

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники

Кафедра электронной техники и технологии

Отчет по лабораторной работе № 1
«КИНЕТИКА ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ.
ХИМИЧЕСКОЕ РАВНОВЕСИЕ»

Выполнил(а):

студент(ка) _____ курса

группы № _____

ФИО _____

Проверил(а):

доцент кафедры ЭТТ

Минск 202__

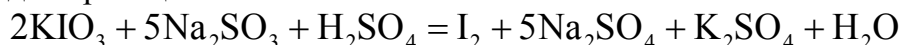
Цель работы: изучить влияние различных факторов на скорость и равновесие физико-химических процессов.

Экспериментальная часть

1. Зависимость скорости реакции от концентрации реагирующих веществ

1.1. Ход и данные опыта

Для наблюдения зависимости скорости реакции от концентрации реагирующих веществ проведена реакция:



Начало реакции – момент сливания растворов реагентов. Время реакции (τ) устанавливалось по секундомеру в момент выделения свободного иода (появление синей окраски), относительная скорость реакции определяется как $1/\tau$. Реакция проводилась при постоянной температуре (комнатной), постоянной концентрации йодата калия KIO_3 (раствор А) и переменной концентрации сульфита натрия Na_2SO_3 (табл. 1).

Таблица 1

Номер стакана	Объём, мл		Относительная конц. раствора Б, моль экв/л (н.)	Время τ , с	Относительная скорость реакции $\upsilon = 1/\tau$, с ⁻¹
	Раствор Б	Дистил. вода			
1	10	0	0,02		
2	10	5	0,0133		
3	10	10	0,01		
4	10	15	0,008		
5	10	20	0,0066		

1.2. Анализ результатов опыта

1.2.1. Используя данные таблицы, начертите график зависимости скорости реакции от концентрации реагирующих веществ, откладывая по оси абсцисс относительную концентрацию раствора сульфита натрия, по оси ординат – относительную скорость реакции (рис. 1).

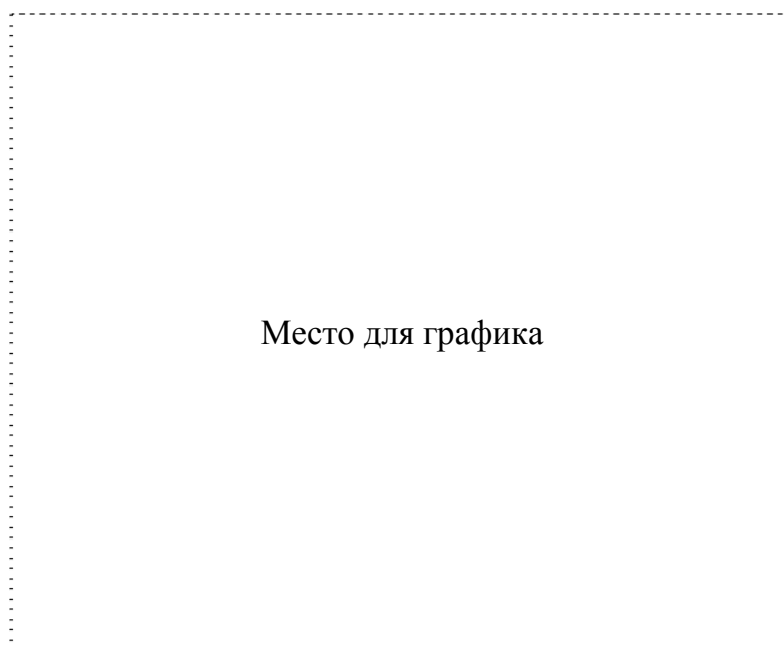


Рис. 1 – Зависимость скорости реакции от концентрации реагирующих веществ

1.2.2. Объясните, почему при повышении концентрации сульфита натрия изменяется (увеличивается или уменьшается) скорость исследуемой реакции. С чем это связано?

1.2.3. Какой кинетический закон устанавливает зависимость скорости реакции от концентрации реагирующих веществ? Запишите его выражение для исследуемой реакции.

1.2.4. Сделайте общий вывод о влиянии концентрации на скорость реакции.

Установлена зависимость

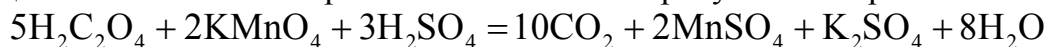
Показано, что

Результаты опыта согласуются

2. Зависимость скорости реакции от температуры

2.1. Ход и данные опыта

Для изучения зависимости скорости реакции от температуры проведена реакция окисления щавелевой кислоты перманганатом калия в присутствии серной кислоты:



Время реакции (τ) устанавливалось по секундомеру в момент изменения окраски (_____). Относительная скорость реакции определялась как $1/\tau$. Реакция проводилась при постоянной концентрации реагирующих веществ и переменной температуре (табл. 2).

Таблица 2

Номер опыта	Температура t, C	Время от начала реакции до конца, τ, c	Относительная скорость реакции $\nu = 1/\tau, \text{c}^{-1}$
1	30		
2	40		
3	50		
4	60		

2.2. Анализ результатов опыта

2.2.1. Рассчитайте температурный коэффициент в интервалах: $30 - 40\text{ }^{\circ}\text{C}$ ($v_{40^{\circ}\text{C}}/v_{30^{\circ}\text{C}}$), $40 - 50\text{ }^{\circ}\text{C}$ ($v_{50^{\circ}\text{C}}/v_{40^{\circ}\text{C}}$), $50 - 60\text{ }^{\circ}\text{C}$ ($v_{60^{\circ}\text{C}}/v_{50^{\circ}\text{C}}$), вычислите его *среднее* значение ($\gamma_{\text{ср}}$).

$v_{40^{\circ}\text{C}}/v_{30^{\circ}\text{C}} =$ _____ ; $v_{50^{\circ}\text{C}}/v_{40^{\circ}\text{C}} =$ _____ ;
 $v_{60^{\circ}\text{C}}/v_{50^{\circ}\text{C}} =$ _____ ; $\gamma_{\text{ср}} =$ _____ .

Выполняется ли для исследуемой реакции правило Вант-Гоффа?

От каких факторов зависит численное значение γ ?

2.2.2. Постройте график зависимости скорости реакции от температуры, отложив по оси абсцисс температуру, по оси ординат – относительную скорость (рис.2).

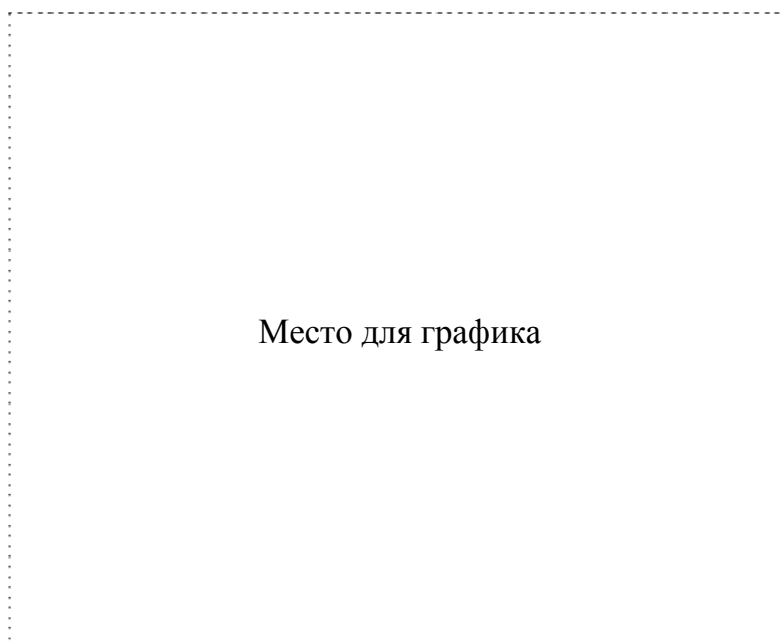


Рис. 2 – Зависимость скорости реакции от температуры

Какой вид имеет полученная зависимость?

2.2.3. Объясните, почему при увеличении температуры увеличивается скорость исследуемой реакции. Как это связано с изменением числа активных частиц? Из какого теоретического положения это следует? Запишите его математическое выражение.

2.2.4. Сделайте общий вывод о влиянии температуры на скорость реакции.

Установлена зависимость

Показано, что

Результаты опыта согласуются

3. Зависимость скорости гетерогенной реакции от величины поверхности реагирующих веществ

3.1. Ход и данные опыта

В две пробирки поместили одинаковое количество мела и мрамора. Добавили одинаковые объемы 10 %-ного раствора соляной кислоты. Наблюдали выделение газа в обеих пробирках. Отмечено, что в пробирке с _____ выделение газа закончится раньше, чем в пробирке с _____.

3.2. Анализ результатов опыта

3.2.1. Напишите уравнения реакций взаимодействия мела и мрамора с соляной кислотой, учитывая, что мел и мрамор имеют одинаковую химическую формулу CaCO_3 . Запишите выражение закона действия масс для каждой реакции.

3.2.2. Объясните различие скоростей реакций. Какой фактор в данном случае влияет на увеличение скорости реакции? Каким образом? Дайте обоснованное заключение на основании теоретического материала.

3.2.3. Сделайте общий вывод о влиянии величины поверхности реагирующих веществ на скорость реакции.

Установлена зависимость

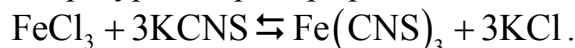
Показано, что

Результаты опыта согласуются

4. Влияние концентрации реагирующих веществ на состояние равновесия

4.1. Ход и данные опыта

Влияние концентрации реагирующих веществ на химическое равновесие исследовалось при постоянной температуре на примере реакции взаимодействия:



Красное окрашивание роданида железа $\text{Fe}(\text{CNS})_3$ позволяет следить за сдвигом химического равновесия при изменении концентрации реагирующих веществ. Изменение интенсивности окраски полученных растворов по сравнению с цветом раствора в контрольной пробирке вследствие добавления определенного реагента (FeCl_3 , KCNS , KCl) отмечено в табл. 3.

Таблица 3

Номер пробирки	Добавленное вещество	Изменение интенсивности окраски (ослабление, усиление)	Направление смещения равновесия (\rightarrow , \leftarrow , \rightleftharpoons)
1	FeCl_3		
2	KCNS		
3	KCl		
4	Контрольная		

4.2. Анализ результатов опыта

4.2.1. Выразите кинетическое условие равновесия исследуемой реакции.

4.2.2. Запишите ЗДМ для прямой и обратной реакции.

ЗДМ для прямой реакции: _____

ЗДМ для обратной реакции: _____

Используя ЗДМ, объясните, как изменится скорость, и какой реакции (прямой или обратной), при каждом указанном (табл. 3) изменении концентрации веществ. К чему это приводит? В каком направлении смещается равновесие в каждом случае?

При добавлении FeCl_3 _____

При добавлении KCNS _____

При добавлении KCl _____

4.2.3. Подтверждает ли установленное в ходе опыта изменение скоростей реакций и смещение равновесия принцип Ле Шателье?

4.2.4. Запишите выражение константы равновесия (K_c) для данной равновесной системы.

Зависит ли численное значение константы равновесия от концентрации реагирующих веществ?

4.2.5. Сделайте общий вывод о влиянии концентрации реагирующих веществ на состояние равновесия.

Установлено влияние

Показано, что

Результаты опыта согласуются

5. Влияние температуры на состояние равновесия

5.1. Ход и данные опыта

Реакцию взаимодействия йода с крахмалом можно представить в виде:



Изменение интенсивности синего окрашивания йодокрахмала позволяет следить за сдвигом химического равновесия при изменении температуры. При нагревании данной равновесной системы наблюдали _____, при дальнейшем охлаждении – _____.

5.2. Анализ результатов опыта

5.2.1. Почему при повышении температуры в большей степени (*результат опыта*) увеличивается скорость обратной реакции? Объясните, как это связано с энергией активации и тепловым эффектом реакции. В каком направлении смещается равновесие?

5.2.2. Подтверждает ли установленное в ходе опыта изменение скоростей реакций и смещение равновесия принцип Ле Шателье?

5.2.3. Как изменится (увеличится или уменьшится) численное значение константы равновесия данной реакции при повышении температуры?

5.2.4. Сделайте общий вывод о влиянии температуры на положение химического равновесия обратимой реакции.

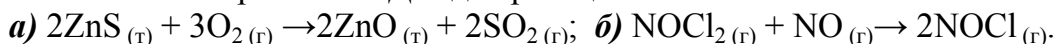
Установлено влияние

Показано, что

Результаты опыта согласуются

Ответы на контрольные вопросы

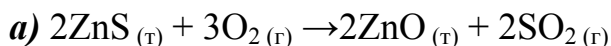
1. Запишите выражение ЗДМ для реакций:



Как изменится их скорость, если: *для реакции «а»* увеличить объем в 2 раза; *для реакции «б»* повысить температуру на 20 К ($\gamma = 3$) и уменьшить давление в 3 раза?

Ответы подтвердите расчетами.

Решение.

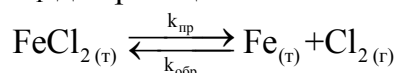




2. Вычислите скорость реакции $\text{N}_2\text{O}_{4(\text{г})} \rightarrow 2\text{NO}_{2(\text{г})}$ при 30°C и концентрации N_2O_4 , равной $0,014$ моль/л, если известны энергия активации $E = 58,52$ кДж/моль и предэкспоненциальный множитель $A = 10^{15}$.

Решение.

3. Запишите выражения K_C и K_P для реакции:



Зная, что $k_{\text{пр}} < k_{\text{обр}}$, определите знак ΔH прямой реакции. *Ответ поясните.*

Как изменится концентрация Cl_2 , если: *уменьшить температуру* ($P = \text{const}$); *увеличить давление* ($T = \text{const}$)?

В каком случае и как изменится (*увеличится или уменьшится*) значение константы равновесия? *Ответ поясните.*

Решение.

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники

Кафедра электронной техники и технологии

Отчет по лабораторной работе № 2
«ЭЛЕКТРОЛИТЫ. РЕАКЦИИ В РАСТВОРАХ ЭЛЕКТРОЛИТОВ»

Выполнил(а):

студент(ка) _____ курса

группы № _____

ФИО _____

Проверил(а):

доцент кафедры ЭТТ

Минск 202__

Цель работы: изучить влияние различных факторов на степень диссоциации электролитов и характер гидролиза солей.

Экспериментальная часть

1. Сильные и слабые электролиты. Зависимость степени диссоциации от природы электролита

1.1. Ход и данные опыта

В данном опыте через исследуемые растворы согласно методическим указаниям пропускали электрический ток. Наблюдали за яркостью свечения лампочки (табл. 1).

Таблица 1

Исследуемый раствор	Яркость свечения лампочки	неэлектролит / электролит (слабый / сильный)
Дистиллированная вода		
1 М сахар		
1 М КОН		
1 М NaNO ₃		
1 М CH ₃ COOH		
1 М NH ₄ OH		
CH ₃ COONH ₄		

Напишите уравнение реакции получения *ацетата аммония*:



1.2. Анализ результатов опыта

1.2.1. По яркости свечения электрической лампочки определили, к каким по электропроводности растворам (*неэлектролит / электролит; сильный электролит / слабый электролит*) они относятся (*ответ занесите в табл. 1*).

Какая величина характеризует силу электролитов и от чего она зависит?

1.2.2. Запишите уравнения диссоциации исследуемых веществ, а для *слабых электролитов* также выражения и значения констант диссоциации.

1.2.3. Сделайте общий вывод о зависимости степени диссоциации от природы электролита.

Установлена зависимость

Показано, что

Результаты опыта согласуются

2. Смещение равновесия диссоциации слабого электролита

2.1. Влияние разбавления раствора на степень электролитической диссоциации

2.1.1. Ход и данные опыта

В данном опыте через растворы уксусной кислоты CH_3COOH различных концентраций (концентрированный, 1 М и 0,1 М) пропускали электрический ток. Наблюдали за яркостью свечения лампочки (табл. 2).

Таблица 2

<i>Исследуемый раствор</i>	<i>Яркость свечения лампочки</i>
Концентрированная CH_3COOH	
1 М CH_3COOH	
0,1 М CH_3COOH	

Напишите уравнение диссоциации: CH_3COOH

2.1.2. Анализ результатов опыта

1. Чем объясняется усиление свечения лампочки при разбавлении раствора?
В какую сторону сместилось равновесие диссоциации уксусной кислоты и *почему*?

2. Запишите, исходя из закона разбавления Оствальда, выражение, связывающее степень диссоциации и концентрацию раствора.

3. Сделайте вывод о зависимости степени диссоциации слабого электролита от разбавления раствора.

Установлено влияние

Показано, что

Результаты опыта согласуются

2.2. Влияние введения одноименных ионов на степень диссоциации слабых электролитов

2.2.1. Ход и данные опыта 1 пункта 2.2

В две пробирки налили раствор гидроксида аммония и добавили каплю раствора фенолфталеина. Раствор в пробирках окрасился в _____ цвет. В одну из пробирок добавляли небольшое количество хлорида аммония. Окраска полученного раствора _____ по сравнению с цветом раствора в контрольной пробирке.

2.2.2. Анализ результатов опыта 1 пункта 2.2

1. Запишите уравнения диссоциации NH_4OH и NH_4Cl .

NH_4OH _____

NH_4Cl _____

Как смещается равновесие диссоциации раствора гидроксида аммония при добавлении к нему хлорида аммония? Как меняются при этом концентрация ионов OH^- в растворе и степень диссоциации гидроксида аммония? Как изменяется (увеличивается или уменьшается) рН раствора гидроксида аммония? *Ответ поясните.*

2. Повлияет ли и как на степень диссоциации гидроксида аммония добавление к раствору гидроксида натрия? Ответ поясните.

Запишем уравнения диссоциации:

NH_4OH _____

NaOH _____

2.2.3. Ход и данные опыта 2 пункта 2.2

В две пробирки налили раствор уксусной кислоты и добавили каплю раствора метилоранжа. Раствор в пробирках окрасился в _____ цвет. В одну из пробирок добавляли небольшое количество ацетата натрия. Окраска полученного раствора _____ по сравнению с цветом раствора в контрольной пробирке.

2.2.4. Анализ результатов опыта 2 пункта 2.2

1. Запишите уравнения диссоциации CH_3COOH и CH_3COONa .

CH_3COOH _____

CH_3COONa _____

Как смещается равновесие диссоциации раствора уксусной кислоты при добавлении к ней ацетата натрия? Как меняются при этом концентрация ионов H^+ в растворе и степень диссоциации уксусной кислоты? Как изменяется (*увеличивается или уменьшается*) рН раствора уксусной кислоты? *Ответ поясните.*

2. Повлияет ли и как на степень диссоциации уксусной кислоты добавление к раствору соляной кислоты? Ответ поясните.

Запишем уравнения диссоциации:

CH_3COOH _____

HCl _____

3. Сделайте общий вывод о влиянии введения одноименных ионов на степень диссоциации слабого электролита.

Установлено влияние _____

Показано, что _____

Результаты опыта согласуются _____

3. Гидролиз солей. Образование кислых и основных солей при ступенчатом гидролизе

3.1. Реакция среды растворов солей

3.1.1. Ход и данные опыта

В три пробирки с дистиллированной водой добавили несколько капель лакмуса. Одну из пробирок оставили в качестве контрольной, а в остальные добавили небольшое количество солей хлорида натрия NaCl и хлорида меди CuCl_2 . Наблюдали за изменением окраски индикатора после добавления соли (табл. 3).

Таблица 3

Соль	Изменение окраски индикатора после добавлении соли
NaCl	
CuCl_2	

3.1.2. Анализ результатов опыта

1. Объясните, почему не изменилась окраска раствора лакмуса при растворении соли NaCl .

2. Напишите ионно-молекулярное и молекулярное уравнения реакции гидролиза соли CuCl_2 , укажите pH.

Подтверждается ли вывод о характере среды экспериментом?

3. Объясните, какие ионы обусловили изменение цвета лакмуса в растворе CuCl_2 . В результате какого процесса появились эти ионы?

Поясните, почему хлорид меди подвергается ступенчатому гидролизу.

Преимущественно по какой ступени протекает гидролиз хлорид меди?

4. Сделайте общий вывод, при гидролизе каких солей образуются *основные* соли.

5. Как избежать гидролиза соли CuCl_2 при приготовлении водного раствора? Ответ поясните на основании принципа смещения равновесия гидролиза, указав *все* факторы.

3.2. Гидролиз карбоната натрия

3.2.1. Ход и данные опыта

В пробирку с дистиллированной водой добавили несколько капель лакмуса и небольшое количество карбоната натрия Na_2CO_3 . При растворении соли пузырьки газа _____ (выделялись / не выделялись). Раствор в пробирке окрасился в _____ цвет.

3.2.2. Анализ результатов опыта

1. Напишите ионно-молекулярное и молекулярное уравнения реакции гидролиза соли Na_2CO_3 с учетом наблюдений в эксперименте, укажите pH.

Подтверждается ли вывод о характере среды экспериментом?

2. Объясните, какие ионы обусловили изменение цвета лакмуса в растворе Na_2CO_3 . В результате какого процесса появились эти ионы?

Поясните, почему карбонат натрия подвергается ступенчатому гидролизу.

На что указывает отсутствие выделения диоксида углерода при растворении соли?

3. Сделайте общий вывод, при гидролизе каких солей образуются *кислые* соли.

4. Как избежать гидролиза соли Na_2CO_3 при приготовлении водного раствора? Ответ поясните на основании принципа смещения равновесия гидролиза, указав *все* факторы.

4. Влияние температуры на степень гидролиза солей

4.1. Ход и данные опыта

В пробирку с дистиллированной водой добавили небольшое количество CH_3COONa и несколько капель фенолфталеина. Раствор в пробирке окрасился в _____ цвет. Затем половину объема полученного раствора нагрели. При нагревании наблюдали _____ окраски по сравнению с контрольной пробиркой.

4.2. Анализ результатов опыта

1. Напишите ионно-молекулярное и молекулярное уравнения реакции гидролиза соли CH_3COONa , укажите pH.

Подтверждается ли вывод о характере среды экспериментом?

2. Сделайте вывод об изменении концентрации ионов OH^- в растворе при нагревании на основании изменения окраски индикатора.

В каком направлении сместилось равновесие процесса гидролиза? Укажите причину увеличения степени гидролиза соли с повышением температуры раствора.

Ответы на контрольные вопросы

1. Массовая доля серной кислоты в растворе равна 34 %, плотность раствора – $1,25 \text{ г/см}^3$. Вычислите молярную концентрацию раствора серной кислоты.

Решение.

2. Напишите уравнения диссоциации электролитов и на основании расчетов *объясните* различие в значениях pH 0,1 М растворов: HNO_3 и HNO_2 , NaOH и NH_4OH .

Решение.

Азотная кислота _____

Азотистая кислота _____

Гидроксид натрия _____

Гидроксид аммония _____

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники

Кафедра электронной техники и технологии

Отчет по лабораторной работе № 3
«ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ И ЯВЛЕНИЯ»

Выполнил(а):
студент(ка) _____ курса
группы № _____
ФИО _____

Проверил(а):
доцент кафедры ЭТТ

Цель работы: на конкретных примерах изучить электрохимические процессы, протекающие в гальванических элементах и при электролизе водных растворов электролитов.

Экспериментальная часть

1. Установить химическую активность металлов в водных растворах электролитов и их положение в электрохимическом ряду активностей

1.1. Ход и данные опыта

Перед началом эксперимента, в соответствии с условием самопроизвольного протекания окислительно-восстановительных реакций (ОВР) в водных растворах электролитов ($\varphi^0_{\text{окислителя}} > \varphi^0_{\text{восстановителя}}$), установили, какие из предлагаемых реакций возможны (табл. 1).

$$\varphi^0_{\text{Zn}^{2+}/\text{Zn}} = \text{_____ В}; \quad \varphi^0_{\text{Fe}^{3+}/\text{Fe}} = \text{_____ В}; \quad \varphi^0_{\text{Cu}^{2+}/\text{Cu}} = \text{_____ В}; \quad \varphi^0_{\text{Fe}^{3+}/\text{Fe}^{2+}} = \text{_____ В}$$

Таблица 1

	ZnSO_4	CuSO_4	FeCl_3 (+ индикатор $\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$)
Zn			
Cu			

Запишем уравнения *теоретически возможных реакций* металлов в растворах электролитов в молекулярной и ионной формах, указав окислитель и восстановитель (сравнив $\varphi^0_{\text{окислителя}}$ и $\varphi^0_{\text{восстановителя}}$), процессы окисления и восстановления.

Zn: _____

Cu: _____

В ходе эксперимента проводили только те взаимодействия, которые были определены в соответствии с установленным прогнозом возможного протекания реакций (табл. 1). Для этого в пробирки опускали по одному кусочку соответствующего металла и добавляли по 1 мл 0,5 н. растворов соответствующих солей. *Наблюдаемые признаки реакций записывали в табл. 1.*

1.2. Анализ результатов опыта

1. Объясните, почему из двух теоретически возможных реакций цинка с раствором FeCl_3 , в эксперименте протекала одна реакция. Как это согласуется с условием самопроизвольного протекания ОВР в водных растворах электролитов? Запишите соответствующие уравнения реакций.

2. Согласуются ли полученные результаты с вашим прогнозом возможного протекания реакций и теоретическими положениями?

3. Не проводя эксперимента, запишите уравнение реакции алюминия с раствором сульфата меди (II) в молекулярной и ионной формах, указав окислитель и восстановитель (сравнив $\varphi^0_{\text{окислителя}}$ и $\varphi^0_{\text{восстановителя}}$), процессы окисления и восстановления.

Объясните, почему в соответствии с условием самопроизвольного протекания ОВР в водных растворах электролитов данная реакция возможна, а на практике не протекает. Как это связано с явлением пассивации? Укажите влияние пассивирующих (оксидных) слоев на поверхности активных металлов на характер протекания ОВР.

4. Сделайте вывод о химической активности металлов в водных растворах электролитов.

Установлена

Показано, что

2. Определение стандартной ЭДС химического гальванического элемента

2.1. Ход и данные опыта

Для выполнения опыта собрали медно-цинковый гальванический элемент. Значение ЭДС измерили с помощью измерительного прибора.

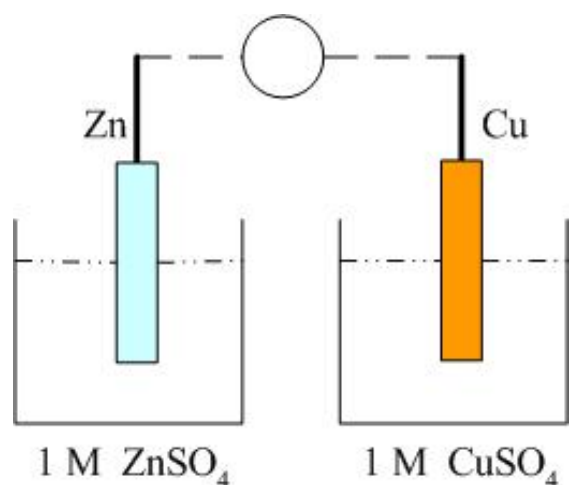


Рисунок – Схематическое изображение стандартного медно-цинкового химического гальванического элемента

Дополните изображение недостающей деталью и покажите направление движения электронов во внешней цепи и ионов во внутренней.

Измеренное значение ЭДС: $E_{\text{практ}} = \underline{\hspace{2cm}} \text{ В}$

2.2. Анализ результатов опыта

1. Составьте электрохимическую схему исследованного гальванического элемента в молекулярной и ионной формах, уравнения анодно-катодных процессов и суммарное уравнение токообразующей реакции. Как называется данный элемент?

Используя справочные данные, рассчитайте значение стандартной ЭДС и сравните с экспериментальным.

Какая поляризация имеет место в данном элементе? *Дайте обоснованный ответ.*

Рассчитайте изменение свободной энергии Гиббса (ΔG) и полезную работу (A).

2. Не проводя эксперимента, рассчитайте значения ЭДС исследуемого элемента при концентрациях растворов:

а) $0,001$ моль/л $ZnSO_4$ и 1 моль/л $CuSO_4$:

б) 1 моль/л $ZnSO_4$ и $0,001$ моль/л $CuSO_4$:

Сравните полученные значения ЭДС с величиной стандартной ЭДС и *сделайте вывод* о влиянии концентраций потенциалопределяющих ионов на величины электродных потенциалов и значения ЭДС.

3. Как изменятся процессы, если Zn- и Cu-электроды (*оба*) поместить в один и тот же раствор серной кислоты H_2SO_4 ? Ответ обоснуйте приведением электрохимической схемы гальванического элемента. Запишите уравнения анодно-катодных процессов и суммарное уравнение токообразующей реакции. *Как называется такой элемент?*

Объясните, почему с течением времени в таком элементе значение ЭДС уменьшается? Какие виды поляризации имеют место в данном элементе и на каком электроде элемента какая?

Какими способами можно уменьшить поляризацию и увеличить численное значение ЭДС?

4. Сделайте обобщающий вывод, от каких факторов зависит численное значение ЭДС химических гальванических элементов.

Определена

Показано, что

3. Электролиз растворов солей на инертных электродах

Ход и данные опыта

В опыте исследовали реакции, протекающие на *графитовых* электродах при прохождении постоянного тока через растворы солей CuSO_4 , NaCl , KI . При выполнении работы использовали электролизер (U-образная стеклянная трубка, закрепленная в штативе), графитовые электроды, выпрямитель тока и 0,5 М растворы солей CuSO_4 , NaCl , KI .

3.1. Электролиз сульфата меди

3.1.1. Данные опыта

Пропускали ток через раствор CuSO_4 . Наблюдали за *процессами на электродах*. Выключили выпрямитель и достали электроды из электролизера. Промыли электроды водой. В анодное пространство электролизера опустили полоску индикаторной бумаги и по цветовой эталонной шкале *определили значение pH* раствора.

Перед выполнением эксперимента составили схему электролиза CuSO_4 .



3.1.2. Анализ результатов опыта

1. Опишите результаты наблюдений.

К: _____

А: _____

2. Объясните появление розового налета на поверхности *катода*.

3. Какой газ выделился на *аноде*?

Окисляются ли кислородсодержащие ионы SO_4^{2-} на аноде при данном напряжении?

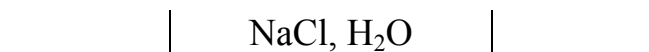
Увеличение концентрации каких ионов в результате реакции у анода обусловило изменение *pH* раствора?

3.2. Электролиз хлорида натрия

3.2.1. Данные опыта

Пропускали ток через раствор NaCl. Наблюдали за процессами на электродах. Выключили выпрямитель и достали электроды. Промыли электроды водой. В катодное пространство добавили несколько капель фенолфталеина, в анодное – вначале раствор KI, а затем – крахмал. Наблюдали, как изменилась окраска растворов в обоих случаях.

Перед выполнением эксперимента составили схему электролиза NaCl.



3.2.2. Анализ результатов опыта

1. Опишите результаты наблюдений.

К: _____

А: _____

2. Какой газ выделился на *катоде*?

Почему на катоде *не выделился* металлический натрий?

Увеличение концентрации каких ионов в результате реакции у катода обусловило изменение окраски фенолфталеина в малиновый цвет?

Как изменится при этом значение *pH* электролита?

3. Какие ионы окислились на *аноде* и почему?

Объясните, почему раствор в анодном пространстве окрасился в синий цвет.

Запишите уравнение качественной реакции на молекулярный хлор.

3.3. Электролиз иодида калия

3.3.1. Данные опыта

Пропускали ток через раствор KI . Наблюдали за процессами на электродах. Выключили выпрямитель и достали электроды из электролизера. Промыли электроды водой. В катодное пространство добавили несколько капель фенолфталеина, в анодное – раствор крахмала. Наблюдали, как изменилась окраска растворов в обоих случаях.

Перед выполнением эксперимента составили схему электролиза KI .



3.3.2. Анализ результатов опыта

1. Опишите результаты наблюдений.

К: _____

А: _____

2. Какой газ выделился на *катоде*?

Почему на катоде *не выделился* металлический калий?

Увеличение концентрации каких ионов в результате реакции у катода обусловило изменение окраски фенолфталеина в малиновый цвет?

Как изменится при этом значение pH электролита?

3. Какие ионы окислились на *аноде* и почему?

Объясните, почему раствор в анодном пространстве окрасился в синий цвет.

4. Согласуются ли полученные результаты во всех случаях с вашим прогнозом возможного протекания реакций на электродах (см. *схемы электролиза*) и теоретическими положениями?

5. *Сделайте обобщающий вывод* об особенностях процессов электролиза на инертных электродах, указав для каждого из опытов основные факторы, определяющие природу продуктов электролиза.

Проведен

Показано, что

Ответы на контрольные вопросы

1. Составьте схемы гальванических элементов типа Даниэля – Якоби и типа Вольта, работающих на токообразующей реакции $Ni + 2H^+ \rightleftharpoons Ni^{2+} + H_2$. Напишите уравнения электродных процессов, уравнения токообразующей реакции. Определите их E^0 .

Гальванический элемент типа Даниэля-Якоби:

Гальванический элемент типа Вольта:

2. Составьте схему гальванического элемента из кислородного электрода в электролите NH_4OH 0,001 моль/л ($K_D = 1,8 \cdot 10^{-5}$) и стандартного цинкового электрода. Запишите уравнения анодно-катодных процессов и суммарное уравнение токообразующей реакции, рассчитайте ЭДС.

3. Составьте схему электролиза 1 М раствора хлорида кальция CaCl_2 на платиновых электродах. Запишите уравнения анодно-катодных процессов и суммарное уравнение электролиза. Определите, какая масса вещества выделится на катоде, если на аноде выделилось 22,4 л газа при н.у. Какое количество электричества прошло через электролит, если $V_T = 80\%$?

4. Приведите схему электролизной системы для получения металлического никеля на стальной (Fe) подложке. Запишите уравнения электродных реакций и рассчитайте количество электричества, необходимое для получения 59 г никеля.

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники

Кафедра электронной техники и технологии

Отчет по лабораторной работе № 4
«ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКАЯ КОРРОЗИЯ МЕТАЛЛОВ
И МЕТОДЫ ЗАЩИТЫ ОТ КОРРОЗИИ»

Выполнил(а):
студент(ка) _____ курса
группы № _____
ФИО _____

Проверил(а):
доцент кафедры ЭТТ

Минск 202__

Цель работы: на конкретных примерах ознакомиться с основными видами электрохимической коррозии и методами защиты металлов от коррозии.

Экспериментальная часть

1. Коррозия, возникающая при контакте двух металлов, различных по природе

1.1. Ход и данные опыта

В стеклянную трубку, согнутую под углом, поместили гранулу цинка и добавили 1–2 мл 0,01 н. раствора H_2SO_4 . *Наблюдаем, что происходит на цинковой грануле.*

Медную проволоку опустили в этот же раствор таким образом, чтобы она не касалась гранулы цинка. *Проводим наблюдение.*

Затем прикоснулись медной проволокой к грануле цинка. *Проводим наблюдение. На каком металле выделяются пузырьки газа?* Достали медную проволоку из раствора и убедились, что интенсивность выделения газа уменьшилась.

1.2. Анализ результатов опыта

1. Опишите результаты наблюдений.

1.1. _____

1.2. _____

1.3. _____

2. Запишите уравнение окислительно-восстановительной реакции (ОВР) взаимодействия цинка с серной кислотой, указав окислитель и восстановитель.

3. Почему при погружении меди в кислоту (без контакта с цинком) не наблюдаются признаки реакции? Ответ поясните, используя таблицу стандартных электродных потенциалов металлов.

4. Почему при контакте цинка и меди интенсивность выделения пузырьков газа на меди значительно больше? Какова роль меди, в присутствии которой газ выделяется интенсивнее?

5. Составьте электрохимическую схему короткозамкнутого гальванического элемента (*типа Вольта*). Запишите уравнения анодно-катодных процессов и суммарное уравнение электрохимической реакции.

Определите значение pH *0,01 н.* раствора H_2SO_4 (используемого в опыте) и рассчитайте ЭДС коррозионной пары.

6. Ответьте, исходя из результатов наблюдений, с какой деполяризацией (водородной или кислородной) протекает коррозия цинка.

Возможна ли в аналогичных условиях коррозия меди? Ответ обоснуйте.

2. Коррозия, возникающая при образовании микрогальванопар

2.1. Ход и данные опыта

Поместили в пробирку гранулу цинка, добавили 2–3 мл *0,01 н.* раствора H_2SO_4 и затем несколько капель раствора сульфата меди $CuSO_4$. *Наблюдаем за изменением поверхности гранулы цинка и интенсивности окраски раствора сульфата меди.*

2.2. Анализ результатов опыта

1. Опишите результаты наблюдений.

2. Что появилось на поверхности цинка в присутствии $CuSO_4$?

Запишите уравнения ОВР взаимодействия цинка с H_2SO_4 и цинка с CuSO_4 в молекулярной и краткой ионной формах, указав окислитель и восстановитель, и сравните окислительные свойства ионов H^+ (при рассчитанном в опыте 1 значении pH) и Cu^{2+} (при ст. усл.).



Объясните в соответствии с условием самопроизвольного протекания ОВР в водных растворах электролитов, почему реакция взаимодействия цинка и CuSO_4 предпочтительней, чем цинка и H_2SO_4 .

3. Составьте электрохимическую схему *микрোগальванических* элементов, образующихся при восстановлении меди из раствора CuSO_4 на грануле цинка в присутствии H_2SO_4 , и уравнения анодно-катодных процессов коррозии.

Какой металл подвергается коррозии?

С какой деполяризацией протекает коррозия?

4. В каких случаях имеет место коррозия при образовании микрোগальванопар?

3. Активирующее действие ионов Cl^- на процессы коррозии

3.1. Ход и данные опыта

В две пробирки налили по 2–3 мл 0,01 н. раствора $CuSO_4$, подкисленного разбавленным раствором H_2SO_4 . В каждую из пробирок поместили по кусочку Al . *Проводим наблюдение.* В одну из пробирок добавили несколько капель раствора $NaCl$. *Наблюдаем за изменением поверхности алюминия и интенсивности окраски раствора сульфата меди.* После добавления раствора $NaCl$ пузырьки газа _____ (выделялись / не выделялись).

3.2. Анализ результатов опыта

1. Опишите результаты наблюдений.

1.1. _____

1.2. _____

2. Почему отсутствуют признаки реакции в растворе без $NaCl$?

3. Объясните изменение поверхности алюминия. С чем это связано?

Запишите уравнение ОВР взаимодействия алюминия с $CuSO_4$ в молекулярной и краткой ионной формах, указав окислитель и восстановитель.

$Al + CuSO_4$ _____

Объясните интенсивное выделение пузырьков газа во второй пробирке с $NaCl$. Как это связано с ионами Cl^- ?

4. Составьте электрохимическую схему *микрোগальванических* элементов, образующихся при восстановлении меди из раствора $CuSO_4$ на грануле алюминия в присутствии H_2SO_4 , и уравнения анодно-катодных процессов коррозии.

Какой металл подвергается коррозии?

С какой деполяризацией протекает коррозия?

4. Анодные и катодные защитные покрытия

4.1. Ход и данные опыта

В два химических стакана налили 5–7 мл 3 %-ного раствора NaCl, добавили в каждый из них по несколько капель раствора $K_3[Fe(CN)_6]$ (индикатора на ионы Fe^{2+}). Опустили в один стакан кусочек *оцинкованного железа (покрытого цинком)*, а в другой – *луженого (покрытого оловом)*. На поверхности металлов *нанесены* глубокие царапины. *Наблюдаем за изменениями в местах царапин поверхности металлов.*

4.2. Анализ результатов опыта

1. Опишите результаты наблюдений.

1.1.

1.2.

2. Объясните, почему не появилась синяя окраска в растворе с *оцинкованным железом*. Ионы какого металла переходят в раствор в данном случае и почему?

Запишите электрохимическую схему образующегося коррозионного *макрогальванического* элемента (*оцинкованное железо*), уравнения анодно-катодных процессов коррозии, уравнение вторичной реакции, суммарное уравнение коррозии.

Установите вид покрытия для *железа*, покрытого цинком.

3. Объясните появление синей окраски в растворе с *луженым железом*.

Запишите электрохимическую схему образующегося коррозионного *макрогальванического* элемента (*луженое железо*), уравнения анодно-катодных процессов коррозии, уравнение вторичной реакции, суммарное уравнение коррозии.

Установите вид покрытия для *железа*, покрытого оловом.

Какое влияние оказывает природа вторичных продуктов на скорость коррозии?

4. Сделайте вывод о надежности защитных покрытий.

5. Протекторная защита

5.1. Ход и данные опыта

В опыте исследуется коррозионная устойчивость свинца (*технический материал, т.е. металл химически неоднородный, содержащий примеси*) на примере поведения его в разбавленном растворе уксусной кислоты, и эффективность протекторной защиты.

Для *изучения коррозионной устойчивости свинца* в химический стакан налили 5–10 мл разбавленного раствора (0,2–0,4 н) CH_3COOH , добавили 4–5 капель раствора KI (индикатора на ионы Pb^{2+}) и опустили гранулу свинца. *Проводим наблюдение. Что происходит с окраской раствора? Обращаем внимание на отсутствие выделения пузырьков газа.*

Для *оценки эффективности протекторной защиты* повторяем опыт, но в стакан поместили гранулы цинка и свинца так, чтобы они имели хороший контакт. *Проводим наблюдение.*

5.2. Анализ результатов опыта

1. Опишите результаты наблюдений.

1.1.

1.2.

2. Объясните образование золотистой окраски раствора (PbI_2) в первом случае.

Исходя из результатов наблюдений и учитывая возможность коррозии свинца, составьте электрохимическую схему коррозионного *микрोगальванического* элемента. Запишите уравнения анодно-катодных процессов и суммарное уравнение электрохимической реакции.

С какой деполяризацией (водородной или кислородной) протекает коррозия свинца?

3. Почему в растворе с парой «цинк – свинец» желтое окрашивание не появляется (проявляется очень слабо)? Какой металл является протектором и почему?

Составьте электрохимическую схему образующегося коррозионного *макрोगальванического* элемента, запишите уравнения анодно-катодных процессов коррозии и суммарное уравнение электрохимической реакции.

4. В каких случаях можно использовать протекторную защиту?

6. Катодная защита

6.1. Ход и данные опыта

В опыте исследуется *коррозионная устойчивость* стального образца (технический материал) на примере поведения его в растворе хлорида натрия и *эффективность* катодной защиты.

Для *изучения коррозионной устойчивости* стального образца в химический стакан емкостью 50 мл налили 30–35 мл 3 %-ного раствора NaCl и добавили несколько капель индикатора на ионы Fe^{2+} – $\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$, опустили стальной образец. *Спустя 2–3 мин наблюдаем за поверхностью пластинки.*

Для проведения катодной защиты собрали электролизную систему, включающую химический стакан, 3 % раствор NaCl с добавлением $\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$, угольный и стальной электроды, источник постоянного тока. Угольный электрод подсоединили к положительному полюсу источника постоянного тока, стальной – к отрицательному. *Проводим наблюдение.*

6.2. Анализ результатов опыта

1. Опишите результаты наблюдений.

1.1.

1.2.

2. Почему в первом случае синее окрашивание появляется лишь на отдельных участках стального образца? О чем это свидетельствует?

Учитывая возможность коррозии *железа* и, исходя из результатов наблюдений, составьте электрохимическую схему коррозионного *микрোগальванического* элемента. Запишите уравнения анодно-катодных процессов и суммарное уравнение электрохимической реакции.

С какой деполяризацией протекает коррозия стального образца?

3. Почему в случае катодной защиты синее окрашивание не появляется?

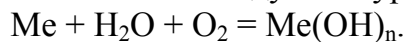
Составьте электрохимическую схему катодной защиты стального образца, уравнения анодно-катодных процессов, суммарное уравнение реакции.

4. Оцените надежность катодной защиты.

В каких случаях на практике используется электрозащита от коррозии?

Ответы на контрольные вопросы

1. По величине и знаку энергии Гиббса определите, какие из приведенных металлов (Co, Au) будут корродировать во влажном воздухе по уравнению



Составьте соответствующие схемы, напишите уравнения электрохимических реакций. Ответ подтвердите расчетом.

2. Гальванический элемент, образовавшийся при коррозии хромированного свинца, дает ток силой 6 А. Какая масса хромированного свинца окислится и какой объем кислорода поглотится за 55 с работы этого элемента? Приведите схему и уравнения коррозионных процессов, соответствующие расчеты.

3. Подберите анодное покрытие для меди и приведите схему его получения (*электролиз*). Напишите уравнения процессов, происходящих при нарушении целостности этого покрытия в атмосферных условиях (H_2O , O_2), и установите, с какой деполяризацией процесс коррозии наиболее вероятен. Ответ поясните соответствующими расчетами.
