

МЕЖРЕГИОНАЛЬНАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ
"БУДУЩИЕ ИССЛЕДОВАТЕЛИ - БУДУЩЕЕ НАУКИ"

ШКОЛЬНЫЕ ХАРИТОНОВСКИЕ ЧТЕНИЯ

г.Саров 2023-2024 уч.г.

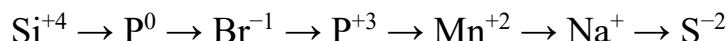
Тестирование по химии

9 класс

Задание №1. Какой объем воздуха (25°C, 9кПа) требуется для полного сгорания смеси массой 10.08 г, в которой содержится равное число атомов фосфора и серы.

22 балла

Задание №2. Запишите уравнения реакций, соответствующих превращениям:



30 баллов

Задание №3. В лаборатории имеется образец кристаллогидрата хлорида алюминия, содержащий примесь хлорида железа (III).

а) Предложите способ очистки хлорида алюминия от примеси хлорида железа (III), основанный на проведении химических реакций. Перечислите стадии очистки в необходимом порядке, укажите признаки протекаемых реакций.

б) Составьте химические уравнения, иллюстрирующие ход очистки.

28 баллов

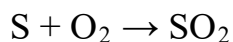
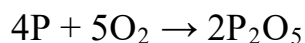
Задание №4. Сульфид массой 22 г, в состав которого входит металл в степени окисления +1, обработали избытком разбавленного раствора серной кислоты. Выделившийся газ пропустили через 100 г 24%-ного раствора гидроксида натрия, в результате чего получился раствор с равными молярными концентрациями соли и щелочи. Установите, какой металл входил в состав сульфида. Напишите уравнения протекающих реакций.

20 баллов

9 класс (решения)

Задание №1

1. Запишем уравнения протекающих реакций:



2. Найдем количество вещества фосфора и серы в исходной смеси. Так как в исходной смеси содержится равное число атомов фосфора и серы, то количество вещества серы и фосфора равны: $n(P) = n(S) = x$ моль.

Масса фосфора в смеси равна: $m(P) = n(P) \cdot M(P) = 31x$ г.

Аналогично, масса серы в смеси равна: $m(S) = 32x$ г.

Общая масса смеси равна: $(31x + 32x) = 63x = 10.08$ г.

Следовательно, в исходной смеси находилось по 0.16 моль фосфора и серы.

3. Для полного окисления фосфора потребуется 0.2 моль кислорода (из уравнения 1), для окисления серы – 0.16 моль кислорода (из уравнения 2).

Всего для полного сгорания смеси необходимо $0.2 + 0.16 = 0.36$ моль кислорода.

Используя уравнение Менделеева-Клапейрона, рассчитаем объем кислорода при указанных условиях:

$$V = \frac{nRT}{P} = \frac{0.36 \text{ моль} \cdot 8.314 \frac{\text{Дж}}{\text{моль} \cdot \text{К}} \cdot 298 \text{ К}}{95 \cdot 10^3 \text{ Па}} = 9.4 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3 = 9.4 \text{ л}$$

4. Учитывая, что объемная доля кислорода в воздухе равна 21%, находим объем воздуха:

$$V_{\text{воздуха}} = \frac{V_{\text{кислорода}}}{\varphi} = \frac{9.4}{0.21} = 44.76 \text{ л}$$

Примечание:

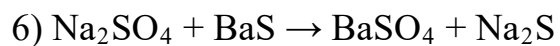
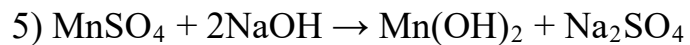
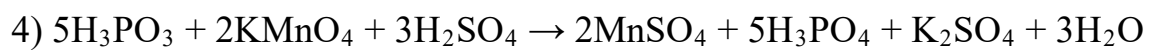
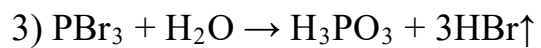
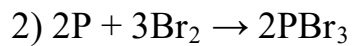
а) за составление уравнений – 4 балла (по 2 балла за каждое уравнение)

б) за нахождение мольного состава исходной смеси – 8 баллов

в) за расчет объема кислорода – 8 баллов

г) за определение объема воздуха – 2 балла

Итого: 22 балла

Задание №2**Примечание:**

за составление уравнений – 30 баллов (по 5 баллов за каждое уравнение)

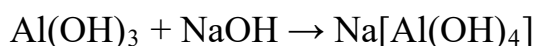
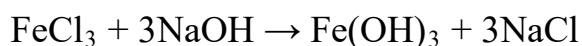
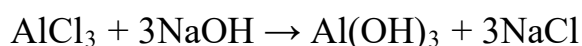
Итого: 30 баллов

Задание №3

Один из возможных способов очистки основан на действии избытка раствора щелочи на водный раствор загрязненного железом хлорида алюминия.

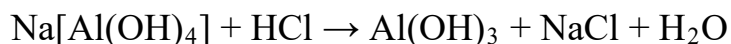
Стадия 1. Растворяем исходное вещество в воде при комнатной температуре, при необходимости отделяем взвешенные частицы фильтрованием.

Стадия 2. Добавляем к полученному раствору избыток раствора щелочи. Выпадающий первоначально осадок частично растворяется. В раствор переходит алюминий. В осадке остается гидроксид железа (III), желто-коричневого цвета. (Гидроксид железа (III) взаимодействует преимущественно с расплавами щелочей, а в растворе реакция практически не идет)



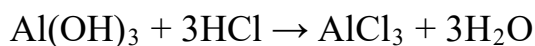
Стадия 3. Отделяем осадок гидроксида железа (III) фильтрованием.

Стадия 4. Добиваемся осаждения гидроксида алюминия Al(OH)_3 (белый осадок) действием недостатка соляной кислоты (в промышленности вместо соляной кислоты используется углекислый газ).



Стадия 5. Отделяем осадок от раствора фильтрованием. В растворе остаются соли натрия.

Стадия 6. Растворяем осадок гидроксида алюминия в соляной кислоте и закристаллизовываем раствор.



Примечание:

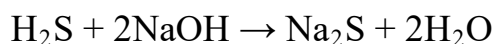
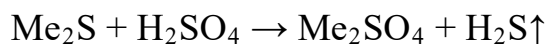
а) за определение последовательности стадий очистки 1 – 6 – 18 баллов (по 3 балла за каждую стадию)

б) за составление уравнений – 10 баллов (по 2 балла за каждое уравнение)

Итого: 28 баллов

Задание №4

1. При взаимодействии сульфида некоторого металла с разбавленным раствором серной кислоты может выделяться только сероводород, который в реакции с щелочью вновь образует сульфид. Поскольку в условии задачи сказано, что щелочь вступила в реакцию не полностью, гидросульфид образоваться не мог:



2. Вычислим количество вещества щелочи в растворе:

$$n(\text{NaOH}) = \frac{m_{p-pa}(\text{NaOH}) \cdot \omega(\text{NaOH})}{M(\text{NaOH})} = \frac{100 \cdot 0.24}{40} = 0.6 \text{ моль}$$

3. Пусть $n(\text{Na}_2\text{S})_{\text{обр}} = n(\text{NaOH})_{\text{ост}} = x$ моль. По уравнению реакции:
 $n(\text{NaOH})_{\text{вступ}} = 2n(\text{Na}_2\text{S})_{\text{обр}} = 2x$ моль; $n(\text{NaOH}) = n(\text{NaOH})_{\text{вступ}} + n(\text{NaOH})_{\text{ост}}$.

Таким образом, можно составить уравнение: $2x + x = 0.6$, откуда $x = 0.2$.

Следовательно, $n(\text{Me}_2\text{S}) = n(\text{Na}_2\text{S})_{\text{обр}} = 0.2$ моль.

4. Рассчитаем молярную массу исходного сульфида и определим, какой металл входил в его состав:

$$M(\text{Me}_2\text{S}) = m(\text{Me}_2\text{S})/n(\text{Me}_2\text{S}) = 22/0.2 = 110 \text{ г/моль.}$$

$M(\text{Me}) = [M(\text{Me}_2\text{S}) - M(\text{S})]/2 = [110 - 32]/2 = 39 \text{ г/моль}$. Такую молярную массу имеет калий. Таким образом, был взят сульфид калия K_2S .

Примечание:

- а) за составление уравнений – 6 баллов (по 3 балла за каждое уравнение)
- б) за расчет количества вещества щелочи в растворе – 4 балла
- в) за определение количества вещества сульфида металла – 6 баллов
- г) за установление формулы искомой соли – 4 балла

Итого: 20 баллов

ШКОЛЬНЫЕ ХАРИТОНОВСКИЕ ЧТЕНИЯ

г.Саров 2023-2024 уч.г.

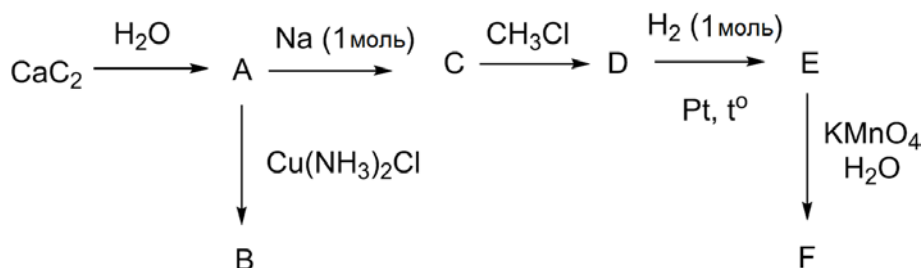
Тестирование по химии

10 класс

Задание №1. Эквимолярную смесь этилена и пропилена разбавили бутадиеном так, что плотность образовавшейся смеси, измеренная при 172°C и давлении 0.82 атм, стала равной 1 г/л. Сколько водорода (м³), измеренного при 32°C и давлении 760 мм.рт.ст. потребуется для полного гидрирования 1 м³ этой смеси, измеренной при тех же условиях. Запишите уравнения соответствующих реакций.

20 баллов

Задание №2



Расшифруйте цепочку превращений, приведите структурные формулы и названия веществ А - F, запишите уравнения протекающих реакций.

30 баллов

Задание №3. В результате полного щелочного гидролиза жира и последующего подкисления раствора была получена смесь трех органических веществ. Одно из веществ (X) реагирует со свежесозажденным гидроксидом меди (II) с образованием соединения ярко-синего цвета. Два другие (Y и Z) имеют неразветвленную структуру и окрашивают лакмус в красный цвет. Вещество Y легко присоединяет хлор, образуя дихлопроизводное с массовой долей хлора 0.2011. Вещество Z не присоединяет галогены, а массовая доля кислорода в нем 0.2758. Установите формулы X, Y, Z. Напишите уравнения протекающих реакций.

25 баллов

Задание №4. При растворении серебра в 60%-ной азотной кислоте массовая доля кислоты в растворе снизилась до 55%. Затем к полученному раствору добавили равный по массе 2%-ный раствор хлорида натрия. Раствор профильтровали. Определите массовые доли веществ в конечном растворе.

25 баллов

10 класс (решения)

Задание №1

1. Из уравнений $pV = nRT = (m/M)RT$ и $P = \rho RT/M$ находим молярную массу смеси:

$$M(\text{смеси}) = \rho RT/P = 1 \cdot 0.082 \cdot 445 / 0.82 = 44.5 \text{ (г/моль)}.$$

2. Находим состав смеси: $M(\text{смеси}) = M_1 \cdot \varphi_1 + M_2 \cdot \varphi_2 + M_3 \cdot \varphi_3$, φ_1 – объемная доля.

$$\varphi_1 + \varphi_2 + \varphi_3 = 1, \varphi_1 = \varphi_2, \text{ поскольку смесь эквимольная.}$$

$$M(\text{смеси}) = 28 \cdot \varphi_1 + 42 \cdot \varphi_1 + 54 \cdot (1 - 2 \cdot \varphi_1) = 44.5$$

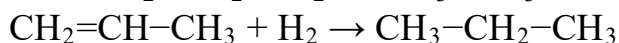
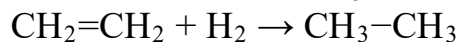
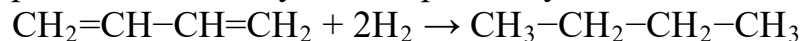
$$\varphi_1 = \varphi_2 = 0.25, \varphi_3 = 0.5$$

3. Найдем количества вещества газообразных веществ в 1 м^3 смеси при 32°C и 760 мм.рт.ст. :

$$n = PV/RT = 1 \cdot 1000 / 0.082 \cdot 305 = 40 \text{ моль}$$

Из них $40 \cdot 0.5 = 20$ моль – бутадиен, $40 \cdot 0.25 = 10$ моль – этилен, $40 \cdot 0.25 = 10$ моль – пропилен.

4. Для гидрирования данных углеводородов нужно:



$$n(\text{H}_2) = 2n(\text{C}_4\text{H}_6) + n(\text{C}_2\text{H}_4) + n(\text{C}_3\text{H}_6) = 2 \cdot 20 + 10 + 10 = 60 \text{ моль водорода.}$$

Объем водорода будет равен: $V = nRT/P = 60 \cdot 0.082 \cdot 305 / 1 = 1500 \text{ л (1.5 м}^3\text{)}.$

Примечание:

а) за определение молярной массы смеси – 4 балла

б) за расчет количеств газообразных веществ в смеси – 6 баллов

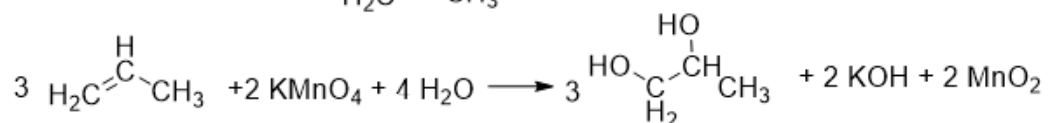
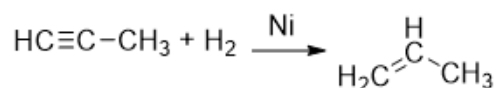
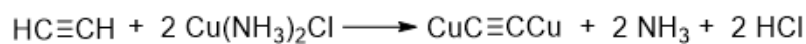
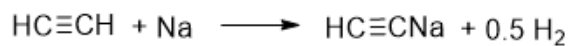
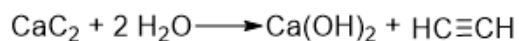
в) за составление уравнений – 6 баллов (по 2 балла за каждое уравнение)

г) за нахождение объема водорода – 4 балла

Итого: 20 баллов

Задание №2

A – ацетилен, **B** – ацетиленид меди, **C** – ацетиденид натрия, **D** – пропин, **E** – пропилен, **F** – пропиленгликоль



Примечание:

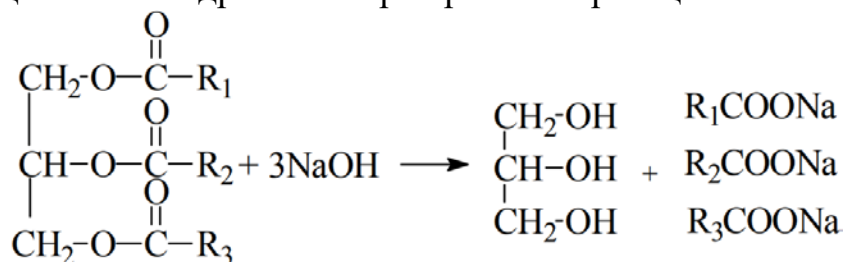
а) за установление веществ **A** – **F** – 12 баллов (по 2 балла за каждое вещество, включая его структурную формулу и название)

б) за составление уравнений – 18 баллов (по 3 балла за каждое уравнение)

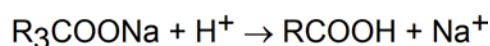
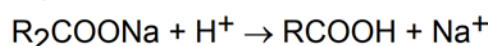
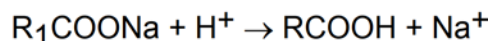
Итого: 30 баллов

Задание №3

1. При щелочном гидролизе жира протекает реакция:

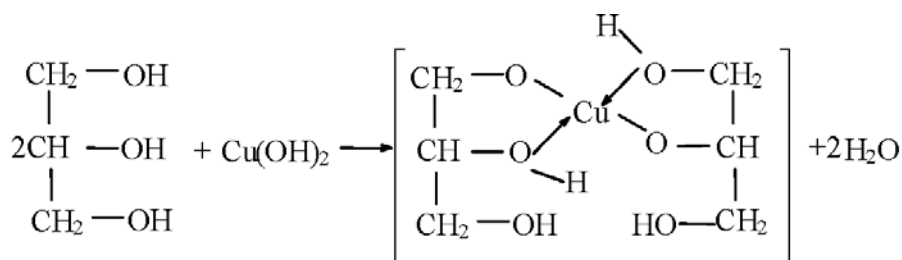


Подкисление полученного раствора приводит к переходу солей высших карбоновых кислоты в кислоты:



Судя по тому, что после гидролиза выделено лишь три вещества, можно заключить, что в состав жира входят кислотные остатки лишь двух карбоновых кислот.

2. Вещество X – это глицерин. При добавлении к нему свежеприготовленного гидроксида меди (II) образуется ярко-синий глицерат меди (II):



3. Вещества Y и Z – это карбоновые кислоты. Найдем их формулы. Вещество Y присоединяет хлор и образует дихлорпроизводное, значит это непредельная карбоновая кислота с двойной связью ($\text{C}_n\text{H}_{2n-1}\text{COOH}$); формула дихлорпроизводного – $\text{C}_n\text{H}_{2n-1}\text{Cl}_2\text{COOH}$.

Зная массовую долю хлора, найдем молярную массу дихлорпроизводного:

$$\begin{aligned}
 \omega(\text{Cl}) &= \frac{m(\text{Cl})}{m(\text{C}_n\text{H}_{2n-1}\text{Cl}_2\text{COOH})} = \frac{M(\text{Cl}) \cdot n(\text{Cl})}{M(\text{C}_n\text{H}_{2n-1}\text{Cl}_2\text{COOH}) \cdot n(\text{C}_n\text{H}_{2n-1}\text{Cl}_2\text{COOH})} \\
 &= \frac{M(\text{Cl}) \cdot 2n(\text{C}_n\text{H}_{2n-1}\text{Cl}_2\text{COOH})}{M(\text{C}_n\text{H}_{2n-1}\text{Cl}_2\text{COOH}) \cdot n(\text{C}_n\text{H}_{2n-1}\text{Cl}_2\text{COOH})} \\
 &= \frac{2M(\text{Cl})}{M(\text{C}_n\text{H}_{2n-1}\text{Cl}_2\text{COOH})}
 \end{aligned}$$

$$M(\text{C}_n\text{H}_{2n-1}\text{Cl}_2\text{COOH}) = \frac{2M(\text{Cl})}{\omega(\text{Cl})} = \frac{2 \cdot 35.5}{0.2011} = 353 \text{ г/моль}$$

4. Теперь найдем молярную массу и формулу радикала:

$$M(C_nH_{2n-1}) = M(C_nH_{2n-1}Cl_2COOH) - [2M(Cl) + M(C) + 2M(O) + M(H)]$$

$$= 353 - [35.5 \cdot 2 + 12 + 16 \cdot 2 + 1] = 237 \text{ г/моль}$$

$$12n + 2n - 1 = 237$$

$$n = 17$$

Таким образом, вещество **Y** – это олеиновая кислота $C_{17}H_{33}COOH$.

5. Вещество **Z** не присоединяет галогены, значит это предельная кислота ($C_mH_{2m+1}COOH$). Аналогично, зная массовую долю кислорода в кислоте, найдем формулу этой кислоты:

$$\omega(O) = \frac{m(O)}{m(C_mH_{2m+1}COOH)} = \frac{2M(O)}{M(C_mH_{2m+1}COOH)}$$

$$M(C_mH_{2m+1}COOH) = \frac{2M(O)}{\omega(O)} = \frac{2 \cdot 16}{0.2758} = 116 \text{ г/моль}$$

6. Теперь найдем молярную массу и формулу радикала:

$$M(C_mH_{2m+1}) = 116 - [12 + 16 \cdot 2 + 1] = 71 \text{ г/моль}$$

$$12m + 2m + 1 = 71$$

$$n = 5$$

Вещество **Z** – валериановая или гексановая кислота $C_5H_{12}COOH$.

Примечание:

а) за составление уравнений реакций – 9 баллов (по 3 балла за каждое уравнение)

б) за установление вещества **X** – 4 балла

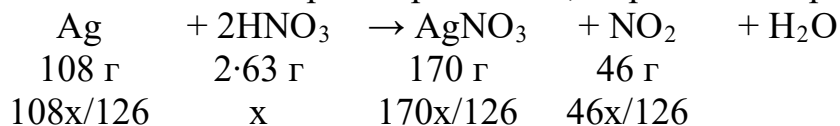
в) за установление веществ **Y** и **Z** – 12 баллов (по 8 баллов за каждое вещество)

Итого: 25 баллов

Задание №4

Предположим, что у нас было 100 г исходного раствора азотной кислоты (раствор 1) с массовой долей кислоты = 60%, а прореагировало x г HNO_3 . Тогда по реакции:

а) определим количества прочих реагентов, выразив их через x :



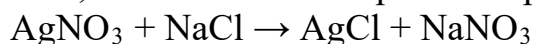
Теперь новая массовая доля азотной кислоты стала 55% и ее можно записать:

$$\frac{60 - x}{100 + \frac{108x}{126} - \frac{46x}{126}} = 0.55$$

Решая это уравнение, находим $x = 3.935$.

По уравнению реакции осталось: $m(\text{HNO}_3)_{\text{ост}} = 60 - 3.935 = 56.065$ г азотной кислоты и образовалось $m(\text{AgNO}_3) = 170 \cdot 3.935 / 126 = 5.31$ г нитрата серебра. Тогда масса нового раствора: $m_{\text{р-ра1}} = 100 + \frac{108x}{126} - \frac{46x}{126} = 101.94$ г.

б) К образовавшемуся раствору добавили 101.94 г раствора хлорида натрия, где содержалось 2%, т.е. 2.04 г соли. Протекает реакция:



Рассчитаем количество вещества нитрата серебра: $n(\text{AgNO}_3) = 5.31 / 170 = 0.031$ моль, тогда масса выпавшего осадка хлорида серебра: $m(\text{AgCl}) = 0.031 \cdot 143.5 = 4.45$ г.

Кроме того, в растворе останется $m(\text{NaCl}) = 2.04 - 0.031 \cdot 58.5 = 0.226$ г и образуется $m(\text{NaNO}_3) = 0.031 \cdot 85 = 2.655$ г.

Масса конечного раствора будет равна: $m_{\text{р-ра2}} = m_{\text{р-ра1}} + m_{\text{р-ра}}(\text{NaCl}) - m(\text{AgCl}) = 101.94 + 101.94 - 4.45 = 199.43$ г.

Массовые доли веществ в растворе составят:

$$\begin{aligned} \omega(\text{NaCl}) &= \frac{0.226}{199.43} = 0.0011 \text{ (0.11\%)} \\ \omega(\text{HNO}_3) &= \frac{56.065}{199.43} = 0.2811 \text{ (28.11\%)} \\ \omega(\text{NaNO}_3) &= \frac{2.655}{199.43} = 0.0133 \text{ (1.33\%)} \end{aligned}$$

Примечание:

а) за составление уравнений реакций – 6 баллов (по 3 балла за каждое уравнение)

б) за нахождение массы нового раствора – 8 баллов

в) за нахождение массы конечного раствора – 8 баллов

г) за расчет массовых долей веществ в растворе – 3 балла

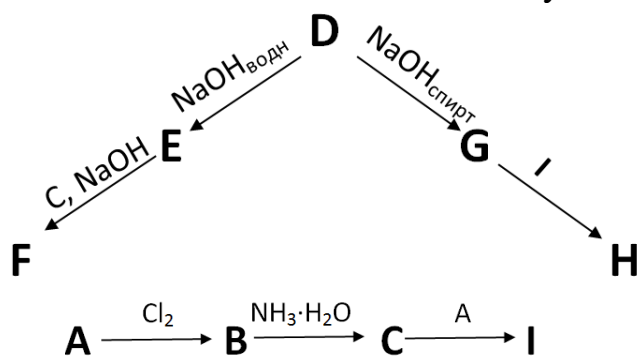
Итого: 25 баллов

11 класс

Задание №1. В реакции $X \leftrightarrow Y + Z$, протекающей в идеальной газовой смеси при температуре 600 К и давлении 2 атм, установилось равновесие. Известно, что равновесные количества веществ X , Y , Z соответственно равны 1 моль, 2 моль и 3 моль. При постоянной температуре и изменении давления в системе до 3 атм в системе снова установилось равновесие. Рассчитайте равновесные количества веществ X , Y , Z .

20 баллов

Задание №2. Вещества $A - I$ связаны между собой следующим образом:



Определите вещества $A - I$, напишите уравнения реакций, если известно, что A – простое вещество красного цвета, H – нерастворимое в воде, взрывчатое в сухом состоянии бинарное соединение.

30 баллов

Задание №3. Масса продуктов гидролиза смеси сахарозы и глюкозы на 0.36 г больше массы исходных веществ. При сгорании такой же массы исходной смеси выделилось 197.3 кДж теплоты, а образовавшийся газ был пропущен через 400 мл раствора гидроксида натрия с концентрацией 1.75 моль/л. В образовавшемся растворе массовые доли карбоната натрия и гидрокарбоната натрия составили 6.65 и 2.63% соответственно. Вычислите, какое количество теплоты выделяется при сгорании 1 моль глюкозы, если известно, что при сгорании 1 моль сахарозы выделяется 5640 кДж.

30 баллов

Задание №4. Смесь хрома, цинка и серебра общей массой 7.14 г обработали избытком разбавленной соляной кислоты, масса нерастворившегося осадка оказалась равно 3.24 г. Раствор после отделения осадка обработали избытком брома в щелочной среде, а по окончании реакции прилили избыток раствора нитрата бария. Масса образовавшегося желтого осадка оказалась равной 12.65 г. Вычислите массовые доли металлов в исходной смеси. Напишите уравнения протекающих реакций.

20 баллов

11 класс (решения)

Задание № 1

1. Константа равновесия реакции $X \leftrightarrow Y + Z$ равна:

$$K_p = \frac{P_y \cdot P_z}{P_x}$$

Парциальные давления веществ в равновесной смеси при $P = 2$ атм равны:

$$P_x = \chi_x \cdot P_{\text{общ}} = \frac{1}{1+2+3} \cdot 2 = \frac{1}{3} \text{ атм}$$

$$P_y = \chi_y \cdot P_{\text{общ}} = \frac{2}{1+2+3} \cdot 2 = \frac{2}{3} \text{ атм}$$

$$P_z = \chi_z \cdot P_{\text{общ}} = \frac{3}{1+2+3} \cdot 2 = 1 \text{ атм}$$

Подставив найденные значения в выражения для константы, получим:

$$K_p = \frac{1 \cdot \frac{2}{3}}{\frac{1}{3}} = 2$$

2. В соответствии с принципом Ле Шателье при увеличении давления равновесие смещается в сторону исходного вещества.

Пусть после изменения давления до 3 атм прореагировало $n(Y) = n(Z) = a$ моль веществ, тогда образовалось $n(X) = a$ моль.

	$X \leftrightarrow$	$Y +$	Z
было	1	2	3
прореагировало	+a	-a	-a
стало	1 + a	2 - a	3 - a

Тогда:

$$P_x = \chi_x \cdot P_{\text{общ}} = \frac{1 + a}{1 + a + 2 - a + 3 - a} \cdot 3 = \frac{1 + a}{6 - a} \cdot 3 \text{ атм}$$

$$P_y = \chi_y \cdot P_{\text{общ}} = \frac{2 - a}{6 - a} \cdot 3 \text{ атм}$$

$$P_z = \chi_z \cdot P_{\text{общ}} = \frac{3 - a}{6 - a} \cdot 3 \text{ атм}$$

Подставим полученные значения в выражение для константы равновесия:

$$K_p = \frac{P_y \cdot P_z}{P_x} = \frac{\frac{2 - a}{6 - a} \cdot 3 \cdot \frac{3 - a}{6 - a} \cdot 3}{\frac{1 + a}{6 - a} \cdot 3} = 2$$

$a = 0.253$ моль.

Тогда в установившемся равновесии количества веществ в смеси равны:

$n(X) = 1 + a = 1.253$ моль, $n(Y) = 2 - a = 1.747$ моль, $n(Z) = 3 - a = 2.747$ моль

Примечание:

а) за нахождение константы равновесия при $p = 2$ атм – 5 баллов

б) за составление материального баланса – 6 баллов

в) за нахождение a – количества прореагировавшего вещества – 6 баллов

г) за определение равновесных количеств вещества X, Y, Z – 3 балла

Итого: 20 баллов

Задание №2

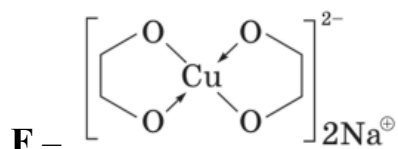
При взаимодействии галогеналканов с щелочами в водной и спиртовой среде образуются спирты и непредельные углеводороды, соответственно. Вещество **Н** бинарное, взрывчатое – это ацетиленид металла. Вещество **А** красного цвета – медь. Тогда:

А – Cu

В – CuCl₂

С – [Cu(NH₃)₄](OH)₂

Д – CH₂Cl–CH₂Cl

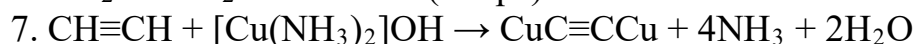
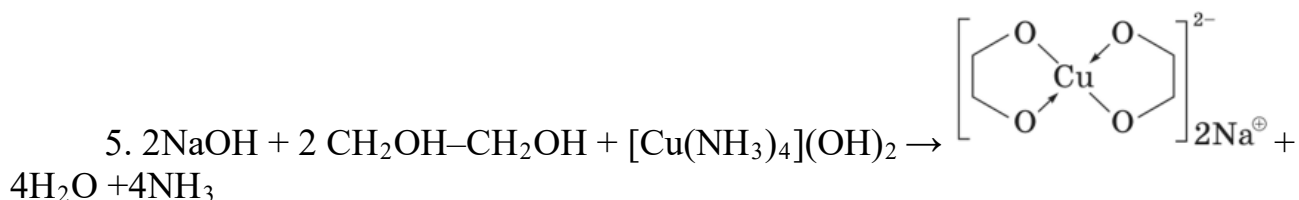
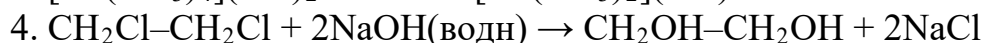
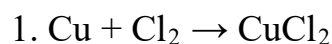


Е – CH₂OH–CH₂OH

Г – C₂H₂

Н – Cu₂C₂

И – [Cu(NH₃)₂]OH



Примечание:

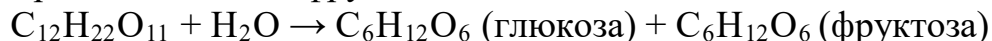
а) за установление веществ **А** – **И** – 9 баллов (по 1 баллу за каждое вещество)

б) за составление уравнений – 21 баллов (по 3 балла за каждое уравнение)

Итого: 30 баллов

Задание №3

1. Запишем уравнения реакции, протекающей при гидролизе. Глюкоза не подвергается гидролизу, а в результате гидролиза сахарозы образуется смесь двух изомеров – глюкозы и фруктозы:



2. По условию задачи масса смеси после гидролиза увеличилась на 0.36 г – это масса воды, потребовавшейся для гидролиза сахарозы.

Найдем количество вещества сахарозы, присутствующее в исходной смеси. Из уравнения видно, что количество вещества сахарозы равно количеству вещества воды, вступившей в реакцию:

$$n(C_{12}H_{22}O_{11}) = n(H_2O) = 0.36/18 = 0.02 \text{ моль.}$$

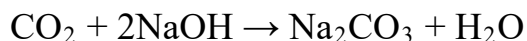
Таким образом, исходная смесь содержала 0.02 моль сахарозы.

3. Найдем общее количество веществ в исходной смеси. Для этого воспользуемся данными о составе водного раствора, полученного при поглощении продуктов горения исходной смеси раствором щелочи.

При сгорании смеси сахарозы и глюкозы протекают реакции:



Образовавшийся углекислый газ пропустили через водный раствор щелочи, в результате чего получили раствор, содержащий карбонат и гидрокарбонат натрия:



NaOH был в недостатке и израсходовался полностью, о чем можно судить по присутствию гидрокарбоната в конечном растворе. Найдем мольное соотношение карбоната и гидрокарбоната натрия в растворе:

$$n(Na_2CO_3):n(NaHCO_3) = \frac{m(Na_2CO_3)}{M(Na_2CO_3)} : \frac{m(NaHCO_3)}{M(NaHCO_3)} = \frac{6.65}{100} : \frac{2.63}{84} = 2:1$$

Следовательно, в полученном растворе количество вещества карбоната натрия в 2 раза больше, чем гидрокарбоната натрия.

4. Пусть в полученном растворе x моль $NaHCO_3$, тогда количество вещества Na_2CO_3 $2x$ моль.

Из уравнений реакции следует, что для образования $2x$ моль Na_2CO_3 потребовалось $2x$ моль CO_2 и $4x$ моль $NaOH$, а для образования x моль $NaHCO_3$ потребовалось x моль CO_2 и x моль $NaOH$. Всего в обе реакции вступило $3x$ моль CO_2 и $5x$ моль $NaOH$.

Из условия задачи известно, что первоначально раствор щелочи содержал $n(NaOH) = 1.75/0.4 = 0.7$ моль, отсюда $5x = 0.7$, $x = 0.14$.

Следовательно, в результате сгорания исходной смеси глюкозы и сахарозы образовалось $3 \cdot 0.14 = 0.42$ моль CO_2 .

5. Рассчитаем количество глюкозы в исходной смеси. Из уравнений реакции горения видно, что при сгорании 0.02 моль сахарозы выделяется $12 \cdot 0.02 = 0.24$ моль CO_2 , остальные $0.42 - 0.24 = 0.18$ моль выделяются при сгорании $0.18/6 = 0.03$ моль глюкозы.

Таким образом исходная смесь содержит 0.02 моль сахарозы и 0.03 моль глюкозы.

6. Рассчитаем количество теплоты, выделяющееся при сгорании 1 моль глюкозы.

При сгорании исходной смеси, содержащей 0.02 моль сахарозы и 0.03 моль глюкозы, выделяется 197.3 кДж теплоты. Из термохимического уравнения горения сахарозы найдем, что при сгорании 0.02 моль сахарозы выделяется $0.02 \cdot 5640 = 112.8$ кДж.

По разности найдем, что при сгорании 0.03 моль глюкозы выделяется $197.3 - 112.8 = 84.5$ кДж теплоты. Следовательно, при сгорании 1 моль глюкозы выделяется $84.5/0.03$ моль = 2817 кДж теплоты.

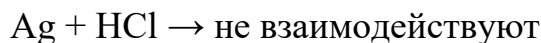
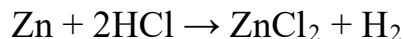
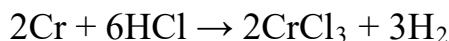
Примечание:

- а) за составление уравнений – 10 баллов (по 2 балла за каждое уравнение)
- б) за нахождение x – количества вещества NaHCO_3 – 8 баллов
- в) за определение мольного состава исходной смеси – 6 баллов
- г) за расчет количества теплоты – 6 баллов

Итого: 30 баллов

Задание №4

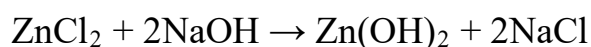
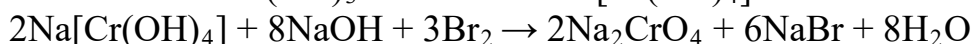
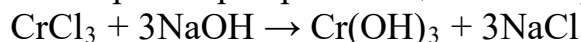
1. Смесь металлов обработали избытком разбавленного раствора соляной кислоты:



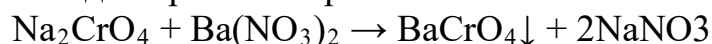
Масса нерастворившегося осадка 3.24 г, т.е. $m(\text{Ag}) = 3.24$ г.

$$m(\text{Cr}) + m(\text{Zn}) = 7.14 - 3.24 = 3.9 \text{ г.}$$

2. Полученный после отделения осадка растворов хлоридов хрома и цинка обработали избытком раствора брома в щелочной среде:



При добавлении к полученному раствору избытка раствора нитрата бария образуется желтый осадок хромата бария:



3. Найдем количество вещества хромата бария:

$$n(\text{BaCrO}_4) = m/M = 12.65/253 = 0.05 \text{ моль}$$

Из химической формулы хромата бария видно, что $n(\text{Cr}) = n(\text{BaCrO}_4) = 0.05$ моль. Таким образом, масса хрома в исходной смеси равна $m(\text{Cr}) = n \cdot M = 0.05 \cdot 52 = 2.6$ г.

Тогда масса цинка равна: $m(\text{Zn}) = 3.9 - 2.6 = 1.3$ г.

4. Найдем массовые доли металлов в исходной смеси:

$$\omega(\text{Ag}) = \frac{3.24}{7.14} = 0.4538 \text{ (45.38\%)}$$

$$\omega(\text{Cr}) = \frac{2.6}{7.14} = 0.3641 \text{ (36.41\%)}$$

$$\omega(\text{Zn}) = \frac{1.3}{7.14} = 0.1821 \text{ (18.21\%)}$$

Примечание:

а) за составление уравнений – 8 баллов (по 1 баллу за каждое уравнение)

б) за нахождение массовых долей металлов в исходной смеси – 12 баллов

Итого: 20 баллов