

Задача 1. Такие похожие минералы

1. Исходя из цвета металла и его соединений можно прийти к выводу, что речь о соединениях меди. Учитывая условия образования **X**, а также выделение бесцветного газа без запаха тяжелее воздуха при растворении азурита, можно предположить, что вещество **X** является основным карбонатом меди. Твердым остатком **A** в таком случае является CuO. Найдем молярную массу вещества **X**, исходя из массы CuO:

$$n(\text{CuO}) = \frac{10,05}{64+16} = 0,1256 \text{ моль}$$

$$m(\text{X}) = 15 \cdot (1 - 0,07) = 13,95 \text{ грамм}$$

$$M(\text{X}) = \frac{m(\text{X}) \cdot y}{n(\text{CuO})} = \frac{13,95y}{0,1256},$$

y - количество атомов меди в **X**, при $y = 2$ $M = 222$ г/моль, что соответствует $\text{Cu}_2(\text{OH})_2\text{CO}_3$. Таким образом:

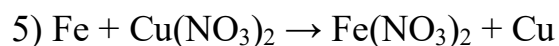
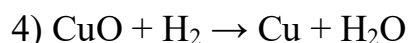
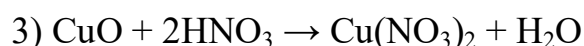
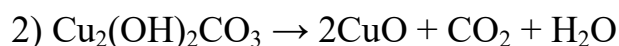
X – $\text{Cu}_2(\text{OH})_2\text{CO}_3$ или $\text{Cu}(\text{OH})_2 \cdot \text{CuCO}_3$

A – CuO

Б – $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$

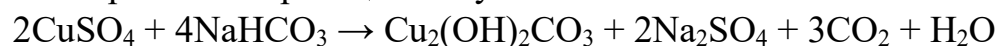
В – Cu

Уравнения реакций:



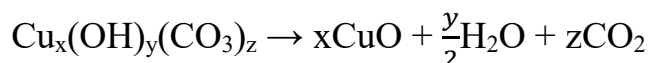
2. Название минерала – **Малахит**

Альтернативная реакция получения:



Также полным балом оцениваются любые другие подходящие и возможные реакции.

3. Предположим, что азурит тоже является основным карбонатом меди, только другого состава. Распишем уравнение разложения азурита:



$$n(\text{H}_2\text{O}) = \frac{1,04}{18} = 0,0578 \text{ моль}$$

$$n(\text{CO}_2) = \frac{2,59}{22,4} = 0,1156 \text{ моль}$$

$$n(\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}) = \frac{43,35}{64+32+64+18 \cdot 5} = 0,1734 \text{ моль}$$

$$n(\text{Cu}) : n(\text{OH}) : n(\text{CO}_3) = n(\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}) : 2n(\text{H}_2\text{O}) : n(\text{CO}_2) = x : 2y : z = 0,1734 : 2 \cdot 0,0578 : 0,1156 = 3 : 2 : 2$$

Следовательно, формула азурита - $\text{Cu}_3(\text{CO}_3)_2(\text{OH})_2$

Найдем молярную массу газа **З**:

$$M(\text{З}) = \frac{mRT}{pV} = \frac{8,5 \cdot 8,314 \cdot (25 + 273)}{101,3 \cdot 4} = 52 \text{ г/моль, что соответствует } (\text{CN})_2$$

Значит:

Азурит – $\text{Cu}_3(\text{CO}_3)_2(\text{OH})_2$ или $2\text{CuCO}_3 \cdot \text{Cu}(\text{OH})_2$

Г – CO_2

Д – CuSO_4

Е – $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$

Ж – CuCN

З – $(\text{CN})_2$

4. Уравнения реакций:



Система оценивания:

- | | |
|-------------------------------------|-----------------|
| 1. Определение X, А-В по 1 баллу | 9 баллов |
| Уравнения реакций 1-5 по 1 баллу | |
| 2. Название минерала – 1 балл | 2 балла |
| Альтернативная реакция – 1 балл | |
| 3. Определение азурита – 2 балл | 7 баллов |
| Определение Г-З – по 1 баллу | |
| 4. Уравнения реакций 6-7 по 1 баллу | 2 балла |

ИТОГО

20 баллов

Задача 2. Уфимская органика

1. Для расчёта достаточно воспользоваться имеющимися массами и выходами соответствующих реакций, не забыв учесть двухстадийность второй реакции:

$$m_{100\%}(H_2O) = \frac{m_{\text{прак}}(H_2O)}{\eta_3} = \frac{0,26}{0,84} = 0,31 \text{ т}$$
$$m_{100\%}(D) = \frac{m_{\text{прак}}(D)}{(\eta_{2,1} \cdot \eta_{2,2})} = \frac{1,00}{0,95 \cdot 0,92} = 1,14 \text{ т}$$
$$m_{100\%}(C) = \frac{m_{\text{прак}}(C)}{\eta_1} = \frac{2,37}{0,98} = 2,42 \text{ т}$$

2. Используя теоретические массы, можно рассчитать количество всех веществ, начиная с воды. Для удобства расчётов используем граммы вместо тонн:

$$n_{100\%}(H_2O) = \frac{m_{100\%}(H_2O)}{M(H_2O)} = \frac{0,31}{18} = 0,0172 \text{ моль}$$
$$n_{100\%}(H_2O) = n(D)$$
$$M(D) = \frac{1,00}{0,0172} = 58 \text{ г/моль}$$

Для реакции 2:

$$n_{100\%}(D) = \frac{m_{100\%}(D)}{M(D)} = \frac{1,14}{58} = 0,0197 \text{ моль}$$
$$M(C) = \frac{2,37}{0,0197} = 120 \text{ г/моль}$$

Для реакции 3:

$$n_{100\%}(C) = \frac{m_{100\%}(C)}{M(C)} = \frac{2,42}{120} = 0,0202 \text{ моль}$$
$$M(A) = \frac{1,57}{0,0202} = 78 \text{ г/моль}$$

Молярную массу **В** можно вычислить, исходя из **А** и **С**, поскольку **С** – это их соединение 1:1. Следовательно:

$$M(B) = M(C) - M(A) = 120 - 78 = 42 \text{ г/моль}$$

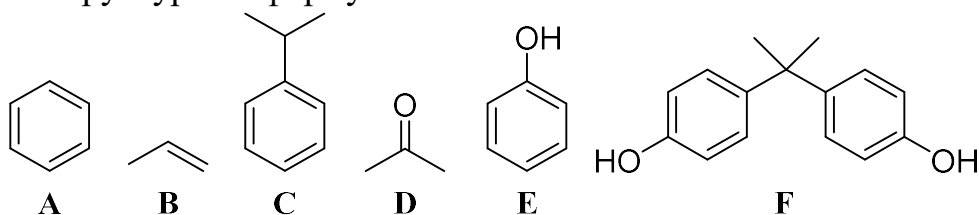
3. Поскольку **А** и **В** – углеводороды, то легко найти, что под их молярные массы подходят лишь C_6H_6 и C_3H_6 соответственно. Отсюда формула **С** – C_9H_{12} .

Согласно уравнению второй реакции, **Д** и **Е** в сумме содержат 9С, 12Н и 2О. Под молярную массу **Д** подходят C_4H_{10} , C_3H_6O и $C_2H_2O_2$, а формулой **Е** тогда могут быть $C_5H_2O_2$, C_6H_6O и C_7H_{10} .

Учитывая информацию о **Д** и **Е**, то подходящие формулы только C_3H_6O и C_6H_6O .

Формула **Г** из третьей реакции – $C_{15}H_{16}O_2$.

4. Структурные формулы А – F:



5. Условия получения кумола (1 реакция): необходимо использование кислотного катализатора, например AlCl_3 , цеолиты, фосфорная кислота и т.д., а также температуры 130–250 °С и давление от 15 до 40 атм. Для полного балла достаточно упоминания кислотных катализаторов.

На первой стадии второй реакции образуется гидропероксид кумола, для превращения которого в ацетон и фенол используют серную кислоту, альтернативно можно предложить использование других неорганических кислот.

Получение бисфенола также требует кислотных условий. Полным баллом оцениваются как обычные кислоты, так и кислоты Льюиса.

6. В реакции образования **F** соединения **D** и **E** реагируют в мольном соотношении 1:2. Однако в предыдущей стадии их синтеза они образуются в соотношении 1:1. Отсюда следует, что для получения 1 моля **F** (при 100%-ном выходе) требуется 2 моля **C**, тогда как **D** будет находиться в избытке. Следовательно, на 1 моль **F** необходимо по 2 моля **A** и **B**. С учётом реальных выходов стадий, для образования 1 моля **F** требуется:

$$n(\text{A}) = n(\text{B}) = \frac{2}{0,98 \cdot 0,95 \cdot 0,92 \cdot 0,84} = 2,78 \text{ моль}$$

Перевод в массы:

$$m(\text{A}) = 2,78 \cdot 78 = 217 \text{ г}$$

$$m(\text{B}) = 2,78 \cdot 42 = 117 \text{ г}$$

Масса 1 моля **F** равна 228 г, тогда для 60 тысяч тонн требуется веществ больше в:

$$60000 \cdot 1000 \cdot \frac{1000}{228} = 2,6 \cdot 10^8 \text{ раз}$$

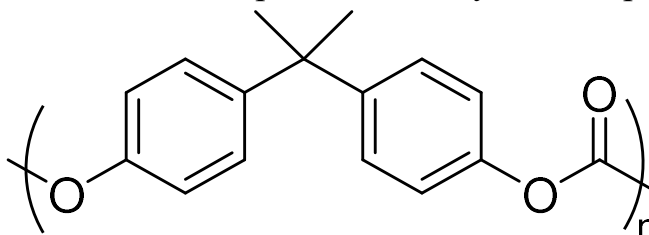
Тогда массы **A** и **B** равны:

$$m(\text{A}) = 217 \cdot 2,6 \cdot 10^8 = 56 \text{ тысяч тонн}$$

$$m(\text{B}) = 117 \cdot 2,6 \cdot 10^8 = 30 \text{ тысяч тонн}$$

7. При образовании полимера одна молекула фосгена взаимодействует с двумя молекулами бисфенола **A** по гидроксильным группам, выступая связующим звеном. Побочным продуктом реакции является хлороводород (HCl), который поглощается щелочной средой.

Повторяющееся звено полимера имеет следующее строение:



Благодаря наличию группировки $R-O-C(O)-O-R'$ данный полимер и называется поликарбонатом.

Система оценивания:

1. Верные массы по 0,5 балла	1.5 балла
2. Верные молярные массы по 0,5 балла	2 балла
3. Верные брутто-формулы по 1 баллу	6 баллов
4. Верные структурные формулы по 1 баллу	6 баллов
5. Верное указание условий по 0,5 балла	1.5 балла
6. Правильные массы по 1 баллу	2 балла
Правильный расчёт без учёта выхода - 0,5 балла	
Правильный расчёт без учёта коэффициента	
2 - 0,5 балла	
Любые верные промежуточные вычисления должны оцениваться	
7. Верная структурная формула 1 балл	1 балл
ИТОГО	20 баллов

Задача 3. 7 реакций

1-2. Для того, чтобы распознать вещества X_1-X_6 , воспользуемся дополнительной информацией и наблюдениями:

X_1 : Про данное вещество известно, что оно является неорганической солью, сильным окислителем, используется в качестве антисептика, ее можно купить в садоводческих магазинах, также нам дана иллюстрация, показывающая переход цветов при реакции с классами соединений **A** и **B**: Фиолетовый раствор $\rightarrow$ Бесцветный раствор, данные условия однозначно дают понять, что вещество $X_1 - KMnO_4$.

X_2 : В дополнительной информации даны массовые доли элементов в соли, для начала проверим, соответствуют ли указанные массовые доли элементов 100%: $100 - 67,86 - 17,63 - 10,06 = 4,45\%$, оставшаяся массовая доля очень маленькая по сравнению с массовыми долями остальных элементов, поэтому предположим, что в составе соли также присутствует водород.

Найдем соотношение известных элементов в данной соли:

$$\frac{\omega(H)\%}{M(H)} : \frac{\omega(N)}{M(N)} : \frac{\omega(O)}{M(O)} = \frac{4,45}{1} : \frac{17,63}{14} : \frac{10,06}{16} = 7(H) : 2(N) : 1(O), \text{значит}$$

простейшая брутто-формула для соли: $\text{Me}_x\text{ON}_2\text{H}_7$, определим металл Me:

Найдем молекулярную массу соли:

$$M(X_2) = \frac{2M(N)}{\omega(N)} = \frac{28}{0,1763} = 158; \text{ тогда на металл приходится } 158 - 2 \cdot 14 - 7 \cdot 1 - 16 = 108, \text{ что соответствует Ag, значит данная соль } [\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]\text{OH}.$$

Так как при ранее мы поняли, что **A** или **B** алкены или алкины, а соль $[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]\text{OH}$ применяется для проведения качественной реакции серебряного зеркала на альдегиды, значит **B** — альдегид, а класс **A** — алкены или алкины.

X₃: Про данное вещество сказано, что его можно получить реакцией щелочи с достаточно популярной в лабораторной практике соли, являющейся пентагидратом, также данное вещество с классом соединений **D** — дает васильково-синий раствор, наиболее известным пентагидратом является $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$. При действии щелочи образуется гидроксид меди (II) — $\text{Cu}(\text{OH})_2$, который действительно растворяется при взаимодействии с многоатомными спиртами, значит **X₃** — $\text{Cu}(\text{OH})_2$, а класс **D** — многоатомные спирты.

X₄: Пусть формула вещества — AHal_n ; тогда формула для нахождения $M(A)$ имеет вид:

$$M(A) = \frac{n \cdot M(\text{Hal})}{\omega(\text{Hal})} - n \cdot M(\text{Hal});$$

Если Hal — F, начнем перебирать различные n,

При $n=1$, $M(A)=10$, элементов с такой молекулярной массой нет

При $n=2$, $M(A)=20$, элементов с такой молекулярной массой нет

При $n=3$, $M(A)=30$, элементов с такой молекулярной массой нет

При $n=4$, $M(A)=40$ Ca?, но кальций не образует CaF_4 , не подходит

При $n=5$, $M(A)=50$, элементов с такой молекулярной массой нет

При $n=6$, $M(A)=60$, элементов с такой молекулярной массой нет

Если Hal — Cl, начнем перебирать различные n,

При $n=1$, $M(A)=18,7$, F?, ClF — ядовитый газ с сильным раздражающим запахом, который мало кто захочет использовать в лаборатории

При $n=2$, $M(A)=37,3$, элементов с такой молекулярной массой нет

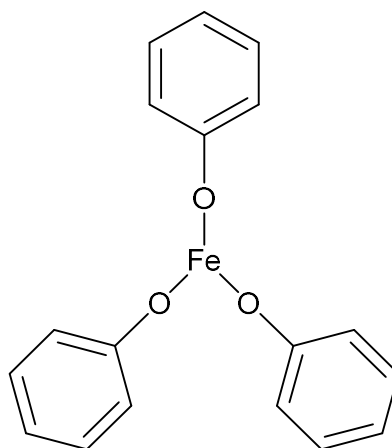
При $n=3$, $M(A)=56$, Fe — FeCl_3 .

При $n=4$, $M(A)=74,8$ AsCl_4 , но мышьяк не образует AsCl_4 , не подходит

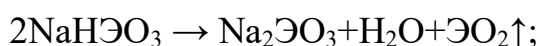
При $n=5$, $M(A)=93,5$, элементов с такой молекулярной массой нет

При $n=6$, $M(A)=112,2$, Cd?, но кадмий не образует CdCl_4 , не подходит

Подходит вещество FeCl_3 , а класс E — фенолы, с которыми FeCl_3 образует фиолетовые соединения вида:



X₅: Про него сказано, что оно окрашивает пламя в желтый цвет — значит данное вещество содержит Na. Данная соль разлагается с выделением газа, который при пропускании через насыщенный раствор гидроксида кальция дает белый осадок; газы, определяемые Ca(OH)_2 — CO_2 или SO_2 , так как сказано, что соль может разлагаться, значит подразумеваются кислые соли, т.к. средние практически не подвержены разложению:



Определим соль:

Если осадок с Ca(OH)_2 — CaSO_3 , то

$n(\text{CaSO}_3) = \frac{m(\text{CaSO}_3)}{M(\text{CaSO}_3)} = \frac{0,506}{120} = 4,22 \cdot 10^{-3}$; тогда по уравнению реакции $n(\text{NaH}\ddot{\text{O}}\text{O}_3) = 8,44 \cdot 10^{-3}$; моль, отсюда найдем молярную массу соли:

$M(X_5) = \frac{m(X_5)}{n(X_5)} = \frac{0,85}{0,017} = 101$, что не соответствует молекулярной массе NaHSO_3 .

Если осадок с Ca(OH)_2 — CaCO_3 , то

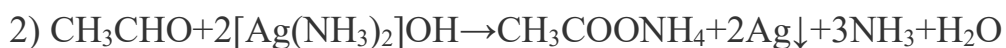
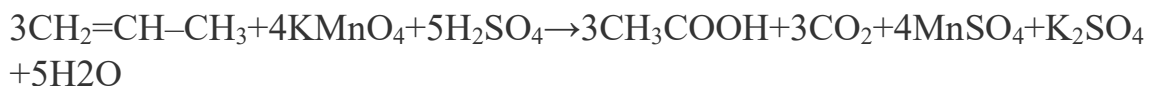
$n(\text{CaCO}_3) = \frac{m(\text{CaCO}_3)}{M(\text{CaCO}_3)} = \frac{0,506}{100} = 5,06 \cdot 10^{-3}$; тогда по уравнению реакции $n(\text{NaH}\ddot{\text{O}}\text{O}_3) = 0,0101$ моль, отсюда найдем молярную массу соли:

$M(X_5) = \frac{m(X_5)}{n(X_5)} = \frac{0,85}{0,0101} = 84$, что соответствует молярной массе NaHCO_3 .

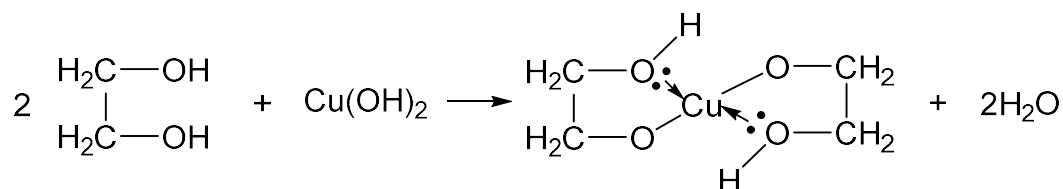
При реакции **F** с **X₅** происходит бурное выделение газа, значит класс соединений **F** — карбоновые кислоты.

X₆: с ранее определенными классами органических соединений алкенами и алкинами мы наблюдаем переход из желтого цвета в бесцветный, также в дополнительной информации сказано, что **X₆** — простое вещество, значит данный реагент — это **Br₂**.

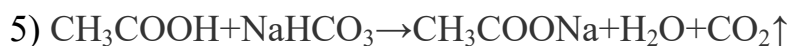
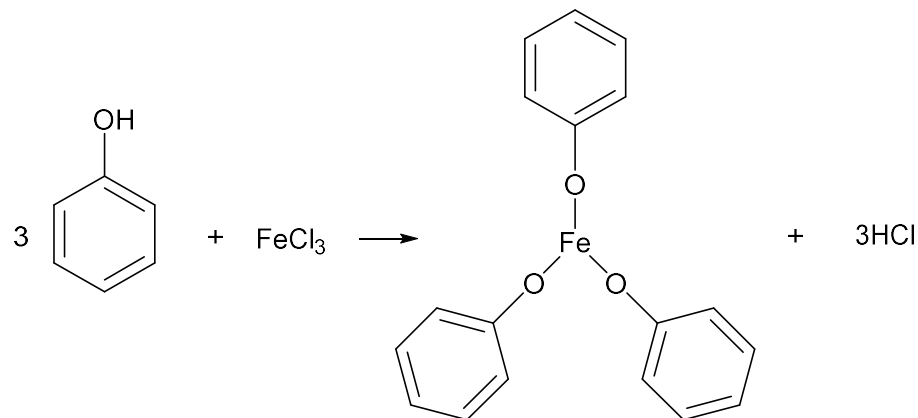
3. 1) Принимаются любые подходящие реакции окисления, например:

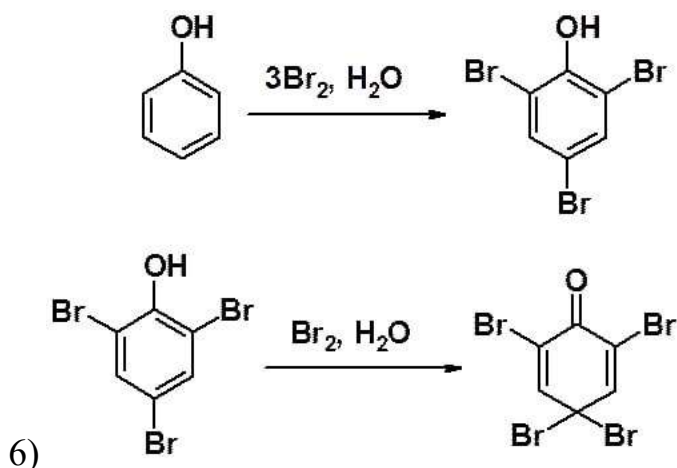


3)

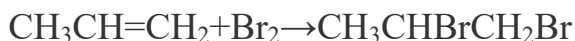
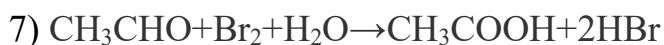


4)





Также допускается написать продукт следующей стадии.



Реакции оцениваются полным баллом, если участником они написаны не только в виде структурных формул, но и в виде брутто-формул, также реакции 1-7 оцениваются полным баллом, если им написан любой представитель любого из классов соединений, указанных в строке таблицы.

4. $\text{Ag}[(\text{NH}_3)_2]\text{OH}$ — реактив Толленса.

Система оценивания:

- | | |
|--|-----------------|
| 1. Вещества X_1 - X_6 по 1 баллу
Без подтверждений расчетами и суждениями –
0,5 баллов | 6 баллов |
| 2. Классы соединений А-Е по 1 баллу | 5 баллов |
| 3. Реакции 1-7 по 1 баллу | 7 баллов |
| 4. Название X_2 – 2 балла | 2 балла |

ИТОГО 20 баллов

Задача 4. Столетию «УМПО» посвящается

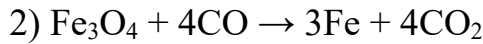
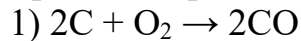
1. Зная, что магнетит является оксидом по массовой доле железа определим соотношение их атомов в формуле:

$$n(\text{Fe}):n(\text{O}) = \frac{\omega(\text{Fe})}{M(\text{Fe})} : \frac{\omega(\text{O})}{M(\text{O})} = \frac{72,4}{56} : \frac{100 - 72,4}{16} = 3:4$$

Отсюда его формула – Fe_3O_4 .

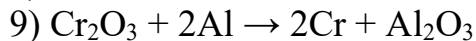
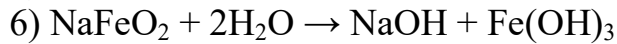
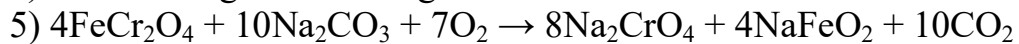
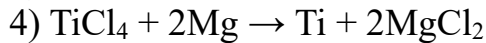
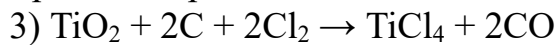
При сгорании кокса в недостатке кислорода образуется угарный газ.
 $\text{A} - \text{CO}$.

Уравнения реакций:



2. Магнетит, как и железо, притягивается магнитом (отсюда и его название). Поэтому измельчённую руду пропускают через мощные магнитные сепараторы: магнитные частицы притягивались, а пустая порода уходит в отвал. Можно предложить и другие методы — гравитационный, флотацию. Для ответа достаточно указать один подходящий метод.

3. Уравнения реакций:



4. Рассчитаем какую теоретическую массу металла можно получить из руды:

$$m_{\text{теор}}(\text{X}) = \frac{0,64}{0,9} = 0,711 \text{ кг}$$

Сульфида в руде при этом содержится:

$$m(\text{сульфида}) = 1,21 \cdot (1 - 0,091) = 1,10 \text{ кг}$$

Отсюда находим массовую долю X в сульфиде:

$$\omega(\text{X}) = \frac{0,711}{1,1} = 0,646$$

Переберём различные варианты сульфидов X_2S_n :

$$M(\text{X}) = \frac{M(\text{X}_2\text{S}_n) - n \cdot M(\text{S})}{2} = \frac{\frac{n \cdot M(\text{S})}{\omega(\text{S})} - n \cdot M(\text{S})}{2} =$$
$$\frac{\frac{n \cdot 32,06}{1 - 0,646} - n \cdot 32,06}{2} = 29,25n$$

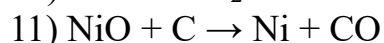
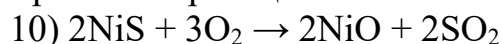
При $n = 2$ получаем $M(\text{X}) = 58,5$ г/моль, что соответствует никелю.

Если в реакции с угарным газом B является единственным продуктом, то его формула – $\text{Ni}(\text{CO})_x$. Вычислим x :

$$x = \frac{M(\text{Ni}(\text{CO})_x) - M(\text{Ni})}{M(\text{CO})} = \frac{\frac{M(\text{Ni})}{\omega(\text{Ni})} - M(\text{Ni})}{M(\text{CO})} =$$
$$\frac{59/0,344 - 59}{28} = 4$$

Формула – $\text{Ni}(\text{CO})_4$, тетракарбонил никеля.

Уравнения реакций:



5. Из содержания титана и интерметаллида найдём долю титана в нём:

$$\omega(\text{Ti}) = \frac{0,02}{0,094} = 0,213$$

Зная, что другой его компонент – никель, определим соотношение их атомов в формуле:

$$n(\text{Ni}):n(\text{Ti}) = \frac{\omega(\text{Ni})}{M(\text{Ni})} : \frac{\omega(\text{Ti})}{M(\text{Ti})} = \frac{100 - 21,3}{59} : \frac{21,3}{48} = 3:1$$

Состав интерметаллида – Ni_3Ti .

Доля никеля в интерметаллиде равна 0,787. Умножив её на долю интерметаллида в сплаве, находим долю никеля, которая приходится именно на интерметаллид:

$$0,787 \cdot 0,094 = 0,074$$

Из неё уже находим общую долю никеля в сплаве:

$$\frac{0,074}{0,246} = 0,3$$

6. Название образовано от начальных букв элементов титана, никеля, а также английского слова прочный (**du**rab**le**). Для полного балла достаточно указать на элементы.

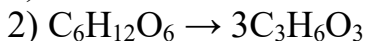
Система оценивания:

1. Формула магнетита и газа А по 1 баллу	4 балла
Уравнения реакций 1 – 2 по 1 баллу	
2. Указание подходящего метода 1 балл	1 балл
3. Уравнения реакций 3 – 9 по 1 баллу	7 баллов
За указание Fe_2O_3 в реакциях 6 – 7 по 0.5 балла	
4. Определение X 1 балл	4 балла
Уравнения реакций 10 – 12 по 1 баллу	
5. Формула интерметаллида 2 балла	3 балла
Содержание X 1 балл	
6. Верное указание 1 балл	
ИТОГО	20 баллов

Задача 5. Дар для души и тела

Любой способ решения, приводящий к правильному ответу, оценивается полным баллом. Отсутствие верного ответа, но наличие верных промежуточных вычислений оценивается частичным баллом.

1. Уравнения реакций:



2. Можно привести множество примеров: кисломолочные продукты (йогурт, кефир, сметана, сыры), хлебобулочные изделия (хлеб, булки, пироги). Достаточно двух подходящих продуктов.

3. Преобразуем формулу зависимости скорости реакции от температуры:

$$r_1 = r_0 \cdot \gamma^{\frac{T_1 - T_0}{10}}$$
$$\frac{r_1}{r_0} = \gamma^{\frac{T_1 - T_0}{10}}$$

Если скорость реакции обратно пропорциональна времени, то:

$$r = 1/t$$
$$\frac{1/t_1}{1/t_0} = \gamma^{\frac{T_1 - T_0}{10}}$$
$$\frac{t_0}{t_1} = \gamma^{\frac{T_1 - T_0}{10}}$$

Примем $t_0 = 24,5$ ч; $t_1 = 2$ ч; $T_0 = 10$ °C; $T_1 = 30$ °C. Подставляем:

$$\frac{24,5}{2} = \gamma^{\frac{30 - 10}{10}}$$
$$12,25 = \gamma^2$$
$$3,5 = \gamma$$

Температурный коэффициент равен 3,5.

Воспользовавшись той же формулой, определим время при комнатной температуре, но на этот раз $T_1 = 25$ °C:

$$t_1 = \frac{t_0}{\gamma^{\frac{T_1 - T_0}{10}}} = \frac{24,5}{3,5^{\frac{25 - 10}{10}}} = \frac{24,5}{3,5^{3/2}} = \frac{24,5}{\sqrt[2]{3,5^3}} = 3,7 \text{ часа}$$

Брожение при комнатной температуре займёт 3,7 часа или 3 часа 42 минуты.

4. Сначала рассчитаем количество этанола в бутылке:

$$\rho_{\text{молока}} = 1 \frac{\text{г}}{\text{см}^3} = 1000 \frac{\text{г}}{\text{л}}$$
$$V_{\text{молока}} = V_{\text{бутылки}} \cdot \varphi_{\text{молока}} = 1,5 \cdot 0,9 = 1,35 \text{ л}$$
$$m_{\text{молока}} = V_{\text{молока}} \cdot \rho_{\text{молока}} = 1,35 \cdot 1000 = 1350 \text{ г}$$
$$m_{\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}} = m_{\text{молока}} \cdot \omega_{\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}} = 1350 \cdot 0,02 = 27 \text{ г}$$
$$n_{\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}} = \frac{m_{\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}}}{M_{\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}}} = \frac{27}{46} = 0,59 \text{ моль}$$

Из уравнения реакции или примечания следует, что соотношение количеств этанола к углекислому газу составляет 1:1, следовательно:

$$n_{C_2H_5OH} = n_{CO_2} = 0,59 \text{ моль}$$

Количество углекислого газа равно 0,59 моль.

5. Объём, занимаемый газом:

$$V_{CO_2} = V_{\text{бутылки}} - V_{\text{молока}} = 1,5 - 1,35 = 0,15 \text{ л}$$

Пренебрегая растворением газа в воде, найдём его давление из уравнения

Менделеева-Клапейрона:

$$p_{CO_2} = \frac{nRT}{V_{CO_2}} = \frac{0,59 \cdot 8,314 \cdot 283}{0,15} = 9255 \text{ кПа}$$

Давление углекислого газа равно 9255 кПа или 91,3 атм.

Стоит отметить, что полученное гипотетическое давление очевидно является очень большим и может привести к разрыву бутылки.

6. Поскольку константа Генри задана в паскалях (Па), давление необходимо перевести в эту единицу измерения

$$p_{CO_2} = 2,5 \text{ атм} = 253 \text{ кПа} = 2,53 \cdot 10^5 \text{ Па}$$

Рассчитаем концентрацию:

$$C_{CO_2} = k_{CO_2} \cdot p_{CO_2} = 2,4 \cdot 10^{-7} \cdot 2,53 \cdot 10^5 = 0,061 \frac{\text{моль}}{\text{л}}$$

Для расчёта доли растворившегося CO_2 необходимо найти его количество в газовой фазе и в растворе:

$$n_{CO_2, \text{раствор}} = C_{CO_2} \cdot V_{\text{молока}} = 0,061 \cdot 1,35 = 0,082 \text{ моль}$$

$$n_{CO_2, \text{газ}} = \frac{p_{CO_2} V_{CO_2}}{RT} = \frac{253 \cdot 0,15}{8,314 \cdot 283} = 0,016 \text{ моль}$$

$$\alpha_{CO_2, \text{раствор}} = \frac{n_{CO_2, \text{раствор}}}{n_{CO_2, \text{общ}}} = \frac{n_{CO_2, \text{раствор}}}{n_{CO_2, \text{раствор}} + n_{CO_2, \text{газ}}} = \frac{0,082}{0,082 + 0,016} = 0,837$$

Доля растворившегося CO_2 равна 0,837.

Система оценивания:

- | | |
|---|-----------------|
| 1. Уравнения реакций по 1 баллу | 2 балла |
| 2. Два примера по 1 баллу | 2 балла |
| 3. Температурный коэффициент 3 балла | 5 баллов |
| Время брожения 2 балла | |
| 4. Количество углекислого газа 3 балла | 3 балла |
| 5. Давление углекислого газа 4 балла | 4 балла |
| 6. Концентрация углекислого газа 1 балл | 4 балла |
| Доля углекислого газа 3 балла | |

ИТОГО

20 баллов