

## 9 класс

### Задача 1.

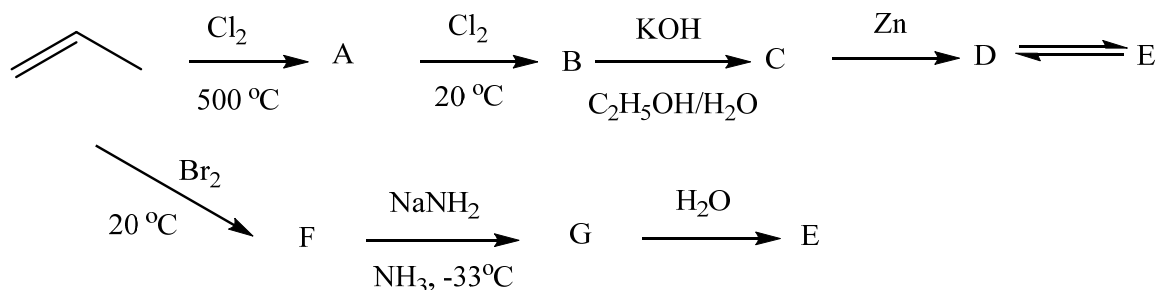
Для охлаждения реакционных растворов в лабораторной практике часто используют охлаждающие смеси. Имеется немало различных рецептов изготовления таких смесей, но наиболее распространенные охлаждающие смеси готовят из различных неорганических солей, воды и снега или льда. Эффективность таких охлаждающих смесей зависит от количества теплоты, которое поглощается при растворении данной соли. Величина энтальпии растворения солей главным образом зависит от энергии (энтальпии в первом приближении) кристаллической решетки этой соли и энтальпии гидратации. Энергия кристаллической решетки – это изменение внутренней энергии при "разборке" кристалла на исходные структурные единицы (для солей – ионы). Она не может быть измерена напрямую, но ее можно связать с другими энергетическими величинами, используя цикл Борна-Габера, в основе которого лежит закон Гесса. В приведенной ниже таблице представлены справочные термодинамические величины, которые Вам могут понадобиться при ответе на вопросы задачи.

Энтальпия растворения, $\Delta_{\text{раств.}}H^\circ$ , кДж/моль		Энтальпия образования, $\Delta_f H^\circ$ , кДж/моль	
NaCl	4,3	CaCl <sub>2</sub> тв	-411
Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	-23,5	Потенциалы ионизации, I, кДж/моль	
NH <sub>4</sub> NO <sub>3</sub>	25,6	Ca(г) $\rightarrow$ Ca <sup>2+</sup> (г) + 2e <sup>-</sup>	1735
MgSO <sub>4</sub>	-84,9	Энергия диссоциации, кДж/моль	
CaCl <sub>2</sub>	-82,9	DCl <sub>2</sub>	244
CaCl <sub>2</sub> *6H <sub>2</sub> O	18,1	Сродство к электрону, кДж/моль	
Энтальпия сублимации, $\Delta_{\text{суб.}}H^\circ$ , кДж/моль		ЕСl	-349
Na(тв) $\rightarrow$ Na(г)	109		

1. Какие из перечисленных в таблице солей можно использовать для приготовления охлаждающих смесей? Какая из них наиболее эффективна для приготовления охлаждающей смеси? Дайте необходимые пояснения.
2. Для наиболее эффективной в приготовлении охлаждающей смеси соли оцените, на сколько градусов изменится температура при растворении 100 г ее в 1 л воды. Теплоемкость полученного раствора примите равной теплоемкости воды (4,2 Дж/(г·К)).
3. При каких значениях  $\Delta_r G^\circ$  процесс протекает самопроизвольно? Как Вы думаете, почему, несмотря на эндотермический эффект растворения солей в воде, они все же растворяются?
4. Запишите выражение, связывающее энтальпии растворения ( $\Delta_{\text{раств.}}H^\circ$ ), кристаллической решетки ( $\Delta_{\text{кр.реш.}}H^\circ$ ) и гидратации ( $\Delta_{\text{гидр.}}H^\circ$ ).
5. Используя данные энтальпий растворения безводного хлорида кальция и его гексагидрата, а также выражение, полученное Вами в пункте 4, попробуйте объяснить, почему энтальпии растворения этих веществ не только сильно различаются, но даже меняют знак.
6. Используя цикл Борна-Габера, найдите энтальпию кристаллической решетки CaCl<sub>2</sub>.

## Задача 2.

Вещество D – простейший представитель ряда кумулированных диенов, которое можно получить по схеме:

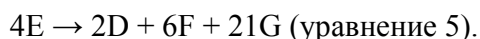


Известно, что D находится в равновесии со своим изомером E. Кроме того, известно, что соединение C содержит 32.47 % углерода.

- 1) Напишите структурные формулы соединений A-E.
- 2) Изобразите на рисунке полное пространственное строение молекулы D.
- 3) Напишите уравнение реакции D с  $\text{HCl}$  (1 эквивалент), бромом (1 эквивалент) и водой.
- 4) Какой изомер (D или E) устойчивее? Ответ обоснуйте.

## Задача 3.

К бесцветному раствору вещества A по каплям добавили раствор кислоты K, в результате выпал осадок B и образовался раствор соли C (уравнение 1), окрашивающей пламя в желтый цвет. Осадок отфильтровали, высушили и взвесили ( $m = 2,283$  г), а затем прокалили (уравнение 2). Масса остатка (вещество D) после прокаливания составила 1,493 г. Остаток, затем, растворили в кислоте K, получив раствор соли E с массовой долей кислорода 59,02 % (уравнение 3). Если кислоту K добавить к раствору A в избытке, то так же получается соль E (уравнение 4). При термическом разложении соли E образуется вещество D и газы F и G по схеме:



- 1) Определите вещества A – G, K.
- 2) Напишите уравнения всех упомянутых реакций.

## Задача 4.

Химик нашел у себя в лаборатории кусок неизвестного металла массой 5,440 г. Решив разобраться в том, какой это металл, он растворил кусок в 150,0 мл раствора серной кислоты ( $\rho = 1073$  г/дм<sup>3</sup>) и обнаружил, что металл растворился весьма быстро и без остатка. Собрав выделившийся водород в герметичный сосуд емкостью 1005 мл, он измерил давление при температуре воздуха  $23,0^\circ\text{C}$ , оно составило  $p = 6914$  мм рт. ст.

Немного удивившись полученному результату, химик провел дополнительные исследования и обнаружил, что в растворе, который образовался в результате растворения куска металла, присутствует сульфат аммония с массовой долей 2,085 %.

- 1) Из чего состоит кусок металла?
- 2) Определите массовые доли компонентов этого куска.
- 3) Объясните, почему химик удивился результатам. Какое давление он ожидал увидеть?

Справочные данные:

Молярный объем  $V_m = 22,41$  л/моль

Нормальное давление  $p_0 = 101,325$  кПа (760 мм рт. ст.)

Нормальная температура  $T_0 = 273,2$  К

### Задача 5.

В стакан со 100 мл 0,1 М сульфата меди поместили цинковый и медный электрод, соединенные друг с другом через амперметр и светодиод, после чего последний загорелся, а стрелка амперметра сдвинулась.

а) Объясните чем это обусловлено. Приведите уравнения происходящих процессов.

Ровно через 5 минут стрелка амперметра просигнализировала об отсутствии тока в цепи, а светодиод, естественно, погас.

б) Определите какое было напряжение в ячейке перед обрывом, если номинальная мощность светодиода 0,1 Вт, а амперметр показывал 92 мА.

в) Определите концентрацию ионов цинка в растворе и изменение массы цинкового электрода по завершению процесса. Изменением объема раствора пренебречь.

г) Справедливо ли пренебрежение изменением объема раствора в пункте в)?

д) Как изменился в ходе процесса рН раствора? Автопротолизом воды пренебречь.

Справочная информация:

