

**ЭЛЕКТРОХИМИЯ**

**1002719**

Alf 06/18

**ПРАКТИКУМ**

**Для вторичных ступеней I и II**

## Оглавление

Введение	3
Содержимое рабочего набора для электрохимии	4
Сборка и очистка блока с ячейками	5
Измерительный прибор	6
Измерение напряжения гальванического элемента: Формуляр учителя	7
Измерение напряжения гальванического элемента: Формуляр ученика	8
Измерение напряжения элемента Даниэля: Формуляр учителя	9
Измерение напряжения элемента Даниэля: Формуляр ученика	10
Измерение напряжения на трех элементах Даниэля при параллельном включении: Формуляр учителя	11
Измерение напряжения на трех элементах Даниэля при параллельном включении: Формуляр ученика	12
Измерение напряжения на трех элементах Даниэля при последовательном включении: Формуляр учителя	13
Измерение напряжения на трех элементах Даниэля при последовательном включении: Формуляр ученика	14
Измерение стандартного потенциала некоторых металлов: Формуляр учителя	15
Измерение стандартного потенциала некоторых металлов: Формуляр ученика	16
Измерение стандартного потенциала некоторых неметаллов: Формуляр учителя	17
Измерение стандартного потенциала некоторых неметаллов: Формуляр ученика	18
Измерение напряжения элементов Лекланше: Формуляр учителя	19
Измерение напряжения элементов Лекланше: Формуляр ученика	20
Измерение напряжения при различной концентрации электролитического раствора: Формуляр учителя	21
Измерение напряжения при различной концентрации электролитического раствора: Формуляр ученика	22
Измерение напряжения при различной температуре электролитического раствора: Формуляр учителя	23
Измерение напряжения при различной температуре электролитического раствора: Формуляр ученика	24
Сборка, зарядка и разрядка щелочной батареи: Формуляр учителя	25
Сборка, зарядка и разрядка щелочной батареи: Формуляр ученика	26
Опыт 11 по измерению рН: Формуляр учителя	27
Опыт 11 по измерению рН: Формуляр ученика	28
Электрохимический ряд напряжений	29
Указание по эксперименту и удалению отходов	30
Литература	30

## Введение

Рабочий набор для электрохимии – это обучающее средство, который может использоваться исключительно для школьных опытов на предметах химия и физика. Самостоятельная работа учеников повысит их понимание изучаемых явлений. Опыты должны проводиться в небольших группах учеников (2 - максимально 3 ученика). Учитель при этом исполняет роль наблюдателя и может при наличии конкретных вопросов, на которые ученики самостоятельно не могут ответить, давать соответствующие указания. Таким образом, при помощи целенаправленного формирования рабочих групп можно способствовать повышению производительности труда, пониманию и удовольствию учеников от проведения экспериментов.

Прилагаемая литература уменьшает для учителя время подготовки, которое может ограничиваться только школьным экспериментом. К каждому описанному опыту прилагается формуляр для учителя и учеников. В учительском формуляре описываются все необходимые факты для проведения опыта. В этом формуляре учитель найдет ожидаемые результаты для всех опытов (которые незначительно могут отличаться от теоретических результатов в специальной литературе). Учитель также получает указания по изготовлению соответствующих электролитических растворов.

Формуляры для учеников могут копироваться учителем и выдаваться затем ученикам. Вместе с этим организовывается ведение протокола, чтобы ученики могли сконцентрироваться на главном при проведении опыта. Вопросы безопасности относительно всех используемых химикатов указываются в соответствии директиве ЕС 67/548EWG и сопровождаются символами опасности.

В конце пособия находятся указания по удалению химикатов. Мы рекомендуем, для экономного расхода химикатов после завершения опытов удалить из емкости при помощи прилагаемой пипетки электролитический раствор и перелить его в запасную емкость, чтобы использовать снова для дальнейших опытов. Этим также мы помогаем делу охраны окружающей среды.

Мы будем благодарны за указания и исправление недостатков (также возможных ошибок). Для этого обращайтесь к поставщику рабочего набора для электрохимии.

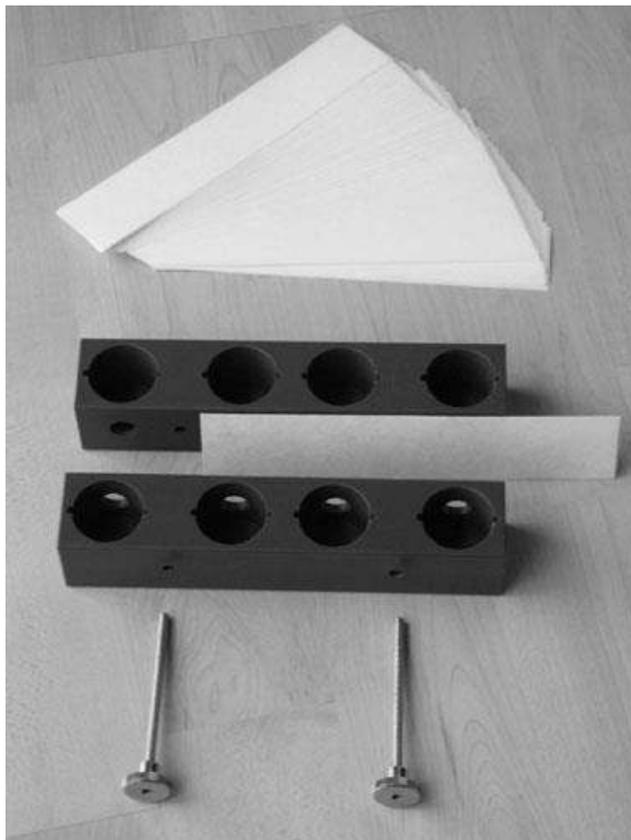
Успеха при проведении экспериментов!

## Содержимое рабочего набора для электрохимии



- 1 измерительный прибор, используемый с аккумулятором или сетевым блоком питания, для электрохимических опытов и измерения pH;
- 1 адаптер на 3В для проведения электролиза платиново-сетчатого электрода;
- 1 сетевой блок питания (1: от 115 до 240 В переменного тока, 50-60 Гц; 2: 12В-500 мА)
- 1 однофазная измерительная лента для измерения pH, электро с колбой для хранения
- 2 пластиковых химических стакана, 25 мл
- 2 пипетки
- 1 ящик для хранения с: 2 Ag-электродами, 4 Zn-электродами, 2 Fe-электродами, 2 угольными электродами, 2 Al-электродами, 2 Ni-электродами, 4 Cu-электродами, 1 Mg-электродом (магний для оборачивания пластиковых пластинок), 1 Pt-сетчатый электрод, 2 полуячейки для каждого из 4 электродов, 1 набор бумажных полосок для фильтрации, 1 комплект проводов для электрохимии (состоит из 3 кабелей с зажимными клеммами, красные, длина каждого 20 см, 1 кабеля с зажимными клеммами со штекером, красный, длина 30 см; 3 кабеля с зажимными клеммами, синие, длина каждого 20 см, 1 кабель с зажимными клеммами и штекером, синий, длина 30 см)
- 1 шлифовальный камень
- 1 экспериментальная проводка

## Сборка и очистка блока с ячейками



Блок ячеек при поставке полностью собран и может сразу же использоваться при первом опыте. Он находится в ящике для хранения рабочего набора. Если использовался блок ячеек, то после окончания опыта он должен быть полностью разобран, при этом после удаления остатков электролита и выемки электрода откручиваются оба винта с накатанной головкой, так чтобы можно было разделить обе половинки блока. После удаления фильтрующей бумаги обе половинки блока необходимо обмыть водой и затем хорошо просушить.

Для последующих экспериментов блок ячеек собирается снова. Для этого между двумя половинками блока кладется прилагаемая полоска фильтрующей бумаги. Сначала через фильтрующую бумагу продавливается один, а затем и второй винт с накатанной головкой, после чего обе половинки блока ячеек крепко прикручиваются друг к другу. (Примечание: 4 отверстия, расположенные внутри, должны в любом случае указывать на полоску фильтрующей бумаги, см. рисунок). Через фильтрующую бумагу, которая при наполнении электролитическим раствором становится влажной, одновременно электрически соединяет друг с другом 8 камер.

### **Пожалуйста, обратите внимание:**

После использования рабочего набора все использованные части должны быть тщательно очищены и затем просушены. Удалите находящуюся между блоками ячеек фильтрующую бумагу, при этом просушите оба винта с накатанной головкой.

Использованные электроды очищаются под проточной водой, а затем просушиваются, чтобы предотвратить коррозию. Также рекомендуется перед помещением электродов на место обработать их шлифовальным камнем, чтобы полностью удалить прилипшие химикаты.

*Если вы обратите внимание на эти указания, вы получите настоящее удовольствие от использования рабочего набора для электрохимии.*

## Измерительный прибор

### Передняя сторона

Показание в диапазоне /зарядка аккумулятора →

Выкл/переключатель диапазона →

Измерительная разъем →



← Показание жидкокристаллического дисплея

← регулятор нуля (при рН )

### Задняя сторона

Подключение сетевого блока питания →

Краткое руководство по гальваническому измерению →



← рН-разъем

← Краткое руководство по измерению рН

Измерительный прибор работает от аккумулятора, также может подключаться при помощи прилагаемого сетевого блока питания. Аккумулятор в основном заряжается при работе с сетевым блоком питания, перегрузка аккумулятора при этом исключается. Сетевой блок питания подключается с нижней стороны измерительного прибора. Наряду с гальваническим измерением измерительный прибор может использоваться также при измерении рН.

#### 1. Гальваническое измерение:

При гальваническом измерении измерительный прибор включается при помощи переключателя диапазона и сразу же находится в диапазоне измерения от 0 до 2В. Если необходимо измерить более высокое напряжение, то на измерительном приборе показание можно расширить до 20В посредством дальнейшего переключения диапазонного переключателя. При измерении электроды соединяются с измерительным прибором через 2 мм разъемы (красный/синий).

#### 2. Измерение рН:

Если необходимо провести измерение рН, то прилагаемые рН-электроды подключаются через имеющиеся на нижней стороне рН-разъема. Переключатель диапазона сейчас устанавливается на рН. Для калибровки электродов используется буферный раствор (либо рН4, либо рН9). Речь здесь идет об одноточечной калибровке, при этом, после погружения рН-электродов в соответствующий буферный раствор, регулятор нуля изменяется до тех пор, пока на дисплее отображается величина буферного раствора. Теперь могут проводиться измерения рН, при этом на клавишах настройки больше нельзя производить какие-либо изменения.

## Формуляр учителя

### Опыт 1 по измерению напряжения

#### Измерение напряжения гальванического элемента

Химикаты	Символы опасности	R-комплекты	S-комплекты	Приборы
Медь (II)-сульфат-5-гидрат		22-36/38-50/53	22-60-61	Измерительный прибор
Сульфат цинка-7-гидрат		36/38-50/53	22-25-60-61	Электроды: 1 Cu, 1 Zn, 1 Ag, 1 Fe, 1 Ni
Нитрат серебра		34-50/53	26-45-60-61	
Железо (II)-сульфат-7-гидрат		22-36/38	24/25	2 кабеля для эксперимента 2 пипетки
Сульфат никеля-6-гидрат		22-40-42/43-50/53	22-36/37-60-61	
Дистиллированная вода		---	---	

Предупреждение об опасности: Обратите внимание на то, что соли тяжелых металлов ядовиты.

Проведение опыта:

1. Предоставить ученикам подготовленные растворы (1 и 0,1 молярные). Каждому ученику понадобится по 10 мл соответствующего раствора.
2. Соединить блок ячеек, как описано выше.
3. Пипеткой (имеется в рабочем наборе) наполнить камеру электролитическим раствором и вставить соответствующий электрод. Пипетку после наполнения следующим электролитическим раствором хорошо очистить.
4. После того как камеры (минимально 2, максимально 8) были, как описано выше, подготовлены для опыта, можно начинать измерение напряжения. В этом опыте формируется 5 камер, в каждой из которых находится электролитический раствор и соответствующий электрод, как гальванический элемент: Cu / Cu-SO<sub>4</sub>, Zn / ZnSO<sub>4</sub>, Ag / AgNO<sub>3</sub>, Fe / FeSO<sub>4</sub>, Ni / NiSO<sub>4</sub>
5. Для измерения напряжения к измерительному прибору подключается 2 экспериментальных кабеля (красный/синий с 2 мм разъемами, имеются в рабочем наборе). При помощи обжимных клемм делается соединение между обоими электродами и измерительным прибором.
6. На измерительном приборе может считываться напряжение, даваемое гальваническим элементом. При отрицательной величине изменить полярность электродов.

#### Наблюдение и подведение итогов

С гальваническими элементами неблагородный металл всегда формирует катод.

Электроны соответственно перетекают с катода к аноду, то есть при комбинации цинк/медь от цинка к меди и при комбинации медь/серебро от меди к серебру.

В комбинациях с цинком цинк всегда является катодом, а в комбинациях с серебром серебро всегда является анодом гальванических элементов. Из этого следует гальванический ряд напряжения металлов с такой последовательностью:



Какие электроды формируют катод можно утверждать посредством перемены полярности

Гальванический элемент	Напряжение (В) Электролитический раствор 1,0 моль/л	Напряжение (В) Электролитический раствор 0,1 моль/л
Cu / Zn	около 1,086	около 1,086
Cu / Ag	около 0,383	около 0,383
Cu / Fe	около 0,670	около 0,670
Cu / Ni	около 0,044	около 0,044
Zn / Ag	около 1,416	около 1,416
Zn / Fe	около 0,378	около 0,378
Zn / Ni	около 1,095	около 1,095
Fe / Ag	около 1,089	около 1,089
Fe / Ni	около 0,700	около 0,700
Ag / Ni	около 0,290	около 0,290

Расчеты массы для изготовления 0,1 молярного раствора :

Электролитический раствор должен изготавливаться учителем перед занятием в достаточном количестве (хранится 1 л)

1. 1 л 1,0 моли CuSO<sub>4</sub> - раствор: 249,50 г CuSO<sub>4</sub> · 5 H<sub>2</sub>O наполнить мерную колбу водой до 1 л.
2. 1 л 1,0 моли ZnSO<sub>4</sub> - раствор: 287,40 г ZnSO<sub>4</sub> · 7 H<sub>2</sub>O наполнить мерную колбу водой до 1 л.
3. 1 л 1,0 моли AgNO<sub>3</sub> - раствор: 169,88 г AgNO<sub>3</sub> · 6 H<sub>2</sub>O наполнить мерную колбу водой до 1 л.
4. 1 л 1,0 моли FeSO<sub>4</sub> - раствор: 277,90 г FeSO<sub>4</sub> · 7 H<sub>2</sub>O наполнить мерную колбу водой до 1 л.
5. 1 л 1,0 моли NiSO<sub>4</sub> - раствор: 262,70 г NiSO<sub>4</sub> · 6 H<sub>2</sub>O наполнить мерную колбу водой до 1 л.

Для изготовления 0,1 моли раствора используйте 1/10 от данного количества (для изготовления 1 моли раствора) и наполните мерную колбу водой до 1 л.

## Формуляр ученика

### Опыт 1 по измерению напряжения

#### Измерение напряжения гальванического элемента

Химикаты	Символы опасности	R-комплект	S-комплекты	Приборы
Медь (II)-сульфат-5-гидрат		22-36/38-50/53	22-60-61	Измерительный прибор
Сульфат цинка-7-гидрат		36/38-50/53	22-25-60-61	Электроды: 1 Cu, 1 Zn, 1 Ag, 1 Fe, 1 Ni 2 кабеля для эксперимента 2 пипетки
Нитрат серебра		34-50/53	26-45-60-61	
Железо (II)-сульфат-7-гидрат		22-36/38	24/25	
Сульфат никеля-6-гидрат		22-40-42/43-50/53	22-36/37-60-61	
Дистиллированная вода		---	---	

**Предупреждение об опасности:** *Обратите внимание на то, что соли тяжелых металлов ядовиты.*

#### Проведение опыта:

1. Предоставить ученикам подготовленные растворы (1 и 0,1 молярные). Каждому ученику понадобится по 10 мл соответствующего раствора.
2. Соединить блок ячеек, как описано выше.
3. Пипеткой (имеется в рабочем наборе) наполнить камеру электролитическим раствором и вставить соответствующий электрод. Пипетку после наполнения следующим электролитическим раствором хорошо очистить.
4. После того как камеры (минимально 2, максимально 8) были, как описано выше, подготовлены для опыта, можно начинать измерение напряжения. В этом опыте формируется 5 камер, в каждой из которых находится электролитический раствор и соответствующий электрод, как гальванический элемент: Cu / Cu-SO<sub>4</sub>, Zn / ZnSO<sub>4</sub>, Ag / AgNO<sub>3</sub>, Fe / FeSO<sub>4</sub>, Ni / NiSO<sub>4</sub>
5. Для измерения напряжения к измерительному прибору подключается 2 кабеля для эксперимента (красный/синий с 2 мм разъемами, имеются в рабочем наборе). При помощи обжимных клемм делается соединение между обоими электродами и измерительным прибором.
6. На измерительном приборе может считываться напряжение, даваемое гальваническим элементом. При отрицательной величине изменить полярность электродов.

Наблюдение и подведение итогов

Результаты опытов представить в таблице и подвести итоги

Гальванический элемент	Напряжение Электролитический раствор 1,0 моль/л	Напряжение Электролитический раствор 1,0 моль/л
Cu / Zn		
Cu / Ag		
Cu / Fe		
Cu / Ni		
Zn / Ag		
Zn / Fe		
Zn / Ni		
Fe / Ag		
Fe / Ni		
Ag / Ni		

## Опыт 2 по измерению напряжения

### Измерение напряжения элемента Даниэля

Химикаты	Символы опасности и	R-комплекты	S-комплекты	Приборы
Медь (II)-сульфат-5-гидрат		22-36/38-50/53	22-60-61	Измерительный прибор Электроды: 1 Cu, 1 Zn 2 кабеля для эксперимента 2 пипетки
Сульфат цинка-7-гидрат		36/38-50/53	22-25-60-61	
Дистиллированная вода		---	---	

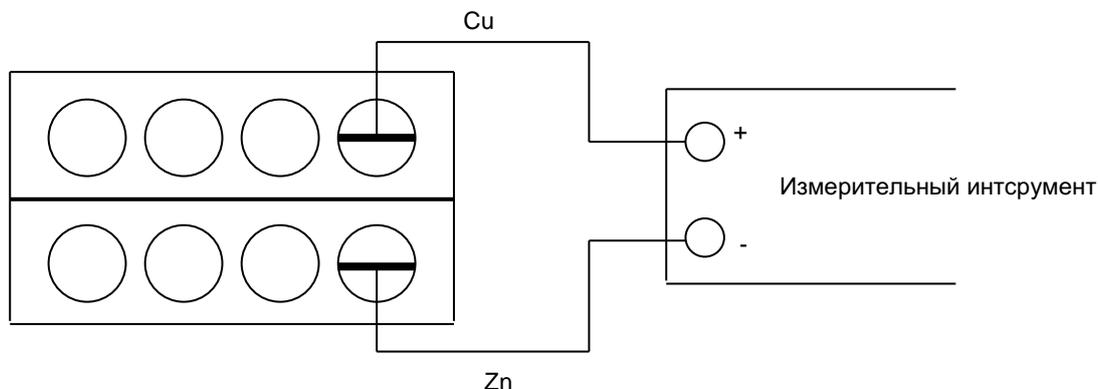
**Предупреждение об опасности:** *Обратите внимание на то, что соли тяжелых металлов ядовиты.*

#### Проведение опыта:

1. Предоставить ученикам подготовленные 0,1 молярные растворы. Каждому ученику понадобится по 10 мл соответствующего раствора.
2. Соединить блок ячеек, как описано выше.
3. Пипеткой (имеется в рабочем наборе) наполнить камеру электролитическим раствором и вставить соответствующий электрод. Пипетку после наполнения следующим электролитическим раствором хорошо очистить.
4. Вставить в электролитический раствор соответствующий электрод  $\text{CuSO}_4 / \text{Cu}$  и  $\text{ZnSO}_4 / \text{Zn}$
5. После того как камеры были, как описано выше, подготовлены для опыта, измерительный прибор соединен с кабелем для эксперимента, можно начинать измерение напряжения. Если необходимы отрицательные показания, то нужно изменить полярность подключений на электродах.
6. Опыт может также повториться с 1,0 молярным сульфатом меди и сульфатом цинка.

#### Наблюдение и подведение итогов

##### Схема структуры опыта



Электролитический раствор должен изготавливаться учителем перед занятием в достаточном количестве (хранится 1 л)  
Расчеты массы для изготовления 0,1 молярного раствора:

1. 1 л 1,0 моли  $\text{CuSO}_4$  - раствор: 24,95 г.  $\text{CuSO}_4 \cdot 5 \text{H}_2\text{O}$  наполнить мерную колбу водой до 1 л.
2. 1 л 1,0 моли  $\text{ZnSO}_4$  - раствор: 28,74 г  $\text{ZnSO}_4 \cdot 7 \text{H}_2\text{O}$  наполнить мерную колбу водой до 1 л.

Расчеты массы для изготовления 1 моли раствора:

1. 1 л 1,0 моли  $\text{CuSO}_4$  - раствор: 249,50 г.  $\text{CuSO}_4 \cdot 5 \text{H}_2\text{O}$  наполнить мерную колбу водой до 1 л.
2. 1 л 1,0 моли  $\text{ZnSO}_4$  - раствор: 287,40 г  $\text{ZnSO}_4 \cdot 7 \text{H}_2\text{O}$  наполнить мерную колбу водой до 1 л.

При подключении измерительного прибора к элементу Даниэля  $\text{Cu} / \text{CuSO}_4 // \text{Zn} / \text{ZnSO}_4$  можно измерять напряжение, которое теоретически при концентрации электролитического раствора в 0,1 моль составит 1,08В. Результат измерения будет несколько ниже теоретической величины и составит 1,06В.

Если в элементе Даниэля используется раствор в 1,0 моль, то напряжение также может быть измерено на уровне 1,06В.

#### Формуляр ученика

## Опыт 2 по измерению напряжения

### Измерение напряжения элемента Даниэля

Химикаты	Символы опасности	R-комплекты	S-комплекты	Приборы
Медь (II)-сульфат-5-гидрат		22-36/38-50/53	22-60-61	Измерительный прибор Электроды: 1 Cu, 1 Zn 2 кабеля для эксперимента 2 пипетки
Сульфат цинка-7-гидрат		36/38-50/53	22-25-60-61	
Дистиллированная вода		---	---	

**Предупреждение об опасности:** *Обратите внимание на то, что соли тяжелых металлов ядовиты.*

#### Проведение опыта:

1. Предоставить ученикам подготовленные 0,1 молярные растворы. Каждому ученику понадобится по 10 мл соответствующего раствора.
2. Соединить блок ячеек, как описано выше.
3. Пипеткой (имеется в рабочем наборе) наполнить камеру электролитическим раствором и вставить соответствующий электрод. Пипетку после наполнения следующим электролитическим раствором хорошо очистить.
4. Вставить в электролитический раствор соответствующий электрод  $\text{CuSO}_4 / \text{Cu}$  и  $\text{ZnSO}_4 / \text{Zn}$
5. После того как камеры были, как описано выше, подготовлены для опыта, измерительный прибор соединен с кабелем для эксперимента, можно начинать измерение напряжения. Если необходимы отрицательные показания, то нужно изменить полярность подключений на электродах.
6. Опыт может также повториться с 1,0 молярным сульфатом меди и сульфатом цинка.

#### Наблюдение и подведение итогов

##### Схема структуры опыта

#### Результаты измерения напряжения:

1. Элемент Даниэля с растворами в 1,0 моль  $\text{CuSO}_4 / \text{Cu} // \text{ZnSO}_4 / \text{Zn}$ :

\_\_\_\_\_ В

2. Элемент Даниэля с растворами в 0,1 моль  $\text{CuSO}_4 / \text{Cu} // \text{ZnSO}_4 / \text{Zn}$ :

\_\_\_\_\_ В

Формуляр учителя

### Опыт 3 по измерению напряжения

#### Измерение напряжения на трех элементах Даниэля при параллельном включении

Химикаты	Символы опасности и	R-комплекты	S-комплекты	Приборы
Медь (II)-сульфат-5-гидрат		22-36/38-50/53	22-60-61	Измерительный прибор Электроды: 3 Cu, 3 Zn 6 кабелей для эксперимента 2 пипетки
Сульфат цинка-7-гидрат		36/38-50/53	22-25-60-61	
Дистиллированная вода		---	---	

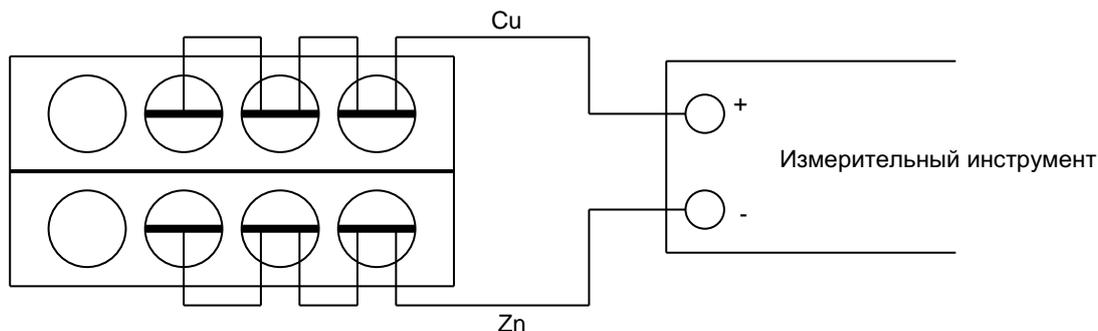
**Предупреждение об опасности:** *Обратите внимание на то, что соли тяжелых металлов ядовиты.*

#### Проведение опыта:

1. Предоставить ученикам подготовленные 0,1 молярные растворы. Каждому ученику понадобится по 10 мл соответствующего раствора.
2. Соединить блок ячеек, как описано выше.
3. В три камеры на одной половине блока ячеек добавить 0,1 молярный раствор  $\text{CuSO}_4$  и после этого вставить медные электроды.
4. Теперь в три камеры на другой половине блока ячеек добавить раствор  $\text{ZnSO}_4$  и вставить цинковые электроды.
5. При помощи кабелей для проведения эксперимента и обжимных клемм соединить медные электроды между собой и последний медный электрод соединить с измерительным прибором.
6. Как описано в пункте 5, соединить цинковые электроды между собой и с измерительным прибором.
7. Снять показания напряжения с измерительного прибора.  
(Если необходимо отображение отрицательной величины на измерительном приборе, изменить полярность на измерительном приборе.)

#### Наблюдение и подведение итогов

##### Схема структуры опыта



При параллельном включении измеренное напряжение на трех соединенных между собой электродах составляет около 1,06 В. Считается, что при параллельном включении электродов не происходит увеличения напряжения. При этом только отмечается повышенный ток, который может быть измерен мультиметром.

Электролитический раствор должен изготавливаться учителем перед занятием в достаточном количестве (хранится 1 л)  
Расчеты массы для изготовления 0,1 моли раствора:

1. 1 л 1,0 моли  $\text{CuSO}_4$  - раствор: 24,95 г.  $\text{CuSO}_4 \cdot 5 \text{H}_2\text{O}$  наполнить мерную колбу водой до 1 л.
2. 1 л 1,0 моли  $\text{ZnSO}_4$  - раствор: 28,74 г  $\text{ZnSO}_4 \cdot 7 \text{H}_2\text{O}$  наполнить мерную колбу водой до 1 л.

#### Формуляр ученика

### Опыт 3 по измерению напряжения

#### Измерение напряжения трех элементах Даниэля при параллельном включении

Химикаты	Символы опасности и	R-комплекты	S-комплекты	Приборы
Медь (II)-сульфат-5-гидрат		22-36/38-50/53	22-60-61	Измерительный прибор
Сульфат цинка-7-гидрат		36/38-50/53	22-25-60-61	Электроды: 3 Cu, 3 Zn
Дистиллированная вода		---	---	6 кабелей для эксперимента 2 пипетки

**Предупреждение об опасности:** *Обратите внимание на то, что соли тяжелых металлов ядовиты.*

#### Проведение опыта:

1. Предоставить ученикам подготовленные 0,1 молярные растворы. Каждому ученику понадобится по 10 мл соответствующего раствора.
2. Соединить блок ячеек, как описано выше.
3. В три камеры на одной половине блока ячеек добавить 0,1 молярный раствор  $\text{CuSO}_4$  и после этого вставить медные электроды.
4. Теперь в три камеры на другой половине блока ячеек добавить раствор  $\text{ZnSO}_4$  и вставить цинковые электроды.
5. При помощи кабелей для проведения эксперимента и обжимных клемм соединить медные электроды между собой и последний медный электрод соединить с измерительным прибором.
6. Как описано в пункте 5, соединить цинковые электроды между собой и с измерительным прибором.
7. Снять показания напряжения с измерительного прибора.  
(Если необходимо отображение отрицательной величины на измерительном приборе, изменить полярность на измерительном приборе.)

#### Наблюдение и подведение итогов

#### Схема структуры опыта

#### Результат измерения напряжения:

## Опыт 4 по измерению напряжения

### Измерение напряжения на трех элементах Даниэля при последовательном включении

Химикаты	Символы опасности и	R-комплекты	S-комплекты	Приборы
Медь (II)-сульфат-5-гидрат		22-36/38-50/53	22-60-61	Измерительный прибор Электроды: 3 Cu, 3 Zn 4 кабеля для эксперимента 2 пипетки
Сульфат цинка-7-гидрат		36/38-50/53	22-25-60-61	
Дистиллированная вода		---	---	

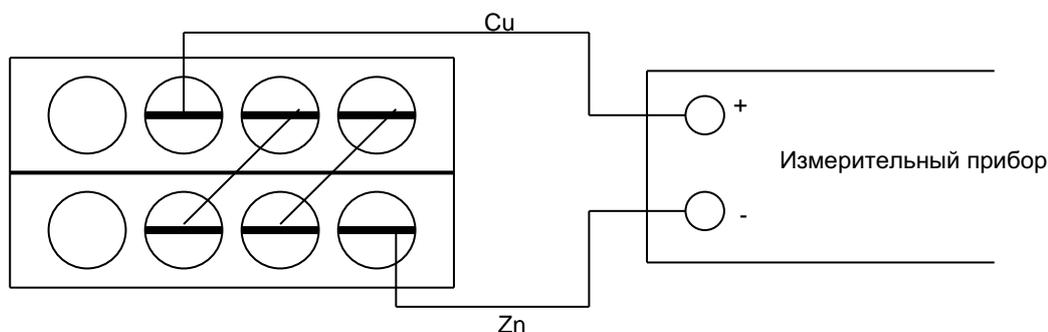
**Предупреждение об опасности:** *Обратите внимание на то, что соли тяжелых металлов ядовиты.*

#### Проведение опыта:

1. Предоставить ученикам подготовленные 0,1 молярные растворы. Каждому ученику понадобится по 10 мл соответствующего раствора.
2. Соединить блок ячеек, как описано выше.
3. В три камеры на одной половине блока ячеек добавить 0,1 молярный раствор  $\text{CuSO}_4$  и после этого вставить медные электроды.
4. Теперь в три камеры на другой половине блока ячеек добавить раствор  $\text{ZnSO}_4$  и вставить цинковые электроды.
5. При помощи кабелей для проведения эксперимента и обжимных клемм соединить два медных электрода с двумя цинковыми электродами, а первый медный электрод и последний цинковый электрод подключить к измерительному прибору.
6. Снять показания напряжения с измерительного прибора.  
(Если необходимо отображение отрицательной величины на измерительном приборе, изменить полярность на измерительном приборе.)

#### Наблюдение и подведение итогов

##### Схема структуры опыта



При последовательном включении измеренное напряжение на трех соединенных между собой электродах составляет около 3,18В. Считается, что при последовательном включении электродов происходит увеличение напряжения в соответствии с числом соединенных между собой электродов. При этом не отмечается повышенный ток. Если нужно повысить напряжение, удастся это только посредством последовательного включения.

Электролитический раствор должен изготавливаться учителем перед занятием в достаточном количестве (хранится 1 л)  
Расчеты массы для изготовления 0,1 моли раствора:

1. 1 л 1,0 моли  $\text{CuSO}_4$  - раствор: 24,95 г.  $\text{CuSO}_4 \cdot 5 \text{H}_2\text{O}$  наполнить мерную колбу водой до 1 л.
2. 1 л 1,0 моли  $\text{ZnSO}_4$  - раствор: 28,74 г  $\text{ZnSO}_4 \cdot 7 \text{H}_2\text{O}$  наполнить мерную колбу водой до 1 л.

#### Формуляр ученика

##### Опыт 4 по измерению напряжения

## Измерение напряжения на трех элемента Даниэля при последовательном включении

Химикаты	Символы опасности и	R-комплекты	S-комплекты	Приборы
Медь (II)-сульфат-5-гидрат		22-36/38-50/53	22-60-61	Измерительный прибор
Сульфат цинка-7-гидрат		36/38-50/53	22-25-60-61	Электроды: 3 Cu, 3 Zn
Дистиллированная вода		---	---	4 кабеля для эксперимента 2 пипетки

**Предупреждение об опасности:** *Обратите внимание на то, что соли тяжелых металлов ядовиты.*

### Проведение опыта:

1. Предоставить ученикам подготовленные 0,1 молярные растворы. Каждому ученику понадобится по 10 мл соответствующего раствора.
2. Соединить блок ячеек, как описано выше.
3. В три камеры на одной половине блока ячеек добавить 0,1 молярный раствор  $\text{CuSO}_4$  и после этого вставить медные электроды.
4. Теперь в три камеры на другой половине блока ячеек добавить раствор  $\text{ZnSO}_4$  и вставить цинковые электроды.
5. При помощи кабелей для проведения эксперимента и обжимных клемм соединить два медных электрода с двумя цинковыми электродами, а первый медный электрод и последний цинковый электрод подключить к измерительному прибору.
6. Снять показания напряжения с измерительного прибора.  
(Если необходимо отображение отрицательной величины на измерительном приборе, изменить полярность на измерительном приборе.)

### Наблюдение и подведение итогов

#### Схема структуры опыта

### Результат измерения напряжения

Формуляр учителя

Опыт 5 по измерению напряжения

## Измерение стандартного потенциала некоторых металлов

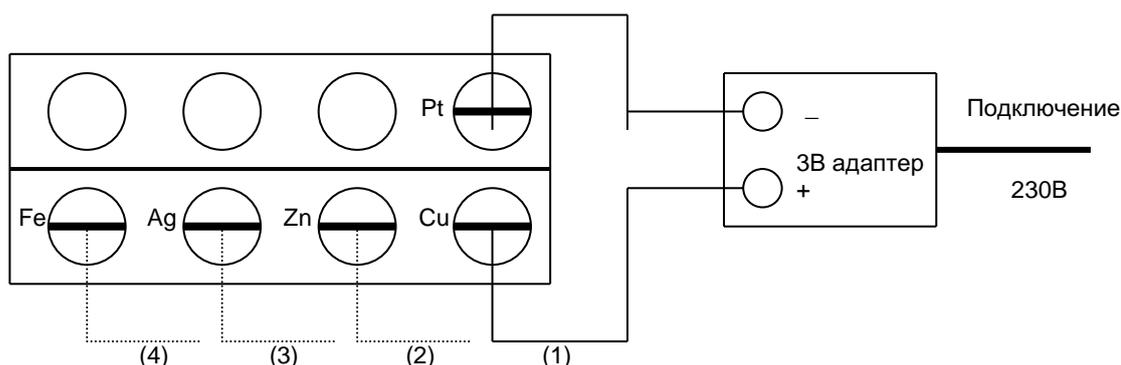
Химикаты	Символы опасности	R-комплект	S-комплекты	Приборы
Медь (II)-сульфат-5-гидрат		22-36/38-50/53	22-60-61	Измерительный прибор Электроды: 1 Cu, 1 Zn, 1 Ag, 1 Fe, 1 Pt-сетчатый
Сульфат цинка-7-гидрат		36/38-50/53	22-25-60-61	2 кабеля для эксперимента
Нитрат серебра		34-50/53	26-45-60-61	1 блок питания
Железо (II)-сульфат-7-гидрат		22-36/38	24/25	2 пипетки
Соляная кислота 1 моль/л		36/37/38	26	1 адаптер на 3 В
Дистиллированная вода		---	---	

**Предупреждение об опасности:** Обратите внимание на то, что соли тяжелых металлов ядовиты; соляная кислота является едким веществом.

### Проведение опыта:

1. Предоставить ученикам подготовленные 1 молярные растворы. Каждому ученику понадобится по 10 мл соответствующего раствора.
2. Соединить блок ячеек, как описано выше.
3. В одну камеру блока ячеек пипеткой добавляется 1 молярная соляная кислота и в эту камеру вставляется платиновый сетчатый электрод.
4. Во вторую камеру (напротив платинового сетчатого электрода) добавляется 1 молярный раствор  $\text{CuSO}_4$  и вставляется медный электрод.
5. Для формирования эталонного водородного электрода адаптер на 3 В соединяется с блоком питания. На минусовом полюсе адаптера на 3В соединить платиновый сетчатый электрод с кабелем для эксперимента и на плюсовом кабеле подключить медный электрод. Подсоединить блок питания с 230В и электризовать в течение приблизительно 30 с. платиновую сеть. На платиновой сети образуется водород, который окружает платиновую сеть.
6. Затем адаптер на 3В меняется с измерительным прибором, и можно считывать напряжение.
7. С другими металлами опыт проводится аналогично, как описано в пунктах 4-6, при этом для отдельных металлов должен использоваться соответствующий электролитический раствор ( $\text{AgNO}_3 / \text{Ag}$ ,  $\text{ZnSO}_4 / \text{Zn}$  und  $\text{FeSO}_4 / \text{Fe}$ ).

### Наблюдение и подведение итогов



Измеренные стандартные потенциалы для окислительно-восстановительной пары составляет:  
 (1)  $\text{Cu} / \text{Cu}^{2+} = +0,34 \text{ В}$ , (2)  $\text{Zn} / \text{Zn}^{2+} = -0,76 \text{ В}$ , (3)  $\text{Ag} / \text{Ag}^+ = +0,80 \text{ В}$ , (4)  $\text{Fe} / \text{Fe}^{2+} = -0,44 \text{ В}$

Расчеты массы для изготовления 1 л. 1 молярных растворов:

1. Для  $\text{CuSO}_4$  – требуется раствор 249,50 г  $\text{CuSO}_4 \cdot 5 \text{ H}_2\text{O}$ .
2. Для  $\text{ZnSO}_4$  – требуется раствор 287,40 г  $\text{ZnSO}_4 \cdot 7 \text{ H}_2\text{O}$ .
3. Для  $\text{AgNO}_3$  – требуется раствор 169,88 г  $\text{AgNO}_3$ .
4. Для  $\text{FeSO}_4$  – требуется раствор 277,91 г  $\text{FeSO}_4 \cdot 7 \text{ H}_2\text{O}$ .

### Формуляр ученика

#### Опыт 5 по измерению напряжения

## Измерение стандартного потенциала некоторых металлов

Химикаты	Символы опасности	R-комплекты	S-комплекты	Приборы
Медь (II)-сульфат-5-гидрат		22-36/38-50/53	22-60-61	Измерительный прибор Электроды: 1 Cu, 1 Zn, 1 Ag, 1 Fe, 1 Pt-сетчатый
Сульфат цинка-7-гидрат		36/38-50/53	22-25-60-61	2 кабеля для эксперимента
Нитрат серебра		34-50/53	26-45-60-61	1 блок питания
Железо (II)-сульфат-7-гидрат		22-36/38	24/25	2 пипетки
Соляная кислота 1 моль/л		36/37/38	26	1 адаптер на 3 В
Дистиллированная вода		---	---	

**Предупреждение об опасности:** *Обратите внимание на то, что соли тяжелых металлов ядовиты; соляная кислота является едким веществом.*

### Проведение опыта:

1. Предоставить ученикам подготовленные 1 молярные растворы. Каждому ученику понадобится по 10 мл соответствующего раствора.
2. Соединить блок ячеек, как описано выше.
3. В одну камеру блока ячеек пипеткой добавляется 1 молярная соляная кислота и в эту камеру вставляется платиновый сетчатый электрод.
4. Во вторую камеру (напротив платинового сетчатого электрода) добавляется 1 молярный раствор  $\text{CuSO}_4$  и вставляется медный электрод.
5. Для формирования эталонного водородного электрода адаптер на 3 В соединяется с блоком питания. На минусовом полюсе адаптера на 3В соединить платиновый сетчатый электрод с кабелем для эксперимента и на плюсовом кабеле подключить медный электрод. Подсоединить блок питания с 230В и электризовать в течение приблизительно 30 с. платиновую сеть. На платиновой сети образуется водород, который окружает платиновую сеть.
6. Затем адаптер на 3В меняется с измерительным прибором, и можно считывать напряжение.
7. С другими металлами опыт проводится аналогично, как описано в пунктах 4-6, при этом для отдельных металлов должен использоваться соответствующий электролитический раствор ( $\text{AgNO}_3 / \text{Ag}$ ,  $\text{ZnSO}_4 / \text{Zn}$  und  $\text{FeSO}_4 / \text{Fe}$ ).

### Наблюдение и подведение итогов

#### Схема структуры опыта

### Результат измерения напряжения

$\text{Cu} / \text{Cu}^{2+}$	_____	В
$\text{Zn} / \text{Zn}^{2+}$	_____	В
$\text{Ag} / \text{Ag}^+$	_____	В
$\text{Fe} / \text{Fe}^{2+}$	_____	В

### Формуляр учителя

#### Опыт 6 по измерению напряжения

## Измерение стандартного потенциала некоторых неметаллов

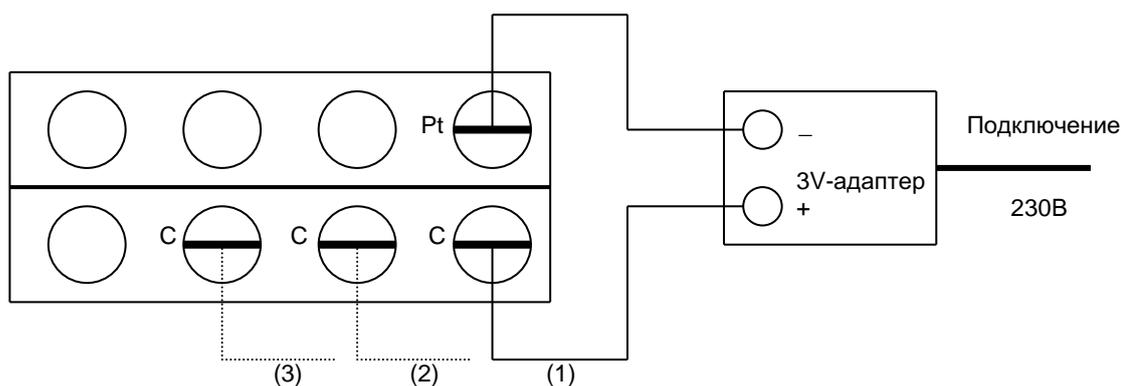
Химикаты	Символы опасности	R-комплект	S-комплекты	Приборы
Хлористый натрий		---	---	Измерительный прибор
Бромистый калий		---	---	Электроды: 2С, 1 Pt-сетчатый
Йодистый калий		---	---	2 кабеля для эксперимента
Соляная кислота 1 моль/л	☒	36/37/38	26	1 блок питания 2 пипетки
Дистиллированная вода		---	---	1 адаптер на 3 В

**Предупреждение об опасности:** *Обратите внимание на то, что соляная кислота является едким веществом.*

### Проведение опыта:

1. Предоставить ученикам подготовленные 1 молярные растворы. Каждому ученику понадобится по 10 мл соответствующего раствора.
2. Соединить блок ячеек, как описано выше.
3. В одну камеру блока ячеек пипеткой добавляется 1 молярная соляная кислота и в эту камеру вставляется платиновый сетчатый электрод.
4. Во вторую камеру (напротив платинового сетчатого электрода) добавляется 1 молярный раствор NaCl и в этот раствор вставляется графитовый электрод.
5. Для формирования эталонного водородного электрода адаптер на 3 В соединяется с блоком питания. На минусовом полюсе адаптера на 3В соединить платиновый сетчатый электрод с кабелем для эксперимента и на плюсовом кабеле подключить медный электрод. Подсоединить блок питания с 230В и электризовать в течение приблизительно 30 с. платиновую сеть. На платиновой сети образуется водород, который окружает платиновую сеть.
6. Затем адаптер на 3В меняется с измерительным прибором, и можно считывать напряжением между  $Cl^- / Cl_2$ .
7. С другими неметаллами опыт проводится аналогично, как описано в пунктах 4-6, при этом графитовый электрод по очереди погружается в бромистый калий и йодистый калий, и таким образом могут определяться потенциалы  $Br^- / Br_2$  и  $I^- / I_2$ .

### Наблюдение и подведение итогов



Измеренные стандартные потенциалы для окислительно-восстановительной пары составляет:

(1)  $Cl^- / Cl_2 = +1,35 В$ , (2)  $Br^- / Br_2 = +1,06 В$ , (3)  $I^- / I_2 = +0,54 В$

Расчеты массы для изготовления 1 л. 1 молярных растворов:

1. Для NaCl – требуется раствор 58,44 г NaCl.
2. Для KBr – требуется раствор 119,01 г KBr.
3. Для KI – требуется раствор 166,00 г KI.

### Формуляр ученика

#### Опыт 6 по измерению напряжения

## Измерение стандартного потенциала некоторых неметаллов

Химикаты	Символы опасности	R-комплект ы	S- комплекты	Приборы
Хлористый натрий		---	---	Измерительный прибор
Бромистый калий		---	---	Электроды: 2С, 1 Pt-сетчатый
Йодистый калий		---	---	2 кабеля для эксперимента
Соляная кислота 1 моль/л		36/37/38	26	1 блок питания
Дистиллированная вода		---	---	2 пипетки
				1 адаптер на 3 В

**Предупреждение об опасности:** *Обратите внимание на то, что соляная кислота является едким веществом.*

### Проведение опыта:

1. Предоставить ученикам подготовленные 1 молярные растворы. Каждому ученику понадобится по 10 мл соответствующего раствора.
2. Соединить блок ячеек, как описано выше.
3. В одну камеру блока ячеек пипеткой добавляется 1 молярная соляная кислота и в эту камеру вставляется платиновый сетчатый электрод.
4. Во вторую камеру (напротив платинового сетчатого электрода) добавляется 1 молярный раствор NaCl и в этот раствор вставляется графитовый электрод.
5. Для формирования эталонного водородного электрода адаптер на 3 В соединяется с блоком питания. На минусовом полюсе адаптера на 3В соединить платиновый сетчатый электрод с кабелем для эксперимента и на плюсовом кабеле подключить медный электрод. Подсоединить блок питания с 230В и электризовать в течение приблизительно 30 с. платиновую сеть. На платиновой сети образуется водород, который окружает платиновую сеть.
6. Затем адаптер на 3В меняется с измерительным прибором, и можно считывать напряжением между Cl<sup>-</sup> / Cl<sub>2</sub>.
7. С другими неметаллами опыт проводится аналогично, как описано в пунктах 4-6, при этом графитовый электрод по очереди погружается в бромистый калий и йодистый калий, и таким образом могут определяться потенциалы Br<sup>-</sup> / Br<sub>2</sub> и I<sup>-</sup> / I<sub>2</sub>.

### Наблюдение и подведение итогов

#### Схема структуры опыта

### Результат измерения напряжения

Cl<sup>-</sup> / Cl<sub>2</sub> \_\_\_\_\_ В

Br<sup>-</sup> / Br<sub>2</sub> \_\_\_\_\_ В

I<sup>-</sup> / I<sub>2</sub> \_\_\_\_\_ В

### Формуляр учителя

#### Опыт 7 по измерению напряжения

## Измерение напряжения элементов Лекланше

Химикаты	Символы опасности	R-комплект	S-комплекты	Приборы
Графитовый порошок		---	---	Измерительный прибор
Оксид марганца (IV)	☒	20/22	25	Электроды: 1С, 1 Zn
Хлористый аммоний	☒	22-36	22	2 кабеля для эксперимента
Дистиллированная вода		---	---	1 пластиковый химический стакан 2 пипетки

**Предупреждение об опасности: осторожно обращайтесь с химикатами!**

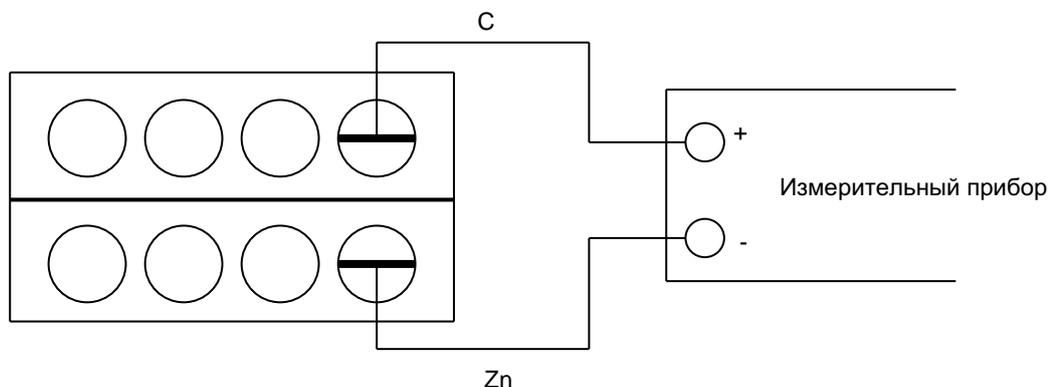
### Проведение опыта:

1. Для конструирования элемента Лекланше требуется 20-ти процентный раствор хлористого аммония (нашатыря) и паста для деполяризации. Все это должно быть предоставлено ученикам.
2. Соединить блок ячеек, как описано выше.
3. Добавить в одну камеру 20-ти процентный раствор хлористого аммония и вставить цинковой электрод. В камеру, расположенную напротив, добавить пасту для деполяризации из графитового порошка, оксида марганца (IV) (пиролюзита) и раствора хлористого аммония и вставить графитовый электрод. Средство для деполяризации предназначено для приостановки образования водорода на графитовом электроде.
4. Оба электрода соединить при помощи обжимных клемм и 2 кабелей для эксперимента с измерительным прибором и измерить даваемое элементом Лекланше напряжение.

### Наблюдение и подведение итогов

Батареи имеют значения там, где нет электрического тока. Батареи – это гальванические элементы, которые могут химическую энергию преобразовывать в электрическую энергию.

Сухая батарея (элемент Лекланше) представляет собой важный с экономической точки зрения гальванический элемент. Он дает напряжение между 1,3 и 1,4В, что может быть считано с измерительного прибора.



Расчет массы  $\text{NH}_4\text{Cl}$ , которая требуется для изготовления 1 л. 20-ти процентного раствора:

Уравновесить весы с химическим стаканом на 0,0 г. Добавить в химический стакан 200 г.  $\text{NH}_4\text{Cl}$ , после этого доливать воду, пока весы не покажут массу 1000 г. Теперь 20-ти процентный раствор изготовлен.

Изготовление пасты для деполяризации приблизительно на 30 учеников:

45 г. графитового порошка тщательно перемешиваются с 225 г оксида марганца (IV) и 225 мл 20-ти процентного раствора хлористого аммония. Изготовленная паста не должна храниться более 1 дня.

После использования емкость для отходов поместить к неорганическим веществам.

### Формуляр ученика

#### Опыт 7 по измерению напряжения

#### Измерение напряжения элементов Лекланше

Химикаты	Символы опасности	R-комплекты	S-комплекты	Приборы
Графитовый порошок		---	---	Измерительный прибор
Оксид марганца (IV)		20/22	25	Электроды: 1С, 1 Zn
Хлористый аммоний		22-36	22	2 кабеля для эксперимента
Дистиллированная вода		---	---	1 пластиковый химический стакан 2 пипетки

**Предупреждение об опасности: осторожно обращайтесь с химикатами!**

**Проведение опыта:**

1. Для конструирования элемента Лекланше требуется 20-ти процентный раствор хлористого аммония (нашатыря) и паста для деполяризации. Все это должно быть предоставлено ученикам.
2. Соединить блок ячеек, как описано выше.
3. Добавить в одну камеру 20-ти процентный раствор хлористого аммония и вставить цинковый электрод. В камеру, расположенную напротив, добавить пасту для деполяризации из графитового порошка, оксида марганца (IV) (пиролюзита) и раствора хлористого аммония и вставить графитовый электрод. Средство для деполяризации предназначено для приостановки образования водорода на графитовом электроде.
4. Оба электрода соединить при помощи обжимных клемм и 2 кабелей для эксперимента с измерительным прибором и измерить даваемое элементом Лекланше напряжение.

**Наблюдение и подведение итогов**

**Схема структуры опыта**

**Результат измерения напряжения**

Элемент Лекланше дает напряжение в \_\_\_\_\_ В.

**Формуляр учителя**

**Опыт 8 по измерению напряжения**

**Измерение напряжения при различной концентрации электролитического раствора.**

Химикаты	Символы опасности	R-комплекты	S-комплекты	Приборы
Нитрат серебра		34-50/53	26-45-60-61	Измерительный прибор
Дистиллированная вода		---	---	Электроды: 2Ag 2 кабеля для эксперимента 2 пипетки

**Предупреждение об опасности: осторожно обращайтесь с нитратом серебра. Нитрат серебра – едкое вещество!**

#### Проведение опыта:

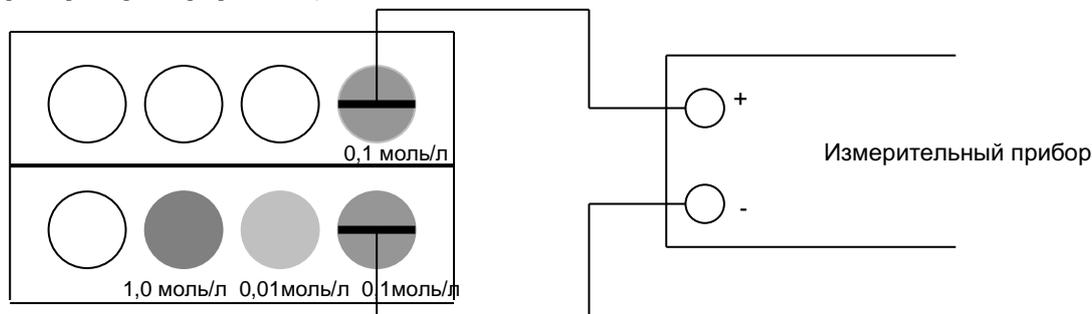
1. Ученикам предоставляются растворы нитрата серебра различной концентрации.
2. Соединить блок ячеек, как описано выше.
3. В две расположенных напротив камеры блока ячеек добавляется 0,1 молярный раствор нитрата серебра, и в каждую ячейку помещается серебряный электрод
4. В две оставшиеся камеры добавляется 1 молярный и 0,01 молярный раствор нитрата серебра.
5. Сначала измеряется напряжение гальванического элемента  $Ag / AgNO_3 (0,1 \text{ моль/л}) // Ag / AgNO_3 (0,1 \text{ моль/л})$ . Для этого оба серебряных электрода соединяются с измерительным прибором.
6. Теперь серебряный электрод вынимается из 0,1 молярного раствора нитрата серебра, тщательно промывается водой и помещается в 1 молярный раствор нитрата серебра. Напряжение гальванического элемента  $Ag / AgNO_3 (0,1 \text{ моль/л}) // Ag / AgNO_3 (1 \text{ моль/л})$  может считываться с измерительного прибора.
7. Затем серебряный электрод вынимается из 1 молярного раствора нитрата серебра, снова тщательно промывается водой и помещается в 0,01 молярный раствор нитрата серебра. Напряжение гальванического элемента  $Ag / AgNO_3 (0,1 \text{ моль/л}) // Ag / AgNO_3 (0,01 \text{ моль/л})$  может считываться с измерительного прибора.
8. В следующем опыте серебряный электрод вынимается из 0,1 молярного раствора нитрата серебра, тщательно промывается водой и помещается в 1 молярный раствор нитрата серебра. Напряжение гальванического элемента  $Ag / AgNO_3 (1,0 \text{ моль/л}) // Ag / AgNO_3 (0,01 \text{ моль/л})$  может считываться с измерительного прибора.

#### Наблюдение и подведение итогов

Гальванический элемент	Измеренное напряжение
$Ag / AgNO_3 (0,1 \text{ моль/л}) // Ag / AgNO_3 (0,1 \text{ моль/л})$	--
$Ag / AgNO_3 (0,1 \text{ моль/л}) // Ag / AgNO_3 (1,0 \text{ моль/л})$	0,058 В
$Ag / AgNO_3 (0,1 \text{ моль/л}) // Ag / AgNO_3 (0,01 \text{ моль/л})$	0,058 В
$Ag / AgNO_3 (1,0 \text{ моль/л}) // Ag / AgNO_3 (0,01 \text{ моль/л})$	0,116 В

Измерение напряжения в цепях концентрации с одинаковой концентрацией электролита не возможно. Для измерения напряжения концентрации электролита должны различаться. Если между концентрацией электролита имеется разница на порядок, то измеренное напряжение составит 0,058В, при этом не имеет значение, производится ли измерение между 1,0 моль/л и 0,1 моль/л или 0,1 моль/л и 0,01 моль/л. При каждом повышении порядка измеренное напряжение увеличивается на 0,058В. Посредством проникновения концентрированного электролитического раствора сквозь бумажную диафрагму концентрации в половинке блок ячеек все больше выравнивается, так что разница потенциала со временем уменьшается.

В концентрированном растворе нитрата серебра ионы серебра восстанавливаются до серебра, а в разбавленном растворе нитрата серебра серебро разлагается, и возникают ионы серебра. При этом серебряный электрод в концентрированном растворе нитрата серебра – катод (полус +), а в разбавленном растворе нитрата серебра - анод (полус -).



Изготовление 1 литра требуемого раствора:

1. Для изготовления 1 молярного раствора  $AgNO_3$  нужно 169,8 г  $AgNO_3$  растворить в 1 литре воды.
2. Для изготовления 0,1 молярного раствора  $AgNO_3$  нужно 16,98 г  $AgNO_3$  растворить в 1 литре воды.
3. Для изготовления 0,01 молярного раствора  $AgNO_3$  нужно 1,69 г  $AgNO_3$  растворить в 1 литре воды.

#### Формуляр ученика

#### Опыт 8 по измерению напряжения

**Измерение напряжения при различной концентрации электролитического раствора.**

Химикаты	Символы опасности	R-комплекты	S-комплекты	Приборы
Нитрат серебра		34-50/53	26-45-60-61	Измерительный прибор Электроды: 2Ag
Дистиллированная вода		---	---	2 кабеля для эксперимента 2 пипетки

**Предупреждение об опасности: осторожно обращайтесь с нитратом серебра. Нитрат серебра – едкое вещество!**

**Проведение опыта:**

1. Ученикам предоставляются растворы нитрата серебра различной концентрации.
2. Соединить блок ячеек, как описано выше.
3. В две расположенных напротив камеры блока ячеек добавляется 0,1 молярный раствор нитрата серебра, и в каждую ячейку помещается серебряный электрод
4. В две оставшиеся камеры добавляется 1 молярный и 0,01 молярный раствор нитрата серебра.
5. Сначала измеряется напряжение гальванического элемента  $Ag / AgNO_3 (0,1 \text{ моль/л}) // Ag / AgNO_3 (0,1 \text{ моль/л})$ . Для этого оба серебряных электрода соединяются с измерительным прибором.
6. Теперь серебряный электрод вынимается из 0,1 молярного раствора нитрата серебра, тщательно промывается водой и помещается в 1 молярный раствор нитрата серебра. Напряжение гальванического элемента  $Ag / AgNO_3 (0,1 \text{ моль/л}) // Ag / AgNO_3 (1 \text{ моль/л})$  может считываться с измерительного прибора.
7. Затем серебряный электрод вынимается 1 молярного раствора нитрата серебра, снова тщательно промывается водой и помещается в 0,01 молярный раствор нитрата серебра. Напряжение гальванического элемента  $Ag / AgNO_3 (0,1 \text{ моль/л}) // Ag / AgNO_3 (0,01 \text{ моль/л})$  может считываться с измерительного прибора.
8. В следующем опыте серебряный электрод вынимается из 0,1 молярного раствора нитрата серебра, тщательно промывается водой и помещается в 1 молярный раствор нитрата серебра. Напряжение гальванического элемента  $Ag / AgNO_3 (1,0 \text{ моль/л}) // Ag / AgNO_3 (0,01 \text{ моль/л})$  может считываться с измерительного прибора.

**Наблюдение и подведение итогов**

**Схема структуры опыта**

**Результат измерения напряжения**

Гальванический элемент	Измеренное напряжение
$Ag / AgNO_3 (0,1 \text{ моль/л}) // Ag / AgNO_3 (0,1 \text{ моль/л})$	
$Ag / AgNO_3 (0,1 \text{ моль/л}) // Ag / AgNO_3 (1,0 \text{ моль/л})$	
$Ag / AgNO_3 (0,1 \text{ моль/л}) // Ag / AgNO_3 (0,01 \text{ моль/л})$	
$Ag / AgNO_3 (1,0 \text{ моль/л}) // Ag / AgNO_3 (0,01 \text{ моль/л})$	

**Формуляр учителя**

**Опыт 9 по измерению напряжения**

**Измерение напряжения при различной температуре электролитического раствора**

Химикаты	Символы опасности	R-комплекты	S-комплекты	Приборы
Нитрат серебра		34-50/53	26-45-60-61	Измерительный прибор Электроды: 2Ag 2 кабеля для эксперимента 1 химический стакан 1 термометр 2 пипетки
Дистиллированная вода		---	---	

**Предупреждение об опасности: осторожно обращайтесь с нитратом серебра. Нитрат серебра – едкое вещество!**

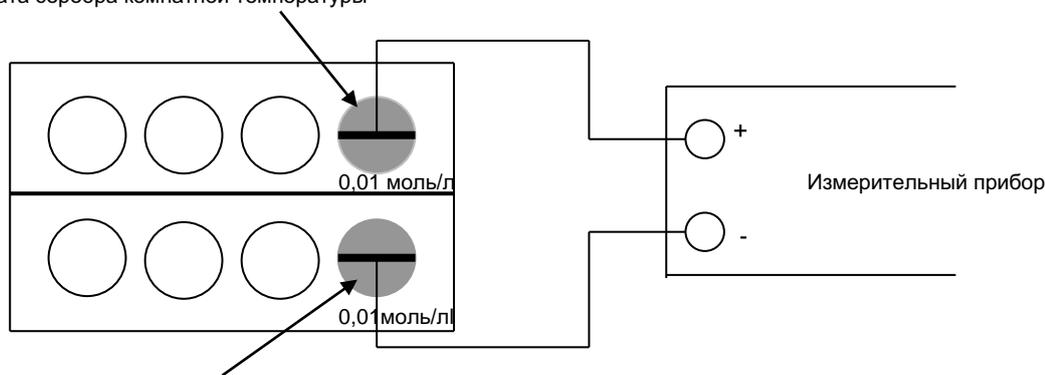
**Проведение опыта:**

1. Ученикам предоставляется 0,01 молярный раствор нитрата серебра.
2. Соединить блок ячеек, как описано выше.
3. В одном химическом стакане подогреть около 15 мл 0,01 молярного раствора нитрата серебра до приблизительно 70-80°C.
4. В одну камеру блока ячеек налить 0,01 молярный раствор нитрата серебра комнатной температуры, а в камеру, расположенной напротив этой, налить горячий 0,01 молярный раствор нитрата серебра.
5. В оба электролитических раствора вставить по серебряному электроду, соединить эти электроды с измерительным прибором и снять показания по напряжению

**Наблюдение и подведение итогов**

В противоположность наблюдению, что при одинаковой концентрации нельзя измерить напряжение, здесь наблюдается, что на основании различных температур электролитических растворов с одинаковой концентрацией напряжение может хорошо измеряться. Это означает, что различные температуры электролитического раствора могут влиять на потенциал. (теоретически около 2мВ/10К). В опыте измеряется напряжение равное приблизительно 20 мВ, которое посредством существующего выравнивания температуры между электролитическими растворами все больше понижается, и при выравнивании температуры составит 0 В.

Раствор нитрата серебра комнатной температуры



Раствор нитрата серебра температурой 70 - 80° С

*Изготовление 1 литра требуемого раствора:*

*Для изготовления 0,01 молярного раствора  $AgNO_3$  нужно 1,69 г  $AgNO_3$  растворить в 1 литре воды.*

**Формуляр ученика**

**Опыт 9 по измерению напряжения**

**Измерение напряжения при различной температуре лектролитического раствора**

Химикаты	Символы опасности	R-комплекты	S-комплекты	Приборы
Нитрат серебра		34-50/53	26-45-60-61	Измерительный прибор
Дистиллированная вода		---	---	Электроды: 2Ag 2 кабеля для эксперимента 1 химический стакан 1 термометр 2 пипетки

**Предупреждение об опасности: осторожно обращайтесь с нитратом серебра. Нитрат серебра – едкое вещество!**

**Проведение опыта:**

1. Ученикам предоставляется 0,01 молярный раствор нитрата серебра.
2. Соединить блок ячеек, как описано выше.
3. В одном химическом стакане подогреть около 15 мл 0,01 молярного раствора нитрата серебра до приблизительно 70-80°C.
4. В одну камеру блока ячеек налить 0,01 молярный раствор нитрата серебра комнатной температуры, а в камеру, расположенной напротив этой, налить горячий 0,01 молярный раствор нитрата серебра.
5. В оба электролитических раствора вставить по серебряному электроду, соединить эти электроды с измерительным прибором и снять показания по напряжению

**Наблюдение и подведение итогов**

**Схема структуры опыта:**

**Наблюдение во время опыта:**

## Формуляр учителя

### Опыт 10 по измерению напряжения

#### Сборка, зарядка и разрядка щелочной батареи

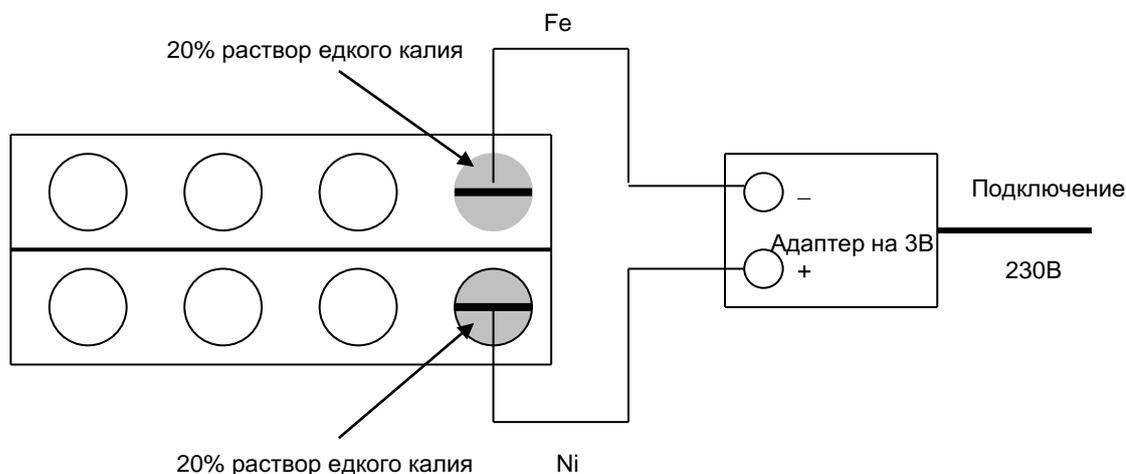
Химикаты	Символы опасности	R-комплекты	S-комплекты	Приборы
Раствор едкого калия, около 20% ( $\approx 4$ молярный) Дистиллированная вода		22-35 ---	26-36/37/39-45 ---	Измерительный прибор Электроды: 1 Ni, 1 Fe 2 кабеля для эксперимента 2 пипетки

**Предупреждение об опасности: осторожно обращайтесь с раствором едкого калия. Используйте защитные очки!**

#### Проведение опыта:

1. Предоставить ученикам необходимое количество раствора едкого калия с соответствующей концентрацией (20%).
2. Соединить блок ячеек, как описано выше.
3. Налить в одну из камер половинки блока, расположенных напротив друг друга, 20-ти процентный раствор едкого калия.
4. В одну камеру вставить железный электрод, а в другую камеру – никелевый электрод.
5. Для зарядки подключить адаптер на 3В, при этом никелевый электрод подключается к полюсу +, а железный электрод к полюсу –.
6. После подключения блока питания к адаптеру на 3В блок питания подключить к 230В и заряжать аккумулятор около 10 минут.
7. Адаптер на 3В меняется на измерительный прибор и замеряется выдаваемое аккумулятором напряжение.

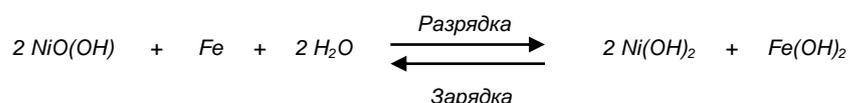
#### Наблюдение и подведение итогов



Показываемое на измерительном приборе напряжение считывается и записывается. Напряжение клеммы без нагрузки составляет около 1,3В.

При продолжительном подключении измерительного прибора можно наблюдать, что напряжение очень быстро падает, так как емкость этого так называемого аккумулятора Эдисона очень мала.

В аккумуляторе Эдисона протекают следующие химические процессы:



## Формуляр ученика

### Опыт 10 по измерению напряжения

#### Сборка, зарядка и разрядка щелочной батареи

Химикаты	Символы опасности	R-комплект ы	S-комплекты	Приборы
Раствор едкого калия, около 20% ( $\approx$ 4 молярный) Дистиллированная вода		22-35 ---	26-36/37/39-45 ---	Измерительный прибор Электроды: 1 Ni, 1 Fe 2 кабеля для эксперимента 2 пипетки

**Предупреждение об опасности: осторожно обращайтесь с раствором едкого калия. Используйте защитные очки!**

#### Проведение опыта:

1. Предоставить ученикам необходимое количество раствора едкого калия с соответствующей концентрацией (20%).
2. Соединить блок ячеек, как описано выше.
3. Налить в одну из камер половинки блока, расположенных напротив друг друга, 20-ти процентный раствор едкого калия.
4. В одну камеру вставить железный электрод, а в другую камеру – никелевый электрод.
5. Для зарядки подключить адаптер на 3В, при этом никелевый электрод подключается к полюсу +, а железный электрод к полюсу –.
6. После подключения блока питания к адаптеру на 3В блок питания подключить к 230В и заряжать аккумулятор около 10 минут.
7. Адаптер на 3В меняется на измерительный прибор и замеряется выдаваемое аккумулятором напряжение.

#### Наблюдение и подведение итогов

#### Схема структуры опыта:

#### Наблюдение во время опыта:

## Формуляр учителя

### Опыт 11 по измерению pH

Химикаты	Символы опасности	R-комплекты	S-комплекты	Приборы
Буферный раствор 4 или 7		---	---	Измерительный прибор
Соляная кислота		36/37/38	26	Электроды: однофазная измерительная цепь уровня pH
Раствор едкого натра		34	26-36/37/39-45	
Раствор хлористого натрия		---	---	
Раствор ацетата натрия		---	---	

**Предупреждение об опасности: осторожно обращайтесь с кислотами и щелочными растворами! Используйте защитные очки!**

В рабочем наборе для электрохимии находится однофазная измерительная цепь уровня pH для измерения величин pH. Измерительный прибор с точечной калибровкой показывает очень хорошие величины при измерении. Так как измерительный прибор работает от батарейки, измерения уровня pH можно также без проблем проводить вне класса, например, на водоемах.

Проведение опыта:

1. Вынуть однофазную измерительную цепь из рабочего набора и подключить посредством pH-подключения к нижней стороне измерительного инструмента.
2. На передней стороне измерительного инструмента переставить диапазон измерения с гальванического измерения на pH-измерение.
3. Теперь измерительную ленту вынуть из емкости для хранения и обмыть дистиллированной водой.
4. Погрузить измерительную ленту в буферный раствор, подождать какое-то время, а затем настроить регулятор нуля, пока не будет показана величина буферного раствора. Теперь на этом регуляторе больше не предпринимать каких-либо изменений.
5. Теперь одну за другой погрузить измерительную ленту в подготовленный раствор и считать с измерительного прибора каждую величину pH. После каждого измерения тщательно очистить измерительную ленту, при этом нужно проявлять осторожность и не повредить стеклянную головку.

### Наблюдение и подведение итогов

Чтобы смочь подтвердить степень кислотных качеств или щелочных качеств растворов, определяется величина pH. Величина pH может определяться либо при помощи индикаторов, при этом в кислой или основной жидкости изменяется их цвета, или при помощи однофазной измерительной цепи pH-электрода, которая очень точно отображает цифрами величину pH на измерительном приборе. Ответственна за величину pH концентрация ионов  $H_3O^+$  в растворе.

Шкала начинается на pH 0 и заканчивается на pH 14.

pH 0-6 – кислая среда

pH 7 – нейтральная среда

pH 8-14 – основная среда

Результаты опыта:

В зависимости от используемой концентрации исследуемого раствора различны также и устанавливаемые величины pH. Отсюда здесь нельзя представить результаты измерения уровня pH. Используйте таблицу и записывайте в нее полученные учениками величины pH различных исследуемых растворов.

<i>Исследуемый раствор</i>	<i>Измеренная величина pH</i>
<i>Соляная кислота</i>	
<i>Раствор едкого натра</i>	
<i>Раствор хлористого натрия</i>	
<i>Раствор ацетата натрия</i>	

**Формуляр ученика**  
**Опыт 11 по измерению pH**

Химикаты	Символы опасности	R-комплекты	S-комплекты	Приборы
Буферный раствор 4 или 7		---	---	Измерительный прибор
Соляная кислота		36/37/38	26	Электроды: однофазная измерительная цепь уровня pH
Раствор едкого натра		34	26-36/37/39-45	
Раствор хлористого натрия		---	---	
Раствор ацетата натрия		---	---	

**Предупреждение об опасности: осторожно обращайтесь с кислотами и щелочными растворами!**  
**Используйте защитные очки!**

В рабочем наборе для электрохимии находится однофазная измерительная цепь уровня pH для измерения величин pH. Измерительный прибор с точечной калибровкой показывает очень хорошие величины при измерении. Так как измерительный прибор работает от батарейки, измерения уровня pH можно также без проблем проводить вне класса, например, на водоемах.

Проведение опыта:

1. Вынуть однофазную измерительную цепь из рабочего набора и подключить посредством pH-подключения к нижней стороне измерительного инструмента.
2. На передней стороне измерительного инструмента переставить диапазон измерения с гальванического измерения на pH-измерение.
3. Теперь измерительную ленту вынуть из емкости для хранения и обмыть дистиллированной водой.
4. Погрузить измерительную ленту в буферный раствор, подождать какое-то время, а затем настраивать регулятор нуля, пока не будет показана величина буферного раствора. Теперь на этом регуляторе больше не предпринимать каких-либо изменений.
5. Теперь одну за другой погрузить измерительную ленту в подготовленный раствор и считать с измерительного прибора каждую величину pH. После каждого измерения тщательно очистить измерительную ленту, при этом нужно проявлять осторожность и не повредить стеклянную головку.

**Наблюдение и подведение итогов**

<i>Исследуемый раствор</i>	<i>Измеренная величина pH</i>
<i>Соляная кислота</i>	
<i>Раствор едкого натра</i>	
<i>Раствор хлористого натрия</i>	
<i>Раствор ацетата натрия</i>	

## Электрохимический ряд напряжений

Сравнение основных теоретических стандартных потенциалов:

Восстановитель	⇌	Окислитель	+ n e <sup>-</sup>	стандартный потенциал ( в В )
Au	⇌	Au <sup>+</sup>	+ e <sup>-</sup>	+ 1,70
Au	⇌	Au <sup>3+</sup>	+ 3 e <sup>-</sup>	+ 1,42
Pt	⇌	Pt <sup>2+</sup>	+ 2 e <sup>-</sup>	+ 1,20
Ag	⇌	Ag <sup>+</sup>	+ e <sup>-</sup>	+ 0,81
Fe	⇌	Fe <sup>3+</sup>	+ e <sup>-</sup>	+ 0,77
Cu	⇌	Cu <sup>2+</sup>	+ 2 e <sup>-</sup>	+ 0,34
Cu <sup>+</sup>	⇌	Cu <sup>2+</sup>	+ e <sup>-</sup>	+ 0,15
H <sub>2</sub>	⇌	2 H <sup>+</sup>	+ 2 e <sup>-</sup>	0,00
Cu	⇌	Cu <sup>+</sup>	+ 3 e <sup>-</sup>	- 0,036
Pb	⇌	Pb <sup>2+</sup>	+ 2 e <sup>-</sup>	- 0,12
Ni	⇌	Ni <sup>2+</sup>	+ 2 e <sup>-</sup>	- 0,23
Fe	⇌	Fe <sup>2+</sup>	+ 2 e <sup>-</sup>	- 0,44
Zn	⇌	Zn <sup>2+</sup>	+ 2 e <sup>-</sup>	- 0,76
Al	⇌	Al <sup>3+</sup>	+ 3 e <sup>-</sup>	- 1,66
Mg	⇌	Mg <sup>2+</sup>	+ 2 e <sup>-</sup>	- 2,37
K	⇌	K <sup>+</sup>	+ e <sup>-</sup>	- 2,92
Li	⇌	Li <sup>+</sup>	+ e <sup>-</sup>	- 3,02

Увеличение силы окислителя

Увеличение силы восстановителя

На основании измеренной разницы напряжений можно отличать благородные металлы от неблагородных металлов. Благородные металлы имеют положительный потенциал, а неблагородные металлы – отрицательный. Если считать, что у цинка как неблагородного металла потенциал 0, то на основании разницы напряжений становящееся благородным свойство металлов обзорно можно представить следующим образом:



## Указание по эксперименту:

За надлежащее проведение эксперимента учениками ответственным во всех случаях является учитель. Перед проведением эксперимента учитель должен разобраться с руководством для приборов и ходом опыта, указать ученикам на возможную опасность и объяснить им правила безопасности. Поэтому каждый учитель химии должен быть осведомлен по всем вопросам инструкций по технике безопасности, предотвращению несчастных случаев и обязан их соблюдать.

Инструкции по технике безопасности и обращение с химикатами регулируются законом о химикалиях, предписанием по опасным веществам, техническим регулированием опасных веществ и другими указами и постановлениями отдельных федеральных земель применительно для каждой школы.

Указания по удалению отходов:

Все приборы и электроды после завершения опыта по возможности немедленно очистить и просушить, для возможности обеспечения их дальнейшего функционирования.

Остатки и отходы, пожалуйста, утилизируйте без нанесения вреда окружающей среде.

Использованные химикаты, не могут снова использоваться и поэтому должны быть уничтожены, необходимо хранить в специальных емкостях, для проведения последующего профессиональной утилизации.

Виды отходов:

1. Неорганические кислоты

Удаление отходов: в емкость для кислот и щелочей

2. Щелочные растворы

Удаление отходов: в емкость для кислот и щелочей

3. Неорганические соли

Удаление отходов: в емкость для неорганических солей

4. Соли тяжелых металлов

Удаление отходов: согласовать вопрос со специалистом по удалению отходов.

Удаление отходов материалов всегда согласовывать со специалистом по удалению отходов, при необходимости договоренность о растворении водой, чтобы доставки флегматического наполнителя.

## Литература:

- |                           |   |
|---------------------------|---|
| F. Bukatsch / W. Glöckner | Experimentelle Schulchemie; Band 4 /I, Aulis Verlag Köln, 1972                |
| B. Galda                  | Einführung in die Galvanotechnik; Eugen G. Leuze Verlag, Saulgau/Württ., 1986 |
| R. Stein                  | Einführung in die Elektrochemie; Lehrmittelbau Maey, Bonn, 1978               |
| R. Stein                  | Redoxreaktionen und Elektrochemie; Klett Verlag, Stuttgart, 1984              |