

Лабораторная работа № ХИМИЧЕСКОЕ РАВНОВЕСИЕ

Цель работы:

Основные понятия: химическое равновесие, динамический характер химического равновесия, подвижность химического равновесия, равновесный состав реакционной смеси (равновесные концентрации, равновесные парциальные давления), константа равновесия (термодинамические K_p^0 , K_a^0 и эмпирические K_p , K_C , K_X константы равновесия).

Основные законы: закон действующих масс, принцип Ле Шателье–Брауна.

Опыт 1. Влияние концентрации реагирующих и посторонних веществ на смещение химического равновесия в гомогенной системе

Реагенты: FeCl_3 , NH_4NCS

Уравнение изучаемой реакции: $\text{FeCl}_3 + 3\text{NH}_4\text{NCS} \rightleftharpoons \text{Fe}(\text{NCS})_3 + 3\text{NH}_4\text{Cl}$
желтый красный

Химическое равновесие нарушается при увеличении концентрации реагирующих веществ: а) FeCl_3 ; б) NH_4NCS ; в) NH_4Cl ; г) добавлении постороннего вещества $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$, образующего с ионом Fe^{3+} бесцветный комплекс $[\text{Fe}(\text{C}_2\text{O}_4)_3]^{3-}$ по реакции: $\text{Fe}^{3+} + 3(\text{C}_2\text{O}_4)^{2-} \rightleftharpoons [\text{Fe}(\text{C}_2\text{O}_4)_3]^{3-}$

Наблюдения изменения окраски раствора, увеличение или уменьшение концентрации реагирующих веществ при изменении концентрации одного из реагентов, смещение положения равновесия приведены в табл. 1.

Таблица 1. Результаты опыта

Наблюдения		Изменение концентрации				Выводы
Добавляемое вещество	Изменение окраски раствора	FeCl_3	NH_4NCS	$\text{Fe}(\text{NCS})_3$	NH_4Cl	Смещение равновесия (вправо, влево)
Эталон	красная	Установившееся равновесие				$\rightleftharpoons$
FeCl_3		увел-ся				
NH_4NCS			увел-ся			
NH_4Cl					увел-ся	
$\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$						

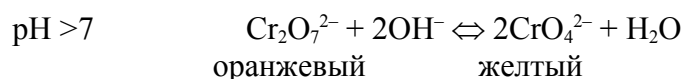
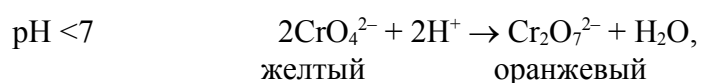
Выводы: 1. (Сформулируйте условие химического равновесия, используя кинетическое и термодинамическое выражения закона действующих масс. Напишите выражение константы равновесия K_C)

2. (Укажите, изменяется или остается постоянной константа равновесия при изменении концентрации реагентов)

3. (Сформулируйте принцип подвижности равновесия Ле Шателье – Брауна)

Опыт 2. Влияние кислотности среды на положение гомогенного химического равновесия

В водном растворе Cr (VI) существует в виде ионов $(\text{CrO}_4)^{2-}$ и $(\text{Cr}_2\text{O}_7)^{2-}$, равновесие между которыми смещено в кислотной среде в направлении образования дихромат-иона $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$, в нейтральной и щелочной средах — хромат-иона CrO_4^{2-} :



Равновесие может быть также нарушено при образовании малорастворимых хроматов или дихроматов с другими катионами.

Реагенты: K_2CrO_4 , H_2SO_4

Наблюдения:

Уравнение реакции в молекулярной форме:

Реагенты: $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$, KOH

Наблюдения:

Уравнение реакции в молекулярной форме:

Реагенты: K_2CrO_4 , BaCl_2

Уравнение реакции в молекулярной форме:

Реагенты: $K_2Cr_2O_7$, $BaCl_2$

Уравнение реакции в молекулярной форме:

Наблюдения изменения окраски раствора при введении в раствор кислоты или щелочи, образование осадка, смещение положения равновесия между хромат- и дихромат - ионами приведены в табл. 2.

Таблица 2. Результаты опыта

Исходный раствор		Добавляемое вещество	Изменение окраски, появление осадка	Уравнение реакции в ионно-молекулярной форме	Смещение положения равновесия $CrO_4^{2-} \rightleftharpoons Cr_2O_7^{2-}$
состав	окраска				
K_2CrO_4		кислота			
$K_2Cr_2O_7$		щелочь			
K_2CrO_4		$BaCl_2$			
$K_2Cr_2O_7$		$BaCl_2$			

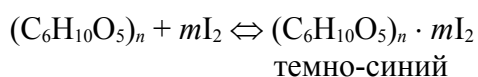
Выводы: 1. (Объясните изменение окраски растворов K_2CrO_4 и $K_2Cr_2O_7$ при добавлении соответственно кислоты и щелочи с точки зрения смещения положения установившегося равновесия в данном растворе)

2. (Объясните, почему в обоих случаях образуется нерастворимый $BaCrO_4$)

Опыт 3. Влияние температуры на смещение равновесия

Реагенты: водный раствор йода I_2 , крахмал $(C_6H_{10}O_5)_n$

Влияние температуры на смещение равновесия изучается на процессе образования соединения включения между крахмалом и йодом по обратимой реакции:



Результаты наблюдения изменения окраски при нагревании и охлаждении раствора, смещение равновесия и определяемый по смещению равновесия знак теплового эффекта реакции $\Delta_r H$

(экзотермическая реакция $\Delta_r H^0 < 0$; эндотермическая реакция $\Delta_r H^0 > 0$) представлены в табл. 3.

Таблица 3. Результаты опыта

Образец	Окраска раствора	Смещение равновесия	Знак $\Delta_r H^0$	
Эталон		$\rightleftharpoons$	прямой	обратной
После нагревания				
После охлаждения				

Выводы: 1. (Укажите, какая из реакций (прямая или обратная) является эндотермической)

2. (Укажите, как согласуются наблюдения с принципом подвижности равновесия Ле Шателье – Брауна, сформулируйте принцип)