

Белорусский государственный университет информатики  
и радиоэлектроники

Кафедра электронной техники и технологии

Отчет по лабораторной работе № 1

«ХИМИЧЕСКИЕ ЭКВИВАЛЕНТЫ  
ПРОСТЫХ И СЛОЖНЫХ ВЕЩЕСТВ»

Выполнил(а):

Студент(ка) 1-го курса

Группы № \_\_\_\_\_

ФИО \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Проверил(а):

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Минск 202\_\_

**Цель работы:** пользуясь методом вытеснения водорода или другого газа, определить эквивалентные массы металла и соли.

## Экспериментальная часть

### 1. Определение эквивалентной массы металла методом вытеснения водорода

#### 1.1. Ход и данные опыта

Запишем уравнение реакции данного опыта в молекулярном виде:

---



---

Результаты опыта занесем в таблицу 1.

Таблица 1

Результаты эксперимента по определению эквивалентной массы металла

Наименование измерений	Обозначение	Численные значения	Единица измерения
Масса образца металла	$m$		г
Температура опыта	$T$		К
Объем выделившегося водорода	$V_{H_2} = V_2 - V_1$		мл
Атмосферное давление	$P_{атм}$		кПа
Давление насыщенных водяных паров	$P_{H_2O}$		кПа
Давление выделившегося водорода	$P_{H_2} = P_{атм} - P_{H_2O}$		кПа

#### 1.2. Расчеты и анализ результатов опыта

Для приведения объема выделившегося водорода к нормальным условиям используем уравнение состояния идеального газа:

$$\frac{V_{0(H_2)} P_0}{T_0} = \frac{V_{H_2} P_{H_2}}{T}, \quad V_{0(H_2)} = \frac{V_{H_2} P_{H_2} T_0}{T P_0},$$

где  $V_{0(H_2)}$  – объем выделившегося водорода при н. у., мл;  $P_0$  – парциальное давление водорода при н. у., равное 101,3 кПа (760 мм рт. ст.);  $T_0$  – температура, 273 К;  $V_{H_2}$  – объем выделившегося водорода при условиях опыта, мл;  $P_{H_2}$  – парциальное давление водорода при условиях опыта, кПа (мм рт. ст.);  $T$  – температура опыта, К.

---



---



---





## 2.2. Расчеты и анализ результатов опыта

Массу  $\text{CO}_2$  рассчитаем, используя уравнение Менделеева – Клапейрона:

$$P_{\text{CO}_2} V_{\text{CO}_2} = \frac{m_{\text{CO}_2}}{M_{\text{CO}_2}} RT, \quad m_{\text{CO}_2} = \frac{P_{\text{CO}_2} V_{\text{CO}_2} M_{\text{CO}_2}}{RT},$$

где  $P_{\text{CO}_2}$  – давление выделившегося  $\text{CO}_2$ , кПа;  $V_{\text{CO}_2}$  – объем выделившегося  $\text{CO}_2$ , л;  $T$  – температура опыта, К;  $R$  – универсальная газовая постоянная, 8,314 Дж/(моль·К).

---

---

---

---

---

---

---

---

Рассчитаем эквивалентную массу  $\text{CaCO}_3$  по закону эквивалентов, принимая в данном случае  $\mathcal{E}_{\text{CO}_2} = 22$  г/моль:

$$\frac{m_{\text{CaCO}_3}}{\mathcal{E}_{\text{CaCO}_3}} = \frac{m_{\text{CO}_2}}{\mathcal{E}_{\text{CO}_2}}.$$

---

---

---

---

---

---

---

---

1. Определим теоретическое значение эквивалентной массы карбоната кальция. Рассчитаем абсолютную и относительную погрешности эксперимента.

---

---

---

---

---

---

---

---

2. Объясните, почему при расчетах  $\mathcal{E}_{\text{CaCO}_3}$  использовали значение эквивалентной массы  $\text{CO}_2$  в 2 раза большее теоретического.

---

---

---

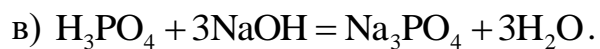
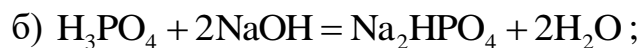
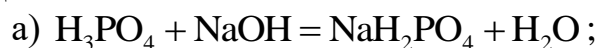
---

3. Сделайте вывод о влиянии характера реакции на значение эквивалента сложных веществ.

### Ответы на контрольные задания

1. Рассчитайте эквивалентную массу веществ:  $\text{H}_3\text{PO}_4$ ,  $\text{Al}(\text{OH})_3$ ,  $\text{Na}_2\text{SO}_4$ .

2. Рассчитайте эквивалентную массу фосфорной кислоты в указанных реакциях:





Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники

Кафедра электронной техники и технологии

Отчет по лабораторной работе № 2  
«КИНЕТИКА ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ.  
ХИМИЧЕСКОЕ РАВНОВЕСИЕ»

Выполнил(а):

студент(ка) \_\_\_\_\_ курса

группы № \_\_\_\_\_

ФИО \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Проверил(а):

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_



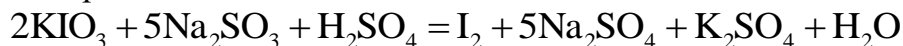
**Цель работы:** изучить влияние различных факторов на скорость и равновесие физико-химических процессов.

## 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 ( $\tau$ ) 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 иодата калия  $\text{KIO}_3$  (раствор А) и переменной концентрации сульфита натрия  $\text{Na}_2\text{SO}_3$  (табл. 1).

Таблица 1

Номер стакана	Объём, мл		Относительная конц. раствора Б, моль экв/л (н.)	Время $\tau$ , с	Относительная скорость реакции $\upsilon = 1/\tau$ , с <sup>-1</sup>
	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).

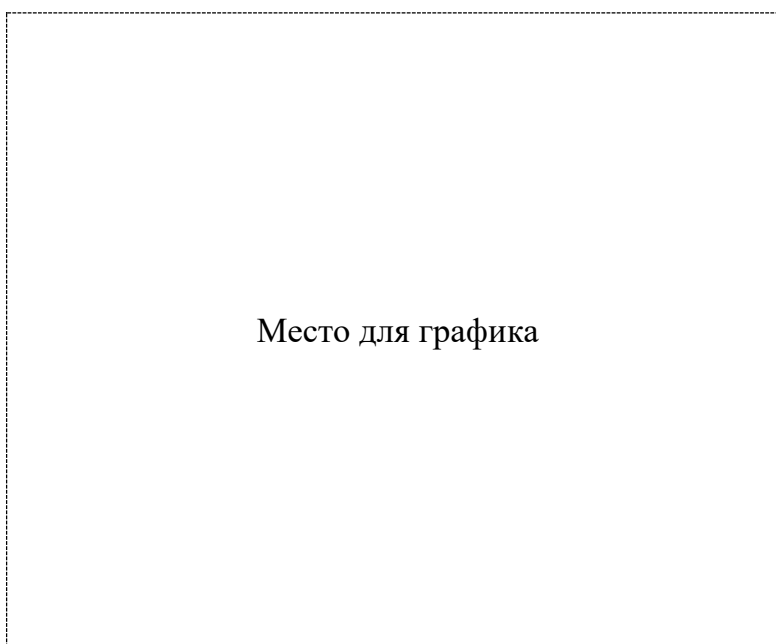


Рис. 1 – Зависимость скорости реакции от концентрации реагирующих веществ

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

---

---

---

---

---

---

---

---

**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

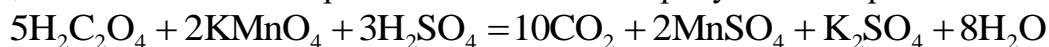
---

---

## ***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 ( $\tau$ ) 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 $t, ^\circ\text{C}$	Время от начала реакции до конца, $\tau, \text{c}$	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 ( $\gamma_{\text{ср}}$ ).  
 $v_{40^{\circ}\text{C}}/v_{30^{\circ}\text{C}} =$  \_\_\_\_\_;  $v_{50^{\circ}\text{C}}/v_{40^{\circ}\text{C}} =$  \_\_\_\_\_;  
 $v_{60^{\circ}\text{C}}/v_{50^{\circ}\text{C}} =$  \_\_\_\_\_;  $\gamma_{\text{ср}} =$  \_\_\_\_\_.

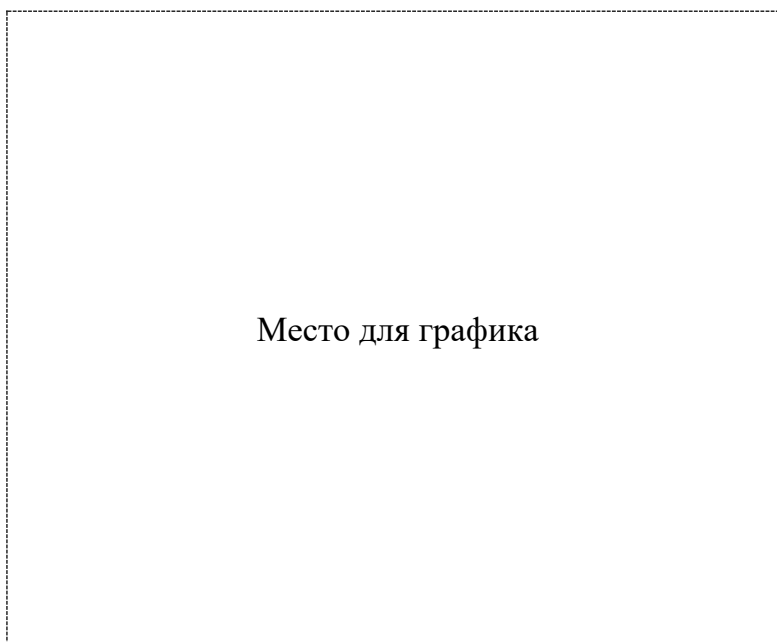
Выполняется ли для исследуемой реакции правило Вант-Гоффа?

\_\_\_\_\_

От каких факторов зависит численное значение  $\gamma$ ?

\_\_\_\_\_

**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  $\text{CaCO}_3$ . 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

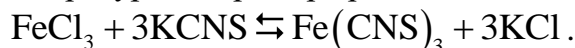
---

---

#### 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 ( $\text{FeCl}_3$ ,  $\text{KCNS}$ ,  $\text{KCl}$ ) отмечено в табл. 3.

Таблица 3

Номер пробирки	Добавленное вещество	Изменение интенсивности окраски (ослабление, усиление)	Направление смещения равновесия ( $\rightarrow$ , $\leftarrow$ , $\rightleftharpoons$ )
1	$\text{FeCl}_3$		
2	$\text{KCNS}$		
3	$\text{KCl}$		
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?

$\uparrow C_{\text{FeCl}_3}$  : \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

$\uparrow C_{\text{KCNS}}$  : \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

$\uparrow C_{\text{KCl}}$  : \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

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 иода с крахмалом можно представить в виде:



Изменение интенсивности синего окрашивания иодокрахмала 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

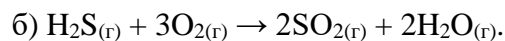
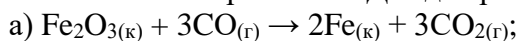
Показано, что

Результаты опыта согласуются

---

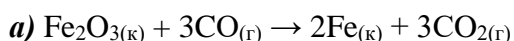
### Ответы на контрольные вопросы

1. Напишите выражения ЗДМ для реакций:



Как изменится скорость реакций, если для реакции «а» уменьшить объем в 3 раза, для реакции «б» – увеличить давление системы в 2 раза? Ответ подтвердите расчетами.

*Решение.*



---

---

---

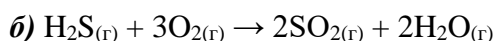
---

---

---

---

---



---

---

---

---

---

---

---

---

2. Определите, во сколько раз изменится скорость реакции при повышении температуры от 40 до 60 °С, если величина энергии активации равна 94,6 кДж/моль.

*Решение.*

---

---

---

---

---

---

---

---





Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники

Кафедра электронной техники и технологии

Отчет по лабораторной работе № 3  
«ЭЛЕКТРОЛИТЫ. РЕАКЦИИ В РАСТВОРАХ ЭЛЕКТРОЛИТОВ»

Выполнил(а):

студент(ка) \_\_\_\_\_ курса

группы № \_\_\_\_\_

ФИО \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Проверил(а):

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

**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 <sub>3</sub>		
1 М CH <sub>3</sub> COOH		
1 М NH <sub>4</sub> OH		
CH <sub>3</sub> COONH <sub>4</sub>		

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? Как она зависит от количества ионов в растворе?

---

---

---

---

---

---

**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  $\text{CH}_3\text{COOH}$  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 $\text{CH}_3\text{COOH}$	
1 М $\text{CH}_3\text{COOH}$	
0,1 М $\text{CH}_3\text{COOH}$	

Напишите уравнение диссоциации:  $\text{CH}_3\text{COOH}$

#### **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  $\text{NH}_4\text{OH}$  и  $\text{NH}_4\text{Cl}$ .

$\text{NH}_4\text{OH}$  \_\_\_\_\_

$\text{NH}_4\text{Cl}$  \_\_\_\_\_

Как смещается равновесие диссоциации раствора гидроксида аммония при добавлении к нему хлорида аммония? Как меняются при этом концентрация ионов  $\text{OH}^-$  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:*

$\text{NH}_4\text{OH}$  \_\_\_\_\_

$\text{NaOH}$  \_\_\_\_\_

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

### 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  $\text{CH}_3\text{COOH}$  и  $\text{CH}_3\text{COONa}$ .

$\text{CH}_3\text{COOH}$  \_\_\_\_\_

$\text{CH}_3\text{COONa}$  \_\_\_\_\_

Как смещается равновесие диссоциации раствора уксусной кислоты при добавлении к ней ацетата натрия? Как меняются при этом концентрация ионов  $\text{H}^+$  в растворе и степень диссоциации уксусной кислоты? Как изменяется (*увеличивается или уменьшается*) pH 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:*

$\text{CH}_3\text{COOH}$  \_\_\_\_\_

$\text{HCl}$  \_\_\_\_\_

---

---

---

---

---

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 сульфата алюминия  $Al_2(SO_4)_3$ . Наблюдали за изменением окраски индикатора после добавления соли (табл. 3).

Таблица 3

Соль	Изменение окраски индикатора после добавлении соли
NaCl	
$Al_2(SO_4)_3$	

##### 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  $Al_2(SO_4)_3$ , укажите pH.

---

---

---

---

---

Подтверждается ли вывод о характере среды экспериментом?

---

---

3. Объясните, какие ионы обусловили изменение цвета лакмуса в растворе  $Al_2(SO_4)_3$ . В результате какого процесса появились эти ионы?

---

---

---

Поясните, почему сульфат алюминия подвергается ступенчатому гидролизу.

---

---

---

Преимущественно по какой ступени протекает гидролиз сульфата алюминия?

---

---

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

5. Как избежать гидролиза соли  $Al_2(SO_4)_3$  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  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  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  $\text{CH}_3\text{COONa}$  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  $\text{CH}_3\text{COONa}$ , укажите pH.

---

---

---

---

---

Подтверждается ли вывод о характере среды экспериментом?

---

---

2. Сделайте вывод об изменении концентрации ионов  $\text{OH}^-$  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.

---

---

---

---

---

---



## 5. Необратимый гидролиз

### 5.1. Ход и данные опыта

Налили в пробирку равные объемы (1–2 мл) растворов солей  $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$  и  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ . В результате реакции осадок \_\_\_\_\_ (выпал / не выпал), пузырьки газа \_\_\_\_\_ (выделялись / не выделялись).

### 5.2. Анализ результатов опыта

1. Напишите ионно-молекулярное и молекулярное уравнения реакции гидролиза с учетом наблюдений в эксперименте.

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

2. Объясните необратимость процесса гидролиза исследуемых солей.

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

### Ответы на контрольные вопросы

1. В 500 мл воды растворили 31,9 г сульфата цинка, плотность полученного раствора составляет  $1,06 \text{ г/см}^3$ . Рассчитайте массовую долю соли в растворе, молярную и нормальную концентрации раствора.

*Решение.*

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

2. Массовая доля  $\text{H}_2\text{SO}_4$  в растворе равна 34 %, плотность раствора  $1,25 \text{ г/см}^3$ . Вычислите молярную и нормальную концентрации раствора серной кислоты.

*Решение.*

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

3. Одинаковы ли значения pH растворов  $\text{HNO}_3$  и  $\text{HNO}_2$  одинаковой концентрации, составляющей 0,01 M? Ответ обоснуйте уравнением диссоциации и расчетами.

*Решение.*

*Азотная кислота* \_\_\_\_\_

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

*Азотистая кислота* \_\_\_\_\_

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

4. Рассчитайте, сколько граммов  $\text{Ba}(\text{OH})_2$  содержится в 6 л раствора, pH которого равен 12.

*Решение.*

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---



Белорусский государственный университет информатики  
и радиоэлектроники

Кафедра электронной техники и технологии

Отчет по лабораторной работе № 4  
«КОМПЛЕКСНЫЕ СОЕДИНЕНИЯ»

Выполнил(а):

Студент(ка) 1-го курса

Группы № \_\_\_\_\_

ФИО \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Проверил(а):

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Минск 20 \_\_\_\_\_

**Цель работы:** синтез комплексных соединений и изучение их свойств.

## 1 Получение анионных комплексов

### 1.1 Получение гидроксокомплексов.

**Получение тетрагидроксоцинката натрия. Демонстрационный опыт.** В стакан наливаем 50–75 мл раствора хлорида или сульфата цинка. Небольшими порциями по стеклянной палочке добавляем раствор гидроксида калия или натрия. Что происходит? Охарактеризуйте цвет образовавшегося осадка.

---

---

---

---

Запишите уравнение произошедшей реакции:

---

Что образовалось в результате реакции и почему?

---

---

---

---

Полученную суспензию делим на три порции, две из которых помещаем в отдельные стаканы. Одна порция затем будет использована для получения катионного комплекса цинка. Другую порцию оставляем для сравнения. К суспензии в одном из стаканов добавляем избыток раствора гидроксида калия или натрия. Опишите произошедшие изменения при добавлении избытка гидроксида натрия или калия, сопоставив со стаканом, оставленным для сравнения, и запишите уравнение реакции: \_\_\_\_\_

---

---

---

---

Охарактеризуйте произошедшее и сделайте выводы:

---

---

---

---

**Демонстрационный опыт. Получение тетрагидроксоалюмината натрия.** В химический стакан наливаем на 1/3 его объёма раствор хлорида или сульфата алюминия. Затем небольшими порциями добавляем раствор аммиака. Что происходит? Охарактеризуйте цвет образовавшегося осадка.

---

---

---

---

Запишите уравнение произошедшей реакции:

---

---

---

---

К суспензии в одном из стаканов добавляем избыток раствора гидроксида калия или натрия. Опишите произошедшие изменения при добавлении избытка гидроксида калия или натрия, сопоставив со стаканом, оставленным для сравнения, и запишите уравнение реакции: \_\_\_\_\_

---

---

---

---

Охарактеризуйте произошедшее и сделайте выводы:

---

---

---

---

**Образование тригидроксоалюмината натрия. Демонстрационный опыт.** В химический стакан наливаем 20–

50 мл раствора хлорида олова (II) и порциями добавляем раствор гидроксида натрия или калия. Что наблюдаем?

---

---

---

Запишите уравнение произошедшей реакции.

---

---

Делим содержимое стакана на две порции, разлив его в два стакана. Одна из порций предназначена для сравнения. К осадку гидроксида олова (II), находящемуся в другом стакане, снова приливаем концентрированный раствор гидроксида натрия или калия. Опишите свои наблюдения.

---

---

---

---

Запишите уравнение реакции, учтите необычное КЧ олова в данном комплексном соединении.

Охарактеризуйте произошедшее и сделайте выводы:

---

---

---

---

### **1.2 Получение анионных комплексов с анионами неорганических кислот в качестве лигандов.**

**Получение дитиосульфатокупрата (I) натрия.**

В химический стакан на 1/3 его объёма наливаем раствор сульфата меди (II) и при помешивании добавляем небольшими порциями раствор йодида калия. Опишите происходящие изменения.

---

---

---

---

Запишите уравнения произошедших реакций.

---

---

---

---

Добавим небольшое количество тиосульфата натрия. Что наблюдаем? Опишите Ваши наблюдения.

---

---

---

---

Запишите уравнение реакции и объясните произошедшие изменения.

---

---

---

---

---

---

Продолжаем добавлять раствор тиосульфата натрия. Опишите происходящие изменения.

---

---

---

---

Запишите уравнение произошедшей реакции.

---

---

Объясните произошедшее и сделайте выводы, обратив также внимание на протекание окислительно-восстановительных реакций.

---



---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

**Получение гексанитрокобальтата (III) калия.**

**Демонстрационный опыт. Обязательно выполнять под вытяжкой!**

В химический стакан с раствором нитрита натрия добавляем небольшое количество раствора хлорида кобальта (II), а затем несколько капель уксусной кислоты. Опишите происходящие изменения.

---

---

---

---

Запишите уравнение происходящей реакции, поясните его, обратив внимание на изменение степеней окисления некоторых участников.

---

---

---

---

К полученному раствору добавляем раствор хлорида калия. Опишите Ваши наблюдения.

---

---

---

---

Запишите уравнение реакции.

---

---

Охарактеризуйте продукт реакции. В чём его особенность?

---

---

---

---

Объясните произошедшее и сделайте выводы, обратив также внимание на протекание окислительно-восстановительных реакций.

---

---

---

---

---

---

---

---

## 2. Получение катионных комплексов

**Получение сульфата тетраамминмеди (II). Демонстрационный опыт. Обязательно выполнять под вытяжкой!** В химический стакан с 25–50 мл раствора сульфата меди (II) постепенно добавьте раствор аммиака. На первой стадии возможно образование осадка сульфата гидроксомеди (II). Каков его цвет?

---

---

Запишите уравнение реакции образования сульфата гидроксомеди (II).

---

---

Продолжаем прибавлять раствор аммиака. Что происходит? Опишите свои наблюдения.

---

---

---

---

Запишите уравнение произошедшей реакции.

---

---

Объясните произошедшее и сделайте выводы.

---

---

---

---

---

---

**Получение гидроксида тетраамминцинка.**  
**Демонстрационный опыт. Обязательно выполнять под вытяжкой!** В стакан с осадком гидроксида цинка, оставленный после одного из предыдущих экспериментов из серии опытов 1.1, приливаем концентрированный раствор аммиака. Что происходит?

---

---

---

---

Запишите уравнение произошедшей реакции

---

---

Объясните произошедшее и сделайте выводы.

---

---

---

---

---

---

### 3. Превращение менее прочного комплекса в более прочный

#### Получение комплексных соединений железа (III).

В пробирку с раствором соли  $Fe^{3+}$  прибавляем по каплям раствор тиоцианата (роданида) калия или аммония. Отметьте происходящие с раствором изменения.

---

---

---

Запишите уравнение произошедшей реакции и объясните её суть.

---

---

---

---

---

Добавим по каплям в пробирку раствор фторида калия или аммония. Опишите наблюдения, запишите уравнение реакции.

---

---

---

---

---

Объясните суть происходящих превращений. На основании результатов эксперимента сделайте вывод о том, каково соотношение констант нестойкости (устойчивости) тиоцианатных (роданидных) и фторидных комплексов железа (III)?

---

---

---

---

---

---

---

---

---

**4 Влияние концентрации на комплексообразование.  
Обратимая диссоциация комплексов**

**Получение комплексных соединений кобальта (II).**

В пробирку наливаем около 1 мл насыщенного раствора хлорида или сульфата кобальта (II) и 3 мл насыщенного раствора тиоцианата (роданида) калия или аммония. Что наблюдаем? Опишите изменения, происходящие с раствором в пробирке.

---

---

---

---

Запишите уравнение произошедшей реакции и объясните её суть.

---

---

---

---

Небольшую часть раствора переносим в другую пробирку, в которую постепенно добавляем дистиллированную воду. Опишите Ваши наблюдения и приведите уравнение соответствующей реакции.

---

---

---

---

К полученному розовому раствору снова прибавим концентрированный раствор тиоцианата (роданида) калия или аммония. Объясните восстановление синей окраски, приведя уравнения соответствующей реакции.

---

---

---

---

---

Сделайте выводы по результатам выполнения эксперимента, сравнив относительную устойчивость аква- и тиоцианатного комплекса кобальта (II).

---

---

---

---

---

**Получение тетрагидровисмутата (III) калия.** В пробирку нальём не более 1 мл раствора соли висмута (III), осторожно прибавим по каплям раствор йодида калия. Опишите произошедшие изменения, приведя уравнение реакции.

---

---

---

---

---

Затем добавим в ту же пробирку избыток раствора йодида калия до растворения осадка. Отметьте произошедшие изменения.

Запишите уравнение произошедшей реакции и объясните её суть.

---

---

---

---

---

Отольём несколько капель раствора комплексной соли в пустую пробирку и разбавим водой. Что наблюдаем? Какая реакция при этом происходит, запишите её уравнение.

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

Снова прилейте в эту же пробирку раствор йодида калия. Опишите свои наблюдения и объясните произошедшее.

---

---

---

---

---

Объясните, почему при разбавлении водой комплексной соли кобальта в первом случае раствор приобрёл розовый цвет, а во втором случае при разбавлении йодидного комплекса висмута выпал чёрный осадок.

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

**5. Получение соединения,  
содержащего комплексные катион и анион**

**Получение гексацианоферрата (II) гексаамминникеля.  
Демонстрационный опыт. Выполнять под вытяжкой!**  
В стакан нальём 25–50 мл раствора  $K_4[Fe(CN)_6]$  и 25-50 мл сульфата или хлорида никеля (II). Опишите произошедшие изменения.

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

Приведите уравнение реакции в молекулярной и ионной формах.

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

К содержимому пробирки прибавляем раствор аммиака. Наблюдаем за изменениями. Опишите произошедшее.



---

---

---

---

---

---

---

---

Приведите уравнение реакции и объясните суть произошедших превращений.

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

**6. Обменные реакции с участием комплексных соединений**

**Получение гексацианоферрата (II) меди.** В пробирку с 0,5-1,0 мл раствора сульфата меди (II) добавьте такой же объем раствора гексацианоферрата (II) калия (жёлтой кровяной соли). Что наблюдаете?

---

---

---

---

---

---

---

---

Запишите уравнения протекающих реакций в молекулярной и ионной формах.

---

---

---

**Получение берлинской лазури и турнбулевой сини.**  
В две пробирки нальём по 1–2 мл раствора  $\text{FeCl}_3$  и раствора  $\text{FeSO}_4$ . В пробирку с  $\text{FeCl}_3$  добавим несколько капель раствора гексацианоферрата (II) калия (жёлтой кровяной соли). Что наблюдаем?

---

---

---

---

Приведите уравнение реакции в ионной и молекулярной формах.

---

---

---

---

Добавим в пробирку с раствором сульфата железа (II) нескольких капель гексацианоферрата (III) калия (красной кровяной соли). Опишите наблюдения.

---

---

---

---

Приведите уравнение реакции в ионной и молекулярной формах.

---

---

---

---

---

Объясните идентичность продуктов реакции, образующихся при смешении различных веществ.

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

Добавьте к содержимому обеих пробирок нескольких капель раствора гидроксида натрия или калия. Что наблюдаете? \_\_\_\_\_

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

Приведите уравнение реакции.

---

---

---

---

### **7. Контрольные задания**

1. Назовите комплексные соединения, укажите заряд комплексобразователя, координационное число. Приведите уравнения первичной и вторичной диссоциации, выражения для констант нестойкости:  $[\text{Ni}(\text{NH}_3)_4]\text{SO}_4$ ;  $\text{K}_3[\text{Co}(\text{NO}_2)_6]$ ;  $\text{Na}_2[\text{Cu}(\text{CN})_4]$ .

$[\text{Ni}(\text{NH}_3)_4]\text{SO}_4$  \_\_\_\_\_

---

---

---



2. Напишите формулы следующих комплексных соединений: нитрат тетраамминцинка, гексацианокобальтат (III) калия, бромид триакватрихлороплатины (IV). Составьте уравнения первичной и вторичной диссоциации, напишите выражения для констант нестойкости комплексных ионов.

Нитрат тетраамминцинка \_\_\_\_\_

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

Гексацианокобальтат (III) калия \_\_\_\_\_

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

Бромид триакватрихлороплатины (IV) \_\_\_\_\_

---

---

---

---



Белорусский государственный университет информатики  
и радиоэлектроники

Кафедра электронной техники и технологии

Отчет по лабораторной работе № 5

«ОКИСЛИТЕЛЬНО-ВОССТАНОВИТЕЛЬНЫЕ РЕАКЦИИ»

Выполнил(а):  
Студент(ка) 1-го курса  
Группы № \_\_\_\_\_  
ФИО \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

Проверил(а):  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

**Цель работы:** овладеть методикой составления уравнений окислительно-восстановительных реакций (ОВР) и на конкретных примерах ознакомиться с типами ОВР.

## Экспериментальная часть

### 1. Восстановительные свойства металлов

#### 1.1 Ход и данные опыта

Налейте в пробирку 2 – 4 мл раствора  $\text{CuSO}_4$  и опустите в него железную стружку. Через 1 – 2 мин достаньте стружку, промойте водой и тщательно осмотрите ее.

Как изменилась поверхность стружки? \_\_\_\_\_

Изменился ли цвет раствора? \_\_\_\_\_

С чем это может быть связано? \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

#### 1.2 Анализ результатов опыта

1. Составьте уравнение процессов окисления и восстановления и полное молекулярное уравнение, принимая во внимание, что железо в процессе реакции окисляется до иона  $\text{Fe}^{3+}$ .

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

2. К какому типу ОВР относится данная реакция?

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

3. Какие функции могут выполнять в окислительно-восстановительных реакциях свободные металлы и почему? Элементарные ионы металлов и почему?

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_



---

---

---

---

---

---

---

## 2. Влияние среды на характер протекания окислительно-восстановительных реакций

### 2.1 Окислительные свойства перманганата калия $\text{KMnO}_4$

#### 2.1.1 Ход и данные опыта

Налейте в три пробирки по 2–3 мл водного раствора перманганата калия. Добавьте в одну из них 3–4 капли 2 н раствора серной кислоты, в другую – столько же воды, в третью – 2 н раствора щелочи. Затем внесите во все три пробирки по микрошпателью кристаллического сульфита натрия  $\text{Na}_2\text{SO}_3$ . Через некоторое время отметьте изменение окраски растворов во всех трех пробирках. Учтите, что фиолетовая окраска характерна для ионов  $\text{MnO}_4^-$ , слабо-розовая, почти бесцветная – для ионов  $\text{Mn}^{2+}$ , зеленая – для ионов  $\text{MnO}_4^{2-}$ , бурый цвет имеет осадок  $\text{MnO}_2$ .

#### 2.1.2 Анализ результатов опыта

1. Установите по изменению окраски, между какими веществами протекала реакция в каждом конкретном случае.

---

---

---

---

---

---

---

2. Для всех реакций, используя электронно-ионный метод, составьте частные уравнения процессов окисления и восстановления, указав окислитель и восстановитель, напишите полные молекулярные уравнения. Укажите тип ОВР.

---

---

---

---

---

---

---



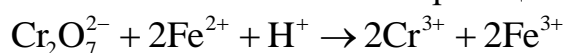
## 2.2 Окислительные свойства бихромата калия $K_2Cr_2O_7$

### 2.2.1 Ход и данные опыта

Налейте в пробирку 2 – 3 мл раствора бихромата калия  $K_2Cr_2O_7$ , добавьте 3 – 4 капли серной кислоты и микрошпатель кристаллического сульфата железа  $FeSO_4$ . Обратите внимание на изменение цвета раствора. Зеленая окраска характерна для иона  $Cr^{3+}$ .

### 2.2.2 Анализ результатов опыта

1. Объясните изменение окраски раствора. Используя ионно-электронную схему процесса, укажите окислитель и восстановитель в реакции




---



---



---



---

2. Используя электронно-ионный метод, напишите ионно-молекулярное и молекулярное уравнения исследуемой реакции. Укажите тип ОВР.

---



---



---



---



---



---



---



---



---



---



---

## 3. Окислительно-восстановительная двойственность нитрит-иона $NO_2^-$

### 3.1 Ход и данные опыта

**Опыт проводится при включенном вытяжном шкафе!** Налейте в три пробирки по 2–3 мл нитрита натрия  $NaNO_2$ . Для подкисления растворов добавьте в каждую пробирку по 3–4 капли 2 н  $H_2SO_4$ . В первую пробирку налейте 1–2 мл раствора йодистого калия  $KI$ , во вторую – 1–2 мл перманганата калия  $KMnO_4$ .

Что наблюдаете? \_\_\_\_\_



3. Что происходит с оксидом азота (II) на воздухе в первой и третьей пробирках?

---



---



---



---

4. К каким типам ОВР относятся данные реакции?

---



---



---



---

5. Определите окислительный и восстановительный эквивалент нитрита натрия в исследуемых реакциях.

---



---



---



---



---

### Ответы на контрольные задания

1. Укажите степени окисления элементов в приведенных веществах:  $K_2S$ ,  $Zn$ ,  $K_2Cr_2O_7$ ,  $PbO_2$ ,  $KClO$ . Определите, какие из них в окислительно-восстановительных реакциях являются только окислителями или только восстановителями, а какие проявляют окислительно-восстановительную двойственность.

---



---



---



---



---

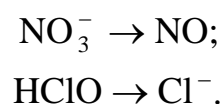
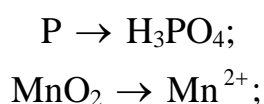


---

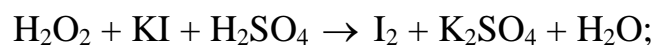


---

2. Укажите, в каком случае происходит процесс окисления, а в каком – процесс восстановления, составив при этом частные уравнения соответствующих процессов:



3. Составьте полные молекулярные уравнения ОВР, укажите окислитель и восстановитель:



Определите, какую роль играет в каждом случае пероксид водорода.



Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники

Кафедра электронной техники и технологии

Отчет по лабораторной работе № 6

«ПОЛУЧЕНИЕ И ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА МЕТАЛЛОВ»

Выполнил(а):  
студент(ка) \_\_\_\_\_ курса  
группы № \_\_\_\_\_  
ФИО \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

Проверил(а):  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

Минск 202\_\_



**Цель работы:** на конкретных примерах ознакомиться с методами получения металлов и их некоторыми химическими свойствами.

## Экспериментальная часть

### 1. Получение металлов методом вытеснения из соединений

#### 1.1. Получение металлов методом вытеснения из растворов соединений

##### *Ход и данные опыта*

Налейте в пробирку 2–4 мл раствора  $\text{CuSO}_4$  и опустите в него железную стружку. Осторожно встряхните содержимое пробирки. Через 1–2 минуты слейте раствор в другую пробирку, промойте стружку дистиллированной водой и тщательно осмотрите ее поверхность. Что наблюдаете на поверхности стружки? Добавьте в пробирку 1–2 капли раствора гексацианоферрата (III) калия  $\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$  (индикатор на ионы  $\text{Fe}^{2+}$ ). Что наблюдаете?

##### *Анализ результатов опыта*

1. Опишите результаты наблюдений.

---

---

---

---

---

2. Почему на поверхности железной стружки появился налет?

---

---

---

---

Какой металл выделился на поверхности железной стружки?

---

---

3. О чем свидетельствует синее окрашивание раствора после добавления индикатора на ионы  $\text{Fe}^{2+}$  гексацианоферрата (III) калия?

---

---

---

4. Запишите уравнение протекающей реакции.

---

---

---

---

#### 1.2. Получение металлов методом металлотермии

##### *Ход и данные опыта*

**Демонстрационный опыт. Выполняется преподавателем под вытяжкой при опущенном защитном стекле!**

На керамическую пластинку или асбестовый картон поставьте тугоплавкий тигель, в который при помощи шпателя насыпьте из бюксов заранее взвешенные в эквивалентных количествах оксид железа (III)  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  или оксид железа (II, III)  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  (феррит железа) и алюминиевую пудру,

и тщательно и аккуратно перемешайте их, делая углубление в центре. Алюминиевая пудра при неаккуратном обращении пылит и легко уносится током воздуха. В углубление внесите инициатор горения (в качестве инициатора горения можно использовать небольшие количества смеси железных опилок, алюминиевого или магниевых порошков и бертолетовой соли – хлората калия  $KClO_3$ ), который необходимо поджечь, быстро убрав руку. Происходит быстрое и энергичное взаимодействие в соответствии со следующими уравнениями:



Опишите наблюдения.

После остывания тигля следует извлечь из него восстановленное железо магнитом, предварительно обернув последний в полиэтилен для облегчения отделения мелких частиц железа от поверхности магнита. Отделите притянутые к магниту частицы от него и высыпьте их в стакан с раствором соляной кислоты. Что происходит и почему?

### *Анализ результатов опыта*

1. Опишите результаты наблюдений во время протекания реакции алюминия с одним из оксидов железа.

---

---

---

---

Какой металл восстановился в результате реакции и почему?

---

---

---

---

Каким образом практически можно использовать подобные реакции и данную реакцию оксида железа с алюминием в частности?

---

---

---

---

2. Каким свойством железа Вы воспользовались для отделения восстановленного железа от смеси продуктов реакции?

---

---

---

---

3. Опишите результаты наблюдений после добавления притянутых к магниту частиц в стакан с раствором соляной кислоты.

---

---

---

---

Каким образом мы доказали, что отделённое от смеси продуктов реакции вещество является металлическим железом?

---

---

---

Запишите уравнение соответствующей реакции.

---

---

---

## 2. Получение металлов методом электролиза водных растворов электролитов

### *Ход и данные опыта*

Налейте в электролизер 0,5 М раствор  $\text{CuSO}_4$ , опустите в него графитовые электроды таким образом, чтобы они были погружены на 2–3 см в раствор. Соедините графитовые электроды с источником постоянного тока: катод к минусу (–), анод к плюсу (+) и пропускайте ток напряжением 15–20 В в течение 3–5 мин. Наблюдайте за процессами на электродах. Выключите выпрямитель и достаньте электроды из электролизера. Обратите внимание на вид поверхности катода. В анодное пространство электролизера опустите полоску индикаторной бумаги и по цветовой эталонной шкале определите значение рН раствора.

После этого не отключая электролизер от источника питания, поменяйте электроды в коленах электролизера и подключите электрод с выделившейся медью к положительному полюсу источника тока (анод), а электрод без меди – к отрицательному полюсу источника тока (катод). Снова пропустите через систему электрический ток. Что происходит с медью на аноде? Какое вещество выделяется на катоде? Выключите электролизер, отключите электроды. Запишите схему и уравнения анодно-катодных процессов, протекающих при электролизе сульфата меди на медном аноде.

Отработанный раствор слейте в сосуд для отходов. Электролизер и электроды промойте проточной водой.

### *Анализ результатов опыта*

1. Опишите результаты наблюдений.

К: \_\_\_\_\_

---

А: \_\_\_\_\_

---

2. Объясните появление розового налета на поверхности катода в первом случае. Какой металл выделился на катоде?

---

---

---

3. Какой газ выделился на аноде в первом случае?

Окисляются ли кислородсодержащие ионы  $\text{SO}_4^{2-}$  на аноде при данном напряжении?

---

---

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

---

---

3. Составьте схему электролиза раствора  $\text{CuSO}_4$  на графитовых электродах.

---

---

---

---

---

---

---

---

4. Что происходит с медью на аноде во втором случае?

---

---

Какое вещество выделяется на катоде?

---

---

Составьте схему электролиза раствора  $\text{CuSO}_4$  с графитовым катодом и медным анодом.

---

---

---

---

---

---

---

---

### **3. Восстановительные свойства металлов**

#### *Ход и данные опыта*

В две пробирки внесите по 1–2 мл растворов: в первую –  $\text{CuSO}_4$ , во вторую –  $\text{ZnSO}_4$ . В первую пробирку поместите кусочек цинка, во вторую кусочек меди. Осторожно встряхните содержимое пробирок. Через 2–3 мин запишите результаты наблюдений. Вылейте содержимое пробирок в сосуд для отходов, сполосните пробирки дистиллированной водой.

#### *Анализ результатов опыта*

1. Опишите результаты наблюдений.

---

---

---

---

Объясните, какие металлы выступают в качестве восстановителей в каждом случае?

---

---

---

Почему не протекает реакция во второй пробирке? Как это связано с величиной электродного потенциала  $\varphi^0_{\text{Me}/\text{Me}^{n+}}$  и активностью металлов?

---

---

---

2. Выпишите из таблицы значения  $\varphi^0$  для сопряженных пар:  $\text{Zn}^{2+}/\text{Zn}$  и  $\text{Cu}^{2+}/\text{Cu}$ .

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

Запишите уравнение протекающей реакции в краткой ионной и молекулярной формах, процессов окисления и восстановления.

---

---

---

---

---

3. Какие функции могут выполнять в окислительно-восстановительных реакциях свободные металлы, элементарные ионы металлов и почему?

---

---

---

---

---

Сделайте вывод о химической активности металлов в водных растворах электролитов.

---

---

---

---

---

## 4. Взаимодействие металлов с разбавленными минеральными кислотами

### 4.1. Взаимодействие металлов с разбавленной серной кислотой

#### *Ход и данные опыта*

В четыре пробирки налейте 2–4 мл 1 н. раствора разбавленной серной кислоты и поместите в них кусочки металлов: в первую пробирку – цинк, во вторую – алюминий, в третью – железо, в четвертую – медь. Что наблюдаете?

В пробирку с железом добавьте 1–2 капли гексацианоферрата (III) калия  $\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ . Обратите внимание на появление синего окрашивания. Запишите результаты всех наблюдений. Вылейте содержимое пробирок в сосуд для отходов, сполосните пробирки водой.

### *Анализ результатов опыта*

1. Опишите результаты наблюдений.

---

---

---

---

---

---

---

С какими металлами реагирует серная разбавленная кислота и почему?

---

---

---

---

---

---

---

Какой ион выступает в качестве окислителя?

---

---

---

2. Объясните, почему в соответствии с условием самопроизвольного протекания ОВР в водных растворах электролитов реакция с алюминием 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.

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

3. О чем свидетельствует синее окрашивание раствора в пробирке с железом после добавления индикатора на ионы  $Fe^{2+}$ ?

---

---

---

---

Запишите уравнения протекающих реакций.

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

4. Чем объясняется отсутствие признаков реакции в пробирке с медью?

---

---

---

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

---

---

---

---

#### 4.2. Взаимодействие металлов с разбавленной азотной кислотой

*Ход и данные опыта*

**Опыт необходимо проводить в вытяжном шкафу!**

В четыре пробирки налейте 2–4 мл 1 н. раствора разбавленной азотной кислоты и поместите в них кусочки металлов: в первую пробирку – цинк, во вторую – алюминий, в третью – железо, в четвертую – медь. Что наблюдаете?

В пробирку с железом добавьте 1–2 капли раствор роданида калия  $KCNS$ . Обратите внимание на появление красного окрашивания. Запишите результаты всех наблюдений. Вылейте содержимое пробирок в сосуд для отходов, вымойте пробирки водой.

*Анализ результатов опыта*

1. Опишите результаты наблюдений.

---

---

---

---

С какими металлами реагирует азотная разбавленная кислота и почему?

---

---

---

---

Что является окислителем в данном случае?

---

---

---

---

2. Запишите уравнения реакций в ионном виде, а также составьте полные молекулярные уравнения реакций взаимодействий. Расставьте коэффициенты.

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

3. О чем свидетельствует красное окрашивание раствора в пробирке с железом после добавления индикатора на ионы  $\text{Fe}^{3+}$ ?

---

---

---

4. Сделайте вывод о влиянии разбавленной азотной кислоты на химическую устойчивость металлов.

---

---

---

**5. Взаимодействие металлов с концентрированными минеральными кислотами**

*Ход и данные опыта*

**Опыт необходимо проводить в вытяжном шкафу!**

В две пробирки поместите железную стружку и добавьте в них кислоты: в первую – концентрированную серную кислоту, во вторую – концентрированную азотную кислоту. Что наблюдаете? В пробирке с раствором серной кислоты наблюдается выделение газа с резким запахом ( $\text{SO}_2$ ), а в пробирке с азотной кислотой выделяется бурый газ  $\text{NO}_2$ . Слейте растворы, промойте стружку дистиллированной водой и тщательно осмотрите ее поверхность. Запишите уравнения реакций взаимодействия железа с кислотами, учитывая, что в концентрированных кислотах железо пассивируется, т. е. появляется пленка  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  темно красного или черного цвета.

*Анализ результатов опыта*

1. Опишите результаты наблюдений.

---

---

---

---



Что является окислителем в данном случае?

---

---

2. Запишите уравнения реакций в ионном виде, а также составьте полные молекулярные уравнения реакций взаимодействий, расставьте коэффициенты.

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

3. Сделайте вывод о взаимодействии металлов с концентрированными минеральными кислотами.

---

---

---

---

---

## 6. Взаимодействие металлов со щелочами

### *Ход и данные опыта*

В две пробирки поместите небольшие кусочки металлов: в первую пробирку – алюминий, во вторую – железную стружку. Добавьте в каждую пробирку 2–3 капли дистиллированной воды и 4–5 мл 2 н раствора NaOH. Осторожно встряхните пробирки, при необходимости подогрейте. Что наблюдаете? Почему в пробирке с алюминием происходит интенсивное выделение водорода, а в пробирке с железной стружкой отсутствуют признаки реакции?

### *Анализ результатов опыта*

1. Опишите результаты наблюдений.

---

---

---

---

Что является окислителем в данном случае?

---

---

2. Какие металлы взаимодействуют со щелочами?

---

---

---

Запишите уравнение реакции взаимодействия алюминия с раствором щелочи.

---

---

---

## 7. Пассивирование алюминия и разрушение пленки $\text{Al}_2\text{O}_3$ хлорид-ионами

*Ход и данные опыта*

**Опыт необходимо проводить в вытяжном шкафу!**

В химический стакан поместите гранулу алюминия и добавьте 2–4 мл концентрированной азотной кислоты. Затем пинцетом достаньте гранулу  $\text{Al}$ , промойте дистиллированной водой и поместите в другой стакан с раствором сульфата меди  $\text{CuSO}_4$ . Почему на алюминиевой грануле не происходит выделение меди?

Достаньте алюминиевую гранулу из раствора  $\text{CuSO}_4$ , промойте водой и опустите ее в 15%-ый раствор соляной кислоты  $\text{HCl}$ . Что наблюдаете?

Промойте гранулу водой и быстро вновь внесите в раствор  $\text{CuSO}_4$ . Что наблюдаете на поверхности алюминия? Происходит ли обесцвечивание раствора?

*Анализ результатов опыта*

1. Опишите результаты наблюдений.

---

---

---

---

---

---

---

Запишите уравнения реакции взаимодействия алюминия с концентрированной азотной кислотой, учитывая, что при взаимодействии алюминия с концентрированной азотной кислотой на поверхности металла образуется оксидная пленка  $\text{Al}_2\text{O}_3$ .

---

---

---

---

---

---

---

2. Какой газ выделяется при взаимодействии алюминия с соляной кислотой?

---

---

На что указывает выделение водорода на поверхности гранулы.

---

---

Запишите уравнение реакции.

---

---

---

---

3. Какой металл выделяется на алюминиевой грануле в последнем случае?

---

---

Запишите уравнение реакции взаимодействия алюминия с  $\text{CuSO}_4$  в молекулярной и краткой ионной формах, указав окислитель и восстановитель.

---

---

---

---

4. Что происходит при контакте двух различных металлов, находящихся в среде электролита?

---

---

Как называется такая коррозия?

---

---

Составьте схему микрогальванического элемента и запишите уравнения анодно-катодных процессов коррозии. Какой металл подвергается коррозии?

---

---

---

---

---

---

---

### Ответы на контрольные задания

1. Приведите схему электролизной системы для получения металлического цинка на стальной пластинке. Запишите уравнения электродных реакций и рассчитайте количество электричества, необходимое для получения 65 г цинка.

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

2. Составьте электрохимическую систему для получения электрорафинированной меди из черновой, содержащей примеси железа, свинца и серебра.

---

---

---

---

---

---

---

---

3. Почему при взаимодействии активных металлов с разбавленной и концентрированной серной кислотой образуются различные продукты? Ответ поясните приведением соответствующих уравнений реакций

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

4. Объясните, почему концентрированные серную и азотную кислоты можно хранить в железной емкости, а разбавленные – нельзя. Напишите соответствующие уравнения реакций, укажите окислитель и восстановитель. Как это связано с явлением пассивации?

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---