

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ  
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «САРАТОВСКИЙ НАЦИО-  
НАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИ-  
ТЕТ ИМЕНИ Н.Г.ЧЕРНЫШЕВСКОГО»

Институт химии

Авторы-составители:

Кожина Л.Ф., Захарова Т.В., Пожаров М.В.

**ЗАДАНИЯ ДЛЯ ПОДГОТОВКИ  
ПО ОБЩЕЙ И НЕОРГАНИЧЕСКОЙ ХИМИИ**

**Часть 1. Общая химия**

Учебно-методическое пособие  
для студентов бакалавриата нехимических факультетов

Саратов 2018

Авторы-составители: Кожина Л.Ф., Захарова Т.В., Пожаров М.В. Задания для подготовки по общей и неорганической химии. Часть 1. Общая химия: учебно-методическое пособие для студентов бакалавриата нехимических факультетов. Электронный ресурс. – Саратов. – 2018. - 78с.

Пособие содержит задания для самостоятельной работы студентов, составленные в соответствии с программами лекционных курсов, читаемых на нехимических факультетах и предназначено для студентов 1 курса бакалавриата СГУ.

Пособие состоит из трех частей. Часть 1 содержит задания по теоретическим основам химии. Часть 2 включает задания по химии элементов-неметаллов и их соединений. Часть 3 включает задания по химии элементов-металлов и их соединений. Набор заданий состоит из 10 вариантов, каждый из которых содержит 5 вопросов в виде «мини» контрольных работ. Ответы на предлагаемые вопросы требуют использования стандартно-справочных данных, которые приведены в приложении.

Использование данного пособия реализуется при подготовке студента к выполнению лабораторных работ и при подготовке к зачету и экзамену. Выполнив предлагаемый вариант задания и оформив частично рабочий лабораторный журнал, студент имеет допуск к выполнению экспериментальной работы. Такой подход к контролю самостоятельной работы студента дисциплинирует студентов, позволяет регулярно проводить контроль за степенью освоения изучаемого материала.

Пособие подготовлено на основе многолетнего опыта лекционно-практической работы сотрудников кафедры общей и неорганической химии со студентами нехимических факультетов, которые при поступлении в ВУЗ не сдавали ЕГЭ по дисциплине «Химия».

Авторы - составители надеются, что данное пособие будет полезным для студентов, изучающих общую и неорганическую химию при подготовке к лабораторным занятиям, зачетам и экзаменам.

Рекомендуют:

кафедра общей и неорганической химии  
Института химии СГУ  
НМС Института химии СГУ

Рецензент

Доцент кафедры общей и неорганической химии  
к.х.н. Акмаева Т.А.

ФОРМУЛЫ, ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ ПРИ РЕШЕНИИ ЗАДАЧ

$N = N_A \cdot \nu$	$\nu = \frac{V}{V_m}$
$\nu = \frac{m}{M}$	$\nu = k \cdot [A]^a \cdot [B]^b$
$\frac{P_0 \cdot V_0}{T_0} = \frac{P \cdot V}{T}$	$K_A = \frac{[H^+][A^-]}{[HA]}$ $K_B = \frac{[Me^+][OH^-]}{[MeOH]}$
$P \cdot V = \frac{m}{M} \cdot R \cdot T$	$K_p = \frac{[C]^c \cdot [D]^d}{[A]^a \cdot [B]^b}$
$\omega(X) = \frac{m(X)}{m_{p-ра}}$	$\alpha = \sqrt{\frac{K}{C}}$
$N_1 = \frac{\nu_1}{\nu_1 + \nu_2}$	$\alpha = \frac{N_{дисс}}{N_{общ}}$
$C_M = \frac{\nu}{V_{p-ра}}$	$IP_{(AxBy)} = [A]^x \cdot [B]^y$
$C_m = \frac{n}{m_{p-ля}}$	$pH = -\lg[H^+]$
$pH + pOH = 14$	$pOH = -\lg[OH^-]$
$\Delta T_{зам} = K \cdot C_m$	$K_w = [H^+][OH^-]$
$\Delta G^0 = \Delta H^0 - T \Delta S^0$	$K_p = 10^{n \Delta E^0 / 0,0592}$
$\Delta G^0 = -nF \Delta E^0 = -RT \ln K_p$	

<b>Гидролиз</b>		
<b>По аниону</b>	<b>По катиону</b>	<b>По катиону и аниону</b>
$K_r = \frac{K_w}{K_a}$	$K_r = \frac{K_w}{K_b}$	$K_r = \frac{K_w}{K_a K_b}$
<b>Реакции нейтрализации</b>		
<b>Сильная кислота + сильное основание</b>	$K_p = \frac{1}{K_w}$	
<b>Сильная кислота + слабое основание</b>	$K_p = \frac{K_b}{K_w}$	
<b>Слабая кислота + сильное основание</b>	$K_p = \frac{K_a}{K_w}$	
<b>Перерасчет ПР на растворимость S (моль/л) вещества A<sub>x</sub>B<sub>y</sub>:</b>		
$x:y = 1:1$	$S = \sqrt{ПР}$	$x:y = 3:1 (1:3)$ $S = \sqrt[4]{ПР / 27}$
$x:y = 2:1 (1:2)$	$S = \sqrt[3]{ПР / 4}$	$x:y = 3:2 (2:3)$ $S = \sqrt[5]{ПР / 108}$

## Содержание

Введение .....	6
Часть 1. Общая химия .....	9
1. Основные понятия и законы химии .....	9
2. Строение атома. Периодическая система элементов .....	15
3. Химическая связь .....	23
4. Основные классы химических соединений .....	33
5. Скорость химических реакций. Химическое равновесие.....	41
6. Растворы .....	51
7. Окислительно-восстановительные реакции .....	60
Приложение 1. Периодическая таблица Д.И. Менделеева.....	70
Приложение 2. Растворимость кислот, солей и оснований в воде .....	71
Приложение 3. Константы диссоциации некоторых слабых электролитов при 20°C .....	72
Приложение 4. Стандартные электродные потенциалы в водных растворах .....	73
Список использованных источников .....	78

САРАТОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНА И.Г. ЧЕННИШЕВСКОГО

## Введение

При изучении дисциплины «Химия» на нехимических факультетах значительная часть учебной нагрузки отводится на самостоятельную внеаудиторную и индивидуальную аудиторную работу студентов под контролем преподавателей. Такой вид деятельности способствует развитию логики мышления, умения творчески использовать учебную и справочную литературу. Самостоятельная работа студентов направлена на систематизацию, углубление и расширение теоретических знаний и практических умений, развитие умений по использованию различных источников информации, формирование компетенций, необходимых выпускнику в профессиональной деятельности. В настоящее время при обучении студентов в бакалавриате особенно актуальным являются вопросы качества образования.

Как известно, будущее любой страны зависит от численности, образованности и воспитанности молодого поколения. Большинство выпускников различных вузов составляют ядро администраторов и руководителей различных организаций, фирм и промышленных предприятий. Кроме высокого профессионального образования им необходимо и наличие развитых организаторских способностей.

При разработке комплекта заданий для аудиторной самостоятельной работы студентов преподаватель должен предусмотреть равномерное распределение домашних заданий в течение семестра и увязать их по трудоемкости с бюджетным временем студента. Задание по каждой теме должно быть многовариантным; каждый вариант задания должен быть одинаковой сложности, содержать четко сформулированные вопросы, которые требуют точных ответов. Выполнение задания необходимо обязательно проверять и обсуждать на занятии, т.к. это способствует объективному оцениванию деятельности студента. При отсутствии контроля процесс самостоятельной работы превращается в формальность.

Необходимым условием работы преподавателя является разработка требований к форме отчетности, объему работы и срокам выполнения; критериев оценивания заданий с обязательным доведением их до сведения студентов в начале изучения дисциплины. Предлагаемые задания для самостоятельной работы не должны быть объемными и требовать большого количества времени для их выполнения.

Лабораторные занятия являются для студентов также самостоятельной работой, но проводимой под руководством преподавателей в аудиторное время. Желательно, чтобы и внеаудиторная работа студента проходила при постоянном консультировании и под руководством преподавателя.

Наличие *входного* контроля необходимо, т.к. позволяет преподавателю определить пути повышения уровня основных знаний, необходимых для изучения дисциплины. *Текущий* контроль позволяет преподавателю оценить степень восприятия учебного материала, выявить отстающих студентов и откорректировать процесс обучения. Текущий контроль знаний студентов – основа для корректировки учебного процесса, в том числе, внедрения инноваций в методику преподавания, переработки учебно-методического материала и модернизации материально-технической базы.

***Чем чаще используется текущий контроль, тем выше уровень учебной дисциплины и качество знаний студентов.***

Пособие состоит из трех частей. Часть 1 содержит задания по теоретическим основам химии. Часть 2 включает задания по химии элементов-неметаллов и их соединений. Часть 3 включает задания по химии элементов-металлов и их соединений. Набор заданий состоит из 10 вариантов, каждый из которых содержит 5 вопросов в виде «мини» контрольных работ или тестов. Тестирование можно использовать при дифференциальной оценке уровня знаний студентов на начальном этапе обучения (входной контроль), для контроля усвояемости материала по конкретным отдельным темам (текущий контроль), по крупным разделам (зачет, коллоквиум) и по всему курсу обучения.

Тестирование обеспечивает:

- одновременный контроль большого числа студентов с соблюдением принципа индивидуального контроля;
- оперативную (быструю) проверку полноты усвоения определенной части учебного материала;
- объективность оценки знаний учащихся;
- экономию времени;
- получение количественных показателей успеваемости.

Набор заданий состоит из 10 вариантов, каждый из которых содержит 5 вопросов. При регулярном тестировании контроль за учебным процессом является систематическим и индивидуальным. Тесты содержат две формы заданий: закрытая (с выборочными ответами) и открытая форма. Среди недостатков тестов с выборочными ответами отмечают возможность случайного выбора правильного ответа. Для устранения этого недостатка используется варьирование числа правильных ответов: в одном вопросе может быть только один правильный ответ, в другом два или более. Имеются вопросы, где все приведенные ответы являются правильными. Поэтому усредненная оценка, получаемая за семестр, отражает уровень усвоения студентом изученного материала и его подготовки к сдаче экзамена.

Тестирование является быстрым и удобным средством оценивания знаний студентов, однако опыт работы показывает, что качество работы студентов выше, если они выполняют «мини» контрольные работы, давая объяснения к вопросу или решение задачи. После проведения текущего контроля по изучаемой теме преподаватель, анализирует полученные результаты и прорабатывает на занятии вопросы, которые вызвали наибольшие затруднения у студентов при выполнении работы.

Выполнение такого вида заданий учит студентов правильно работать с книгой, вырабатывает привычку систематического и последовательного изучения материала.

Ответы на вопросы данного пособия требуют использования различных стандартно-справочных данных, характеризующих реакционную способность веществ, направление химических реакций, кислотно-основное и окислительно-восстановительное поведение веществ и другие свойства. Все необходимые данные приведены в приложении.

САРАТОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ Н. Г. ГЕРБЫШЕВУГО

## 1. ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ И ЗАКОНЫ ХИМИИ

Это нужно  
знать ...

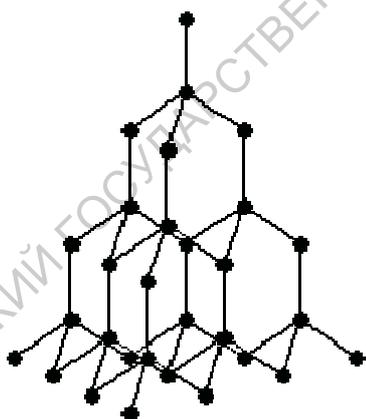
\*\*\* **Химический элемент** – вид атомов с одинаковым зарядом ядра.

\*\*\* **Молекула** – наименьшая электронейтральная частица вещества, способная существовать самостоятельно и сохраняющая его основные химические свойства.

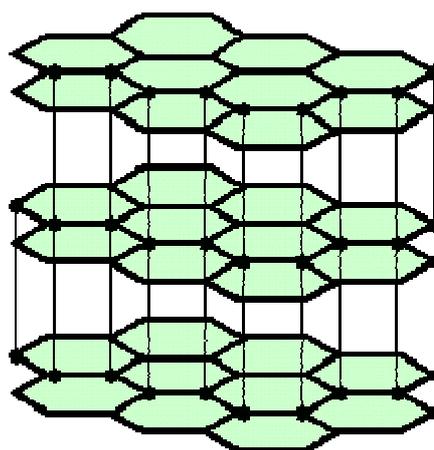
\*\*\* **Простые** вещества образованы атомами одного элемента, **сложные** вещества (химические соединения) – атомами разных элементов.

\*\*\* **Аллотропия** - способность химического элемента образовывать несколько простых веществ, различных по строению и свойствам. Явление аллотропии вызывается двумя причинами:

- различным строением кристаллических структур простых веществ (алмаз, графит, карбин);

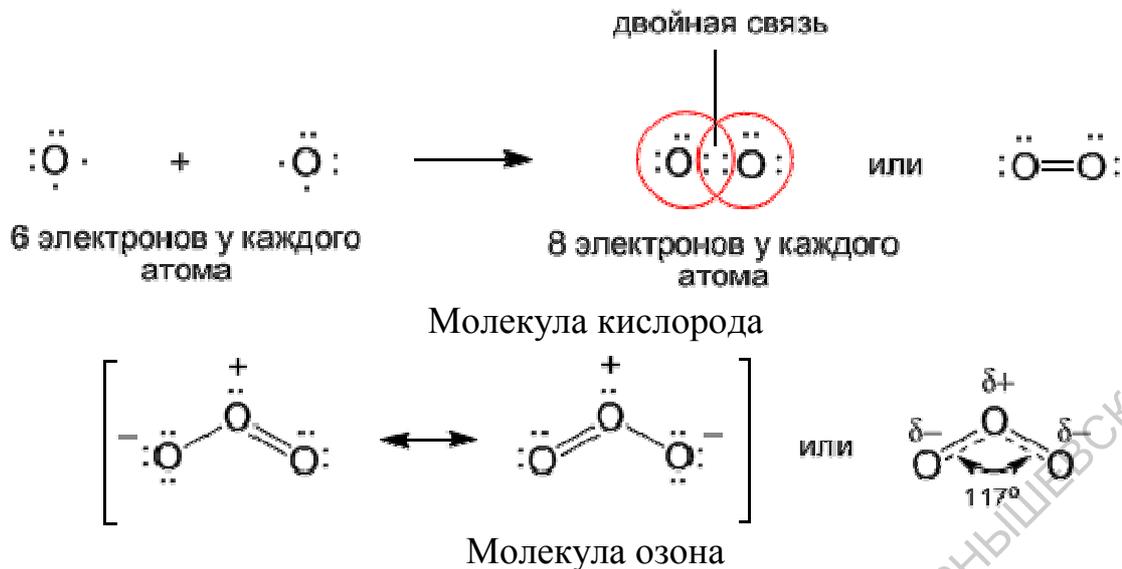


Алмаз ( $C_n$ )



Графит ( $C_n$ )

- различным числом атомов в молекуле ( $O_2$  и  $O_3$ ).



\*\*\* Различают вещества с *молекулярной* и *немолекулярной* структурой. При обычных условиях вещества с молекулярной структурой могут находиться в твердом, жидком или газообразном состояниях. Вещества с немолекулярной структурой находятся только в твердом состоянии в форме кристаллов.

\*\*\* **Структурная (графическая) формула** указывает порядок соединения атомов в молекуле и число связей между атомами.

\*\*\* **Закон сохранения массы веществ:** масса веществ, вступающих в химическую реакцию, равна массе веществ, образующихся в результате реакции.

\*\*\* **Закон постоянства состава:** всякое химически чистое вещество, независимо от способа его получения, имеет постоянный качественный и количественный состав (1808 г, Ж. Пруст). Закон применим только к соединениям с молекулярной структурой – дальтонидам ( $\text{SO}_2$ ,  $\text{SO}_3$ ,  $\text{NH}_3$ ,  $\text{CH}_4$ ,  $\text{C}_6\text{H}_6$ ). Соединения с переменным составом называются бертоллидами ( $\text{Fe}_{0,88-1,33}\text{S}$ ;  $\text{TiO}_{1,9-2,0}$ ).

\*\*\* **Закон Авогадро:** в равных объемах различных газов при одинаковых условиях (температуре и давлении) содержится одинаковое число молекул.

**Следствия из закона Авогадро:**

1. При нормальных условиях 1 моль любого газа занимает объем 22,4 л. Эта величина носит название *молярного объема* ( $V_m$ ).

2. Отношение масс равных объемов различных газов равно отношению их молярных масс и называется *относительная плотность*.

$$D_{\text{по газу 2}}(\text{газа 1}) = \frac{M(\text{газа 1})}{M(\text{газа 2})}; \text{пример: } D_{\text{H}_2}(\text{N}_2) = \frac{M(\text{N}_2)}{M(\text{H}_2)} = \frac{28 \text{ г/моль}}{2 \text{ г/моль}} = 14$$

\*\*\*

1. Вещество, которое состоит из **трех** элементов:
  - 1) иодид калия
  - 2) оксид железа (III)
  - 3) хлорат калия
  - 4) гидрокарбонат натрия
2. **Молярная масса** (г/моль) ортофосфорной кислоты (*напишите химическую формулу вещества*):
  - 1) 74
  - 2) 98
  - 3) 154
  - 4) 180
3. Вещество, формульная единица которого содержит **три атома** (*составьте формулы химических соединений*):
  - 1) сульфат железа (II)
  - 2) сульфид натрия
  - 3) оксид железа (III)
  - 4) нитрат натрия
4. Порция оксида азота (II) массой 90 г занимает **объем** (в литрах, н.у.) (*приведите полное решение задачи*):
  - 1) 22,4
  - 2) 44,8
  - 3) 67,2
  - 4) 89,6
5. **Масса** порции хлороводорода (в граммах), в которой содержится  $1,5 \cdot 10^{24}$  молекул (*приведите полное решение задачи*):
  - 1) 73
  - 2) 91,2
  - 3) 109,5
  - 4) 182,5

\*\*\*

1. **Аллотропные** модификации указаны в ряду (*дайте определение понятия аллотропия*):
  - 1) сталь, чугун
  - 2) азот, фосфор
  - 3) водород, дейтерий
  - 4) кислород, озон
2. **Молярная масса** (г/моль) сульфата алюминия (*напишите формулу соединения*):
  - 1) 268
  - 2) 282
  - 3) 320
  - 4) 342
3. **Относительная плотность** хлора по водороду (*приведите полное решение*):
  - 1) 26
  - 2) 35,5
  - 3) 41,3
  - 4) 51,5
4. **Количество вещества** (моль), содержащееся в 91,25 г хлороводорода (*приведите полное решение задачи*):
  - 1) 2
  - 2) 2,5
  - 3) 3
  - 4) 3,5
5. **Объем** порции аммиака (в литрах, н.у.), в которой содержится  $9,03 \cdot 10^{23}$  молекул (*приведите полное решение задачи*):
  - 1) 22,4
  - 2) 33,6
  - 3) 44,8
  - 4) 67,2

\*\*\*

1. Элементы, образующие несколько **аллотропных** модификаций (*дайте определение понятия аллотропия*):
  - 1) фосфор
  - 2) кислород
  - 3) сера
  - 4) хлор
2. Относительная молекулярная масса **наибольшая**:
  - 1)  $\text{Li}_3\text{PO}_4$
  - 2)  $\text{Rb}_3\text{PO}_4$
  - 3)  $\text{Na}_3\text{PO}_4$
  - 4)  $\text{Cs}_3\text{PO}_4$

3. Молекулярное строение имеет (*составьте формулы химических соединений*):

- |                  |                       |
|------------------|-----------------------|
| 1) хлорид натрия | 2) оксид железа (III) |
| 3) сероводород   | 4) аммиак             |

4. Порция аммиака массой 3,4 г занимает **объем** (в литрах, н.у.) (*приведите полное решение задачи*):

- |        |         |         |         |
|--------|---------|---------|---------|
| 1) 4,5 | 2) 22,4 | 3) 33,6 | 4) 67,2 |
|--------|---------|---------|---------|

5. **Число молекул** в 6,72 л (н.у.) сероводорода равно (*приведите полное решение задачи*):

- |                        |                        |                        |                        |
|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|
| 1) $1,8 \cdot 10^{23}$ | 2) $3,6 \cdot 10^{23}$ | 3) $0,9 \cdot 10^{23}$ | 4) $2,7 \cdot 10^{23}$ |
|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|

\*\*\*

1. Элементы, образующие только **одно** простое вещество (*дайте определение понятия простое вещество*):

- |         |            |         |         |
|---------|------------|---------|---------|
| 1) азот | 2) углерод | 3) сера | 4) бром |
|---------|------------|---------|---------|

2. Массовая доля натрия **наименьшая** в соединении:

- |                          |                          |                           |                           |
|--------------------------|--------------------------|---------------------------|---------------------------|
| 1) $\text{Na}_2\text{O}$ | 2) $\text{Na}_2\text{S}$ | 3) $\text{Na}_2\text{Se}$ | 4) $\text{Na}_2\text{Te}$ |
|--------------------------|--------------------------|---------------------------|---------------------------|

3. Объемные доли оксида азота (II) и этана в смеси одинаковы. **Массовые доли** газов в этой же смеси:

- |                     |                                 |
|---------------------|---------------------------------|
| 1) одинаковы        | 2) больше для оксида азота (II) |
| 3) больше для этана | 4) зависят от температуры       |

4. **Количество вещества** (моль), содержащееся в 32 г сульфата меди (II) (*приведите решение задачи*):

- |        |        |        |        |
|--------|--------|--------|--------|
| 1) 0,1 | 2) 0,2 | 3) 0,3 | 4) 0,4 |
|--------|--------|--------|--------|

5. **Объем** азота (в литрах, н.у.) в порции 0,75 моль равен (*приведите решение задачи*):

- |        |         |         |         |
|--------|---------|---------|---------|
| 1) 5,6 | 2) 11,2 | 3) 16,8 | 4) 22,4 |
|--------|---------|---------|---------|

\*\*\*

1. Элементы, для которых характерно явление **аллотропии** (*дайте определение понятия аллотропия*):

- |         |         |         |            |
|---------|---------|---------|------------|
| 1) сера | 2) хлор | 3) азот | 4) углерод |
|---------|---------|---------|------------|

2. **Наибольшую** массу (в граммах) имеет 1 моль вещества (*приведите решение задачи*):

- |                      |                    |
|----------------------|--------------------|
| 1) карбонат натрия   | 2) карбонат магния |
| 3) карбонат алюминия | 4) карбонат лития  |

3. **Масса** (в граммах) 0,5 моль гидроксида кальция (*приведите решение задачи*):

- |       |       |       |        |
|-------|-------|-------|--------|
| 1) 74 | 2) 37 | 3) 40 | 4) 111 |
|-------|-------|-------|--------|

4. Общее **число** всех элементов, атомы которых образуют сульфат натрия (*составьте формулу химического соединения*):

- |      |      |      |      |
|------|------|------|------|
| 1) 3 | 2) 6 | 3) 7 | 4) 8 |
|------|------|------|------|

5. **Количество вещества** (моль), содержащееся в 89,6 л (н.у.) кислорода (*приведите решение задачи*):

- |      |      |        |      |
|------|------|--------|------|
| 1) 2 | 2) 3 | 3) 3,5 | 4) 4 |
|------|------|--------|------|

\*\*\*

- Относительная молекулярная масса равна 80 для **хлорида** (*приведите решение задачи*):  
1) натрия      2) магния      3) бериллия      4) лития
- Суммарное **число атомов** в формульной единице нитрата калия:  
1) 2              2) 3              3) 4              4) 5
- Определите **массу** (в граммах) **одной молекулы** оксида углерода (II) (*приведите решение задачи*):  
1)  $2,3 \cdot 10^{-23}$       2)  $4,6 \cdot 10^{-23}$       3)  $3,9 \cdot 10^{-23}$       4)  $9,3 \cdot 10^{-23}$
- Количество вещества** (моль) в порции азота, содержащей  $1,806 \cdot 10^{23}$  молекул (*приведите решение задачи*):  
1) 0,15              2) 0,3              3) 0,45              4) 0,6
- Порция оксида углерода (IV) массой 88 г занимает **объем** (в литрах, н.у.) (*приведите решение задачи*):  
1) 11,2              2) 22,4              3) 33,6              4) 44,8

\*\*\*

- Атомы **трех** химических элементов входят в состав (*напишите химические формулы веществ*):  
1) нитрата натрия                      2) сульфида натрия  
3) хлорида алюминия                  4) озона
- Относительная плотность некоторого газа по водороду равна 32. Определите **молярную массу** (г/моль) неизвестного газа (*приведите решение задачи*):  
1) 16                      2) 32                      3) 48                      4) 64
- Наибольшую** массу (в граммах) имеет 1 моль вещества (*приведите решение задачи*):  
1)  $\text{CuSO}_4$               2)  $\text{Na}_2\text{SO}_4$               3)  $\text{PbSO}_4$               4)  $\text{CaSO}_4$
- Газ массой 1,5 г занимает объем 1,12 л (н.у.). **Молярная масса** (г/моль) этого газа (*приведите решение задачи*):  
1) 16                      2) 24                      3) 28                      4) 30
- Число молекул**, которое содержится в 112 л (н.у.) оксида углерода (II) (*приведите решение задачи*):  
1)  $3,0 \cdot 10^{24}$                                       2)  $6,0 \cdot 10^{24}$   
3)  $1,5 \cdot 10^{24}$                                       4)  $4,5 \cdot 10^{24}$

\*\*\*

- Атомы **трех** химических элементов входят в состав (*напишите химические формулы веществ*):  
1) сульфида калия                      2) кислорода  
3) сульфата алюминия                  4) бромида калия
- Массовая доля кислорода **наибольшая** (*приведите решение задачи*):  
1)  $\text{P}_2\text{O}_3$               2)  $\text{Al}_2\text{O}_3$               3)  $\text{Fe}_2\text{O}_3$               4)  $\text{Bi}_2\text{O}_3$
- При н.у. **одинаковое число молекул** содержат 22 г углекислого газа и объем азота (в литрах), равный (*приведите решение задачи*):  
1) 5,6                      2) 11,2                      3) 22,4                      4) 33,6

4. **Масса** (в граммах) 1 л оксида углерода (II) при н.у. равна (*приведите решение задачи*):

- 1) 1,2                      2) 2,5                      3) 3,7                      4) 5,3

5. **Масса** (в граммах) одной молекулы азота (*приведите решение задачи*):

- 1)  $1,3 \cdot 10^{-23}$     2)  $4,6 \cdot 10^{-23}$     3)  $5,3 \cdot 10^{-23}$     4)  $7,6 \cdot 10^{-23}$

\*\*\*

1. **Молекулярное строение** имеют все вещества ряда:

- 1) сера, хлорид калия, сахар                      2) вода, аммиак, хлор  
3) сульфат натрия, иод, кислород              4) фтор, хлор, иод

2. **Аллотропными** модификациями являются все вещества ряда (*дайте определение понятия аллотропия*):

- 1) кислород, озон, вода  
2) сероводород, сера пластическая, сера ромбическая  
3) графит, алмаз, карбид  
4) красный фосфор, белый фосфор, черный фосфор

3. **Объемы равных масс** азота и этилена при одинаковых условиях (*приведите решение задачи*):

- 1) одинаковые  
2) объем азота больше объема этилена  
3) объем этилена больше объема азота  
4) нет данных для однозначного ответа

4. Хлор массой 21,3 г при н.у. содержит следующее **число молекул** (*приведите решение задачи*):

- 1)  $1,8 \cdot 10^{23}$     2)  $3,6 \cdot 10^{23}$     3)  $2,7 \cdot 10^{23}$     4)  $5,4 \cdot 10^{23}$

5. Смешали 4 л азота и 6 л кислорода при н.у. Состав смеси в **объемных долях** (*приведите решение задачи*):

- 1) 20,0 и 80,0%    2) 33,0 и 67,0%    3) 40,0 и 60,0%    4) 50,0 и 50,0%

\*\*\*

1. К веществам **молекулярного** строения относится (*напишите формулы химических соединений*):

- 1) оксид натрия                                      2) оксид углерода (IV)  
3) фторид калия                                      4) иод

2. **Аллотропными** формами одного и того же элемента являются (*дайте определения понятия аллотропия*):

- 1) вода и лед    2) алмаз, графит  
3) кислород, озон                                      4) кварц и оксид кремния (IV)

3. **Одинаковое число молекул** кислорода и хлора при одинаковых условиях будут иметь (*приведите решение задачи*):

- 1) одинаковую массу                              2) одинаковый объем  
3) разную массу                                      4) разный объем

4. **Масса** (в граммах) 56 л кислорода и **число молекул** соответственно равны (*приведите решение задачи*):

- 1) 40,0 и  $7,5 \cdot 10^{23}$                               2) 80,0 и  $15,0 \cdot 10^{23}$   
3) 20,0 и  $15,0 \cdot 10^{23}$                               4) 60,0 и  $7,5 \cdot 10^{23}$

5. Газ массой 6,4 г занимает объем 2,24 л (н.у.). Молярная масса (г/моль) этого газа (*приведите решение задачи*):

1) 16

2) 32

3) 48

4) 64

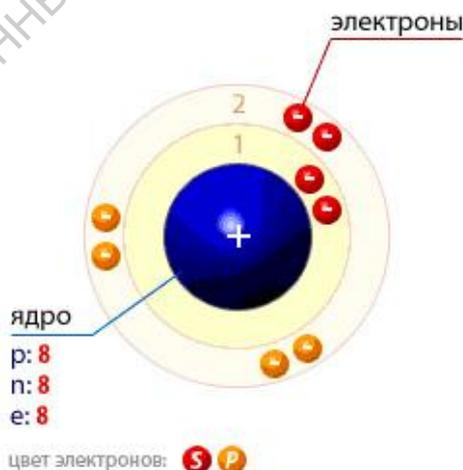
## 2. СТРОЕНИЕ АТОМА. ПЕРИОДИЧЕСКАЯ СИСТЕМА ЭЛЕМЕНТОВ

Это нужно  
знать ...

\*\*\* **Атом** – наименьшая электронейтральная частица химического элемента, являющаяся носителем его свойств. Атом состоит из положительно заряженного **ядра** и **электронного облака**. Ядро состоит из **протонов** и **нейтронов**. **Химический элемент** – вид атомов с одинаковым зарядом ядра.

\*\*\* **Периодический закон** – свойства простых веществ, а также свойства и формы соединений элементов находятся в периодической зависимости от заряда ядра атомов элементов.

\*\*\* Главной характеристикой атома является **заряд ядра**. Он определяет число протонов и электронов, находящихся в атоме, и соответствует **атомному номеру**, т.е. **порядковому номеру элемента** в периодической системе



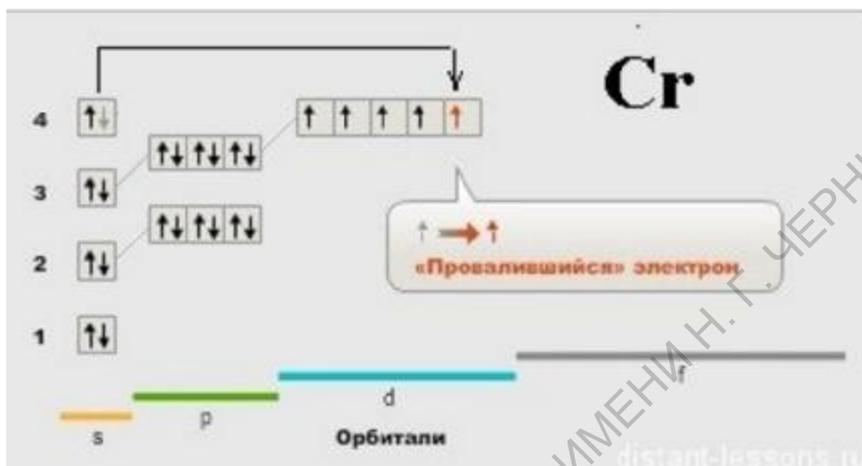
Строение атома кислорода

\*\*\* **Номер периода** указывает на число энергетических уровней; число энергетических подуровней в данном энергетическом уровне .

\*\*\* **Период** – последовательный ряд элементов, в атомах которых происходит заполнение одинакового числа электронных слоев.



\*\*\* В малых периодах находятся только s- и p-элементы. В больших периодах между s-элементами и p-элементами внедряются 10 d-элементов, у которых электроны заполняют предвнешний d-подуровень. У всех d-элементов, независимо от номера группы, на внешнем уровне находится 2 электрона (или один электрон, если имеет место «провал» электрона). Явление «провала» электрона - электрон с подуровня ns «проваливается» на подуровень (n-1)d - можно объяснить наибольшей устойчивостью наполовину или полностью заполненных d-подуровней.



Проскок электрона на примере атома хрома

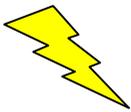
В четвертом и пятом периодах располагаются соответственно 3d- и 4d-элементы. В шестом и седьмом периодах помимо 10 d-элементов располагаются еще по 14 f-элементов (лантаноиды и актиноиды). Между s- и p-элементами в шестом и седьмом периодах находятся по 24 переходных металла, соответственно (5d- и 4f-элементы) и (6d- и 5f-элементы).



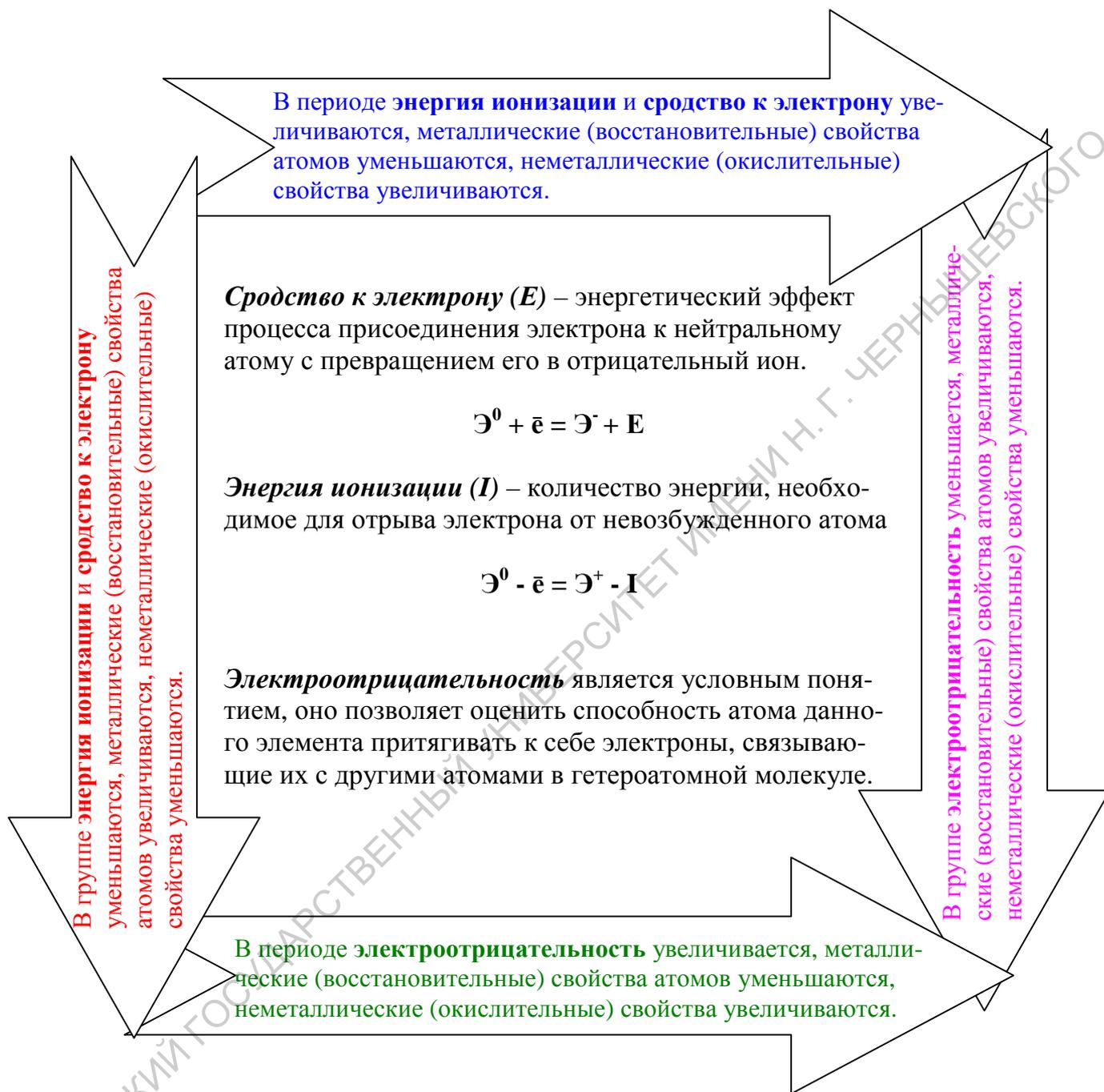
\*\*\* **Группа** – совокупность элементов, содержащих одинаковое число валентных электронов. **Подгруппа** – совокупность элементов, являющихся безусловными электронными аналогами.



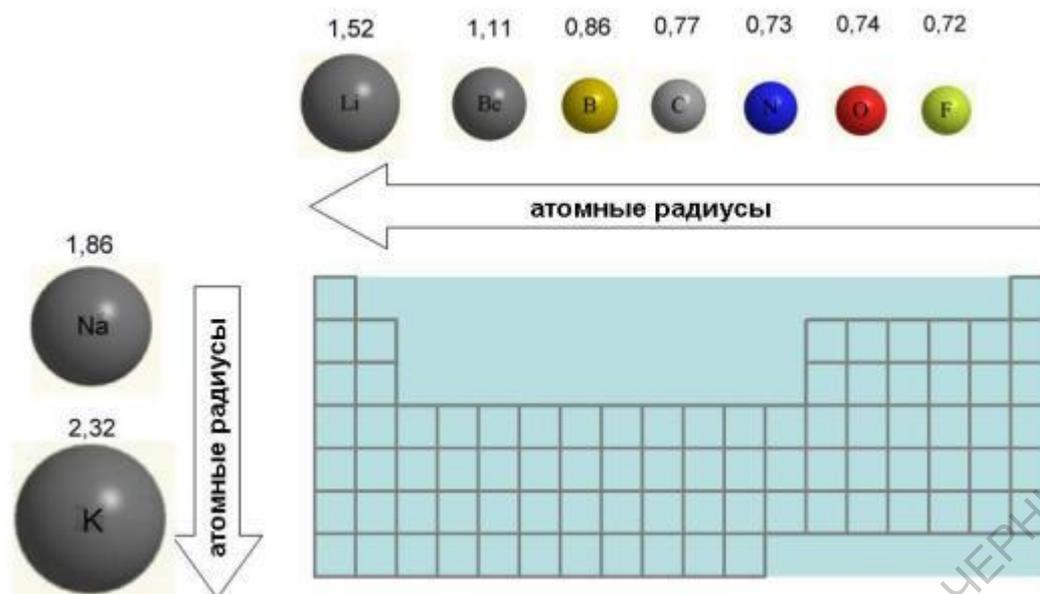
\*\*\* В группы объединяют атомы элементов, имеющие одинаковое число валентных электронов. Каждая группа делится на две подгруппы: главную (s-, p-элементы) и побочную (d-, f-элементы). Подгруппа – это совокупность элементов, являющихся полными химическими аналогами. Электронными аналогами называются элементы, у которых валентные электроны описываются общей для всех элементов формулой. Например, галогены являются электронными аналогами, электронная конфигурация внешнего уровня  $ns^2np^5$ . \*\*\* Суммарное количество электронов на внешнем уровне у s- и p-элементов соответствует номеру группы, в которой находится элемент. Для d-элементов валентные электроны располагаются на внешнем s- подуровне и на предвнешнем (n-1)d- подуровне.



\*\*\* Химическая природа элемента обуславливается способностью его атома терять и приобретать электроны. Эта способность может быть количественно оценена *энергией ионизации* атома и его *сродством к электрону*.



\*\*\* **Атомный радиус** определяют как полусумму соответствующих расстояний между ядрами соседних атомов в молекуле. Атомные радиусы элементов в периоде слева направо уменьшаются - с увеличением порядкового номера элемента происходит уменьшение радиуса. Объяснить это можно тем, что с увеличением заряда ядра увеличивается сила притяжения наружных электронов к ядру, которая преобладает над силами взаимного отталкивания электронов. Происходит сжатие электронной оболочки.



По группе сверху вниз с увеличением заряда ядра происходит увеличение радиуса – увеличение числа энергетических уровней, т.е. увеличение номера периода.



\*\*\* Высшая **степень окисления** элемента равна номеру группы, в которой находится элемент. Минимальная степень окисления металлов равна нулю, неметаллов - (N-8), где N – номер группы, в которой находится элемент. Степени окисления закономерно изменяются при переходе от одного элемента к другому в периодической системе. В периодах высшая степень окисления увеличивается. В главных подгруппах при переходе от элементов сверху вниз обычно становятся более устойчивыми низшие степени окисления; в побочных подгруппах, наоборот, устойчивы более высокие степени окисления.



\*\*\* **Периодическое изменение электронного строения атомов** элементов – причина периодического изменения химических свойств элементов, а также соединений, которые они образуют.

\*\*\*

1. Ядро атома некоторого изотопа содержит 16 нейтронов, а электронная оболочка – 15 электронов. Массовое число **изотопа** равно (*дайте определение понятия изотопы*):

- 1) 16                      2) 15                      3) 31                      4) 1

2. Укажите химический символ элемента, атом которого в основном состоянии на **третьем** энергетическом уровне содержит 10 электронов (*напишите электронные конфигурации атомов*):

- 1) Ca                      2) Ti                      3) Se                      4) Cu

3. Атому какого элемента (в основном состоянии) отвечает электронная формула  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^{10} 4s^2$



2. Отметьте символы частиц с одинаковым распределением электронов по энергетическим подуровням (какие частицы называют изоэлектронными?):

- 1)  $O^{2-}$                       2) Ne                      3)  $N^{+5}$                       4)  $Cl^{+7}$

3. Укажите электронную конфигурацию атома мышьяка:

- 1)  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^3 4s^2$                       2)  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^5 4s^1$   
3)  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^{10} 4s^2 4p^3$                       4)  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^{10} 4s^2 4p^2$

4. Элемент с сокращённой электронной конфигурацией невозбуждённого состояния атома  $\dots 3d^1 4s^2$ :

- 1) металл  
2) находится в третьем периоде  
3) имеет три валентных электрона  
4) расположен в главной подгруппе III группы

5. Наиболее ярко выраженными металлическими свойствами обладает:

- 1) цинк                      2) хром                      3) медь                      4) калий

\*\*\*

1. Укажите число протонов в молекуле оксида азота (II):

- 1) 30                      2) 15                      3) 14                      4) 16

2. Какая электронная конфигурация соответствует частице  $Cl^{+5}$ ?

- 1)  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2$                       2)  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^3$   
3)  $1s^2 2s^2 2p^6$                       4)  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^5$

3. Равное число электронов на внешнем энергетическом p-подуровне в основном состоянии содержат атомы:

- 1) углерода                      2) германия                      3) кислорода                      4) брома

4. Какие характеристики атомов элементов находятся в периодической зависимости от заряда ядра?

- 1) масса                      2) металлические и неметаллические свойства  
3) радиус                      4) высшая валентность

5. В каком ряду металлы перечислены в порядке возрастания химической активности простых веществ?

- 1) серебро – медь – золото                      2) золото – серебро – медь  
3) медь – серебро – золото                      4) серебро – золото – медь

\*\*\*

1. Отметьте химические символы изотопов кислорода:

- 1)  $O_2$                       2)  ${}^{16}_8O$                       3)  $O_3$                       4)  ${}^{18}_8O$

2. Укажите число электронов в частице  $Al^{+3}$ :

- 1) 13                      2) 27                      3) 10                      4) 40

3. В атомах каких элементов в основном состоянии одинаковое число электронов на внешнем энергетическом уровне?

- 1) хрома                      2) ванадия                      3) магния                      4) серы

4. Какие сокращённые электронные конфигурации отвечают d – элементам 4 периода?

- 1)  $\dots 3s^2 3p^6 4s^1$                       2)  $\dots 3s^2 3p^6$   
3)  $\dots 3s^2 3p^6 3d^3 4s^2$                       4)  $\dots 3s^2 3p^6 3d^5 4s^2$

5. У какого из элементов, сокращённые электронные конфигурации атомов которых приведены ниже, металлические свойства выражены **наиболее** сильно?

- 1)  $1s^2 2s^2$     2)  $\dots 3s^2 3p^6$     3)  $3d^3 4s^2$     4)  $\dots 3s^2 3p^6 4s^1$

\*\*\*

1. Укажите число **нейтронов** в ядре атома изотопа бария  $^{138}_{56}\text{Ba}$  :

- 1) 56    2) 138    3) 82    4) 194

2. Укажите символ частицы, которая имеет такую же электронную конфигурацию, как и атом аргона в основном состоянии:

- 1)  $\text{Ca}^{2+}$     2) K    3) Cl    4)  $\text{Na}^+$

3. Укажите электронную конфигурацию атома элемента с зарядом ядра 24 в основном состоянии:

- 1)  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^4 4s^2$     2)  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^5 4s^1$   
3)  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^6$     4)  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^3 4s^2$

4. **Периодически** изменяются характеристики атомов:

- 1) заряд ядра    2) число нейтронов в ядре  
3) электроотрицательность    4) число валентных электронов

5. Конфигурация орбиталей валентных электронов **висмута** совпадают с:

- 1) селеном и теллуром    2) кремнием и германием  
3) азотом и фосфором    4) ниобием и танталом

*(дайте определение понятия электронные аналоги)*

\*\*\*

1. В каких парах атомы по отношению друг к другу являются **изотопами**?  
*(дайте определение понятия изотопы)*

- 1)  $^{40}_{20}\text{Ca}$  и  $^{42}_{20}\text{Ca}$     2)  $^{40}_{18}\text{Ar}$  и  $^{40}_{19}\text{K}$   
3)  $^{138}_{58}\text{Ce}$  и  $^{136}_{58}\text{Ce}$     4)  $^{112}_{48}\text{Cd}$  и  $^{112}_{50}\text{Sn}$

2. **Возбуждённому** состоянию атома отвечает электронная конфигурация *(когда возможен переход атома из основного состояния в возбужденное?)*:

- 1)  $1s^2 2s^1 2p^1$     2)  $1s^2 2s^2 2p^2$   
3)  $1s^2 2s^2 2p^3$     4)  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^1$

3. Ион  $\text{Al}^{3+}$  имеет столько же электронов, сколько и атом *(какие частицы называются изоэлектронными?)*:

- 1) магния    2) натрия    3) неона    4) кремния

4. В **одном периоде** находятся элементы:

- 1) со схожими химическими свойствами;  
2) с одинаковым радиусом атома;  
3) с одинаковым числом энергетических уровней;  
4) заряд ядра атома, которых последовательно возрастает на единицу.

5. Какой элемент имеет химические свойства, позволяющие говорить о его сходстве с элементом **кальцием**?

- 1) C    2) Na    3) K    4) Sr

\*\*\*

1. В ядре атома какого изотопа содержится четыре **нейтрона**?  
1)  ${}^4_2\text{He}$       2)  ${}^7_3\text{Li}$       3)  ${}^3_1\text{H}$       4)  ${}^2_1\text{H}$
2. Укажите электронную конфигурацию иона  $\text{Zn}^{2+}$  :  
1)  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^{10} 4s^2$       2)  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^{10}$   
3)  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^{10} 4s^1$       4)  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^8 4s^2$
3. **Внешний** уровень атома имеет электронную формулу  $\dots 4s^2 4p^6$ . Определите порядковый номер этого элемента в периодической системе.  
1) 7      2) 9      3) 36      4) 21
4. Элемент с сокращённой электронной конфигурацией **невозбуждённого** состояния атома  $\dots 3d^5 4s^1$ :  
1) расположен в 3 периоде  
2) имеет 6 валентных электронов  
3) находится в VI группе главной подгруппы  
4) расположен в VI группе побочной подгруппы.
5. Наиболее ярко выраженными **неметаллическими** свойствами обладает:  
1) алюминий      2) сера      3) хлор      4) кремний

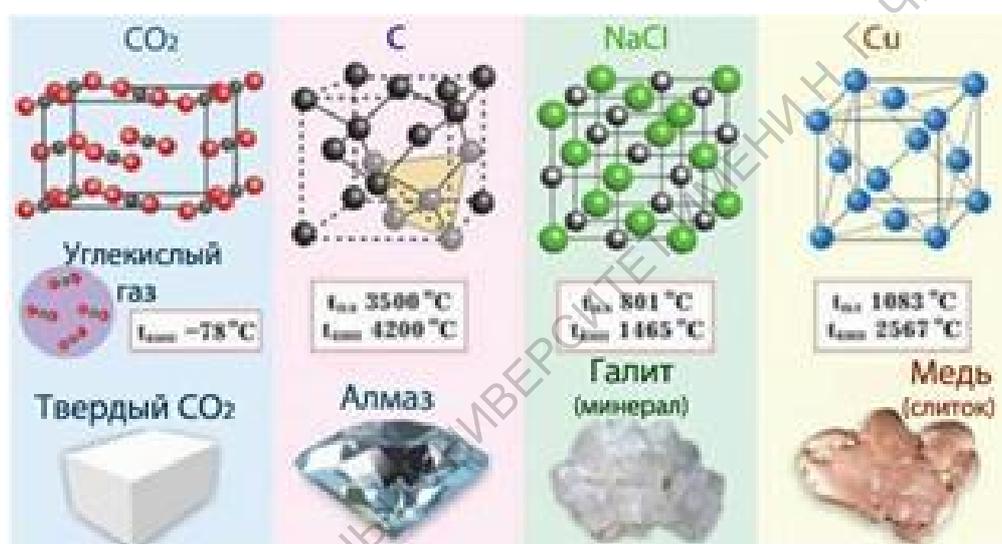
\*\*\*

1. **Изотопы** данного элемента отличаются между собой:  
1) физическими свойствами      2) числом нейтронов в ядре атома  
3) массовым числом      4) массой атома
2. Пять **неспаренных** электронов возникают при возбуждении валентных электронов атома:  
1) лития      2) бора      3) азота      4) фосфора
3. Атому какого элемента (в основном состоянии) отвечает электронная формула  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^{10} 4s^2 4p^5$  :  
1) Cl      2) Ar      3) Sr      4) Br
4. В каком ряду элементов электроотрицательность **увеличивается** слева направо?  
1) фтор – азот – кислород      2) кислород – азот – фтор  
3) азот – кислород – фтор      4) кислород – фтор – азот
5. Какой ряд элементов включает только **d-элементы**?  
1) элементы 11, 14, 22, 42;      2) элементы 13, 33, 54, 83;  
3) элементы 24, 39, 74, 80;      4) элементы 19, 32, 51, 101

### 3. ХИМИЧЕСКАЯ СВЯЗЬ

Это нужно  
знать ...

\*\*\* **Химическая связь** – взаимодействие, которое обуславливает устойчивое существование двух – и многоатомных соединений. Молекула может образоваться при условии, что ее полная энергия меньше суммы полных энергий свободных атомов, т.е. *существование химической связи отвечает наиболее энергетически выгодному состоянию системы*

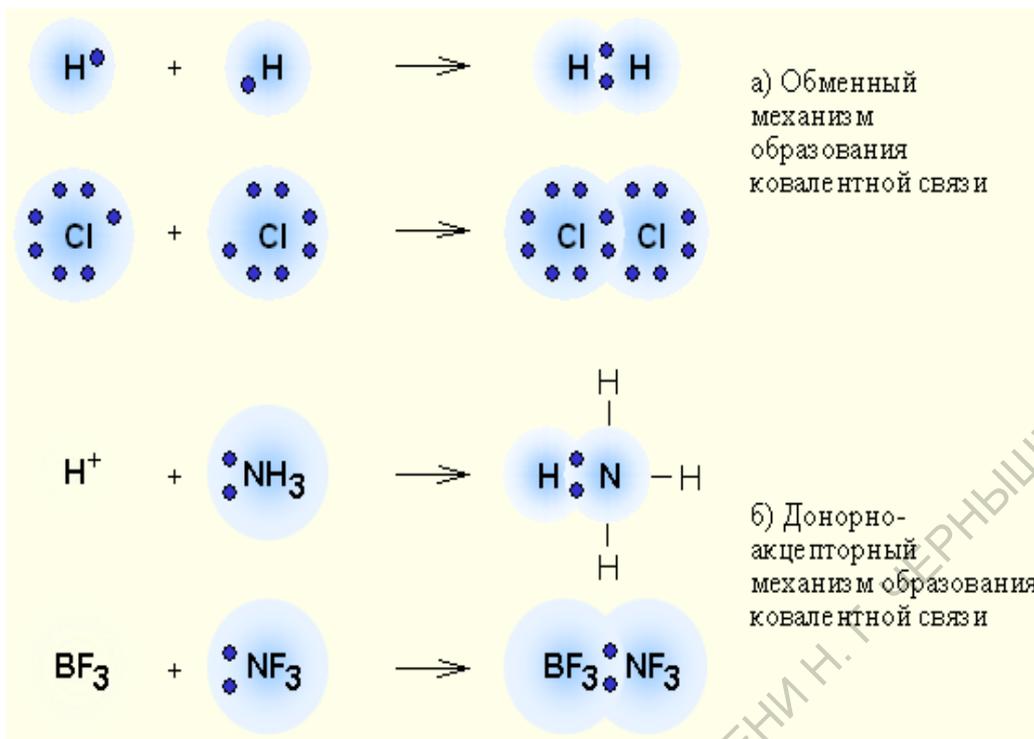


\*\*\* Химическая связь, образованная путем *обобществления пары* электронов с антипараллельными спинами называется **ковалентной связью**.

\*\*\* **Обменный механизм** образования связи – образование связи за счет образования общей электронной пары между неспаренными электронами двух соседних атомов.

\*\*\* **Донорно-акцепторный механизм** образования связи – образование связи за счет неподеленной электронной пары электронов одного из атомов (донор электронов) и вакантной орбитали другого атома (акцептор электронов)

\*\*\* Атом не может образовать ковалентных связей больше, чем число **валентных орбиталей**



Механизмы образования ковалентных связей

\*\*\* **Возбуждение** атома возможно при условии, что на внешнем уровне имеются свободные орбитали и спаренные электроны

\*\*\* Количество энергии, которую необходимо затратить на разрыв данного вида химической связи в 1 моле вещества, называют **энергией связи**. Чем больше энергия связи, тем она прочнее, тем больше устойчивость вещества.

\*\*\* **Длина химической связи** равна расстоянию между ядрами в соединении, отвечающему минимуму энергии системы. Длина связей зависит от размера электронных оболочек каждого атома и степени их перекрывания. С уменьшением длины связи увеличивается энергия связи и устойчивость молекул.

\*\*\* **Валентный угол** – угол между связями ядер атомов.

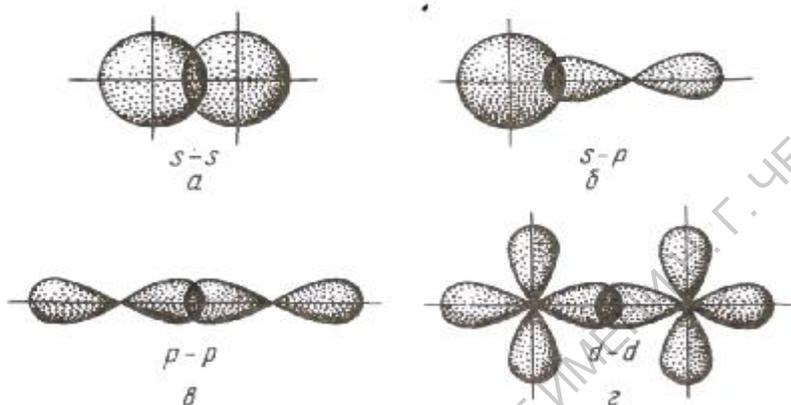
\*\*\* **Направленные ковалентные связи** – одинарные «сигма» ( $\sigma$ ) связи. Между двумя атомами в молекуле возможна только одна «сигма» связь. В образовании связи принимают участие все виды атомных орбиталей. Все «сигма» связи обладают осевой симметрией относительно межъядерной оси.

\*\*\* **Направленность и насыщенность** – особенности ковалентной связи. **Насыщенность** – запрет использования одной и той же атомной орбитали дважды в образовании химических связей в соответствии с принципом Пау-

ли. *Направленность* – перекрывание атомных орбиталей вдоль линии, проведенной через ядра взаимодействующих атомов, и обеспечивающих при этом максимальную область перекрывания

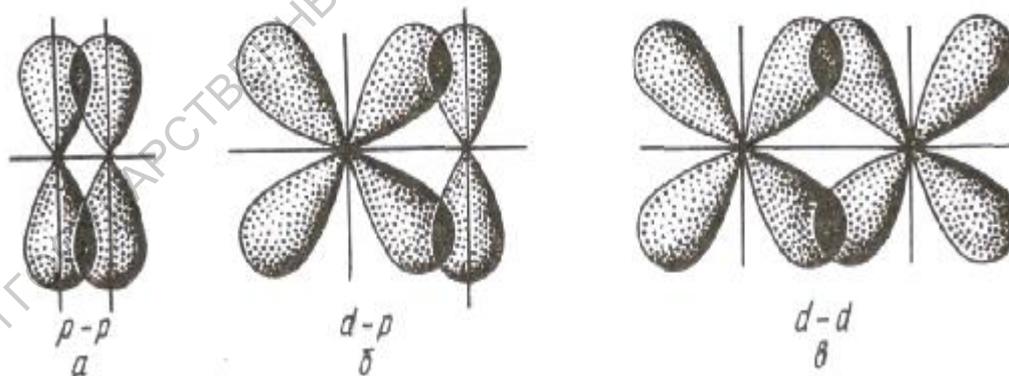


\*\*\* Образование «пи» ( $\pi$ ) связей происходит при перекрывании атомных орбиталей, расположенных перпендикулярно или под иными углами к «сигма» связи и параллельно друг к другу, «пи» связи менее прочные, чем «сигма»; в их образовании принимают участие все виды атомных орбиталей,



исключение s-орбитали. При одновременном образовании пи- и сигма связей возникает двойная связь.

Образование  $\sigma$ -связей между (а) двумя s-орбиталям, (б) s- и p-орбиталью, (в) двумя p-орбиталями и (г) двумя d-орбиталями



Образование  $\pi$ -связей между (а) двумя p-орбиталями, (б) d- и p-орбиталью и (в) двумя d-орбиталями



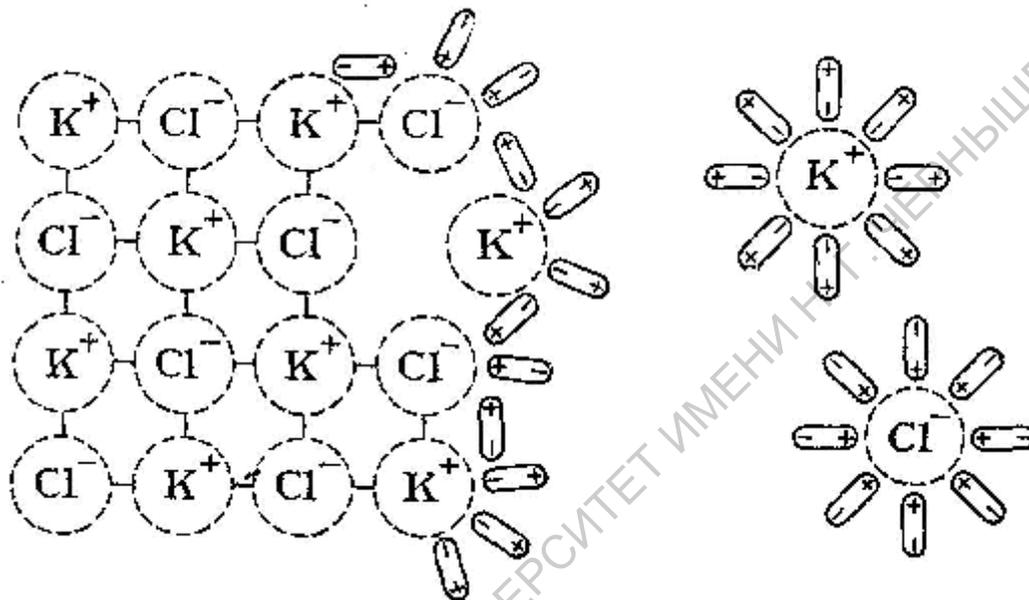
\*\*\* Если ковалентная связь образована атомами с одинаковыми значениями электроотрицательности, то обобществленные электроны равномерно распределены между ними – *ковалентная неполярная* связь



\*\*\* Если атомы, образующие химическую связь, различаются по электроотрицательности, то электронная пара смещается в сторону более электроотрицательного атома – **полярная ковалентная** химическая связь



\*\*\* **Ионная** связь является предельным случаем ковалентной полярной связи. Чем больше разность величин электроотрицательностей атомов в молекуле, тем больше степень ионности химической связи. Молекулы с чисто ионными связями не существуют.



Ионная связь на примере хлорида калия

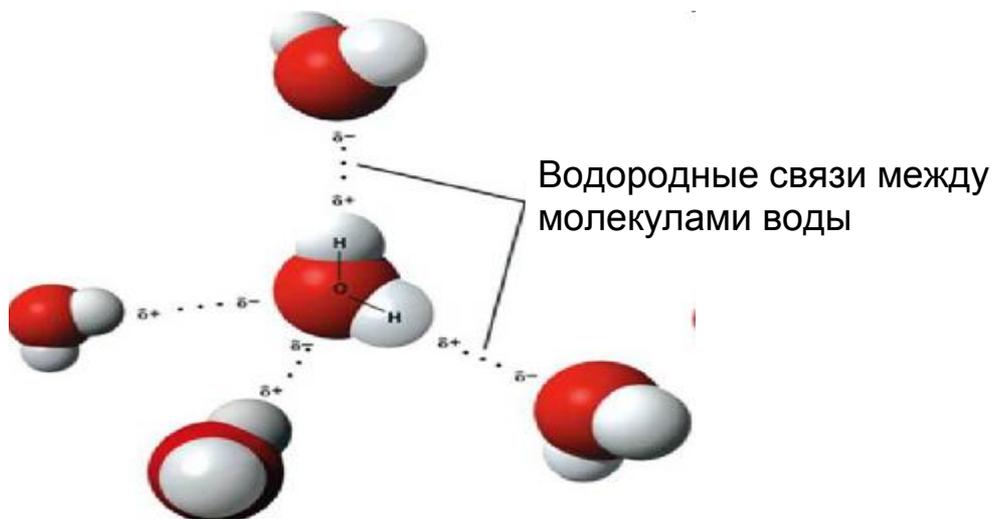


\*\*\* Разные типы химических связей могут встречаться в одних и тех же веществах. Различные типы химических связей могут переходить *одна в другую*, например, при электролитической диссоциации в воде **ковалентная полярная** связь превращается в **ионную**.



\*\*\* **Водородная связь** – является дополнительной связью атома водорода (акцептора электронов), уже входящего в состав соединения, с наиболее электроотрицательными атомами (донорами электронов)

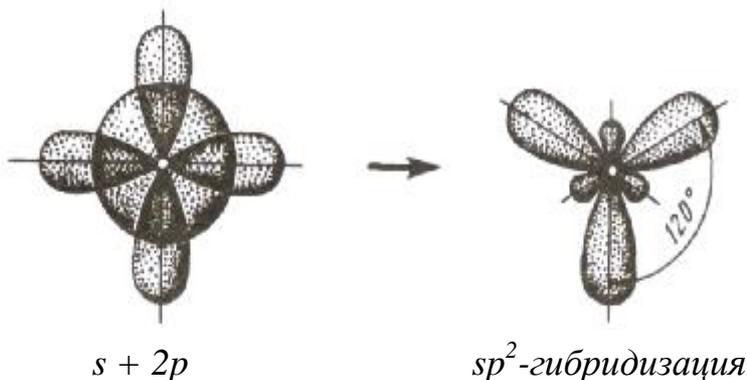
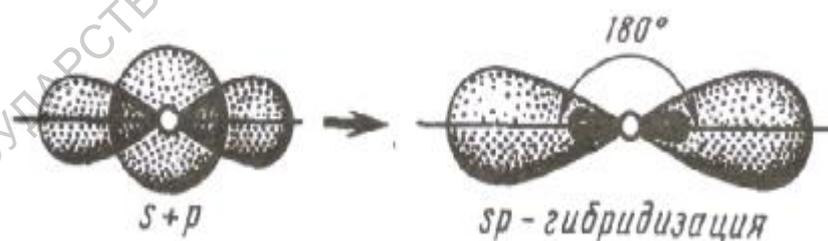
САРАТОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ Н. Г. ГОБЫШЕВСКОГО

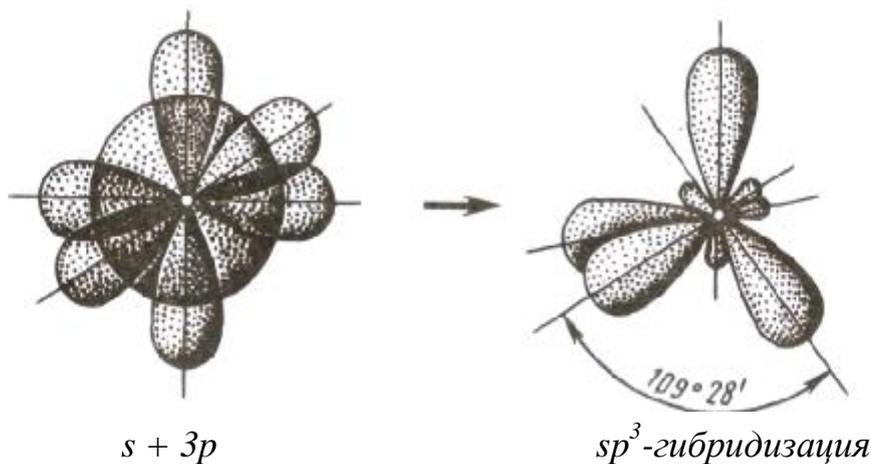


\*\*\* Электроны, осуществляющие **металлическую связь**, свободно перемещаются по всему кристаллу и принадлежат всем его атомам. У щелочных и щелочноземельных металлов валентные электроны полностью отданы в коллективное пользование. У d-элементов лишь небольшая часть валентных электронов делокализована по всему кристаллу, остальные участвуют в образовании направленных ковалентных связей между соседними атомами.

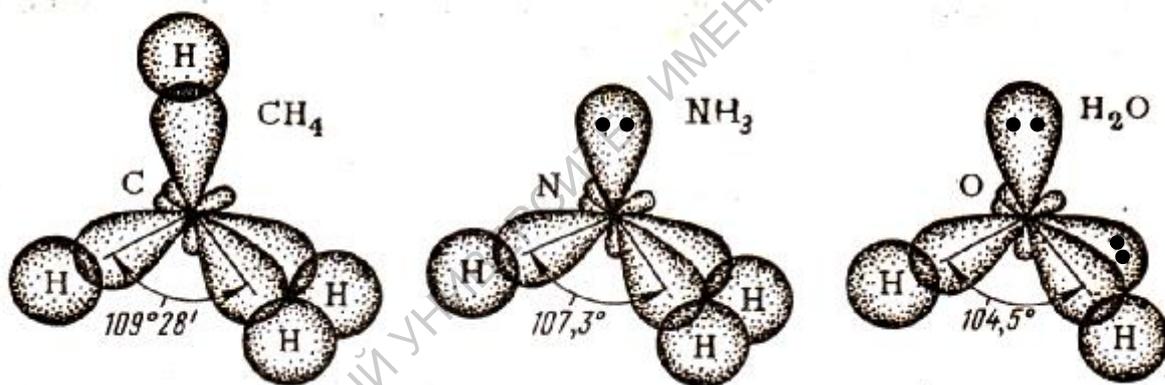
\*\*\* Понятие о **гибридизации атомных орбиталей** позволяет определить геометрическую форму частиц (молекул, ионов). Под **гибридизацией** понимают выравнивание электронных облаков по форме и энергии.

Тип гибридизации атомных орбиталей центрального атома определяет пространственное строение частицы:  $sp$ -гибридизация – линейное строение;  $sp^2$ -равносторонний треугольник;  $sp^3$  – тетраэдрическое строение.





Наличие неподеленных электронных пар приводит к уменьшению валентного угла. Это обусловлено тем, что силы отталкивания между ними больше, чем между связывающими электронными парами. Чем больше число неподеленных электронных пар, тем сильнее их действие.



Валентные углы в молекулах метана ( $CH_4$ ), аммиака ( $NH_3$ ) и воды (гибридизация центрального атома  $sp^3$ )



\*\*\* Каждое твердое вещество имеет **кристаллическую структуру** – геометрически правильное расположение частиц в пространстве.

## Кристаллические решетки



\*\*\*

1. Какая связь в **гидрофосфате натрия** имеет более **ионный** характер? (*напишите формулу химического соединения*)

- 1) P – O      2) Na – кислотный остаток      3) H – O      4) не знаю

2. В каком из перечисленных веществ больше всего выражена **полярность** связи (*что отвечает за полярность химической связи*)?

- 1) кислород      2) метан      3) аммиак      4) хлороводород

3. Валентные орбитали атома кремния в молекуле **SiF<sub>4</sub>** **гибридизованы** по типу:

- 1) d<sup>2</sup>sp<sup>3</sup>      2) sp<sup>3</sup>      3) sp<sup>2</sup>      4) sp

4. Какие АО могут принимать участие в образовании **пи-связей**? (*как располагается область перекрывания атомных орбиталей при образовании пи-связи*)?

- 1) s – s      2) s – p      3) p – p      4) s – d

5. Наличие **неподеленных** электронных пар в молекулах H<sub>2</sub>S – H<sub>2</sub>Se – H<sub>2</sub>Te приводит к:

- 1) увеличению валентного угла      2) уменьшению валентного угла  
3) валентный угол не меняется      4) не знаю

\*\*\*

1. Преимущественно **ионная** связь между атомами имеет место в веществе :

- 1) NH<sub>3</sub>      2) H<sub>2</sub>Se      3) Na<sub>2</sub>S      4) CCl<sub>4</sub>

2. **Полярность** связи Э – F увеличивается в ряду (*как влияет величина электроотрицательности атомов на полярность связи*)?

- 1) C - F, Sn - F      2) Na - F, P - F  
3) H - F, Br - F      4) S - F, N - F

3. Значение **полярности связи** в ряду молекул: ClF – BrF – IF

- 1) увеличивается      2) уменьшается      3) не меняется  
4) сначала уменьшается, а затем увеличивается

4. Сколько связей по обменному механизму может образовывать атом **серы**? (*как определяется валентность по электронной конфигурации атома*)?

- 1) 2      2) 8      3) 4      4) 6

5. Какое число **сигма-связей** имеется в молекуле H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>? (*напишите графическую формулу соединения*)

- 1) 4      2) 6      3) 8      4) 10

\*\*\*

1. Какая связь в соединении **Al(OH)Cl<sub>2</sub>** имеет более **ионный** характер? (*дайте определение понятия ионная связь*):

- 1) Al – кислотный остаток      2) H – O      3) Al – Cl      4) не знаю

2. Молекула какого вещества является **полярной**?

- 1) H<sub>2</sub>      2) H<sub>2</sub>O      3) CO<sub>2</sub>      4) CCl<sub>4</sub>

3. Укажите тип **гибридизации** атомных орбиталей центрального атома в молекуле CO<sub>2</sub> (*напишите графическую формулу вещества*):

- 1) sp      2) sp<sup>2</sup>      3) sp<sup>3</sup>      4) d<sup>2</sup>sp<sup>3</sup>

4. Сколько связей по обменному механизму может образовывать атом **азота**? (в чем заключается сущность механизма образования связи по обменному механизму?)

- 1) 2                      2) 3                      3) 4                      4) 5

5. Как меняется длина связи в ряду  $\text{HF} - \text{HCl} - \text{HBr} - \text{HI}$ ? (какие факторы влияют на длину связи?)

- 1) уменьшается                      2) увеличивается                      3) не меняется  
4) сначала уменьшается, затем увеличивается

\*\*\*

1. Какая связь в соединении **гидрокарбонат натрия** имеет более **ионный** характер? (напишите химическую формулу соединения)

- 1) C – O    2) H – O    3) Na – кислотный остаток    4) не знаю

2. Укажите **неполярные** молекулы, имеющие полярную ковалентную связь (дайте определение понятия ковалентная полярная связь):

- 1)  $\text{CO}_2$     2)  $\text{H}_2\text{O}$     3)  $\text{NH}_3$     4)  $\text{CH}_4$

3. Молекула  $\text{BF}_3$  имеет геометрическую структуру:

- 1) линейную    2) тетраэдрическую  
3) треугольную    4) октаэдрическую

4. Какие АО могут принимать участие в образовании **сигма-связей**? (дайте понятие сигма-связи и укажите область перекрывания атомных орбиталей)

- 1) s – s    2) s – p    3) p – p    4) s – d

5. Как меняется **прочность** связи  $\text{Э} - \text{H}$  в ряду  $\text{NH}_3 - \text{PH}_3 - \text{AsH}_3$ ? (дайте определение понятия прочности связи и укажите факторы, влияющие на прочность связи в данном ряду)

- 1) не меняется                      2) увеличивается                      3) уменьшается  
4) сначала увеличивается, затем уменьшается

\*\*\*

1. Преимущественно **ионная** связь между атомами имеет место в веществе (дайте определение понятия ионная связь):

- 1)  $\text{PCl}_3$     2)  $\text{CuSO}_4$     3)  $\text{SO}_2$     4)  $\text{H}_2\text{S}$

2. В каких соединениях между атомами образуется ковалентная связь по **донорно-акцепторному** механизму (в чем заключается сущность донорно-акцепторного механизма образования химической связи?):

- 1)  $\text{KCl}$     2)  $\text{CaS}$     3)  $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$     4)  $\text{PH}_4\text{I}$

3. Определите тип **гибридизации** АО атома фосфора в соединении  $\text{PF}_5$ :

- 1)  $\text{dsp}^3$     2)  $\text{sp}^3$     3)  $\text{sp}^2$     4)  $\text{sp}$

4. Сколько связей по обменному механизму может образовывать атом **железа**? (в чем заключается сущность образования связи по обменному механизму?)

- 1) 2                      2) 3                      3) 8                      4) 6

5. Как изменяется величина валентного угла в молекулах  $\text{ЭH}_3$  при переходе от  $\text{PH}_3$  к  $\text{SbH}_3$ ? (дайте определение понятия валентного угла)

- 1) не меняется                      2) уменьшается                      3) увеличивается  
4) сначала уменьшается, затем увеличивается

\*\*\*

1. Как изменяется **прочность** связи в ряду HF – HCl – HBr – HI? (*как взаимосвязаны понятия прочность связи и длина связи?*)

- 1) уменьшается      2) увеличивается      3) не меняется  
4) сначала увеличивается, затем уменьшается

2. Какая из связей характеризуется наибольшей степенью **ионности**? (*дайте определение понятия ионная связь*)

- 1) K – Cl      2) Fe – Cl      3) N – Cl      4) Mg – Cl

3. Какие АО участвуют в образовании химической связи в молекуле **SiF<sub>4</sub>**?

- 1) s – s      2) s – p      3) p – p      4) s – d

4. Сколько связей по обменному механизму может образовывать атом **кислорода**? (*укажите максимальную валентность атома кислорода, составьте электронную формулу атома*)

- 1) 3      2) 4      3) 2      4) 6

5. В какой молекуле **длина** связи C – C наименьшая? (*составьте структурные формулы соединений*)

- 1) CH<sub>4</sub>      2) C<sub>2</sub>H<sub>4</sub>      3) C<sub>2</sub>H<sub>2</sub>      4) C<sub>6</sub>H<sub>6</sub>

\*\*\*

1. Какое влияние оказывает неподеленная электронная пара на **углы** между связями при переходе от **H<sub>2</sub>O** к **NH<sub>3</sub>**? Угол между связями: (*дайте определение валентного угла*)

- 1) не меняется      2) увеличивается      3) уменьшается      4) не знаю

2. Как изменяется **длина** связи в ряду ClF – BrF – IF? (*дайте определение понятия длина связи. Оцените влияние радиуса атома на длину связи*)

- 1) уменьшается      2) увеличивается      3) не меняется  
4) сначала увеличивается, затем уменьшается

3. В каком ряду водородные связи расположены в порядке **возрастания** их прочности (*каков механизм образования водородной связи?*):

- 1) O – H ... Cl,      O – H ... N,      N – H ... O,  
2) N – H ... O,      O – H ... Cl,      O – H ... N,  
3) O – H ... Cl,      N – H ... O,      O – H ... N,  
4) N – H ... O,      O – H ... N,      O – H ... Cl.

4. Молекула какого вещества является **полярной**? (*составьте формулы, отражающие пространственное строение веществ*)

- 1) SO<sub>2</sub>      2) SO<sub>3</sub>      3) AlH<sub>3</sub>      4) SiH<sub>4</sub>

5. Сколько связей по обменному механизму может образовывать атом **фосфора**? (*составьте электронно-графическую формулу; какому состоянию атома это отвечает – основному или возбужденному?*)

- 1) 2      2) 3      3) 5      4) 9

\*\*\*

1. Какая частица имеет наиболее **прочную** химическую связь? (*рассмотрите взаимосвязь между длиной связи ее прочностью*)

- 1) BF<sub>3</sub>      2) BCl<sub>3</sub>      3) BBr<sub>3</sub>      4) BI<sub>3</sub>

2. Сколько связей по обменному механизму может образовывать атом **хлора**? (для обоснованного ответа напишите электронно-графическую структуру атома в этом состоянии; какому состоянию атома это отвечает – основному или возбужденному)?

- 1) 1                      2) 3                      3) 5                      4) 7

3. Как меняется степень **ионности** связи элемент – хлор в ряду

$\text{BeCl}_2$ ,  $\text{AlCl}_3$ ,  $\text{MgCl}_2$  (оцените влияние электроотрицательности на степень ионности химической связи):

- 1) не меняется    2) уменьшается    3) увеличивается  
4) сначала увеличивается, затем уменьшается

4. Укажите тип **гибридизации** АО центрального атома в молекуле  $\text{SF}_6$  (оцените пространственное строение частицы):

- 1)  $sp$                       2)  $sp^2$                       3)  $sp^3$                       4)  $d^2sp^3$

5. Какую функцию может проявлять атом **азота** в молекуле  $\text{NH}_3$ ? (дайте определение понятий донор и акцептор электронов)

- 1) донор электронов                      2) акцептор электронов  
3) акцептор протонов                      4) донор протонов

\*\*\*

1. Как меняется **энергия** связи  $\text{H} - \text{Э}$  в ряду  $\text{HF} - \text{HCl} - \text{HBr} - \text{HI}$ ? (отразите взаимосвязь энергии связи с ее длиной)

- 1) уменьшается    2) увеличивается    3) не меняется  
4) сначала увеличивается, затем уменьшается

2. **Полярность** связи  $\text{O} - \text{H}$  в ряду  $\text{HClO} - \text{HClO}_2 - \text{HClO}_3 - \text{HClO}_4$  (напишите графические формулы соединений):

- 1) уменьшается    2) увеличивается    3) не меняется  
4) сначала увеличивается, затем уменьшается

3. Укажите тип **гибридизации** АО центрального атома в молекуле  $\text{Cl}_2\text{O}$ :

- 1)  $sp$                       2)  $sp^2$                       3)  $sp^3$                       4)  $d^2sp^3$

4. Сколько **пи-связей** имеется в молекуле  $\text{HClO}_4$  (составьте графическую формулу соединения):

- 1) 1                      2) 4                      3) 2                      4) 3

5. **Длина** связи  $\text{Э} - \text{O}$  в ряду  $\text{CO}_2$ ,  $\text{SO}_2$ ,  $\text{I}_2\text{O}_5$  (дайте определение понятия длина связи):

- 1) не меняется    2) увеличивается    3) уменьшается  
4) сначала увеличивается, затем уменьшается

\*\*\*

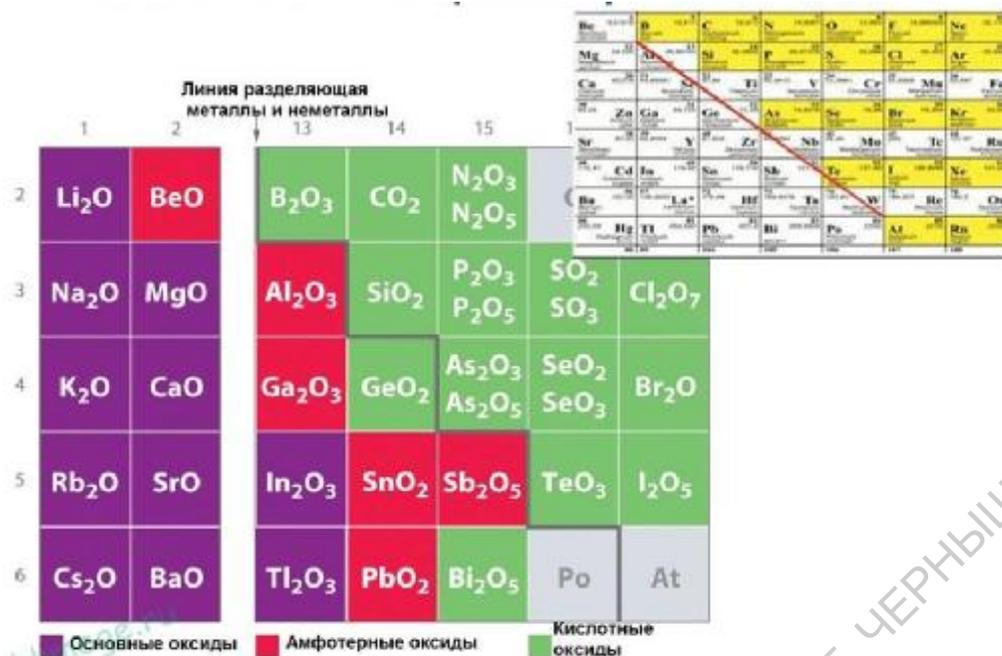
1. Число **пи-связей** в ряду  $\text{SO}_3$ ,  $\text{H}_2\text{SO}_4$ ,  $\text{H}_3\text{PO}_4$  (напишите графические формулы соединений)

- 1) не меняется    2) уменьшается    3) увеличивается  
4) сначала увеличивается, затем уменьшается

2. В каком ряду приведены вещества с преимущественно **ионной** связью? (дайте определение понятия ионная связь)

- 1)  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{CaO}$ ,  $\text{Na}_2\text{SO}_4$                       2)  $\text{MgO}$ ,  $\text{NaI}$ ,  $\text{Cs}_2\text{O}$   
3)  $\text{HClO}_4$ ,  $\text{CO}_2$ ,  $\text{NaBr}$                       4)  $\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{AlCl}_3$ ,  $\text{RbI}$





Изменение характера оксидов в периодах и группах  
(на примере элементов 3-го периода)

Na <sub>2</sub> O	MgO	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	SiO <sub>2</sub>	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	SO <sub>3</sub>	Cl <sub>2</sub> O <sub>7</sub>
Сильный основной оксид	Основной оксид	Амфотерный оксид	Слабый кислотный оксид	Средней силы кислотный оксид	Сильный кислотный оксид	Наиболее сильный кислотный оксид



\*\*\* Окислительно-восстановительные свойства оксидов зависят от степени окисления атомов, образующих оксиды. Общая закономерность изменения окислительно-восстановительных свойств: с увеличением степени окисления элемента происходит уменьшение восстановительных свойств и возрастание окислительных свойств оксида.



\*\*\* **Гидроксиды** — соединения элементов с гидроксогруппами OH<sup>-</sup>. В гидроксиде степень окисления элемента всегда положительна — от +I до +VIII. По химическим свойствам делятся на *основные, кислотные и амфотерные* гидроксиды.



\*\*\* **Основные гидроксиды** (основания) образованы металлическими элементами. Гидроксиды металлов принято делить на *растворимые* (щёлочи) и *нерастворимые* в воде. Основное различие между ними заключается в том, что концентрация ионов OH<sup>-</sup> в растворах щелочей достаточно высока, для нерастворимых - обычно очень мала. *Основания классифицируются* по кислотности (по числу гидроксильных групп, образующихся при электролитической диссоциации) и по силе (по величине константы диссоциации).



\*\*\* Все **кислоты** классифицируются по основности (по числу ионов водорода, образующихся при электролитической диссоциации) и силе (по константе диссоциации кислот).



\*\*\* При полном замещении атома водорода в кислоте на металл образуются **средние соли**.

При неполном замещении атомов водорода в составе многоосновной кислоты – **кислые соли**. К образованию кислых солей способны многоосновные кислоты. Исключение кремниевые кислоты (не образуют кислых солей). Кислые соли проявляют двойственные свойства: *свойства кислоты и соли*.

При неполном замещении гидроксогрупп основания, содержащего две или три гидроксогруппы, на кислотный остаток образуются **основные соли**.

К образованию основных солей способны многокислотные основания. Основные соли проявляют двойственные свойства: *свойства солей и оснований*. Двух- и более кислотные основания проявляют свойства слабых электролитов и их основные свойства выражены в незначительной степени. Поэтому основные свойства солей проявляются в основном в реакции взаимодействия с кислотами, в результате которых происходит образование средних солей.



\*\*\* Проявление окислительных или восстановительных свойств солей определяется природой катионов и анионов, образующих соль.

**Окислительные** свойства проявляют соли, в которых центральные атомы кислотных остатков находятся в высшей степени окисления:  $\text{KMnO}_4$ ,  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ ,  $\text{K}_2\text{CrO}_4$ ,  $\text{KClO}_3$ ,  $\text{KBrO}_3$ ,  $\text{KNO}_3$ .

**Восстановительные** свойства проявляют соли металлов в низшей положительной степени окисления.

Для оценки **окислительно-восстановительных** свойств используют общие закономерности:

- соединения, в состав которых входят элементы в максимальной степени окисления, могут только восстанавливаться, выступая в качестве окислителей;

пример:  $\overset{+7}{\text{KMnO}_4}$ ,  $\overset{+6}{\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7}$ ,  $\overset{+5}{\text{HNO}_3}$ ,  $\overset{+4}{\text{PbO}_2}$ ,  $\overset{+3}{\text{H[AuCl}_4]}$ ,  $\overset{+2}{\text{CuO}}$ ;  $\overset{+1}{[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]\text{OH}}$

- соединения, содержащие элементы в минимальных степенях окисления выступают в качестве восстановителей;

примеры:  $\overset{-4}{\text{CH}_4}$ ,  $\overset{-3}{\text{NH}_3}$ ,  $\overset{-2}{\text{H}_2\text{S}}$ ,  $\overset{-1}{\text{KI}}$

- вещества, содержащие элементы в промежуточной степени окисления, способны проявлять окислительно-восстановительную двойственность.

-1      0    +1    +2      +3      +4    +5    +6  
примеры:  $\text{NH}_2\text{OH}$ ,  $\text{Br}_2$ ,  $\text{Cu}_2\text{O}$ ,  $\text{FeSO}_4$ ,  $\text{NaClO}_2$ ,  $\text{K}_2\text{SO}_3$ ,  $\text{HIO}_3$ ,  $\text{Na}_2\text{MnO}_4$

\*\*\*

1. Какие из кислот, формулы которых приведены ниже, можно получить непосредственным растворением соответствующих **оксидов** в воде? (*напишите уравнения реакций растворения оксидов в воде*)

1)  $\text{H}_3\text{PO}_4$     2)  $\text{H}_2\text{SiO}_3$     3)  $\text{HPO}_3$     4)  $\text{H}_2\text{SO}_4$

2. **Серная кислота** взаимодействует с оксидами ряда, формулы которых приведены ниже (*для выбранного варианта напишите уравнения химических реакций*):

1)  $\text{MgO}, \text{K}_2\text{O}, \text{N}_2\text{O}$     2)  $\text{MgO}, \text{CuO}, \text{ZnO}$

3)  $\text{NO}, \text{FeO}, \text{CuO}$     4)  $\text{SiO}_2, \text{CO}_2, \text{Fe}_2\text{O}_3$

3. Укажите вещества, при разложении которых образуются **кислотный** и **основной** оксиды (*составьте уравнения химических процессов*):

1)  $\text{CaCO}_3$     2)  $(\text{CuOH})_2\text{CO}_3$     3)  $\text{Al}(\text{OH})_3$     4)  $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$

4. Какие схемы реакций подтверждают **кислотный** характер оксида кремния (IV) (*составьте уравнения химических реакций*):

1)  $\text{SiO}_2 + \text{Mg} \rightarrow$     2)  $\text{SiO}_2 + \text{CO}_2 \rightarrow$

3)  $\text{SiO}_2 + \text{BaO} \rightarrow$     4)  $\text{SiO}_2 + \text{KOH} \rightarrow$

5. В каком ряду указаны только **амфотерные** гидроксиды (*дайте определение понятия амфотерные гидроксиды, составьте уравнения реакций, подтверждающие ваш ответ*):

1)  $\text{Mn}(\text{OH})_2, \text{Fe}(\text{OH})_3, \text{KOH}$     2)  $\text{Be}(\text{OH})_2, \text{Al}(\text{OH})_3, \text{Zn}(\text{OH})_2$

3)  $\text{Fe}(\text{OH})_2, \text{Ca}(\text{OH})_2, \text{Pb}(\text{OH})_2$     4)  $\text{Al}(\text{OH})_3, \text{Mg}(\text{OH})_2, \text{Ba}(\text{OH})_2$

\*\*\*

1. Укажите формулы **кислотных** оксидов (*какие элементы способны к образованию кислотных оксидов?*):

1)  $\text{MnO}_2$     2)  $\text{Cl}_2\text{O}_7$     3)  $\text{Cr}_2\text{O}_3$     4)  $\text{CrO}_3$

2. С какими веществами реагирует разбавленная серная кислота (*напишите необходимые уравнения химических реакций*):

1) аммиак    2) силикат натрия  
3) оксид фосфора (V)    4) гидроксид железа (III)

3. При действии на раствор нитрата алюминия **избытком** раствора гидроксида натрия образуется (*напишите соответствующее уравнение химической реакции*):

1)  $\text{Al}(\text{OH})_3$     2)  $\text{AlOH}(\text{NO}_3)_2$     3)  $\text{Na}[\text{Al}(\text{OH})_4]$     4)  $\text{NaAlO}_2$

4. Какие соли в растворе взаимодействуют с **разбавленной** серной кислотой (*напишите уравнения химических превращений*):

1) сульфит натрия    2) сульфидаатрия  
3) силикат натрия    4) нитрат кальция





\*\*\*

1. Укажите формулы **кислотных оксидов** (*напишите уравнения реакций взаимодействия кислотных оксидов с водой*):

- 1)  $K_2O$                       2)  $Mn_2O_7$                       3)  $N_2O_5$                       4)  $Al_2O_3$

2. **Оксид фосфора (V)** реагирует с веществами ряда (*напишите уравнения химических реакций*):

- 1)  $HNO_3, H_2O, CuO$     2)  $CO, BaO, Al_2O_3$     3)  $NaOH, MgO, CO_2$     4)  $CaO, KOH, ZnO$

3. В каких рядах кислот, формулы которых приведены ниже, их сила возрастает слева направо? (*какая количественная характеристика используется для оценки силы кислоты?*)

- 1)  $HClO_4 \rightarrow H_2SO_4 \rightarrow H_2SO_3$                       2)  $H_2S \rightarrow H_2Se \rightarrow H_2Te$   
3)  $HF \rightarrow HCl \rightarrow HBr$                                       4)  $H_2SO_3 \rightarrow H_2SO_4 \rightarrow HClO_4$

4. **Гидроксид кальция** в растворе реагирует по отдельности с веществами ряда (*напишите уравнения химических превращений*):

- 1)  $CO_2, Ca(HCO_3)_2, HCl$                                       2)  $Zn(OH)_2, Fe(OH)_2, SO_3$   
3)  $KOH, Al(OH)_3, SO_2$     4)  $P_2O_5, Fe_2O_3, Mn(OH)_2$

5. **Гидросульфат натрия** взаимодействует по отдельности с веществами ряда (*напишите уравнения химических реакций; какие кислоты способны к образованию кислых солей?*):

- 1)  $Cu(OH)_2, MgO, Mg$     2)  $H_3PO_4, NaOH, SiO_2$   
3)  $NaOH, H_2SO_4, CO_2$     4)  $BaCl_2, SO_2, HI$

\*\*\*

1. Оксиды какого ряда реагируют с **водой** при комнатной температуре (*напишите уравнения химических реакций*):

- 1)  $K_2O, FeO, CO_2$     2)  $SiO_2, P_2O_5, Cl_2O_7$   
3)  $CaO, P_2O_3, Mn_2O_7$     4)  $Na_2O, N_2O, Al_2O_3$

2. С какими веществами реагирует **ортофосфорная кислота** (*напишите уравнения химических превращений*):

- 1) сульфид натрия    2) силикат натрия  
3) карбонат натрия    4) ортофосфат калия

3. Азотную кислоту можно очистить от **примесей** серной с помощью (*напишите уравнение химической реакции*):

- 1) хлорида калия    2) нитрата бария  
3) аммиака    4) карбоната калия

4. Какое основание в большей степени проявляет **основные свойства**? (*укажите зависимость основных свойств гидроксидов от природы металла*)

- 1)  $Ba(OH)_2$                       2)  $RbOH$                       3)  $Zn(OH)_2$                       4)  $Al(OH)_3$

5. **Сумма коэффициентов** в молекулярном уравнении реакции, протекающей по схеме (*напишите уравнение химической реакции; какие основания способны к образованию основных солей*):

- $Al(OH)_3 + HNO_3 = \text{основная соль} + \dots$   
1) 5                                      2) 4                                      3) 6                                      4) 8

\*\*\*

1. Укажите формулы **солеобразующих** оксидов (*как определить тип оксида? Можно ли использовать реакцию взаимодействия с водой? Напишите уравнения реакций*):

- 1)  $N_2O_5$                       2)  $CO$                                       3)  $N_2O$                                       4)  $Cl_2O_7$

2. Укажите схемы осуществимых реакций с участием сероводородной кислоты (*напишите уравнения химических реакций*):

- 1)  $K_2S + H_2S \rightarrow$                                       2)  $H_2S + CuSO_4 \rightarrow$   
3)  $H_2S + NaOH \rightarrow$                                       4)  $NaHS + H_2S \rightarrow$

3. Все металлы какого ряда реагируют с **соляной кислотой**? (*что является подсказкой для ответа на этот вопрос? напишите уравнения химических реакций*):

- 1)  $Zn, Fe, Co$     2)  $Fe, Al, Pt$                       3)  $Cr, Fe, Al$     4)  $Mg, Hg, Ca$

4. **Гидроксид натрия** реагирует с веществами (*напишите уравнения химических реакций*):

- 1)  $Cr(OH)_3$                                       2)  $Fe(OH)_3$   
3)  $CuO$     4)  $P_2O_5$

5. Какие пары соединений реагируют между собой (*напишите уравнения химических реакций*):

- 1)  $HNO_3 + SiO_2 \rightarrow$                                       2)  $Al_2O_3 + H_2O \rightarrow$   
3)  $NaCl + Ca(OH)_2 \rightarrow$                                       4)  $HNO_3 + Al(OH)_2NO_3 \rightarrow$

\*\*\*

1. Оксиды какого ряда, формулы которых приведены ниже, являются **кислотными** (*взаимодействие с водой можно использовать для определения типа оксида; напишите уравнения химических процессов для выбранного варианта ответа*):

- 1)  $N_2O, SiO_2, CO_2$                                       2)  $Cl_2O_7, NO_2, CrO_3$   
3)  $N_2O_5, SiO, CO$                                       4)  $SO_2, MnO, NO$

2. Охарактеризуйте свойства  $H_2SO_4$  (**разбавленной**):

- 1) сильная    2) двухосновная  
3) реагирует с металлами, стоящими в ряду активности до водорода (*напишите уравнение химической реакции*)  
4) реагирует с нитратом бария (*напишите уравнение химической реакции*)

3. **Гидроксид натрия** в растворе реагирует по отдельности с веществами (*напишите уравнения химических превращений*):

- 1)  $H_2SO_4, CuO, FeCl_2$                                       2)  $SO_2, KHSO_4, Al(OH)_3$   
3)  $H_2SiO_3, FeO, CuSO_4$                                       4)  $Cl_2, HNO_3, Fe_2O_3$

4. **Оксид меди (II)** реагирует с веществами ряда (*напишите уравнения химических реакций*):

- 1)  $NO_2, Ca(OH)_2, O_2$                                       2)  $H_2SO_4, H_2, N_2O_5$   
3)  $K_2O, Mn_2O_7, CO$                                       4)  $H_2O, HNO_3, NaOH$

5. Сумма коэффициентов в уравнении реакции взаимодействия хлорида алюминия  $AlCl_3$  с избытком гидроксида натрия  $NaOH$  (*напишите уравнение химической реакции*):

1) 5

2) 9

3) 4

4) 6

## 5. СКОРОСТЬ ХИМИЧЕСКИХ РЕАКЦИЙ. ХИМИЧЕСКОЕ РАВНОВЕСИЕ

Это нужно  
знать ...



\*\*\* **Гомогенные реакции** - реакции, протекающие в однородной среде. **Гетерогенные реакции** протекают на поверхности соприкосновения реагирующих веществ.



\*\*\* **Скорость химической реакции** – число элементарных актов взаимодействия, происходящих в единицу времени в единице объема (в случае гомогенной реакции) или на единице поверхности соприкосновения реагирующих веществ (в случае гетерогенной реакции).

*Факторы, влияющие на скорость химической реакции:*

– природа реагирующих веществ;

- концентрации реагирующих веществ (давление для газообразных веществ; изменение давления равносильно изменению концентрации частиц в единице объема);

– температура;

– наличие катализатора;

– величина поверхности соприкосновения реагирующих веществ (для гетерогенных реакций).



\*\*\* **Закон действия масс:** скорость химической реакции при постоянной температуре пропорциональна произведению мольных концентраций реагирующих веществ, возведенных в степени, равные их стехиометрическим коэффициентам. Математическое выражение этого закона для реакции  $aA + bB = cC + dD$  можно записать так:

$$v = k[A]^a [B]^b$$

Данное выражение зависимости скорости реакции от концентрации исходных веществ называется *кинетическим уравнением реакции*.

Для *гетерогенных реакций* в уравнение закона действия масс входят только концентрации тех веществ, которые находятся в газовой или жидкой фазах.

\*\*\* Величина константы скорости зависит от *природы реагирующих веществ, температуры и присутствия катализаторов*, но не зависит от концентрации веществ и давления.

\*\*\* **Энергия активации** – минимальный избыток энергии, который должна иметь частица, чтобы произошло эффективное соударение. Молекулы, обладающие такой энергией, называются *активными молекулами*. Чем меньше энергия активации, тем больше скорость данной реакции.

\*\*\* **Правило Вант-Гоффа**: при повышении температуры на каждые 10°C скорость гомогенной реакции увеличивается в 2-4 раза:

$$v_{t_2} = v_{t_1} \cdot \gamma^{(t_2 - t_1)/10}$$

$\gamma$  – температурный коэффициент реакции; он показывает, во сколько раз увеличивается скорость реакции при повышении температуры на 10°C

\*\*\* **Катализаторы** – вещества, увеличивающие скорость реакции за счет участия в промежуточном химическом взаимодействии с компонентами реакции, но восстанавливающие после каждого цикла промежуточного взаимодействия свой химический состав.

\*\*\* Вещества, которые уменьшают скорость реакции, называются **ингибиторами**.

\*\*\* **Химическое равновесие** - состояние системы, при котором скорость прямой реакции равна скорости обратной реакции.

\*\*\* **Константа равновесия** – это математическое выражение закона действующих масс для равновесных систем. При  $K_{равн} \gg 1$ , концентрация продуктов реакции преобладают над концентрациями исходных веществ, *равновесие смещено в сторону продуктов реакции* и выход продуктов реакции большой. Если  $K_{равн} \ll 1$ , то выход продуктов реакции мал, концентрации исходных веществ преобладают над концентрациями продуктов реакции, *равновесие смещено в сторону исходных веществ*.

\*\*\* Константа равновесия показывает во сколько раз константа скорости прямой реакции больше константы скорости обратной реакции.



Обратимая реакция образования иодоводорода

\*\*\* **Константа химического равновесия** не зависит от концентрации веществ и давления и от присутствия катализатора, но зависит от температуры и от природы реагирующих веществ.

\*\*\* **Принцип Ле Шателье:** если на систему, находящуюся в равновесии, оказывать внешнее воздействие, то равновесие смещается в направлении того процесса, протекание которого уменьшает эффект произведенного воздействия, а именно:

- повышение концентрации исходных веществ смещает равновесие вправо, в сторону продуктов реакции
- повышение концентрации продуктов реакции смещает равновесие влево, в сторону исходных веществ
- повышение температуры благоприятствует эндотермической реакции
- понижение температуры благоприятствует экзотермической реакции

- повышение давления смещает равновесие в сторону образования меньшего числа молекул газов
- понижение давления – в сторону образования большего числа молекул газа
- если число молекул газообразных веществ в ходе реакции не меняется, то изменение давления не влияет на смещение равновесия.

## Принцип Ле-Шателье

ВОЗДЕЙСТВИЕ	СМЕЩЕНИЕ	ПРИЧИНА
Увеличение концентрации компонентов	в сторону, <b>противоположную</b> от компонента	необходимо израсходовать избыточную концентрацию компонента
Уменьшение концентрации компонентов	в сторону <b>компонента</b>	необходимо восстановить исходную концентрацию компонента
Увеличение давления системы	в сторону <b>меньшего</b> объема ( <b>меньшего</b> числа молекул газа)	<u>для газов</u> : увеличение давления – уменьшение объема (и концентрации)
Уменьшение давления системы	в сторону <b>большого</b> объема ( <b>большого</b> числа молекул газа)	<u>для газов</u> : уменьшение давления – увеличение объема (и концентрации)
Увеличение температуры системы	в сторону, противоположную <b>образованию</b> тепла в сторону <b>эндотермической</b> реакции	дополнительное тепло/энергию необходимо израсходовать
Уменьшение температуры системы	в сторону <b>образования</b> тепла в сторону <b>экзотермической</b> реакции	необходимо восстановить израсходованное тепло/энергию

Добавление катализатора	<b><u>НЕ СМЕЩАЕТСЯ!</u></b>	Одинаково увеличивается скорость и прямой, и обратной реакции
-------------------------	-----------------------------	---

\*\*\*

1. Каким математическим выражением описывается скорость **гомогенной** химической реакции (*какие реакции называют гомогенными?*):

1)  $u = \pm \frac{\Delta n}{V \cdot \Delta t}$

2)  $u = \pm \frac{\Delta n}{S \cdot \Delta t}$

3)  $u = \pm \frac{\Delta c}{\Delta t}$

2. Какой отрезок на диаграмме соответствует значению **теплового эффекта** реакции:

- 1) а      2) б      3) в      4) г

(*дайте определение понятия теплового эффекта реакции*)



3. Скорость химической реакции при прочих равных условиях от **энергии активации** (*дайте определение понятия энергия активации*):

- 1) не зависит  
 2) зависит обратно пропорционально  
 3) зависит прямо пропорционально  
 4) может иметь любую зависимость

4. При повышении температуры равновесие процесса:  $2SO_2 + O_2 \leftrightarrow 2SO_3$  смещается **влево**. Укажите тип этой реакции (*дайте определение понятий: экзо-, эндо- и атермическая реакция*):

- 1) экзотермическая      2) эндотермическая      3) атермическая

5. Рассчитайте скорость химической реакции (*приведите решение задачи*) при 50°C, если при 10°C скорость реакции равна 0,04 моль/сек (температурный коэффициент реакции равен 2):

- 1) 0,016 моль/л с    2) 16 моль/л с    3) 0,64 моль/л с    4) 0,16 моль/л с

\*\*\*

1. Каким математическим выражением описывается скорость **гетерогенной** реакции (*какие реакции называют гетерогенными?*):

1)  $u = \pm \frac{\Delta n}{V \cdot \Delta t}$

2)  $u = \pm \frac{\Delta n}{S \cdot \Delta t}$

3)  $u = \pm \frac{\Delta c}{\Delta t}$

2. **Избыточное** минимальное количество энергии, необходимое для эффективного соударения реагирующих частиц, называется:

- 1) константа скорости      2) энергия активации  
 3) скорость реакции      4) тепловой эффект реакции

3. Равновесие системы  $N_2 + O_2 \leftrightarrow 2NO - Q$  смещается **вправо** при (*дайте определение понятия тепловой эффект реакции*):

- 1) понижении температуры                      2) повышении температуры  
3) увеличении давления                        4) уменьшении давления

4. При температуре  $30^{\circ}C$  реакция протекает за 15 с, а при  $0^{\circ}C$  за 2 мин. Определите **температурный коэффициент** реакции (*приведите решение задачи*):

- 1) 2                      2) 3                      3) 4                      4) 5

5. В гомогенной обратимой реакции  $4NH_3 + 5O_2 \leftrightarrow 4NO + 6H_2O + Q$  для смещения равновесия **вправо** необходимо:

- 1) увеличить давление                              2) ввести катализатор  
3) понизить температуру                            4) увеличить концентрацию  $NO$

*Сформулируйте принцип Ле Шателье.*

\*\*\*

1. Укажите, какие из систем являются **гомогенными** (*какие системы называются гомогенными и гетерогенными?*):

- 1)  $2H_2 + O_2 \leftrightarrow 2H_2O$                               2)  $N_2 + 3H_2 \leftrightarrow 2NH_3$   
3)  $Cl_2 + H_2 \leftrightarrow 2HCl$                                 4)  $Cu(OH)_2 \leftrightarrow CuO + H_2O$

2. Чему равна **энергия активации** превращения вещества А в Б:

- 1) 16                      2) 12  
3) 8                        4) 4

(*как рассчитывается энергия активации по энергетической диаграмме хода реакции? Дайте определение понятия энергия активации.*)



3. В системе  $2CO + O_2 \leftrightarrow 2CO_2 + Q$  равновесие смещается в сторону **продуктов** реакции при:

- 1) добавлении  $CO$                                       2) увеличении давления  
3) введении катализатора                            4) увеличении температуры  
5) понижении температуры

(*сформулируйте принцип Ле Шателье и укажите влияние каждого фактора на смещение равновесия*)

4. Выражение для **константы химического равновесия** гомогенной реакции  $CH_4 + 2O_2 \leftrightarrow CO_2 + 2H_2O$  имеет вид:

- 1)  $K = \frac{[CH_4][O_2]^2}{[CO_2][H_2O]^2}$                                       2)  $K = \frac{[CO_2][H_2O]^2}{[CH_4][O_2]^2}$   
3)  $K = \frac{[CH_4][O_2]}{[CO_2][H_2O]}$                                       4)  $K = \frac{[CO_2][H_2O]}{[CH_4][O_2]}$

(*укажите физический смысл константы равновесия*)

5. Во сколько раз уменьшится скорость прямой реакции  $N_2 + 3H_2 \leftrightarrow 2NH_3$  при **разбавлении** смеси реагирующих газов в 3 раза инертным газом (*приведите решение задачи*)?

- 1) 9                              2) 27                              3) 81                              4) 243

\*\*\*

1. Определите, какая из систем является **гетерогенной** (какой признак является основой классификации систем на гомогенные и гетерогенные?):

- 1)  $2\text{Fe}(\text{OH})_3 \leftrightarrow \text{Fe}_2\text{O}_3 + 3\text{H}_2\text{O}$       2)  $2\text{SO}_2 + \text{O}_2 \leftrightarrow 2\text{SO}_3$   
3)  $2\text{H}_2\text{S} + 3\text{O}_2 \leftrightarrow 2\text{H}_2\text{O} + 2\text{SO}_2$       4)  $2\text{Cu}(\text{NO}_3)_2 \leftrightarrow 2\text{CuO} + 4\text{NO}_2 + \text{O}_2$

2. Что можно сказать о реакции  $A + B = V$

из диаграммы, изображенной на рисунке:

- 1) реакция протекает очень быстро  
2) реакция экзотермическая  
3) реакция эндотермическая  
4) диаграмма соответствует состоянию равновесия.

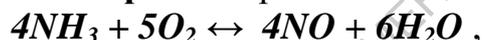


(какую информацию можно извлечь из диаграммы?)

3. В направлении какой реакции происходит смещение равновесия в системе  $\text{N}_2\text{O}_4 \leftrightarrow 2\text{NO}_2 - 57 \text{ кДж}$ , при понижении температуры без изменения давления? (дайте определение понятия химическое равновесие)

- 1) прямой    2) обратной    3) не изменится    4) не знаю

4. Как запишется выражение **скорости** прямой химической реакции



если считать, что она протекает в одну стадию (как зависит скорость химической реакции от концентрации реагентов?):

- 1)  $u = k[\text{NH}_3][\text{O}_2]$       2)  $u = k[\text{NH}_3]^4[\text{O}_2]^5$   
3)  $u = k[\text{NO}][\text{H}_2\text{O}]$       4)  $u = k[\text{NO}]^4[\text{H}_2\text{O}]^6$

5. Скорость химической реакции  $2A + B = A_2B$  при концентрации вещества  $A = 0,6$  моль/л и вещества  $B = 0,5$  моль/л равна  $0,018$  моль/л мин. Укажите величину **константы скорости** реакции (приведите решение задачи):

- 1) 0,06      2) 0,1      3) 1,0      4) 1,2

\*\*\*

1. Факторы, влияющие на скорость **гомогенной** химической реакции (дайте определение понятия скорость химической реакции):

- 1) катализатор      2) концентрация реагирующих веществ  
3) температура      4) природа реагирующих веществ

2. На диаграмме показано взаимодействие веществ  $A$  и  $B$ , протекающее с экзотермическим эффектом. Присутствие **катализатора** ведет к получению вещества  $AB$  по пути:

- 1) а    2) б    3) в    4) не влияет на ход реакции



(дайте определение понятия катализатор. В чем заключается сущность действия катализатора?)

3. Равновесие системы  $Fe_3O_4 + 4CO \leftrightarrow 3Fe + 4CO_2 - 47,3 \text{ кДж}$  смещается **вправо** при:

- 1) добавлении  $CO$
- 2) увеличении давления
- 3) введении катализатора
- 4) увеличении температуры

(дайте определение понятия химическое равновесие. Сформулируйте принцип Ле Шателье)

4. Величина константы равновесия:

- 1) зависит от природы реагирующих веществ
- 2) зависит от температуры
- 3) зависит от обоих указанных факторов
- 4) не зависит от указанных факторов

(в чем заключается физический смысл константы равновесия?)

5. Во сколько раз нужно увеличить **давление** в гомогенной системе

$CH_4 + 2O_2 = CO_2 + 2H_2O$ , чтобы скорость химической реакции увеличилась в 1000 раз (приведите полное решение задачи)?

- 1) 3
- 2) 5
- 3) 10
- 4) 20

\*\*\*

1. Факторы, влияющие на **скорость** гетерогенной химической реакции:

- 1) природа реагирующих веществ
- 2) температура
- 3) площадь соприкосновения реагирующих веществ
- 4) катализатор

(как влияет площадь соприкосновения реагирующих веществ на скорость реакции?)

2. Как изменится скорость химической реакции при **разбавлении** газообразных реагирующих веществ инертным газом? (в чем заключается сущность добавления инертного газа?)

- 1) увеличится
- 2) не изменится
- 3) уменьшится
- 4) не знаю

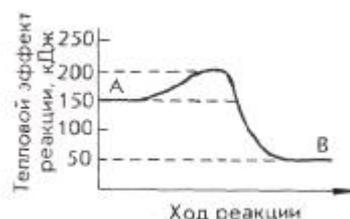
3. Чему равен **тепловой эффект**

реакции перехода вещества

А в Б?

- 1) - 50
- 2) - 150
- 3) 100
- 4) 200

(какую информацию можно получить, используя диаграмму реакции?)



4. При температуре  $60^{\circ}C$  реакция протекает за 10 сек (температурный коэффициент равен 3). Время реакции будет равно 1.5 минуты при температуре ( $^{\circ}C$ ):

- 1) 30
- 2) 40
- 3) 70
- 4) 80

(приведите полное решение задачи)

5. В системе  $3A + B \leftrightarrow 2C + D$  исходная концентрация вещества  $A = 4$  моль/л, вещества  $B = 1,5$  моль/л, а равновесная концентрация вещества  $C = 2$  моль/л. Укажите значение **константы равновесия**:

- 1) 2
- 2) 6
- 3) 8
- 4) 10

(приведите полное решение задачи)

\*\*\*

1. Математическое выражение правила Вант-Гоффа, описывающее зависимость скорости реакции от температуры:

$$1) Q = c \cdot m \cdot \Delta t \quad 2) u_2 = u_1 \cdot g^{\frac{\Delta t}{10}} \quad 3) u = A \cdot e^{-\frac{E_a}{RT}}$$

(к каким реакциям применимо правило Вант-Гоффа? Приведите формулировку этого правила)

2. Определите **тепловой эффект** реакции  $A + B = V$ ,

используя энергетическую диаграмму:

- 1) 150      2) 75      3) 25      4) 125

(для прямой или обратной реакции величина энергии активации больше?)



3. Температурный коэффициент реакции равен 2. При изменении температуры от  $-30^{\circ}\text{C}$  до  $+10^{\circ}\text{C}$  скорость реакции (приведите полное решение задачи):

- 1) увеличится в 8 раз                      2) увеличится в 16 раз  
3) уменьшится в 8 раз                      4) уменьшится в 16 раз

4. В гомогенной системе  $2\text{SO}_2 + \text{O}_2 \leftrightarrow 2\text{SO}_3$  равновесные концентрации  $\text{SO}_2$ ,  $\text{O}_2$  и  $\text{SO}_3$  соответственно равны 0,4; 0,3 и 0,8 моль/л. Рассчитайте **константу равновесия** процесса (приведите полное решение задачи):

- 1) 6,3                      2) 10                      3) 13,3                      4) 26,7

5. **Природа** реагирующих веществ влияет на:

- 1) скорость химической реакции      2) энергию активации  
3) тепловой эффект реакции            4) константу равновесия

(дайте определение понятия энергия активации и теплового эффекта реакции)

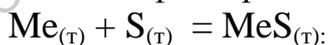
\*\*\*

1. Сущность действия **катализатора**:

- 1) увеличение энергии активации  
2) снижение энергии активации  
3) возрастание теплового эффекта реакции  
4) уменьшение теплового эффекта реакции

(какие вещества называют катализаторами? В чем заключается сущность действия катализатора?)

2. Укажите факторы, которые **не влияют** на скорость реакции



- 1) температура                              2) площадь соприкосновения веществ  
3) давление                                    4) объем реакционного сосуда

(дайте определение понятия скорость химической реакции)

3. При повышении температуры на  $50^{\circ}\text{C}$  скорость реакции увеличилась в 243 раза. Укажите величину **температурного коэффициента** реакции (приведите полное решение задачи):

- 1) 2                      2) 3                      3) 2,5                      4) 4

4. В гомогенной системе  $2SO_2 + O_2 \leftrightarrow 2SO_3$  равновесные концентрации  $SO_2$ ,  $O_2$  и  $SO_3$  соответственно равны 0,4; 0,3 и 0,8 моль/л. Укажите **исходные** концентрации  $SO_2$  и  $O_2$  (*приведите полное решение задачи*):

- 1) 2 и 0,7      2) 1,2 и 0,7      3) 1,2 и 1,1      4) 0,8 и 1,1

5. Увеличение числа активных частиц в реакционной системе обусловлено:

- 1) повышением температуры      2) понижением температуры  
3) введением катализатора      4) увеличением концентрации реагирующих веществ

(какие частицы называют активными?)

\*\*\*

1. Какие факторы влияют на скорость химической реакции, но **не влияют** на смещение химического равновесия:

- 1) концентрация исходных веществ      2) температура  
3) природа реагирующих веществ      4) катализатор

(какое состояние системы называют «химическое равновесие»?)

2. Для какого процесса повышение давления и понижение температуры в системе приводит к увеличению выхода **продуктов** прямой реакции?

- 1)  $2H_2O \leftrightarrow 2H_2 + O_2 + Q$       2)  $N_2 + 3H_2 \leftrightarrow 2NH_3 + Q$   
3)  $H_2 + I_2 \leftrightarrow 2HI - Q$       4)  $N_2 + O_2 \leftrightarrow 2NO - Q$

(приведите формулировку принципа Ле Шателье)

3. Химическое равновесие - это состояние системы, при котором:

- 1) реакция прошла до конца, концентрации веществ постоянны  
2) реакции продолжаются во взаимно противоположных направлениях, концентрации веществ постоянны  
3) реакции протекают во взаимно противоположных направлениях, концентрации веществ изменяются  
4) реакции продолжаются во взаимно противоположных направлениях, концентрации веществ одинаковы

4. При температуре  $30^\circ C$  реакция протекает за 20 минут (температурный коэффициент равен 2). **Время реакции** при  $60^\circ C$  равно (мин.) (*приведите полное решение задачи*):

- 1) 2,5      2) 3,3      3) 120      4) 160

5. Во сколько раз следует увеличить **давление** в системе  $N_2 + 3H_2 \leftrightarrow 2NH_3$ , чтобы скорость химической реакции увеличилась в 10000 раз? (*приведите полное решение задачи*)

- 1) 5      2) 10      3) 40      4) 50

\*\*\*

1. Выражение для скорости реакции  $CaCO_3 = CaO + CO_2$  (*укажите агрегатное состояние исходного реагента*):

- 1)  $u = k[CaCO_3]$       2)  $u = k$       3)  $u = k[CaO][CO_2]$       4) не знаю

2. Реакция  $A + 2B = AB_2$  протекает в две стадии с различными скоростями:

- $A + B = AB$  (быстрая стадия)       $AB + B = AB_2$  (медленная стадия)

Скорость **суммарной** реакции определяется:

- 1) скоростью быстрой стадии      2) скоростью медленной стадии  
3) нет данных для однозначного ответа      4) не знаю



\*\*\* **Растворимость** вещества зависит от природы растворенного вещества и растворителя; от температуры; давления (для газов); присутствия других растворенных веществ.

\*\*\* **Полярные** растворители – вещества с полярными молекулами; растворяют вещества с **полярными** связями в молекулах и вещества с ионной структурой; **неполярные** растворители хорошо растворяют **неполярные** вещества; в **воде** растворяются **полярные** органические вещества (альдегиды, спирты, кетоны), т.к. молекулы воды образуют полярные связи с полярными функциональными группами этих веществ.

\*\*\* **Тепловой эффект** образования раствора может быть как положительным, так и отрицательным или равным нулю; это зависит от природы растворимого вещества и природы растворителя. Если процесс растворения **экзотермический**, то повышение температуры приводит к уменьшению растворимости вещества; а если процесс растворения **эндотермический**, то повышение температуры вызывает увеличение растворимости вещества;

\*\*\* **Концентрация вещества** – величина, измеряемая количеством (массой) растворенного вещества, содержащегося в определенной массе или объеме растворителя.

\*\*\* **Насыщенный раствор** – раствор, содержащий при данной температуре максимальное количество растворенного вещества и находящийся в равновесии с избытком растворимого вещества.

\*\*\* **Ненасыщенный раствор** – раствор с меньшей концентрацией, чем насыщенный.

\*\*\* **Пересыщенный раствор** – раствор, концентрация которого выше, чем насыщенного.





\*\*\* **Сильные электролиты:** К сильным электролитам относятся все соли и некоторые органические (трихлоруксусная) и неорганические кислоты (серная, азотная). Растворы основных гидроксидов щелочных и щелочноземельных металлов; несмотря на малую растворимость в воде гидроксиды кальция, стронция и бария являются сильными электролитами, т.к. та часть, которая растворилась в воде, полностью распадается на ионы.



\*\*\* **Неэлектролиты** – вещества, водные растворы которых не проводят электрический ток.



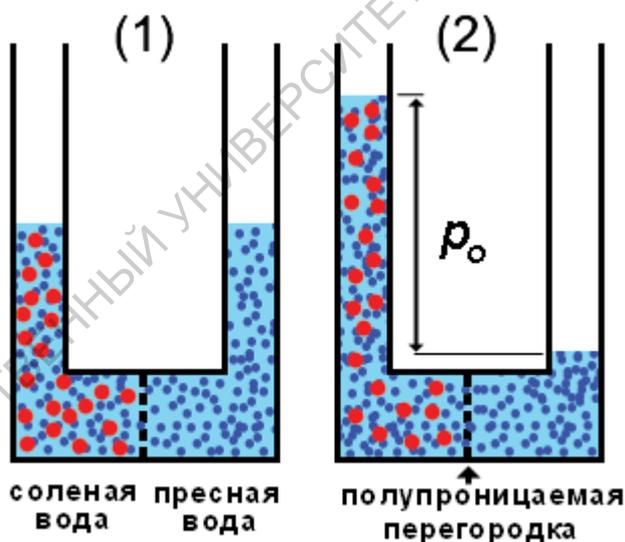
\*\*\* **Осмоз** – самопроизвольный переход растворителя в раствор, отделенный от него полупроницаемой мембраной.



\*\*\* **Электролиты** – вещества, водные растворы которых проводят электрический ток.



\*\*\* **Осмотическое давление** – давление, которое нужно приложить к раствору для предотвращения явления осмоса.



$p_0$  – осмотическое давление



\*\*\* **Электролитическая диссоциация** – это самопроизвольный процесс распада вещества на ионы под воздействием полярных молекул растворителя.



\*\*\* **Степень диссоциации** – отношение числа распавшихся на ионы молекул к общему числу молекул растворенного вещества.



\*\*\* **Константа диссоциации** – количественная характеристика электролитической диссоциации как обратимого процесса.



\*\*\* Чем больше значение константы диссоциации, тем легче электролит распадается на ионы, тем больше ионов в растворе и тем сильнее электролит.



\*\*\* Константа диссоциации *зависит от природы электролита и растворителя, от температуры*. В отличие от степени диссоциации константа диссоциации *не зависит от концентрации* раствора.



\*\*\* У элементов одной группы при одной и той же степени окисления сверху вниз увеличиваются эффективные заряды центральных атомов, что приводит к уменьшению силы кислот:  $H_2SO_3 > H_2SeO_3 > H_2TeO_3$ .



\*\*\* Реакции **ионного обмена** в растворах протекают с наибольшей скоростью; равновесие всегда смещено в сторону образования более слабого электролита. В осадок в первую очередь выпадает вещество с наименьшей растворимостью, т.е. с наименьшим значением ПР



\*\*\* **Произведение растворимости** – постоянная величина, равная произведению концентраций ионов соли в степенях, равных стехиометрическим коэффициентам в уравнении диссоциации.



\*\*\* **Гидролиз соли** – взаимодействие соли с молекулами воды, приводящее к образованию малодиссоциированных соединений.



\*\*\* **Константа гидролиза** – величина, равная отношению ионного произведения воды к константе слабого электролита, образующегося в результате гидролиза.



\*\*\* **Степень гидролиза** – отношение количества гидролизованного вещества к общему количеству растворенного вещества. Растворы солей, среда которых имеет кислотную или щелочную среду в результате процесса гидролиза, проявляют кислотные или основные свойства.



\*\*\* При взаимодействии растворов солей с *противоположным типом гидролиза* происходит взаимное **усиление гидролиза**.



\*\*\* Растворимые в воде **основные** и **кислые** соли подвергаются гидролизу в меньшей степени, чем средние соли.



\*\*\* **Вода** – слабый электролит. Ее  $K_d$  составляет всего  $1,83 \cdot 10^{-16}$ . При диссоциации двух молекул воды образуются ион гидроксония ( $H_3O^+$ ) и гидроксил-анион ( $OH^-$ ). Часто вместо иона гидроксония говорят о катионах водорода ( $H^+$ ).



**Ионное произведение ( $K_w$ )** – постоянная величина, получаемая в результате следующих расчетов:

$$K_d(H_2O) = \frac{[H^+][OH^-]}{[H_2O]}; K_d \cdot [H_2O] = K_w = [H^+][OH^-] = 10^{-14}$$

В связи с этим в дистиллированной воде концентрации ионов водорода и гидроксил-анионов равны  $10^{-7}$ . Для удобства записи используют **водородный (рН)** и **гидроксильный (рОН)** показатели.

$$pH = -\lg [H^+]$$

$$pOH = -\lg [OH^-]$$

$$pH + pOH = 14$$

В дистиллированной воде  $pH = pOH = 7$  (среда раствора – **нейтральная**). Если рН водного раствора меньше 7, то в растворе преобладают ионы  $H^+$ , значит среда раствора – **кислая**. Если же рН больше 7, то в растворе преобладают ионы  $OH^-$ , и среда раствора – **щелочная**.

\*\*\*

1. Какие вещества хорошо растворимы в **бензоле** (*используйте правило подобное растворяется в подобном*)?

- 1)  $C_6H_{14}$       2)  $K_2SO_4$       3)  $HNO_3$       4)  $Br_2$

2. **Степень диссоциации** уксусной кислоты в её водном растворе можно повысить (*дайте определение понятия электролитическая диссоциация*):

- 1) добавив в раствор кислоту      2) добавив в раствор воду  
3) повысив температуру раствора      4) добавив щёлочи

3. рН раствора **гидроксида калия** равно 11. Какова концентрация щёлочи в растворе? (*приведите решение задачи*)

- 1)  $1 \cdot 10^{-3}$       2)  $1 \cdot 10^{-11}$       3)  $1 \cdot 10^3$       4)  $1 \cdot 10^{11}$

4. Определите массовую долю (%) азотной кислоты в растворе, полученном при сливании 0,2 л 18%-ого раствора с  $\rho = 1,1$  г/мл и 180 г 45%-ого раствора (*приведите решение задачи*).

- 1) 23      2) 28      3) 30      4) 31,5

5. Укажите соль, которая гидролизуеться по **аниону**, напишите уравнение реакции гидролиза в молекулярном и ионном виде (*по формуле вещества, определите силу кислоты и основания, при взаимодействии которых образуется данная соль*):

- 1)  $Ba(NO_3)_2$       2)  $CH_3COONa$       3)  $CH_3COONH_4$       4)  $NH_4NO_3$

\*\*\*

1. Растворимость  $K_2Cr_2O_7$  в воде составляет 12,5 г при  $20^{\circ}C$ ; 18,2 г при  $30^{\circ}C$ ; 25,9 г при  $40^{\circ}C$  на 100 г воды. К какому типу процессов следует отнести растворение этой соли в воде? (какое равновесие существует в насыщенном растворе? Как влияет температура на растворимость вещества?)
  - 1) экзотермическому
  - 2) эндотермическому
  - 3) атермическому
  - 4) не знаю
2. Какие факторы влияют на степень электролитической диссоциации? (дайте определение понятия электролитическая диссоциация)
  - 1) температура
  - 2) концентрация растворённого вещества
  - 3) природа растворителя
  - 4) природа растворённого вещества
3. У какого из растворов наибольшее значение pH? (как взаимосвязаны между собой величины pH и pOH?)
  - 1)  $[H^+] = 1 \cdot 10^{-7}$  моль/л
  - 2)  $[OH^-] = 1 \cdot 10^{-4}$  моль/л
  - 3)  $[OH^-] = 5 \cdot 10^{-8}$  моль/л
  - 4)  $[OH^-] = 5 \cdot 10^{-10}$  моль/л
4. Определите массу воды (в граммах), которую необходимо выпарить из 235,3 мл 9%-ого раствора сульфата натрия ( $\rho = 1,105$  г/мл), чтобы получить 15%-ный раствор (приведите решение задачи).
  - 1) 15,6
  - 2) 18,3
  - 3) 104
  - 4) 156
5. В водных растворах каких солей среда щелочная? Укажите тип гидролиза. Составьте уравнения гидролиза в молекулярном и ионном виде (по формуле вещества определите силу кислоты и основания, при взаимодействии которых образуется данная соль):
  - 1) ортофосфат натрия
  - 2) сульфид калия
  - 3) хлорид алюминия
  - 4) нитрат калия

\*\*\*

1. Какие факторы свидетельствуют о химизме процесса растворения? (дайте определение понятия диффузия)
  - 1) диффузия
  - 2) тепловой эффект
  - 3) изменение окраски раствора
  - 4) объёмный эффект
2. Какие электролиты при диссоциации в водном растворе образуют ионы водорода? (напишите уравнения диссоциации всех соединений)
  - 1) гидроксид калия
  - 2) соляная кислота
  - 3) гидрокарбонат натрия
  - 4) хлорид кальция
3. Какова концентрация (моль/л) сульфат-ионов в 0,01 М растворе сульфата железа (III)? (напишите уравнение диссоциации и приведите решение задачи)
  - 1) 0,01
  - 2) 0,02
  - 3) 0,3
  - 4) 0,03
4. ПР  $CaCO_3$  равно  $1 \cdot 10^{-8}$ . Определите растворимость этой соли в моль/л (приведите решение задачи)
  - 1)  $1 \cdot 10^{-1}$
  - 2)  $1 \cdot 10^{-2}$
  - 3)  $1 \cdot 10^{-4}$
  - 4)  $1 \cdot 10^{-8}$
5. В водном растворе какой соли фенолфталеин малиновый? Напишите уравнение гидролиза в молекулярном и ионном виде, Укажите тип гидролиза (по формуле вещества определите силу кислоты и основания, при взаимодействии которых образуется данная соль):

- 1) хлорид кальция  
2) нитрат бария  
3) сульфид натрия  
4) сульфат натрия

\*\*\*

1. Какие из перечисленных пар веществ **неограниченно** смешиваются друг с другом?

- 1) вода + бензол  
2) вода + этиловый спирт  
3) вода + сахароза  
4) гексан + гептан

2. Какие пары ионов, формулы которых приведены ниже, можно использовать при составлении молекулярных уравнений, которым отвечает сокращённое ионное  $CO_3^{2-} + 2H^+ = H_2O + CO_2$ ? (для обоснованного ответа приведите соответствующие уравнения реакций)

- 1)  $K^+$  и  $S^{2-}$     2)  $Na^+$  и  $NO_3^-$     3)  $NH_4^+$  и  $Cl^-$     4)  $Ca^{2+}$  и  $SO_4^{2-}$

3. Если в растворе увеличивается концентрация **ионов водорода**, то:

- 1) pH раствора увеличивается  
2) раствор становится менее кислым  
3) pH раствора уменьшается  
4) раствор становится более кислым

4. На сколько градусов повысится температура кипения раствора, если в 100г воды растворить 9 г глюкозы  $C_6H_{12}O_6$  ( $E=0,52$ )? (приведите решение задачи)

- 1) 0,13                      2) 0,52                      3) 0,26                      4) 0,72

5. В водных растворах каких солей среда **нейтральная** или близка к нейтральной? Напишите уравнения гидролиза в молекулярном и ионном виде. Укажите тип гидролиза (по формуле вещества определите силу кислоты и основания, при взаимодействии которых образуется данная соль):

- 1) карбонат натрия  
2) ацетат аммония  
3) нитрат кальция  
4) хлорид цинка

\*\*\*

1. При растворении **твёрдых** веществ энергия:

- 1) всегда поглощается  
2) может поглощаться или выделяться  
3) всегда выделяется  
4) не выделяется и не поглощается

(от каких факторов зависит общий тепловой эффект процесса растворения твёрдого веществ в жидкости?)

2. В каких группах приведены формулы веществ, все из которых являются **сильными** электролитами? (дайте определение понятия **сильные электролиты**)

- 1)  $CH_3COOH, MgCl_2, KOH$   
2)  $H_2S, H_2SO_4, H_2SO_3$   
3)  $HI, HCl, HNO_3$   
4)  $HClO_4, CsI, NH_4NO_3$

3. Укажите растворы, которые являются **кислыми** (при каком значении pH раствор называют кислым?):

- 1)  $[H^+] = 1 \cdot 10^{-9}$  моль/л  
2)  $[OH^-] = 3 \cdot 10^{-3}$  моль/л  
3)  $[H^+] = 1 \cdot 10^{-3}$  моль/л  
4)  $[OH^-] = 9,4 \cdot 10^{-9}$  моль/л

4. В насыщенном растворе хромата серебра ( $Ag_2CrO_4$ ) концентрация хромат-ионов равна  $1 \times 10^{-4}$ . Определите ПР этой соли (приведите решение задачи).

- 1)  $1 \cdot 10^{-8}$                       2)  $1 \cdot 10^{-10}$                       3)  $4 \cdot 10^{-12}$                       4)  $1 \cdot 10^{-16}$

5. При гидролизе каких солей образуются **основные** соли? Составьте уравнения гидролиза в молекулярном и ионном виде. Укажите тип гидролиза (*по формуле вещества определите силу кислоты и основания, при взаимодействии которых образуется данная соль*):

- |                   |                    |
|-------------------|--------------------|
| 1) хлорид аммония | 2) нитрат цинка    |
| 3) ацетат кальция | 4) хлорид алюминия |

\*\*\*

1. **Растворимость** веществ зависит от:

- |                         |                          |
|-------------------------|--------------------------|
| 1) их природы           | 2) для газов от давления |
| 3) природы растворителя | 4) температуры           |

2. Укажите схемы реакций, которые в водном растворе протекают практически **необратимо** (*напишите уравнения химических реакций и укажите признаки необратимости*):

- |  |   |
|--|---|
| 1) $\text{KHS} + \text{HCl} \rightarrow$               | 2) $\text{NaHCO}_3 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow$ |
| 3) $\text{Cu}(\text{OH})_2 + \text{HNO}_3 \rightarrow$ | 4) $\text{KNO}_3 + \text{HCl} \rightarrow$              |

3. Чему равна концентрация (моль/л) катионов водорода в растворе питьевой соды, если  $\text{pH}=8,5$ ? (*приведите решение задачи*)

- |               |                |               |                |
|---------------|----------------|---------------|----------------|
| 1) $10^{8,5}$ | 2) $10^{-8,5}$ | 3) $10^{5,5}$ | 4) $10^{-5,5}$ |
|---------------|----------------|---------------|----------------|

4. Растворимость соли  $A_2B$  равна  $1 \times 10^{-3}$  моль/л. Определите ПР этого соединения (*приведите решение задачи*).

- |                      |                       |                      |                      |
|----------------------|-----------------------|----------------------|----------------------|
| 1) $4 \cdot 10^{-9}$ | 2) $1 \cdot 10^{-12}$ | 3) $1 \cdot 10^{-6}$ | 4) $4 \cdot 10^{-8}$ |
|----------------------|-----------------------|----------------------|----------------------|

5. При гидролизе каких солей образуются **кислые** соли? Напишите уравнения гидролиза в молекулярном и ионном виде. Укажите тип гидролиза, среду раствора (*по формуле вещества определите силу кислоты и основания, при взаимодействии которых образуется данная соль*):

- |                 |                   |
|-----------------|-------------------|
| 1) фторид калия | 2) нитрит натрия  |
| 3) фосфат калия | 4) сульфид натрия |

\*\*\*

1. При небольшом увеличении давления растворимость газов в воде:

- |               |                |                  |
|---------------|----------------|------------------|
| 1) возрастает | 2) уменьшается | 3) не изменяется |
|---------------|----------------|------------------|

2. Какие молекулярные уравнения, схемы которых приведены ниже, описываются одинаковыми сокращёнными ионными уравнениями? (*напишите уравнения химических реакций*)

- |  |  |
|--|--|
| 1) $\text{KOH} + \text{HCl} \rightarrow$               | 2) $\text{Ba}(\text{OH})_2 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow$ средняя соль |
| 3) $\text{Ba}(\text{OH})_2 + \text{HNO}_3 \rightarrow$ | 4) $\text{KOH} + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow$ средняя соль             |

3. Какой раствор имеет **наименьшее** значение  $\text{pH}$ ? (*какая количественная характеристика отвечает за силу гидроксидов?*)

- |                  |                             |                             |   |
|------------------|-----------------------------|-----------------------------|---|
| 1) $\text{NaOH}$ | 2) $\text{Fe}(\text{OH})_3$ | 3) $\text{Ba}(\text{OH})_2$ | 4) $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ |
|------------------|-----------------------------|-----------------------------|---|

4. Раствор, содержащий 6 г. вещества (неэлектролита) и 25 г. воды, замерзает при  $-2,79^\circ\text{C}$  ( $K=1,86$ ). Какова молекулярная масса вещества? (*приведите решение задачи*)

- |        |        |        |        |
|--------|--------|--------|--------|
| 1) 120 | 2) 160 | 3) 200 | 4) 240 |
|--------|--------|--------|--------|

5. Лакмус окрашивает в **красный** цвет раствор только второй соли для набора:

- 1) хлорид меди (II), хлорид алюминия
- 2) сульфат цезия, сульфат натрия
- 3) сульфат цинка, нитрат бария
- 4) сульфат натрия, сульфат железа (III)

Для выбранного варианта ответа напишите уравнения гидролиза, укажите тип гидролиза (*по формуле вещества определите силу кислоты и основания, при взаимодействии которых образуется данная соль*).

\*\*\*

1. Какие из перечисленных соединений плохо растворимы в воде? (*как по формуле вещества предсказать его растворимость в воде?*)

- 1)  $\text{HNO}_3$
- 2)  $\text{Br}_2$
- 3)  $\text{C}_4\text{H}_{10}$
- 4)  $\text{NaCl}$

2. Укажите схему **неосуществимой** в водном растворе реакции (*для обоснованного ответа напишите уравнения осуществимых процессов*):

- 1)  $\text{KHCO}_3 + \text{Ca}(\text{OH})_2 \rightarrow$
- 2)  $\text{Al}(\text{OH})_3 + \text{Ba}(\text{OH})_2 \rightarrow$
- 3)  $\text{KCl} + \text{Na}_2\text{SiO}_3 \rightarrow$
- 4)  $\text{NaHS} + \text{NaOH} \rightarrow$

3. Определите **pH** 0,001 М раствора уксусной кислоты, степень диссоциации = 10% (0,1) (*приведите решение задачи*)

- 1) 4
- 2) 10
- 3) 6
- 4) 3

4. Диэтиловый эфир кипит при  $35^\circ\text{C}$ . При какой температуре закипит раствор 7,8 г бензола в 50 г эфира ( $E=2,12$ )? (*приведите решение задачи*)

- 1) 36,64
- 2) 38,12
- 3) 39,24
- 4) 40,16

5. В водных растворах каких солей среда **кислая**?

- 1) карбонат калия
- 2) хлорид меди (II)
- 3) нитрат железа (III)
- 4) бромид кальция

Напишите уравнения гидролиза в молекулярном и ионном виде. Укажите тип гидролиза (*по формуле вещества определите силу кислоты и основания, при взаимодействии которых образуется данная соль*)

\*\*\*

1. Какие из перечисленных соединений хорошо растворимы в воде? (*какие вещества хорошо растворяются в воде?*)

- 1)  $\text{AlCl}_3$
- 2)  $\text{NH}_3$
- 3)  $\text{C}_7\text{H}_{16}$
- 4)  $\text{Cl}_2$

2. Какие уравнения реакций, схемы которых приведены ниже, описываются одинаковым сокращённым ионным уравнением? (*для выбранного варианта ответа напишите уравнения реакций в молекулярном и ионном виде*)

- 1)  $\text{CuCl}_2 + 2\text{KOH} \rightarrow$
- 2)  $\text{CuCl}_2 + \text{H}_2\text{S} \rightarrow$
- 3)  $\text{CuSO}_4 + 2\text{NaOH} \rightarrow$
- 4)  $\text{Cu}(\text{OH})_2 + 2\text{HCl} \rightarrow$

3. Концентрация хлорид-ионов в водном растворе **хлорида алюминия** равна 0,06 моль/л. Чему равна концентрация соли? (*напишите уравнение диссоциации соли и полное решение задачи*)

- 1) 0,06
- 2) 0,04
- 3) 0,03
- 4) 0,02

4. Вычислите ПР  $PbBr_2$  при  $25^{\circ}C$ , если растворимость этой соли при  $25^{\circ}C$  равна  $1,32 \times 10^{-2}$  моль / л ? (приведите полное решение задачи)

- 1)  $9,2 \cdot 10^{-6}$       2)  $1,7 \cdot 10^{-4}$       3)  $2,6 \cdot 10^{-8}$       4)  $1,3 \cdot 10^{-2}$

5. Кислый раствор образуется при растворении в воде:

- 1)  $Na_2SO_3$       2)  $Fe(NO_3)_3$       3)  $AlCl_3$       4)  $CH_3COONH_4$

Напишите уравнения гидролиза в молекулярном и ионном виде. Укажите тип гидролиза (по формуле вещества определите силу кислоты и основания, при взаимодействии которых образуется данная соль)

\*\*\*

1. Какие из перечисленных соединений хорошо растворимы в неполярных растворителях? (какие растворители называют неполярными?)

- 1)  $C_7H_{16}$       2)  $Na_2CO_3$       3)  $HCl$       4)  $I_2$

2. Какое сокращённое ионное уравнение отвечает взаимодействию водных растворов гидрокарбоната калия и гидроксида калия? (для обоснованного ответа напишите уравнение реакции взаимодействия указанных веществ)

- 1)  $HCO_3^- + OH^- = CO_3^{2-} + H_2O$       2)  $H^+ + OH^- = H_2O$   
3)  $CO_3^{2-} + 2H^+ = H_2O + CO_2$       4)  $KHCO_3 + OH^- = K^+ + CO_3^{2-} + H_2O$

3. Чему равен рН 0,01 М раствора серной кислоты? (приведите решение задачи)

- 1) 1      2) 3      3) 4      4) 2

4. При какой температуре будет замерзать раствор, содержащий 27 г глюкозы  $C_6H_{12}O_6$  в 100 г воды ( $K=1,86$ )? (приведите полное решение задачи)

- 1)  $-0,279$       2)  $-2,79$       3)  $+2,79$       4)  $+0,279$

5. Укажите соль, которая гидролизуеться по катиону:

- 1)  $KBr$       2)  $Ca(NO_3)_2$       3)  $NH_4Cl$       4)  $NaClO_4$

Напишите уравнение гидролиза в молекулярном и ионном виде, (по формуле вещества определите силу кислоты и основания, при взаимодействии которых образуется данная соль)

## 7. ОКИСЛИТЕЛЬНО-ВОССТАНОВИТЕЛЬНЫЕ РЕАКЦИИ

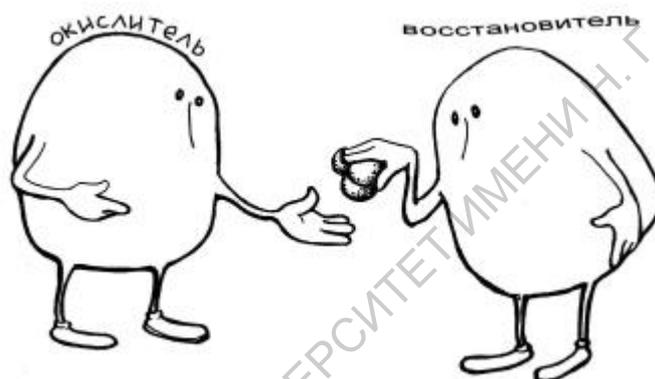
Это нужно  
знать ...

\*\*\* **Окислительно-восстановительные реакции (ОВР)** – реакции, которые протекают с изменением степени окисления элементов, входящих в состав реагирующих веществ.

\*\*\* **Степень окисления элемента** – условный заряд атома, возникающий за счёт отдачи или присоединения электронов в ионных соединениях или за счёт оттягивания электронных пар к более электроотрицательному атому в соединениях с ковалентной полярной связью.

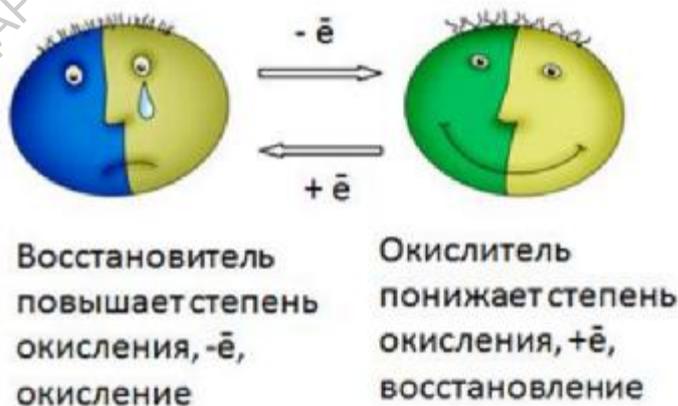
\*\*\* **Окисление** – процесс отдачи атомом, молекулой или ионом электронов, сопровождающийся увеличением степени окисления элемента.

\*\*\* **Восстановление** – процесс присоединения электронов атомом, молекулой или ионом, сопровождающийся понижением степени окисления элемента.



\*\*\* **Окислители** – атомы, молекулы или ионы, которые принимают электроны, восстанавливаются.

\*\*\* **Восстановители** – атомы, молекулы или ионы, которые отдают электроны, окисляются.



\*\*\* **Основное правило метода электронного баланса** – число электронов, отданных восстановителем, должно быть равно числу электронов, принятых окислителем.



\*\*\* **Межмолекулярные ОВР** – окислитель и восстановитель находятся в разных молекулах; можно особо выделить реакции *компропорционирования* (*синпропорционирования, конмутации*), в которых окислителем и восстановителем являются атомы одного и того же элемента, но входящие в состав разных соединений. Ранее такие реакции называли реакциями *усреднения*.



\*\*\* **Внутримолекулярные ОВР**: окислитель и восстановитель входят в состав одной и той же молекулы; особо выделяют реакции *диспропорционирования* (*дисмутации*), в которых окислителем и восстановителем являются атомы одного и того же элемента, находящегося в одинаковой промежуточной степени окисления.



\*\*\* **Стандартный окислительно-восстановительный потенциал ( $E^\circ$ )** – потенциал окислительно-восстановительной системы, измеренный по отношению к обратному водородному электроду. Чем выше алгебраическая величина стандартного потенциала, тем сильнее данное вещество как окислитель. И наоборот, чем ниже – тем сильнее восстановитель.



\*\*\* **Стандартная электродвижущая сила реакции (ЭДС)** – разность стандартных потенциалов окислителя и восстановителя. Если  $E_{ок.}^0 - E_{восст.}^0 > 0,4 \text{ В}$ , ОВР протекает практически необратимо в прямом направлении. Если же разность потенциалов находится в интервале от  $-0,4 \text{ В}$  до  $+0,4 \text{ В}$ , то в стандартных условиях реакция протекает в малой степени. Для проведения таких реакций применяют *нагревание* реакционной смеси, используют *концентрированные растворы* окислителей и восстановителей, один из реагентов берут в избытке (а еще лучше, если это возможно, в виде твердого вещества или газа). При этом потенциал окислителя увеличивается, а потенциал восстановителя уменьшается, что приводит к возрастанию разности потенциалов и увеличению степени протекания реакции в прямом направлении.



\*\*\* Следует отметить, что высшая степень окисления центрального атома кислоты не всегда обуславливает проявление сильных окислительных свойств. Например,  $\text{H}_3\text{PO}_4$ ,  $\text{H}_2\text{WO}_4$ ,  $\text{H}_2\text{SO}_4$ (разб),  $\text{H}_2\text{CO}_3$  и кремниевые кислоты окислительных свойств в растворах практически не проявляют.



\*\*\* Рассмотрим изменение окислительной способности в ряду кислородсодержащих кислот хлора. Казалось бы, с увеличением степени окисления атома хлора должна увеличиваться способность к присоединению электронов. В действительности окислительные свойства **увеличиваются в обратном порядке**:  $\text{HClO} > \text{HClO}_2 > \text{HClO}_3 > \text{HClO}_4$ .

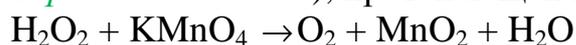
Связано это с тем, что в процессе восстановления должно происходить отщепление атомов кислорода, которое происходит тем труднее, чем выше степень окисления атома хлора.

### Окислительно-восстановительная характеристика анионов

<i>Анион</i>	<i>Окислительно-восстановительные свойства</i>
Хлорид-ион ( $\text{Cl}^-$ )	Восстановительные свойства в составе концентрированной соляной кислоты; при электролизе в расплаве и растворе
Бромид-ион ( $\text{Br}^-$ ) Иодид-ион ( $\text{I}^-$ )	Восстановительные свойства
Сульфид-ион ( $\text{S}^{2-}$ )	Восстановительные свойства
Сульфит-ион ( $\text{SO}_3^{2-}$ )	Окислительно-восстановительная двойственность, восстановительные свойства преобладают
Сульфат-ион ( $\text{SO}_4^{2-}$ )	Окислительные свойства проявляются в концентрированной серной кислоте и при сплавлении солей с сильными восстановителями: $\text{BaSO}_4 + 4\text{C} = \text{BaS} + 4\text{CO}$
Нитрат-ион ( $\text{NO}_3^-$ )	Окислительные свойства в составе кислоты и солей
Нитрит-ион ( $\text{NO}_2^-$ )	Окислительно-восстановительная двойственность, окислительные и восстановительные свойства выражены в равной степени в составе солей
Фосфат-ион ( $\text{PO}_4^{3-}$ )	В растворах не проявляет окислительно-восстановительных свойств. Окислительные свойства проявляются при сплавлении солей с сильными восстановителями: $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2 + 5\text{C} + 3\text{SiO}_2 = 3\text{CaSiO}_3 + 2\text{P} + 5\text{CO}$
Карбонат-ион ( $\text{CO}_3^{2-}$ )	Не проявляет окислительно-восстановительных свойств.
Гипохлорит-ион ( $\text{ClO}^-$ )	Сильные окислительные свойства в составе кислоты и солей
Хлорит-ион ( $\text{ClO}_2^-$ )	Окислительно-восстановительная двойственность, в большей степени характерны окислительные свойства
Хлорат-ион ( $\text{ClO}_3^-$ )	Окислительно-восстановительная двойственность, в большей степени характерны окислительные свойства
Перхлорат-ион ( $\text{ClO}_4^-$ )	Окислительные свойства проявляются в малой степени
Перманганат-ион ( $\text{MnO}_4^-$ )	Окислительные свойства, наиболее сильно проявляются в кислой среде
Манганат-ион ( $\text{MnO}_4^{2-}$ )	Окислительно-восстановительная двойственность
Дихромат-ион ( $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ ) Хромат-ион ( $\text{CrO}_4^{2-}$ )	Окислительные свойства, наиболее сильно проявляются в кислой среде

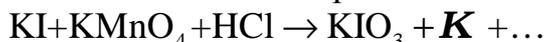


4. Укажите значение коэффициента перед **восстановителем** в реакции (*используйте метод электронного баланса*), протекающей по схеме:



- 1) 2                      2) 3                      3) 5                      4) 8

5. Составьте уравнение реакции, *используя метод электронного баланса*, и укажите сколько формульных **единиц** соляной кислоты необходимо для протекания окислительно-восстановительного процесса:



\*\*\*

1. Отметьте процессы **окисления** (*дайте определение понятия процесса окисления*):

- 1)  $\text{Cr}(\text{OH})_3 + 5\text{OH}^- = (\text{CrO}_4)^{2-} + 4\text{H}_2\text{O}$       2)  $(\text{ClO}_2)^- + 2\text{OH}^- = (\text{ClO}_3)^- + \text{H}_2\text{O}$   
3)  $(\text{ZnO}_2)^{2-} + 2\text{H}_2\text{O} = \text{Zn} + 4\text{OH}^-$       4)  $(\text{HPO}_4)^{2-} + \text{H}^+ = (\text{H}_2\text{PO}_4)^-$

2. Какие из указанных галогенов можно применять для **окисления** манганата калия до перманганата калия? (*как по значениям стандартных потенциалов можно определить направление реакции? Рассчитайте ЭДС реакции*)

$$E^0_{\text{MnO}_4^-/\text{MnO}_4^{2-}} = 0,56\text{В}$$

- 1)  $E^0_{\text{Cl}_2/2\text{Cl}^-} = 1,36\text{В}$       2)  $E^0_{\text{Br}_2/2\text{Br}^-} = 1,08\text{В}$       3)  $E^0_{\text{I}_2/2\text{I}^-} = 0,53\text{В}$

3. Напишите уравнение реакции, *используя метод электронного баланса, укажите окислитель и восстановитель*, и подсчитайте сумму коэффициентов в **левой** части:  $\text{Zn} + \text{HNO}_3 \rightarrow \text{NH}_4\text{NO}_3 + \dots$

- 1) 4                      2) 14                      3) 10                      4) 12

4. Укажите значение коэффициента перед **восстановителем** в реакции (*используйте метод электронного баланса*), протекающей по схеме:



- 1) 5                      2) 8                      3) 10                      4) 12

*Возможно ли протекание реакции в прямом направлении в стандартных условиях?*

5. Расставьте коэффициенты в уравнении окислительно-восстановительной реакции *методом электронного баланса* и определите **наименьшее общее кратное** чисел отданных и принятых электронов для реакции, протекающей по схеме:  $\text{Cl}_2 + \text{H}_2\text{S} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{H}_2\text{SO}_4 + \text{HCl}$

\*\*\*

1. В каких парах оба вещества, формулы которых приведены ниже, проявляют **двойственные** окислительно-восстановительные свойства? (*как по степени окисления предсказать окислительно-восстановительные свойства вещества?*)

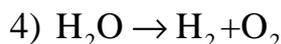
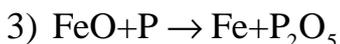
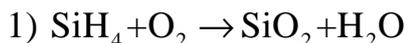
- 1)  $\text{KMnO}_4$  и  $\text{SO}_3$                       2) S и  $\text{HNO}_2$   
3)  $\text{SO}_2$  и  $\text{N}_2\text{O}_3$                       4)  $\text{H}_2\text{O}_2$  и HCl

2. Можно ли перманганатом калия **окислить** нитрат кобальта (II) в кислой среде? (*как по величине стандартного потенциала определить силу окислителя?*)

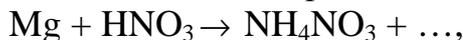


\*\*\*

1. Укажите схемы окислительно-восстановительных реакций (*укажите степени окисления элементов в соединениях*):



2. Для окислительно-восстановительной реакции, протекающей по схеме:



*укажите значения степеней окисления элемента окислителя до и после реакции (в восстановительной форме).*

1) +4 и +5

2) +5 и +5

3) +5 и -4

4) +5 и -3

3. Можно ли с помощью нитрата железа (III) **окислить** соляную кислоту до хлора? (*укажите вещество – окислитель и вещество – восстановитель*)

$$E_{\text{Fe}^{3+}/\text{Fe}^{2+}}^0 = 0,77\text{В}$$

$$E_{\text{Cl}_2/2\text{Cl}^-}^0 = 1,36\text{В}$$

1) да

2) нет

3) не знаю

4. Напишите уравнение реакции (*методом электронного баланса, укажите окислитель и восстановитель, величины стандартных потенциалов*) и подсчитайте сумму коэффициентов в **правой** части:



1) 11

2) 26

3) 9

4) 15

5. Для окислительно-восстановительной реакции, протекающей по схеме:



расставьте коэффициенты *методом электронного баланса* и определите **наименьшее общее кратное** чисел отданных и принятых электронов. *Рассчитайте ЭДС реакции, используя величины стандартных потенциалов.*

\*\*\*

1. Какие вещества обладают окислительно-восстановительной **двойственностью**? (*чем определяется возможность проявления как окислительных, так и восстановительных свойств одновременно?*)

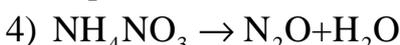
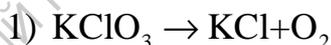
1)  $\text{NaNO}_2$

2)  $\text{H}_2$

3)  $\text{I}_2$

4)  $\text{H}_2\text{SO}_4$

2. Отметьте схемы реакций, в которых атомы окислителя и восстановителя находятся в составе **одного** и того же **вещества** (*напишите уравнения электронного баланса для каждой реакции*):



3. Можно ли **восстановить** сульфат железа (III) до сульфата железа (II) раствором  $\text{H}_2\text{SO}_3$ ?

$$E_{\text{Fe}^{3+}/\text{Fe}^{2+}}^0 = 0,77\text{В}$$

$$E_{\text{S}^{+6}/\text{S}^{+4}}^0 = 0,17\text{В}$$

1) да

2) нет

3) не знаю

4. Расставьте коэффициенты *методом электронного баланса* и подсчитайте сумму коэффициентов в **левой** части уравнения реакции, протекающей по схеме:





Периодическая таблица Д. И. Менделеева

Период	Ряд	ГРУППЫ ЭЛЕМЕНТОВ											
		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII				
1	1	(H)							H 1,00797 Водород	He 4,0026 Гелий	Обозначение элемента Атомный номер  Li 6,939 Литий  Относительная атомная масса		
2	2	Li 6,939 Литий	Be 9,0122 Бериллий	B 10,811 Бор	C 12,01115 Углерод	N 14,0067 Азот	O 15,9994 Кислород	F 18,9984 Фтор	Ne 20,179 Неон				
3	3	Na 22,9898 Натрий	Mg 24,305 Магний	Al 26,9815 Алюминий	Si 28,086 Кремний	P 30,9738 Фосфор	S 32,064 Сера	Cl 35,453 Хлор	Ar 39,948 Аргон				
4	4	K 39,102 Калий	Ca 40,08 Кальций	Sc 44,956 Скандий	Ti 47,90 Титан	V 50,942 Ванадий	Cr 51,996 Хром	Mn 54,9380 Марганец	Fe 55,847 Железо	Co 58,9330 Кобальт	Ni 58,71 Никель		
	5	Cu 63,546 Медь	Zn 65,37 Цинк	Ga 69,72 Галлий	Ge 72,59 Германий	As 74,9216 Мышьяк	Se 78,96 Селен	Br 79,904 Бром	Kr 83,80 Криптон				
5	6	Rb 85,47 Рубидий	Sr 87,62 Стронций	Y 88,905 Иттрий	Zr 91,22 Цирконий	Nb 92,906 Ниобий	Mo 95,94 Молибден	Tc [99] Технеций	Ru 101,07 Рутений	Rh 102,905 Родий	Pd 106,4 Палладий		
	7	Ag 107,868 Серебро	Cd 112,40 Кадмий	In 114,82 Индий	Sn 118,69 Олово	Sb 121,75 Сурьма	Te 127,60 Теллур	I 126,9044 Иод	Xe 131,30 Ксенон				
6	8	Cs 132,905 Цезий	Ba 137,34 Барий	La* 138,91 Лантан	Hf 178,49 Гафний	Ta 180,948 Тантал	W 183,85 Вольфрам	Re 186,2 Рений	Os 190,2 Осмий	Ir 192,2 Иридий	Pt 195,09 Платина		
	9	Au 196,967 Золото	Hg 200,59 Ртуть	Tl 204,37 Таллий	Pb 207,19 Свинец	Bi 208,980 Висмут	Po [210]* Полоний	At [210] Астат	Rn [222] Радон				
7	10	Fr [223] Франций	Ra [226] Радий	Ac** [227] Актиний	Rf [261] Резерфордий	Db [262] Дубний	Sg [263] Сиборгий	Bh [262] Борий	Hs [265] Хассий	Mt [266] Мейтнерий	Ds [271] Дармштадтий		
	11	Rg [272] Рентгений	Cn [285] Коперниций	Nh [286] Нихоний	Fl [286] Флеровий	Mc [288] Московский	Lv [293] Ливерморий	Ts [294] Теннессин	Og [294] Оганесон				

Лантаноиды**	58 Ce 140,12 Церий	59 Pr 140,907 Празеодим	60 Nd 144,24 Неодим	61 Pm [147]* Прометий	62 Sm 150,35 Самарий	63 Eu 151,96 Европий	64 Gd 157,25 Гадолиний	65 Tb 158,924 Тербий	66 Dy 162,50 Диспрозий	67 Ho 164,930 Гольмий	68 Er 167,26 Эрбий	69 Tm 168,934 Тулий	70 Yb 173,04 Иттербий	71 Lu 174,97 Лютеций
Актиноиды**	90 Th 232,038 Торий	91 Pa [231] Протактиний	92 U 238,03 Уран	93 Np [237] Нептуний	94 Pu [244] Плутоний	95 Am [243] Америций	96 Cm [247] Кюрий	97 Bk [247] Берклий	98 Cf [252]* Калифорний	99 Es [254] Эйнштейний	100 Fm [257] Фермий	101 Md [257] Менделеевий	102 No [259] Нобелий	103 Lr [260] Лоуренсий

САРАТОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

# РАСТВОРИМОСТЬ КИСЛОТ, СОЛЕЙ И ОСНОВАНИЙ В ВОДЕ

АНИОНЫ	КАТИОНЫ																					
	H <sup>+</sup>	Li <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup>	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	Ba <sup>2+</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Sr <sup>2+</sup>	Al <sup>3+</sup>	Cr <sup>3+</sup>	Fe <sup>2+</sup>	Fe <sup>3+</sup>	Ni <sup>2+</sup>	Co <sup>2+</sup>	Mn <sup>2+</sup>	Zn <sup>2+</sup>	Ag <sup>+</sup>	Hg <sup>2+</sup>	Pb <sup>2+</sup>	Sn <sup>2+</sup>	Cu <sup>2+</sup>
OH <sup>-</sup> ГИДРОКСИД		P	P	P	P	P	M	H	M	H	H	H	H	H	H	H	H	-	-	H	H	H
F <sup>-</sup> ФТОРИД	P	M	P	P	P	M	H	H	H	M	H	H	H	P	P	P	P	P	-	H	P	P
Cl <sup>-</sup> ХЛОРИД	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	H	P	M	P	P
Br <sup>-</sup> БРОМИД	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	H	M	M	P	P
I <sup>-</sup> ИОДИД	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	?	P	?	P	P	P	P	H	H	H	M	P
S <sup>2-</sup> СУЛЬФИД	P	P	P	P	P	-	-	-	H	-	-	H	-	H	H	H	H	H	H	H	H	H
HS <sup>-</sup> ГИДРОСУЛЬФИД	P	P	P	P	P	P	P	P	P	?	?	?	?	?	H	?	?	?	?	?	?	?
SO <sub>3</sub> <sup>2-</sup> СУЛЬФИТ	P	P	P	P	P	H	H	M	H	?	-	H	?	H	H	?	M	H	H	H	?	?
HSO <sub>3</sub> <sup>-</sup> ГИДРОСУЛЬФИТ	P	?	P	P	P	P	P	P	P	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?
SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> СУЛЬФАТ	P	P	P	P	P	H	M	P	H	P	P	P	P	P	P	P	P	M	-	H	P	P
HSO <sub>4</sub> <sup>-</sup> ГИДРОСУЛЬФАТ	P	P	P	P	P	?	?	?	-	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	H	?	?
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> НИТРАТ	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	-	P
NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> НИТРИТ	P	P	P	P	P	P	P	P	P	?	?	?	?	P	M	?	?	M	?	?	?	?
PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> ОРТОФОСФАТ	P	H	P	P	-	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H
HPO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> ГИДРООРТОФОСФАТ	P	?	P	P	P	H	H	M	H	?	?	H	?	?	?	?	H	?	?	?	M	H
H <sub>2</sub> PO <sub>4</sub> <sup>-</sup> ДИГИДРООРТОФОСФАТ	P	P	P	P	P	P	P	P	P	?	?	P	?	?	?	?	P	P	P	?	-	?
CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup> КАРБОНАТ	P	P	P	P	P	H	H	H	H	?	?	H	-	H	H	H	H	H	?	H	?	H
HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> ГИДРОКАРБОНАТ	P	P	P	P	P	P	P	P	P	?	?	P	?	?	?	?	?	?	?	P	?	?
CH <sub>3</sub> COO <sup>-</sup> АЦЕТАТ	P	P	P	P	P	P	P	P	P	-	P	P	-	P	P	P	P	P	P	P	-	P
SiO <sub>3</sub> <sup>2-</sup> СИЛИКАТ	H	H	P	P	?	H	H	H	H	?	?	H	?	?	?	?	H	H	?	?	H	?

**P** - растворяется (>1 г на 100 г H<sub>2</sub>O)  
**M** - мало растворяется (от 0,1 до 1 г на 100 г H<sub>2</sub>O)  
**H** - не растворяется (от 0,01 на 1000 г воды)  
**-** - в водной среде разлагается  
**?** - нет достоверных сведений о существовании соединений

САРАТОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ Г.С. СКИНДИНА

## Константы диссоциации некоторых слабых электролитов при 20°С

Название	Формула	$K_1$	$K_2$	$K_3$
<b>Кислоты</b>				
Азотистая	$\text{HNO}_2$	$6,9 \cdot 10^{-4}$		
Борная (орто)	$\text{H}_3\text{BO}_3$	$7,1 \cdot 10^{-10}$	$1,8 \cdot 10^{-13}$	$1,6 \cdot 10^{-14}$
Бромноватая	$\text{HBrO}_3$	$2,0 \cdot 10^{-1}$		
Бромноватистая	$\text{HBrO}$	$2,2 \cdot 10^{-9}$		
Дихромовая	$\text{H}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$		$2,3 \cdot 10^{-2}$	
Иодноватая	$\text{HIO}_3$	$1,7 \cdot 10^{-1}$		
Иодноватистая	$\text{HIO}$	$2,3 \cdot 10^{-11}$		
Кремниевая (орто)	$\text{H}_4\text{SiO}_4$	$1,3 \cdot 10^{-10}$	$1,6 \cdot 10^{-12}$	$2,0 \cdot 10^{-14}$
Марганцовистая	$\text{H}_2\text{MnO}_4$	$10^{-1}$	$7,1 \cdot 10^{-11}$	
Муравьиная	$\text{HCOOH}$	$1,8 \cdot 10^{-4}$		
Селеновая	$\text{H}_2\text{SeO}_4$		$1,2 \cdot 10^{-2}$	
Серная	$\text{H}_2\text{SO}_4$		$1,15 \cdot 10^{-2}$	
Сернистая	$\text{H}_2\text{SO}_3$	$1,4 \cdot 10^{-2}$	$6,2 \cdot 10^{-8}$	
Сероводородная	$\text{H}_2\text{S}$	$1,0 \cdot 10^{-7}$	$2,5 \cdot 10^{-13}$	
Тиосерная	$\text{H}_2\text{S}_2\text{O}_3$	$2,5 \cdot 10^{-1}$	$1,9 \cdot 10^{-2}$	
Угольная	$\text{H}_2\text{CO}_3$	$4,5 \cdot 10^{-7}$	$4,8 \cdot 10^{-11}$	
Уксусная	$\text{CH}_3\text{COOH}$	$1,7 \cdot 10^{-5}$		
Фосфористая	$\text{H}_3\text{PO}_3$	$3,1 \cdot 10^{-2}$	$1,6 \cdot 10^{-7}$	
Фосфорная (орто)	$\text{H}_3\text{PO}_4$	$7,1 \cdot 10^{-3}$	$6,2 \cdot 10^{-8}$	$5,0 \cdot 10^{-13}$
Фтороводородная (плавиковая)	$\text{HF}$	$6,2 \cdot 10^{-4}$		
Хромовая	$\text{H}_2\text{CrO}_4$	$1,6 \cdot 10^{-1}$	$3,2 \cdot 10^{-7}$	
Щавелевая	$\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$	$5,6 \cdot 10^{-2}$	$5,4 \cdot 10^{-5}$	
<b>Основания</b>				
Алюминия гидроксид	$\text{Al}(\text{OH})_3$			$1 \cdot 10^{-9}$
Аммония гидроксид	$\text{NH}_4\text{OH}$	$1,8 \cdot 10^{-5}$		
Бериллия гидроксид	$\text{Be}(\text{OH})_2$	$3,0 \cdot 10^{-7}$	$3,3 \cdot 10^{-8}$	
Висмута гидроксид	$\text{Bi}(\text{OH})_3$		$4,0 \cdot 10^{-4}$	$4,0 \cdot 10^{-13}$
Железа (II) гидроксид	$\text{Fe}(\text{OH})_2$	$6,2 \cdot 10^{-5}$	$2,8 \cdot 10^{-6}$	
Железа (III) гидроксид	$\text{Fe}(\text{OH})_3$	$3,2 \cdot 10^{-10}$	$5,0 \cdot 10^{-10}$	$1,3 \cdot 10^{-12}$
Кадмия гидроксид	$\text{Cd}(\text{OH})_2$	$2,4 \cdot 10^{-3}$	$1,5 \cdot 10^{-7}$	
Кобальта гидроксид	$\text{Co}(\text{OH})_2$	$1,6 \cdot 10^{-5}$	$4,0 \cdot 10^{-5}$	
Магния гидроксид	$\text{Mg}(\text{OH})_2$		$2,5 \cdot 10^{-3}$	
Марганца (II) гидроксид	$\text{Mn}(\text{OH})_2$		$1,2 \cdot 10^{-4}$	
Меди (II) гидроксид	$\text{Cu}(\text{OH})_2$	$6,6 \cdot 10^{-8}$	$1,0 \cdot 10^{-6}$	
Никеля (II) гидроксид	$\text{Ni}(\text{OH})_2$	$2,6 \cdot 10^{-4}$	$1,1 \cdot 10^{-5}$	

Олова (II) гидроксид	Sn(OH) <sub>2</sub>	9,8·10 <sup>-10</sup>	1,2·10 <sup>-12</sup>	
Ртуты (II) гидроксид	Hg(OH) <sub>2</sub>	3,9·10 <sup>-12</sup>	5·10 <sup>-11</sup>	
Свинца(II) гидроксид	Pb(OH) <sub>2</sub>	9,6·10 <sup>-4</sup>	3,0·10 <sup>-8</sup>	
Серебра гидроксид	AgOH	5,0·10 <sup>-3</sup>		
Хрома (III) гидроксид	Cr(OH) <sub>3</sub>		2·10 <sup>-8</sup>	7,9·10 <sup>-11</sup>
Цинка гидроксид	Zn(OH) <sub>2</sub>	1,3·10 <sup>-5</sup>	4,9·10 <sup>-7</sup>	

#### Приложение 4

##### Стандартные электродные потенциалы в водных растворах

В таблице приведены значения стандартных электродных потенциалов ( $E^0$ ) при температуре 25<sup>0</sup>С и нормальном атмосферном давлении 101,3 кПа. Все величины выражены по отношению к потенциалу стандартного водородного электрода.

Элемент	Электродный процесс	$E^0$ , В
Азот	$\text{NH}_2\text{OH} + 2\text{H}_2\text{O} + 2e = \text{NH}_4\text{OH} + 2\text{OH}^-$	+0,420
	$(\text{NH}_2\text{OH})\text{H}^+ + 2\text{H}^+ + 2e = \text{NH}_4^+ + \text{H}_2\text{O}$	+1,350
	$\text{NO}_2^- + \text{H}_2\text{O} + e = \text{NO} + 2\text{OH}^-$	-0,460
	$\text{NO}_2^- + 6\text{H}_2\text{O} + 6e = \text{NH}_4\text{OH} + 7\text{OH}^-$	-0,150
	$2\text{NO}_2^- + 4\text{H}_2\text{O} + 6e = \text{N}_2 + 8\text{OH}^-$	+0,410
	$\text{HNO}_2 + 7\text{H}^+ + 6e = \text{NH}_4^+ + 2\text{H}_2\text{O}$	+0,860
	$\text{HNO}_2 + \text{H}^+ + e = \text{NO} + \text{H}_2\text{O}$	+0,990
	$2\text{HNO}_2 + 4\text{H}^+ + 4e = \text{N}_2\text{O} + 3\text{H}_2\text{O}$	+1,290
	$2\text{HNO}_2 + 6\text{H}^+ + 6e = \text{N}_2 + 4\text{H}_2\text{O}$	+1,440
	$\text{N}_2\text{O} + \text{H}_2\text{O} + 2e = \text{N}_2 + 2\text{OH}^-$	+0,940
	$\text{N}_2\text{O} + 2\text{H}^+ + 2e = \text{N}_2 + \text{H}_2\text{O}$	+1,770
	$2\text{NO} + 2\text{H}_2\text{O} + 4e = \text{N}_2 + 4\text{OH}^-$	+0,850
	$2\text{NO} + 4\text{H}^+ + 4e = \text{N}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$	+1,680
	$\text{N}_2\text{O}_4(2\text{NO}_2) + 4\text{H}_2\text{O} + 8e = \text{N}_2 + 8\text{OH}^-$	+0,530
	$\text{N}_2\text{O}_4(2\text{NO}_2) + 2e = 2\text{NO}_2^-$	+0,880
	$\text{N}_2\text{O}_4(2\text{NO}_2) + 2\text{H}^+ + 2e = 2\text{HNO}_2$	+1,070
	$\text{N}_2\text{O}_4(2\text{NO}_2) + 8\text{H}^+ + 8e = \text{N}_2 + 4\text{H}_2\text{O}$	+1,350
	$\text{NO}_3^- + \text{H}_2\text{O} + e = \text{NO}_2 + 2\text{OH}^-$	-0,860
	$\text{NO}_3^- + 2\text{H}_2\text{O} + 3e = \text{NO} + 4\text{OH}^-$	-0,140
	$\text{NO}_3^- + 7\text{H}_2\text{O} + 8e = \text{NH}_4\text{OH} + 9\text{OH}^-$	-0,120
	$\text{NO}_3^- + \text{H}_2\text{O} + 2e = \text{NO}_2^- + 2\text{OH}^-$	+0,010
	$\text{NO}_3^- + 8\text{H}^+ + 6e = (\text{NH}_2\text{OH})\text{H}^+ + 2\text{H}_2\text{O}$	+0,730
	$\text{NO}_3^- + 2\text{H}^+ + e = \text{NO}_2 + \text{H}_2\text{O}$	+0,800
	$2\text{NO}_3^- + 17\text{H}^+ + 14e = (\text{N}_2\text{H}_4)\text{H}^+ + 6\text{H}_2\text{O}$	+0,840
	$\text{NO}_3^- + 10\text{H}^+ + 8e = \text{NH}_4^+ + 3\text{H}_2\text{O}$	+0,870
	$\text{NO}_3^- + 3\text{H}^+ + 2e = \text{HNO}_2 + \text{H}_2\text{O}$	+0,940
	$\text{NO}_3^- + 4\text{H}^+ + 3e = \text{NO} + 2\text{H}_2\text{O}$	+0,960
	$2\text{NO}_3^- + 12\text{H}^+ + 10e = \text{N}_2 + 6\text{H}_2\text{O}$	+1,240

<b>Алюминий</b>	$[Al(OH)_4]^- + 3e = Al + 4OH^-$	-2,336
	$Al(OH)_3 + 3e = Al + 3OH^-$	-2,310
	$Al^{3+} + 3e = Al$	-1,660
	$Al(OH)_3(т) + 3H^+ + 3e = Al + 3H_2O$	-1,538
<b>Барий</b>	$Ba^{2+} + 2e = Ba$	-2,900
<b>Бром</b>	$Br_2 + 2e = 2Br^-$	+1,066
	$Br_2(p-p) + 2e = 2Br^-$	+1,087
	$2BrO_2^- + 2H_2O + 2e = Br_2 + 4OH^-$	+0,450
	$BrO^- + H_2O + 2e = Br^- + 2OH^-$	+0,760
	$HBrO + H_2O + 2e = Br^- + 2OH^-$	+0,761
	$HBrO + H^+ + 2e = Br^- + H_2O$	+1,331
	$2HBrO + H^+ + 2e = Br_2(p-p) + H_2O$	+1,574
	$2BrO_3^- + 6H_2O + 10e = Br_2 + 12OH^-$	+0,500
	$BrO_3^- + 2H_2O + 4e = BrO^- + 4OH^-$	+0,540
	$BrO_3^- + 3H_2O + 6e = Br^- + 6OH^-$	+0,610
	$BrO_3^- + 6H^+ + 6e = Br^- + 3H_2O$	+1,440
	$BrO_3^- + 5H^+ + 4e = HBrO + 2H_2O$	+1,450
$2BrO_3^- + 6H^+ + 5e = Br_2 + 3H_2O$	+1,520	
<b>Висмут</b>	$Bi_2O_3 + 3H_2O + 6e = 2Bi + 6OH^-$	-0,460
	$BiOCl + 2H^+ + 3e = Bi + H_2O + Cl^-$	+0,160
	$BiCl_4^- + 3e = Bi + 3Cl^-$	+0,160
	$NaBiO_3 + 4H^+ + 2e = BiO^+ + Na^+ + 2H_2O$	>+1,800
<b>Водород</b>	$H_2 + 2e = 2H^-$	-2,250
	$2H_2O + 2e = H_2 + 2OH^-$	-0,828
	$2H^+ + 2e = H_2$	0,000
	$HO_2^- + H_2O + 2e = 3OH^-$	+0,880
<b>Железо</b>	$Fe(OH)_2 + 2e = Fe + 2OH^-$	-0,877
	$Fe^{2+} + 2e = Fe$	-0,440
	$Fe(OH)_2 + 2H^+ + 2e = Fe + 2H_2O$	-0,047
	$Fe(OH)_3 + e = Fe(OH)_2 + OH^-$	-0,560
	$Fe_2O_3 + H_2O + 2H^+ + 2e = 2Fe(OH)_2$	-0,057
	$Fe_2O_3 + 6H^+ + 6e = 2Fe + 3H_2O$	-0,051
	$Fe^{3+} + 3e = Fe$	-0,037
	$Fe(OH)_3 + 3H^+ + 3e = Fe + 3H_2O$	+0,059
	$Fe(OH)_3 + H^+ + e = Fe(OH)_2 + H_2O$	+0,271
	$Fe(CN)_6^{3-} + 3e = Fe(CN)_6^{4-}$	+0,356
	$Fe^{3+} + e = Fe^{2+}$	+0,770
$FeO_4^{2-} + 8H^+ + 3e = Fe^{3+} + 4H_2O$	+1,700	
<b>Йод</b>	$I_2 + 2e = 2I^-$	+0,536
	$2IO^- + H_2O + 2e = I_2 + 4OH^-$	+0,450
	$IO^- + H_2O + 2e = I^- + 2OH^-$	+0,890
	$HIO + H^+ + 2e = I^- + H_2O$	+0,990
	$2IBr + 2e = I_2 + 2Br^-$	+1,020
	$2ICl + 2e = I_2 + 2Cl^-$	+1,190
	$2HIO + H^+ + 2e = I_2 + 2H_2O$	+1,450

<b>Йод</b>	$\text{IO}_3^- + 2\text{H}_2\text{O} + 4\text{e} = \text{IO}^- + 4\text{OH}^-$	+0,140
	$2\text{IO}_3^- + 6\text{H}_2\text{O} + 10\text{e} = \text{I}_2 + 12\text{OH}^-$	+0,210
	$\text{JO}_3^- + 3\text{H}_2\text{O} + 6\text{e} = \text{I}^- + 6\text{OH}^-$	+0,260
	$\text{IO}_3^- + 6\text{H}^+ + 6\text{e} = \text{I}^- + 3\text{H}_2\text{O}$	+1,080
	$\text{IO}_3^- + 5\text{H}^+ + 4\text{e} = \text{HIO} + 2\text{H}_2\text{O}$	+1,140
	$2\text{IO}_3^- + 12\text{H}^+ + 10\text{e} = \text{I}_2 + 6\text{H}_2\text{O}$	+1,190
<b>Калий</b>	$\text{K}^+ + \text{e} = \text{K}$	-2,925
<b>Кальций</b>	$\text{Ca}(\text{OH})_2 + 2\text{e} = \text{Ca} + 2\text{OH}^-$	-3,030
	$\text{Ca}^{2+} + 2\text{e} = \text{Ca}$	-2,866
<b>Кобальт</b>	$\text{Co}(\text{OH})_2 + 2\text{e} = \text{Co} + 2\text{OH}^-$	-0,730
	$\text{Co}(\text{NH}_3)_6^{2+} + 2\text{e} = \text{Co} + 6\text{NH}_3$	-0,420
	$\text{Co}^{2+} + 2\text{e} = \text{Co}$	-0,277
	$\text{Co}(\text{NH}_3)_6^{3+} + \text{e} = \text{Co}(\text{NH}_3)_6^{2+}$	+0,100
	$\text{Co}(\text{OH})_3 + \text{e} = \text{Co}(\text{OH})_2 + \text{OH}^-$	+0,170
	$\text{Co}^{3+} + \text{e} = \text{Co}$	+0,330
	$\text{Co}^{3+} + \text{e} = \text{Co}^{2+}$	+1,808
<b>Кислород</b>	$\text{O}_2 + \text{H}_2\text{O} + 2\text{e} = \text{HO}_2^- + \text{OH}^-$	-0,076
	$\text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O} + 4\text{e} = 4\text{OH}^-$	+0,401
	$\text{O}_2 + 2\text{H}^+ + 2\text{e} = \text{H}_2\text{O}_2$	+0,682
	$\text{O}_2 + 4\text{H}^+(10^{-7}\text{M}) + 4\text{e} = 2\text{H}_2\text{O}$	+0,815
	$\text{O}_2 + 4\text{H}^+ + 4\text{e} = 2\text{H}_2\text{O}$	+1,229
	$\text{O}_3 + \text{H}_2\text{O} + 2\text{e} = \text{O}_2 + 2\text{OH}^-$	+1,240
	$\text{O}_3 + 6\text{H}^+ + 6\text{e} = 3\text{H}_2\text{O}$	+1,511
	$\text{HO}_2^- + \text{H}_2\text{O} + 2\text{e} = 3\text{OH}^-$	+0,880
	$\text{H}_2\text{O}_2 + 2\text{H}^+ = 3\text{OH}^-$	+1,770
<b>Литий</b>	$\text{Li}^+ + \text{e} = \text{Li}$	-3,030
<b>Магний</b>	$\text{Mg}(\text{OH})_2 + 2\text{e} = \text{Mg} + 2\text{OH}^-$	-2,690
	$\text{Mg}^{2+} + 2\text{e} = \text{Mg}$	-2,363
	$\text{Mg}(\text{OH})_2 + 2\text{H}^+ + 2\text{e} = \text{Mg} + 2\text{H}_2\text{O}$	-1,862
<b>Марганец</b>	$\text{Mn}^{3+} + \text{e} = \text{Mn}^{2+}$	+1,510
	$\text{MnO}_2 + 4\text{H}^+ + 2\text{e} = \text{Mn}^{2+} + 2\text{H}_2\text{O}$	+1,230
	$\text{MnO}_4^{2-} + 2\text{H}_2\text{O} + 2\text{e} = \text{MnO}_2 + 4\text{OH}^-$	+0,600
	$\text{MnO}_4^{2-} + 4\text{H}^+ + 2\text{e} = \text{MnO}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$	+2,260
	$\text{MnO}_4^- + \text{e} = \text{MnO}_4^{2-}$	+0,560
	$\text{MnO}_4^- + 2\text{H}_2\text{O} + 3\text{e} = \text{MnO}_2 + 4\text{OH}^-$	+0,600
	$\text{MnO}_4^- + 8\text{H}^+ + 5\text{e} = \text{Mn}^{2+} + 4\text{H}_2\text{O}$	+1,510
	$\text{MnO}_4^- + 4\text{H}^+ + 3\text{e} = \text{MnO}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$	+1,690
<b>Медь</b>	$\text{Cu}(\text{CN})_2^- + \text{e} = \text{Cu} + 2\text{CN}^-$	-0,430
	$\text{Cu}(\text{NH}_3)_2^+ + \text{e} = \text{Cu} + 2\text{NH}_3$	-0,185
	$\text{Cu}^+ + \text{e} = \text{Cu}$	+0,520
	$\text{Cu}^{2+} + 2\text{e} = \text{Cu}$	+0,340
<b>Натрий</b>	$\text{Na}^+ + \text{e} = \text{Na}$	-2,714

<b>Никель</b>	$\text{Ni(OH)}_2 + 2e = \text{Ni} + 2\text{OH}^-$	-0,720
	$\text{Ni(NH}_3)_6^{2+} + 2e = \text{Ni} + 6\text{NH}_3$	-0,490
	$\text{Ni(CN)}_4^{2-} + 2e = \text{Ni} + 4\text{CN}^-$	-0,400
	$\text{Ni}^{2+} + 2e = \text{Ni}$	-0,230
<b>Олово</b>	$\text{HSnO}_2^- + \text{H}_2\text{O} + 2e = \text{Sn} + 3\text{OH}^-$	-0,910
	$\text{Sn}^{2+} + 2e = \text{Sn}$	-0,136
	$\text{SnO} + 2\text{H}^+ + 2e = \text{Sn} + \text{H}_2\text{O}$	-0,104
	$\text{Sn(OH)}_2 + 2\text{H}^+ + 2e = \text{Sn} + \text{H}_2\text{O}$	-0,091
	$\text{Sn(OH)}_6^{2-} + 2e = \text{HSnO}_2^- + 3\text{OH}^- + \text{H}_2\text{O}$	-0,930
	$\text{SnO}_2 + 2\text{H}^+ + 2e = \text{SnO} + \text{H}_2\text{O}$	-0,108
	$\text{SnO}_2 + 4\text{H}^+ + 4e = \text{Sn} + 2\text{H}_2\text{O}$	-0,106
	$\text{Sn}^{4+} + 4e = \text{Sn}$	+0,010
	$\text{Sn}^{4+} + 2e = \text{Sn}^{2+}$	+0,151
<b>Свинец</b>	$\text{PbO} + \text{H}_2\text{O} + 2e = \text{Pb} + 2\text{OH}^-$	-0,580
	$\text{HPbO}_2^- + \text{H}_2\text{O} + 2e = \text{Pb} + 3\text{OH}^-$	-0,540
	$\text{Pb}^{2+} + 2e = \text{Pb}$	-0,126
	$\text{PbO} + 2\text{H}^+ + 2e = \text{Pb} + \text{H}_2\text{O}$	+0,248
	$\text{Pb(OH)}_2 + 2\text{H}^+ + 2e = \text{PbO} + 2\text{OH}^-$	+0,277
	$\text{PbO}_2 + \text{H}_2\text{O} + 2e = \text{PbO} + 2\text{OH}^-$	+0,280
	$\text{Pb}^{4+} + 4e = \text{Pb}$	+0,840
	$\text{Pb}_3\text{O}_4 + 2\text{H}^+ + 2e = 3\text{PbO} + \text{H}_2\text{O}$	+0,972
	$\text{PbO}_2 + 4\text{H}^+ + 2e = \text{Pb}^{2+} + 2\text{H}_2\text{O}$	+1,449
	$\text{PbO}_2 + \text{SO}_4^{2-} + 4\text{H}^+ + 2e = \text{PbSO}_4 + 2\text{H}_2\text{O}$	+1,685
	$\text{Pb}^{4+} + 2e = \text{Pb}^{2+}$	+1,694
<b>Сера</b>	$2\text{SO}_3^{2-} + 3\text{H}_2\text{O} + 4e = \text{S}_2\text{O}_3^{2-} + 6\text{OH}^-$	-0,580
	$\text{SO}_3^{2-} + 6\text{H}^+ + 6e = \text{S}^{2-} + 3\text{H}_2\text{O}$	+0,231
	$\text{H}_2\text{SO}_3 + 4\text{H}^+ + 4e = \text{S} + 3\text{H}_2\text{O}$	+0,449
	$2\text{SO}_3^{2-} + 6\text{H}^+ + 4e = \text{S}_2\text{O}_3^{2-} + 3\text{H}_2\text{O}$	+0,705
	$\text{SO}_4^{2-} + \text{H}_2\text{O} + 2e = \text{SO}_3^{2-} + 2\text{OH}^-$	-0,930
	$\text{SO}_4^{2-} + 4\text{H}_2\text{O} + 2e = \text{SO}_3^{2-} + 2\text{OH}^-$	-0,750
	$\text{SO}_4^{2-} + 4\text{H}_2\text{O} + 6e = \text{S} + 8\text{OH}^-$	-0,750
	$\text{SO}_4^{2-} + 8\text{H}^+ + 8e = \text{S}^{2-} + 4\text{H}_2\text{O}$	+0,149
	$\text{SO}_4^{2-} + 4\text{H}^+ + 2e = \text{H}_2\text{SO}_3 + \text{H}_2\text{O}$	+0,170
	$\text{SO}_4^{2-} + 10\text{H}^+ + 8e = \text{H}_2\text{S} + 4\text{H}_2\text{O}$	+0,311
	$\text{SO}_4^{2-} + 8\text{H}^+ + 6e = \text{S} + 4\text{H}_2\text{O}$	+0,357
	$\text{S}_2\text{O}_3^{2-} + 6\text{H}^+ + 4e = 2\text{S} + 3\text{H}_2\text{O}$	+0,500
	$\text{S}_2\text{O}_8^{2-} + 2e = 2\text{SO}_4^{2-}$	+2,010
<b>Серебро</b>	$\text{AgNO}_2 + e = \text{Ag} + \text{NO}_2^-$	+0,590
	$\text{Ag}_2\text{SO}_4 + 2e = 2\text{Ag} + \text{SO}_4^{2-}$	+0,635
	$\text{Ag}^+ + e = \text{Ag}$	+0,799
	$\text{Ag}_2\text{O} + 2\text{H}^+ + 2e = 2\text{Ag} + \text{H}_2\text{O}$	+1,173
	$\text{Ag}^{2+} + e = \text{Ag}^+$	+2,000
<b>Стронций</b>	$\text{Sr}^{2+} + 2e = \text{Sr}$	-2,888

<b>Хлор</b>	$\text{Cl}_2 + 2e = 2\text{Cl}^-$	+1,359
	$2\text{ClO}^- + 2\text{H}_2\text{O} + 2e = \text{Cl}_2 + 4\text{OH}^-$	+0,400
	$\text{ClO}^- + \text{H}_2\text{O} + 2e = \text{Cl}^- + 2\text{OH}^-$	+0,880
	$\text{HClO} + \text{H}^+ + 2e = \text{Cl}^- + \text{H}_2\text{O}$	+1,500
	$2\text{HClO} + 2\text{H}^+ + 2e = \text{Cl}_2 + \text{H}_2\text{O}$	+1,630
	$\text{ClO}_2^- + \text{H}_2\text{O} + 2e = \text{ClO}^- + 2\text{OH}^-$	+0,660
	$\text{ClO}_2^- + 2\text{H}_2\text{O} + 4e = \text{Cl}^- + 4\text{OH}^-$	+0,770
	$\text{HClO}_2 + 3\text{H}^+ + 4e = \text{Cl}^- + 2\text{H}_2\text{O}$	+1,560
	$2\text{HClO}_2 + 6\text{H}^+ + 6e = \text{Cl}_2 + 4\text{H}_2\text{O}$	+1,630
	$\text{HClO}_2 + 2\text{H}^+ + 2e = \text{HClO} + \text{H}_2\text{O}$	+1,640
	$\text{ClO}_3^- + \text{H}_2\text{O} + 2e = \text{ClO}_2^- + 2\text{OH}^-$	+0,330
	$\text{ClO}_3^- + 3\text{H}_2\text{O} + 6e = \text{Cl}^- + 6\text{OH}^-$	+0,630
	$\text{ClO}_3^- + 2\text{H}^+ + e = \text{ClO}_2 + \text{H}_2\text{O}$	+1,150
	$\text{ClO}_3^- + 3\text{H}^+ + 2e = \text{HClO}_2 + \text{H}_2\text{O}$	+1,210
	$\text{ClO}_3^- + 6\text{H}^+ + 6e = \text{Cl}^- + 3\text{H}_2\text{O}$	+1,450
	$2\text{ClO}_3^- + 12\text{H}^+ + 10e = \text{Cl}_2 + 6\text{H}_2\text{O}$	+1,470
	$\text{ClO}_4^- + \text{H}_2\text{O} + 2e = \text{ClO}_3^- + 2\text{OH}^-$	+0,360
	$\text{ClO}_4^- + 4\text{H}_2\text{O} + 8e = \text{Cl}^- + 8\text{OH}^-$	+0,560
<b>Хром</b>	$\text{Cr}^{2+} + 2e = \text{Cr}$	-0,913
	$\text{Cr}^{3+} + 3e = \text{Cr}$	-0,744
	$\text{Cr}^{3+} + e = \text{Cr}^{2+}$	-0,407
	$\text{CrO}_2^- + 4\text{H}^+ + e = \text{Cr}^{2+} + 2\text{H}_2\text{O}$	+1,188
	$\text{CrO}_4^{2-} + 4\text{H}_2\text{O} + 3e = \text{Cr}(\text{OH})_3 + 5\text{OH}^-$	-0,130
	$\text{C}_2\text{O}_7^{2-} + 14\text{H}^+ + 12e = 2\text{Cr} + 7\text{H}_2\text{O}$	+0,294
	$\text{CrO}_4^{2-} + 8\text{H}^+ + 6e = \text{Cr} + 4\text{H}_2\text{O}$	+0,366
	$\text{CrO}_4^{2-} + 4\text{H}^+ + 3e = \text{CrO}_2^- + 2\text{H}_2\text{O}$	+0,945
	$\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-} + 14\text{H}^+ + 6e = 2\text{Cr}^{3+} + 7\text{H}_2\text{O}$	+1,333
$\text{CrO}_4^{2-} + 8\text{H}^+ + 3e = \text{Cr}^{3+} + 4\text{H}_2\text{O}$	+1,477	
<b>Цезий</b>	$\text{Cs}^+ + e = \text{Cs}$	-2,923
<b>Цинк</b>	$\text{Zn}(\text{CN})_4^{2-} + 2e = \text{Zn}_{(\text{ТВ})} + 4\text{CN}^-$	-1,260
	$\text{Zn}(\text{OH})_{2(\text{ТВ})} + 2e = \text{Zn}_{(\text{ТВ})} + 2\text{OH}^-$	-1,245
	$\text{Zn}(\text{NH}_3)_4^{2+} + 2e = \text{Zn}_{(\text{ТВ})} + 4\text{NH}_3$	-1,040
	$\text{Zn}^{2+} + 2e = \text{Zn}_{(\text{ТВ})}$	-0,763
	$\text{ZnO}_2^{2-} + 4\text{H}^+ + 2e = \text{Zn}_{(\text{ТВ})} + 2\text{H}_2\text{O}$	+0,441

### Список использованных источников

1. Лидин Р.А. ЕГЭ. Химия. Полный курс. Самостоятельная подготовка в ЕГЭ / Р.А. Лидин. – М. - : Издательство «Экзамен», 2016. – 351с .
2. Химия. Большой справочник для подготовки к ЕГЭ: учебно-методическое пособие / Под ред. В.Н. Доронькина. – Изд. 2-е, перераб. – Ростов н/Д, 2016. – 544 с.
3. Демонстрационные опыты по общей и неорганической химии: Учеб. пособие для студ. высш. учеб. заведений / Под ред. проф. Б.Д. Степина. – М. : Гуманит. изд. центр ВЛАДОС, 2003. – 336 с.
4. Практикум по общей и неорганической химии: Пособие для студентов вузов / В.И. Фролов., Т.М. Курохтина, З.Н. Дымова и др. ; Под ред. Н.Н. Павлова, В.И. Фролова. – 2-е изд., перераб. и доп. – М. : Дрофа, 2002. – 304 с.
5. Химические свойства неорганических веществ / Под ред. Р.А. Лидина. – 5-е изд., стер., - М. : КолосС, 2006. – 480 с.

САРАТОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ Г. СЕРГЬЕВСКОГО