

9 класс

Задача 9-1

Некоторая слабая кислота **A** содержит 97,7% азота по массе. Соли кислоты **A** легко разлагаются с образованием металла и большого количества молекулярного азота. Легкое разложение с образованием большого количества газа определяет использование этих солей, например, в подушках безопасности в автомобилях.

- а) *Приведите реакцию разложения натриевой соли кислоты **A**. Как называется эта соль? Какая масса натриевой соли кислоты **A** понадобится, чтобы при столкновении наполнить подушку безопасности объемом 30 дм³ до давления 1,40 атм при температуре 25 °С?*
- б) *Сделайте предположение о пространственном строении аниона кислоты **A**.*
- в) *Укажите, является ли анион кислоты **A** полярным.*
- г) *Приведите возможные резонансные структуры аниона кислоты **A** и предположите, какая из них и почему является наиболее вероятной.*
- д) *Приведите название и химическую формулу кислоты **A**. Охарактеризуйте геометрию молекулы данной кислоты. Одинаков ли дипольный момент молекулы данной кислоты и ее аниона? Приведите два способа получения **A**.*

Задача 9-2

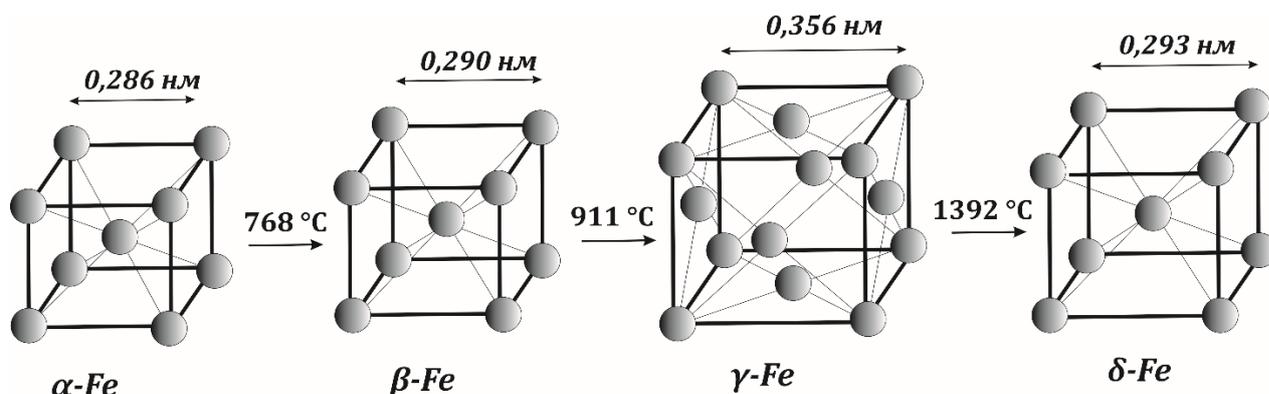
Выплавка железа подразумевает восстановление железной руды коксом при высокой температуре в доменных печах. В печи углерод в виде кокса окисляется до оксида углерода(II), который непосредственно и восстанавливает железо из руды.

- а) *Запишите уравнения реакций, происходящих при выплавке железа*

В доменной печи получаемое расплавленное железо частично реагирует с неметаллом, присутствующим в избытке в реакционной смеси, с образованием химического соединения – цементита.

- б) *Определите химическую формулу цементита, если массовая доля неметалла в нем составляет 6,7%.*

Чистое железо может существовать в различных кристаллических модификациях, каждая из которых устойчива в определенном интервале температур, как показано на рисунке. Плотность каждой кристаллической модификации может быть рассчитана как отношение массы элементарной ячейки кристалла к объему элементарной ячейки.



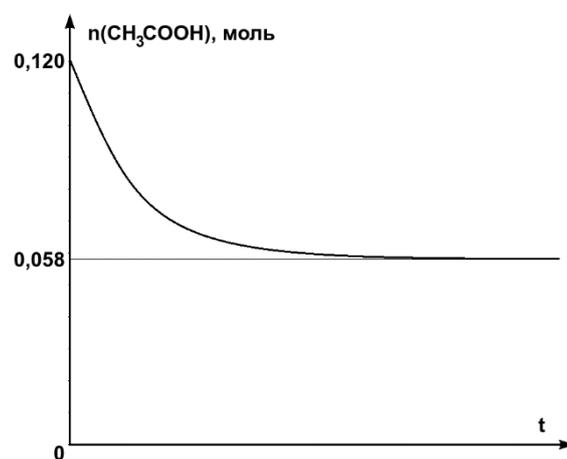
- в) В результате эксперимента был получен образец чистого железа, плотность которого составила $8,01 \text{ г/см}^3$. Определите, к какой из модификаций железа – $\alpha\text{-Fe}$ или $\gamma\text{-Fe}$ – относится полученный образец. Может ли образец представлять собой смесь $\alpha\text{-Fe}$ и $\gamma\text{-Fe}$? Если да, определите массовую долю компонентов смеси.

Задача 9-3

Этерификацией называют обратимое взаимодействие спирта с кислородсодержащей кислотой, катализируемое кислотами. В результате реакции этерификации образуются сложный эфир и вода.

- а) Приведите уравнение реакции этерификации, протекающей с участием этанола и уксусной кислоты. Приведите структурную формулу и название органического продукта реакции.

Для проведения реакции этерификации смешали $0,10$ моль абсолютного этанола, $6,86 \text{ см}^3$ 100%-ой уксусной кислоты с плотностью $1,05 \text{ г/см}^3$ и 10 г водного раствора серной кислоты ($\omega = 78,4\%$). Полученную смесь быстро нагрели. В ходе реакции регистрировали изменение количества уксусной кислоты в системе со временем, полученные данные представлены на графике. Начальная скорость реакции (в момент времени $t = 0$) составила $4,0 \text{ моль}/(\text{дм}^3 \cdot \text{мин})$. Объем реакционной смеси в ходе реакции не изменялся, а ее плотность составляла $1,09 \text{ г/см}^3$.



- б) Рассчитайте выход процесса этерификации и величину константы равновесия этого процесса.
- в) Как и почему изменится величина выхода процесса, если реакцию проводить в идентичных условиях, но для катализа вместо 10 г 78,4%-ной серной кислоты

использовать 10 г 10%-ной серной кислоты? Рассчитайте значение выхода реакции в этих условиях.

Для определения кинетических характеристик реакции провели второй опыт. Для этого смешали те же количества этанола, уксусной кислоты и серной кислоты и разбавили водой в два раза по объёму, после чего полученную смесь быстро нагрели до той же температуры, что и в первом опыте. Измерение начальной скорости реакции в этом случае дало значение 1,0 моль/(дм³·мин).

г) Учитывая, что порядок реакции по этанолу и по уксусной кислоте одинаков, найдите суммарный порядок реакции. Свой ответ поясните.

д) Приведите размерность константы скорости для этой реакции. Рассчитайте значение константы скорости.

Справочная информация: Для реакции $aA + bB = cC + dD$ константа равновесия имеет вид $K = \frac{[C]^c[D]^d}{[A]^a[B]^b}$, где квадратными скобками обозначены равновесные концентрации веществ (моль/л). Скорость этой реакции описывается законом действующих масс: $v = k[A]^a[B]^b$, где k – константа скорости реакции, а степени a и b – величины порядка реакции по соответствующим веществам.

Задача 9-4

Смесь двух твердых простых веществ общей массой 31,89 г разделили на две равные части. Первую часть полностью растворили при нагревании в 80 г концентрированной серной кислоты с массовой долей 88,2%, при этом выделилось 16,8 дм³ (н.у.) газообразного оксида. К полученному раствору прибавили избыток водного раствора NaOH, в результате чего выпал осадок гидроксида, а в растворе остался избыток щелочи и еще одна соль.

Вторую часть смеси выдержали при нагревании длительное время для полного завершения реакции. Полученная твердая смесь не растворялась в воде, массовая доля сложного вещества в этой смеси составила 89,94%. Валентность элемента в этом сложном веществе совпадает с валентностью этого же элемента в гидроксиде, выпавшем в первом опыте. Простое вещество, содержащееся в полученной смеси, не проводит электрический ток.

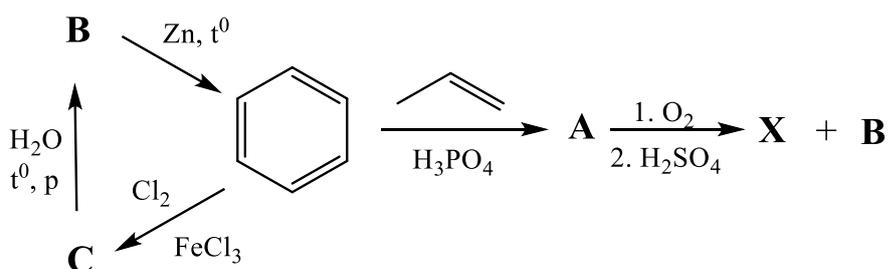
а) Установите качественный и количественный состав смеси простых веществ. Свой ответ подтвердите расчетом.

б) Приведите уравнения всех описанных в задаче превращений.

Задача 9-5

Органическое вещество **X**, являющееся крупнотоннажным промышленным продуктом, получило свое название благодаря старому способу его получения. Так, **X** получали нагреванием соли **Y**. Побочным продуктом этой реакции является карбонат металла **M**. Соль **Y** можно получить взаимодействием 5,6 г оксида металла **M** с 12,0 г одноосновной карбоновой кислоты **Z** с массовой долей кислорода 53,3%. Название солей **Z** созвучно с названием **X**.

Сейчас в промышленности **X** получают из соединения **A**. При этом наряду с **X** образуется еще один ценный продукт **B**, имеющий запах гуаши. Как **A**, так и **B**, можно получить из бензола, как указано на схеме:



- Установите формулы веществ **X**, **Y** и **Z**, приведите их названия. Свой ответ подтвердите расчетом. Приведите структурные формулы веществ **X** и **Z**, а также уравнение реакции получения **X** из **Y**.
- Расшифруйте приведенную схему. Приведите структурные формулы веществ **A**, **B** и **C**.
- Реакцию, напоминающую первый способ получения **X**, используют для получения соединения **D** и в настоящее время. Для этого нагревают бариевую соль гексан-1,6-диовой кислоты без доступа воздуха. Приведите уравнение этой реакции и структурную формулу **D**.