакмус приобретает красную окраску в кислом растворе, а синюю - в щелочном. Водный раствор хлорида железа(III) приобретает кислую среду в результате гидролиза соли и образования сильной кислоты HCl и слабого основания:

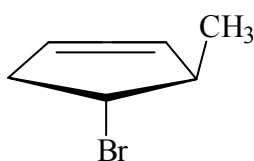


В результате гидролиза карбоната калия образуется слабая кислота и щелочь:



По этой причине раствор имеет щелочную реакцию.

4. Двойная связь в пятичленном цикле может иметь только *цис*-конфигурацию. Приставка «*транс*» означает взаимное положение атома Br и группы CH_3 .



Это вещество может вступить в реакцию с бромной водой и водным раствором щелочи:

