

**МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ДАЛЬНЕВОСТОЧНЫЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ**

Алатырцева И.И.

**ТИПОВЫЕ РАСЧЕТЫ
«Неорганическая химия»**

**Учебно-методическое пособие
к выполнению типовых расчетов
для студентов технологических специальностей**

**Благовещенск
Издательство ДальГАУ
2006**

УДК 378 (072)

Методические указания для организации самостоятельной работы студентов технологических специальностей по неорганической химии составлены Алатырцевой И.И. (к. с.-х. н., доцента кафедры общей химии).

Рецензент: Колотова Г.К. (к.б.н., доцент, зав.кафедрой общей химии).

Данные методические указания необходимо использовать для изучения неорганической химии студентами первого курса технологических специальностей.

Рекомендовано к изданию методическим советом технологического института (протокол № 8 от 26.05.2006г.)

Издательство ДальГАУ

2006

ТИПОВОЙ РАСЧЕТ № 1

СТРОЕНИЕ ВЕЩЕСТВА.

ЗАКОНОМЕРНОСТИ ПРОТЕКАНИЯ ХИМИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ

I. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ВОПРОСЫ

1. Современная теория строения атома, структуру периодической системы, периодичность свойств атомов элементов в группах и периодах.
2. Основные виды химической связи, свойства ковалентной связи, гибридизация химических связей.
3. Химическая кинетика, факторы, влияющие на скорость химической реакции.
4. Химическое равновесие и факторы его смещения, принцип Ле-Шателье.
5. Основные термодинамические величины: энтальпия, энтропия, свободная энергия Гиббса.

II. ОСНОВНЫЕ ФОРМУЛЫ.

1. Тип химической связи можно определить по разности относительной электроотрицательности ($\Delta OЭО$) двух элементов (см. приложение, табл. № 1) определяют тип химической связи в молекуле.

$\Delta OЭО > 1,5$ — преобладает ионный тип связи;

$\Delta OЭО$ от 0,5 до 1,5 — ковалентная полярная связь;

$\Delta OЭО$ от 0 до 0,5 — ковалентная неполярная связь.

2. Дипольный момент (μ): $\mu = q \cdot l$, где

q – заряд электрона ($1,602 \cdot 10^{-19}$ Кл); l – длина диполя, м.

Дипольные моменты обычно измеряют в Дебаях (Д). Для этого полученное значение необходимо разделить на 1Д. $1Д = 3,33 \cdot 10^{-30}$ Кл·м.

3. Порядок связи (n) равен половине разности числа электронов на связывающих ($N_{св.}$) и разрыхляющих (N_p) орбиталях:

$n = \frac{N_{\text{св.}} - N_{\text{р}}}{2}$, если $n < 1$, то такая молекула не может существовать.

4. Стандартное изменение **энтальпии** химической реакции ($\Delta H_{\text{х.р.}}$) равно:

$$\Delta H_{\text{х.р.}}^0 = \sum \Delta H_{\text{прод.}}^0 - \sum \Delta H_{\text{исх.веществ}}^0$$

(ΔH^0 исходных веществ и продуктов реакции см. приложение, табл. №2).

5. Изменение **энтропии** системы в результате химической реакции

$$(\Delta S_{\text{х.р.}}) \text{ равно: } \Delta S_{\text{х.р.}}^0 = \sum S_{\text{к.прод.}}^0 - \sum S_{\text{исх.веществ}}^0.$$

(ΔS^0 исходных веществ и продуктов реакции см. приложение, табл. №2).

6. Изменение **свободной энергии Гиббса** химической реакции ($\Delta G_{\text{х.р.}}^0$)

$$\text{равно: } \Delta G_{\text{к.р.}}^0 = \sum \Delta G_{\text{прод.}}^0 - \sum \Delta G_{\text{исх.веществ}}^0.$$

(ΔG^0 исходных веществ и продуктов реакции см. приложение, табл. №2).

При каждом суммировании ΔH , ΔS , ΔG следует учитывать, в соответствии с уравнением реакции число молей участвующих в реакции веществ.

$$\Delta G = \Delta H - T \cdot \Delta S$$

$\Delta G_{\text{реакции}} < 0$ – реакция самопроизвольно возможна;

$\Delta G_{\text{реакции}} = 0$ – достижение химического равновесия;

$\Delta G_{\text{реакции}} > 0$ – возможна обратная реакция.

при $\Delta G=0$ (состояние хим. равновесия), $T = \frac{\Delta H}{\Delta S}$, где

T – температура начала реакции (К)

При постоянных температуре и давлении самопроизвольно протекают лишь процессы и реакции, сопровождающиеся уменьшением свободной энергии Гиббса.

7. **Закон действующих масс.**

Для реакции $aA + bB = cC$ выражение закона действующих масс (кинетическое уравнение химической реакции) имеет вид: $v = k[A]^a \cdot [B]^b$, где $[] = C(x)$ – молярная концентрация веществ (моль/л).

8. **Правило Вант – Гоффа:** $v_{t_2} = v_{t_1} \cdot \gamma^{\frac{t_2 - t_1}{10}}$

Число, показывающее, во сколько раз увеличивается скорость реакции при повышении температуры на каждые 10%, называется *температурным коэффициентом* (γ).

9. Константа равновесия.

Для равновесной системы $aA + bB \leftrightarrow cC + dD$ константа равновесия

имеет выражение:
$$K_p = \frac{[C]^c \cdot [D]^d}{[A]^a \cdot [B]^b}$$

В выражение константы равновесия гетерогенной реакции входят только концентрации веществ, находящихся в жидкой или газообразной фазе.

III. ЗАДАНИЯ ДЛЯ ТИПОВОГО РАСЧЕТА № 1

Задача 1. Дать полную характеристику атома химического элемента, подчеркнутого в формуле вещества.

Задача 2. Определить тип связи в молекуле по природе атомов и величине электроотрицательности.

Задача 3. Определить степени окисления атомов, образующих молекулу и составьте структурную (графическую) формулу молекулы.

Задача 4. Определить число σ - и π -связей в молекуле, составьте электронную схему молекулы.

Задача 5. Если имеет место гибридизация, то определить тип гибридизации, если нет, то указать какие атомные орбитали перекрываются при образовании связи?

Варианты заданий:

1. BeBr₂, 2. SnCl₂, 3. PbI₂, 4. CaI₂, 5. RbF, 6. MgS, 7. I₂O₃, 8. Br₂O₃, 9. CS₂. 10. SbH₃. 11. BCl₃. 12. As₂O₅. 13. Bi₂O₅. 14. SeO₂. 15. AlBr₃. 16. GaCl₃. 17. Li₂S. 18. TeO₂. 19. HCl. 20. GeBr₂. 21. PCl₂. 22. NH₃. 23. Na₂Se, 24. K₃P, 25. Tl₂O₃. 26. SO₂. 27. Li₂O. 28. CaCl₂. 29. H₂O. 30. PbO₂.

Задача 6. Вычислить длину диполя, если известны дипольные моменты:

Варианты заданий:

1. μ (SO₂) = 1,61D; 2. μ (NH₃) = 1,46D; 3. μ (HCl) = 1,04D; 4. μ (HBr) = 0,79D;

5. μ (HI) = 0,38D; 6. μ (NO) = $0,53 \cdot 10^{-30}$ Кл · м; 7. μ (H₂O) = 1,86D;
 8. μ (CO) = 0,11D; 9. μ (H₂O₂) = 2,13D; 10. μ (H₂S) = 0,93D; 11. μ (N₂O₅) = 1,39D;
 12. μ (NO₂) = $0,91 \cdot 10^{-30}$ Кл·м; 13. μ (NH₃) = $4,9 \cdot 10^{-30}$ Кл · м;
 14. μ (H₂Se) = $0,97 \cdot 10^{-30}$ Кл · м; 15. μ (PCl₃) = $3,7 \cdot 10^{-30}$ Кл · м;
 16. μ (NO₂) = $0,91 \cdot 10^{-30}$ Кл · м; 17. μ (PH₃) = 0,55D; 18. μ (HCN) = 2,9D;
 19. μ (KCl) = 8,0D; 20. μ (KI) = 9,24D; 21. μ (AsBr₃) = 1,63D; 22. μ (AsI₃) = 0,96D;
 23. μ (AsCl₃) = 2,17D; 24. μ (O₃) = 0,49D; 25. μ (SbBr₃) = 2,17D;
 26. μ (FeCl₃) = 2,54D; 27. μ (PBr₃) = 0,61D; 28. μ (SCl₂) = $2,0 \cdot 10^{-30}$ Кл · м;
 29. μ (AsH₃) = $0,5 \cdot 10^{-30}$ Кл · м; 30. μ (N₂O) = $0,41 \cdot 10^{-30}$ Кл · м.

Задача 7. Изобразить схему образования молекулы по методу молекулярных орбиталей. Определить порядок связи в молекуле. Какими магнитными свойствами обладает молекула:

Варианты заданий:

1. O₂; 2. B₂; 3. CO; 4. C₂; 5. NO; 6. F₂; 7. N₂; 8. CO₂; 9. H₂O; 10. BeO; 11. Cl₂; 12. MgO; 13. Br₂; 14. CaO; 15. I₂; 16. ZnO; 17. O₂; 18. B₂; 19. CO; 20. C₂; 21. NO; 22. F₂; 23. N₂; 24. CO₂; 25. H₂O; 26. BeO; 27. Cl₂; 28. MgO; 29. Br₂; 30. CaO.

Задача 8. Возможны ли данные реакции при стандартных условиях ($\Delta G^0_{\text{х.р.}}$), если нет, то определить температуру начала реакции.

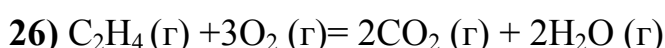
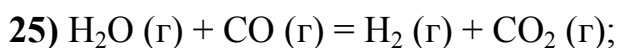
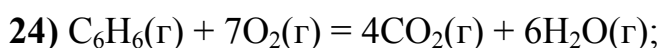
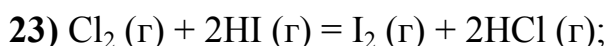
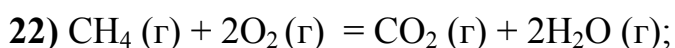
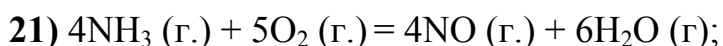
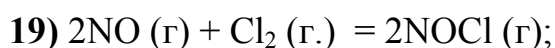
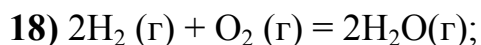
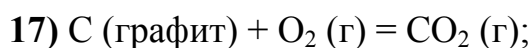
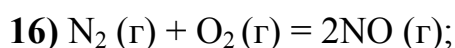
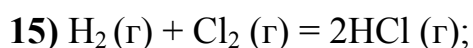
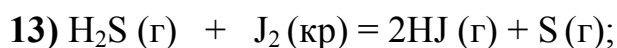
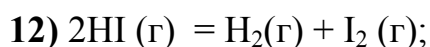
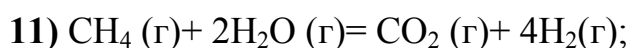
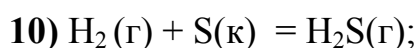
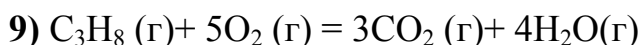
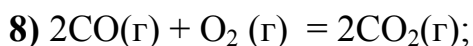
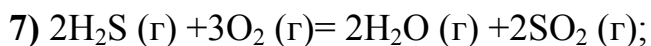
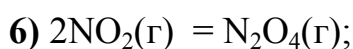
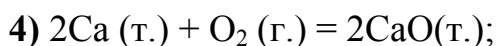
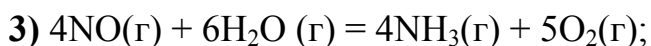
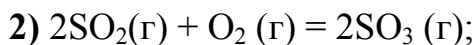
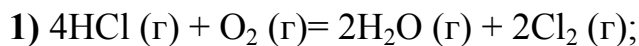
Задача 9. Записать выражение закона скорости для прямой и обратной реакции. Определить в сторону какой реакции сместится равновесие, если давление в системе увеличить в 2 раза?

Задача 10. Во сколько раз увеличится скорость реакции, если температуру повысили на 30⁰С. Температурный коэффициент равен 2.

Задача 11. Во сколько раз увеличится скорость химической реакции, если давление в системе увеличить в 2 раза.

Задача 12. Рассчитать константу равновесия (K_p) и исходные концентрации веществ, вступающих в реакцию, если равновесные концентрации реагентов и продуктов реакции равны 0,2 моль/л.

Варианты заданий:



- 27) $2\text{N}_2(\text{г}) + \text{CO}_2(\text{г}) = 2\text{N}_2\text{O}(\text{г}) + \text{C}(\text{г})$;
 28) $\text{MgO}(\text{кр}) + \text{CO}_2(\text{г}) = \text{MgCO}_3(\text{кр})$;
 29) $\text{CH}_3\text{OH}(\text{ж}) = \text{CO}(\text{г}) + 2\text{H}_2(\text{г})$
 30) $\text{I}_2(\text{кр}) + \text{H}_2\text{S}(\text{г}) = 2\text{HI}(\text{г}) + \text{S}(\text{к.})$.

ТИПОВОЙ РАСЧЕТ № 2

РАСТВОРЫ. ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ.

I. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ВОПРОСЫ

1. Способы выражения состава растворов.
2. Диссоциация, степень диссоциации, . Сильные и слабые электролиты.
3. Гидролиз солей, количественные характеристики гидролиза.
4. Произведение растворимости, условия образования и растворения осадка.
5. Комплексные соединения, их состав, классификация, номенклатура, устойчивость комплексных ионов.
6. Типы окислительно-восстановительных реакций (ОВР).
7. Механизм возникновения двойного электрического слоя.
8. Стандартные электродные потенциалы, ряд напряжений.
9. Гальванические элементы и их виды.
10. Коррозия металлов. Способы защиты металлов от коррозии.
11. Электролиз растворов и расплавов веществ. Законы Фарадея. Выход по току.

II. ОСНОВНЫЕ ФОРМУЛЫ.

1. **Массовая доля растворенного вещества:** $\omega(x) = \frac{m(x)}{m(p - pa)}$;

$$\omega\%(x) = \frac{m(x)}{m(p - pa)} \cdot 100\%; \quad m(p - pa) = V \cdot \rho$$

2. **Молярная концентрация (моль/л):** $C(x) = \frac{m(x)}{M \cdot V}$,

где V – объём раствора в литрах.

3. **Молярная концентрация эквивалента (моль/л):** $C(f(x)) = \frac{m(x)}{M(f(x)) \cdot V}$, где

V – объём раствора в литрах.

$$C(f(x_1)) \cdot V_1 = C(f(x_2)) \cdot V_2$$

4. Титр (г/мл): $T(x) = \frac{m(x)}{V}$; $T(x) = \frac{C(f(x)) \cdot M(f(x))}{1000}$

5. Моляльная концентрация: $b(x) = \frac{m(x) \cdot 1000}{M(x) \cdot m(p - \text{ля})}$

6. Молярная доля: $\chi(x) = \frac{\nu(x)}{\nu(x) + \nu(H_2O)}$

7. Произведение растворимости (ПР).

Для уравнения типа: $A_m B_n \leftrightarrow m A^+ + n B^-$ $ПР_{A_m B_n} = [A^+]^m \cdot [B^-]^n$

Зная величину ПР (см. приложение, табл. №6) можно вычислить его растворимость (S) в моль/л:

- для бинарного электролита (типа $BaSO_4$, $CaCO_3$ и др.)

$$S = \sqrt{ПР}; \quad ПР = S^2$$

- для трехионного электролита (типа CaF_2 , Ag_2CrO_4 и др.)

$$S = \sqrt[3]{\frac{ПР}{4}}; \quad ПР = 4S^3$$

- для четырехионного электролита (типа Ag_3PO_4 , BiI_3 и др.)

$$S = \sqrt[4]{\frac{ПР}{27}}; \quad ПР = 27S^4$$

- для пятиионного электролита (типа $Ca_3(PO_4)_2$, Bi_2I_3 др.)

$$S = \sqrt[5]{\frac{ПР}{108}}; \quad ПР = 108S^5$$

Для того, чтобы вычислить растворимость в г/л необходимо растворимость в моль/л умножить на молярную массу вещества: $S(\text{г/л}) = S(\text{моль/л}) \cdot M$

8. Водородный и гидроксильный показатели (pH, pOH):

$[H^+] \cdot [OH^-] = K[H_2O] = K_B$, где K_B – ионное произведение воды

$$K_B = [H^+] \cdot [OH^-] = 10^{-14} \quad [H^+] = \frac{10^{-14}}{[OH^-]} \quad [OH^-] = \frac{10^{-14}}{[H^+]}$$

$$pH = -\lg [H^+] \quad pOH = -\lg [OH^-] \quad pH + pOH = 14.$$

Для растворов: нейтрального $pH = 7$

кислого $pH < 7$

щелочного $pH > 7$.

$$\alpha_{H^+} = C_{HCl} \cdot f_{H^+} \quad p_{\alpha H} = -\lg \alpha_{H^+}$$

Для сильных электролитов: $[H^+] = C_{\text{кислоты}}$, $[OH^-] = C_{\text{основания}}$;

Для слабых электролитов: $[H^+] = \sqrt{C_{\text{кислоты}} \cdot K_{\text{кислоты}}}$, $[OH^-] = \sqrt{C_{\text{основания}} \cdot K_{\text{основания}}}$.

10. Константа гидролиза и степень гидролиза солей:

Гидролизующие соли	$K_{\text{гид.}}$ (константа гидролиза)	h гидролиза (степень гидролиза)
1. Соль, образованная катионом слабого основания и анионом сильной кислоты	$K_{\text{гид.}} = \frac{K_{H_2O}}{K_{\text{основ.}}}$	$h = \sqrt{\frac{K_{H_2O}}{K_{\text{осн.}} \cdot C_{\text{соли}}}}$
2. Соль, образованная катионом сильных оснований и анионом слабой кислоты	$K_{\text{гид.}} = \frac{K_{H_2O}}{K_{\text{кислоты}}}$	$h = \sqrt{\frac{K_{H_2O}}{K_{\text{осн.}} \cdot C_{\text{соли}}}}$
3. Соль, образованная катионом слабых оснований и анионом слабых кислот	$K_{\text{гид.}} = \frac{K_{H_2O}}{K_{\text{осн.}} \cdot K_{\text{кислоты}}}$	$h = \sqrt{\frac{K_{H_2O}}{K_{\text{осн.}} \cdot K_{\text{кисл.}}}}$

Примечание: для соли, образованной слабым одноосновным основанием и слабой многоосновной кислотой степень гидролиза рассчитывается

$$\frac{h}{1-h} = \sqrt{\frac{K_{H_2O}}{K_{\text{осн.}} \cdot K_{\text{кисл.}}}}$$

где K_2 - константа диссоциации слабой кислоты по второй ступени (см. приложение, табл. №4).

Вычисление рН и рОН в растворах гидролизующих солей производится на основе уравнений констант гидролиза.

1. Соли, образованные катионами слабого основания и анионами сильной кислоты	$pH = 7 + \frac{1}{2} \lg K_{\text{осн.}} - \frac{1}{2} \lg C_{\text{соли}}$ или $pH = 7 - \frac{1}{2} pK_{\text{осн.}} + \frac{1}{2} pC_{\text{соли}}$ $pOH = 14 - pH$
2. Соли, образованные катионами сильного основания и анионом слабой кислоты	$pH = 7 - \frac{1}{2} \lg K_{\text{кисл.}} + \frac{1}{2} \lg C_{\text{соли}}$ или $pH = 7 + \frac{1}{2} pK_{\text{кисл.}} - \frac{1}{2} pC_{\text{соли}}$ $pOH = 7 + \frac{1}{2} \lg K_{\text{кисл.}} - \frac{1}{2} \lg C_{\text{соли}}$ $pOH = 7 - \frac{1}{2} pK_{\text{кисл.}} + \frac{1}{2} 2 pC_{\text{соли.}}$
3. Соли, образованные катионом слабого основания и анионом слабой кислоты	$pH = 7 - \frac{1}{2} \lg K_{\text{кисл.}} + \frac{1}{2} \lg C_{\text{осн.}}$ или $pH = 7 + \frac{1}{2} pK_{\text{кисл.}} - \frac{1}{2} pK_{\text{осн.}}$
4. Соли, образованные анионами многоосновных кислот.	$pH = 7 - \frac{1}{2} \lg K_{\text{кисл.}} + \frac{1}{2} \lg C_{\text{соли}}$ или $pH = 7 + \frac{1}{2} pK_{\text{кисл.}} - \frac{1}{2} pC_{\text{соли}}$
5. Кислые соли	$pH = \frac{1}{2} pK_1 + \frac{1}{2} pK_2$

Примечание: $pK_{\text{кисл.}} = -\lg K_{\text{кислоты}}$

$pK_{\text{осн.}} = -\lg K_{\text{основания}}$

$pC_{\text{соли}} = -\lg C_{\text{соли}}$

Величины $K_{\text{оснований}}$ и $K_{\text{кислот}}$ см. приложение, табл. № 4.

10. Ионная сила растворов: $\mu = \frac{1}{2} \cdot (C_1 Z_1^2 + C_2 Z_2^2 + \dots + C_n Z_n^2)$, где

C_1, C_2, \dots, C_n – молярные концентрации ионов.

Z_1, Z_2, \dots, Z_n – заряды ионов, взяты в квадрате.

11. Активность ионов: $a = f \cdot c$

a – активность, f – коэффициент активности (см. приложение табл. № 5),

c – концентрация в моль/л.

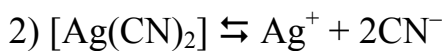
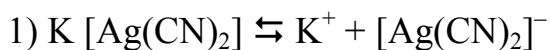
Для очень разбавленных растворов зависимость коэффициента активности от

ионной силы раствора выражается формулой: $\lg f = -\frac{1}{2} z^2 \sqrt{\mu}$

12. Константа нестойкости комплексного иона.

Процесс образования любого комплексного иона обратим и характеризуется константой нестойкости (см. приложение табл. № 7).

Например, комплексное соединение К $[\text{Ag}(\text{CN})_2]$ диссоциирует в две ступени:



$$K_{\text{нест.}} = \frac{[\text{Ag}^+][\text{CN}^-]^2}{[[\text{Ag}(\text{CN})_2]^-]} = 1,0 \cdot 10^{-21}$$

Для того, чтобы определить концентрацию иона комплексообразователя и лигандов для 0,005 м раствора, необходимо следующее:

$[\text{Ag}^+] = X$, тогда $[\text{CN}^-] = 2X$, а $[\text{Ag}(\text{CN})_2]^- = 5 \cdot 10^{-3} - X$ (моль/л). Подставим обозначения в выражение $K_{\text{нест.}}$:

$$\frac{X(2X)^2}{5 \cdot 10^{-3} - X} = 1,0 \cdot 10^{-21}$$

$$\frac{4X^3}{5 \cdot 10^{-3} - X} = 1,0 \cdot 10^{-21}$$

Поскольку величина x в знаменателе по сравнению с концентрацией комплексного иона очень мала, то можно величиной x пренебречь. Тогда получим:

$$X = [\text{Ag}^+] = \sqrt[3]{\frac{1,0 \cdot 10^{-21} \cdot 5 \cdot 10^{-3}}{4}} = 1,08 \cdot 10^{-21} \text{ моль/л}$$

$$[\text{CN}^-] = 2X = 2 \cdot 1,08 \cdot 10^{-21} = 2,16 \cdot 10^{-21} \text{ моль/л.}$$

13. Уравнение Нернста: $\varphi_{\text{Me}^{n+}/\text{Me}} = \varphi_{\text{Me}^{n+}/\text{Me}}^0 + \frac{0,059}{n} \lg[\text{Me}^{n+}]$

где φ^0 – стандартный электродный потенциал металла (см. приложение, табл. № 8);

n – число электронов, участвующих в ОВР;

$[\text{Me}^{n+}]$ – концентрация ионов металла в растворе, моль/л.

14. Электродвижущая сила: $\text{ЭДС} = \varphi_{\text{окисл.}}^0 - \varphi_{\text{восст.}}^0$

15. Законы электролиза:

I Закон Фарадея. Масса вещества образующегося на электроде прямо пропорциональна количеству электричества, пропущенного через раствор:

$$m = k \cdot \Delta q, \quad \text{так как } \Delta q = I \cdot \Delta t, \quad m = k \cdot I \cdot \Delta t,$$

где k – электрохимический эквивалент вещества, г/Кл;

Δq – количество электричества (заряд), Кл;

I – сила тока, А;

Δt – промежуток времени, с или ч.

II Закон Фарадея. При прохождении через электролит одного количества электричества массы веществ, выделившихся на электродах прямо пропорциональны их молярным массам эквивалентов:

$$k = \frac{A}{n} \cdot \frac{1}{F}; \quad \frac{m_1}{m_2} = \frac{M(f(Me_1))}{M(f(Me_2))}; \quad k = \frac{M(f(Me))}{F}, \quad \text{где}$$

F – число Фарадея. $1F = 96500 \text{ Кл/с} = 26,8 \text{ г/А}\cdot\text{ч}$

Объединенное уравнение:
$$m = \frac{M(f(Me)) \cdot I \cdot \Delta t}{F}$$

Количественной характеристикой полноты использования тока является **выход по току (η)**:

$$\eta = \frac{m_{\text{факт.}}}{m_{\text{теор.}}} \cdot 100\% = \frac{m_{\text{факт.}} \cdot 96500}{M(f(Me)) \cdot I \cdot \Delta t} \cdot 100\%$$

III. ЗАДАНИЯ ДЛЯ ТИПОВОГО РАСЧЕТА № 2

Задача 1: Определить массовую долю (%) раствора, полученного смешиванием двух растворов одного и того же вещества.

Задача 2. К первому раствору прилили 1 литр воды. Определить массовую долю (%) растворенного вещества в этом растворе после разбавления.

Задача 3. Из второго раствора удалили выпариванием 50 мл воды. Определить массовую долю (%) растворенного вещества в оставшемся растворе.

Задача 4. Вычислить, сколько миллилитров воды надо добавить к первому раствору, чтобы из него получить 5% раствор?

Задача 5. Определить молярную концентрацию первого раствора.

Задача 6. Определить молярную концентрацию эквивалента второго раствора.

Задача 7. Определить молярную концентрацию первого раствора.

Задача 8. Определить титр второго раствора.

Задача 9. Определить молярную долю первого раствора.

Варианты заданий:

1. 300 г 10% ($\rho = 1,073$ г/мл) и 400 г 5% ($\rho = 1,044$ г/мл) NaCl
2. 180 г 14% ($\rho = 1,095$ г/мл) и 400 г 20% ($\rho = 1,139$ г/мл) H₂SO₄
3. 500 г 26% ($\rho = 1,129$ г/мл) и 200 г 2% ($\rho = 1,008$ г/мл) HCl
4. 270 г 16% ($\rho = 1,088$ г/мл) и 120 г 2% ($\rho = 1,009$ г/мл) H₃PO₄
5. 600 г 10% ($\rho = 1,082$ г/мл) и 300 г 16% ($\rho = 1,141$ г/мл) Na₂SO₄
6. 580 г 18% ($\rho = 1,051$ г/мл) и 600 г 10% ($\rho = 1,029$ г/мл) NH₄Cl
7. 50 г 94% ($\rho = 1,831$ г/мл) 450 г 4% ($\rho = 1,025$ г/мл) H₂SO₄
8. 350 г 20% ($\rho = 1,219$ г/мл) и 300 г 5% ($\rho = 1,054$ г/мл) NaOH
9. 290 г 14% ($\rho = 1,128$ г/мл) и 750 г 5% ($\rho = 1,044$ г/мл) KOH
10. 250 г 12% ($\rho = 1,015$ г/мл) и 250 г 24% ($\rho = 1,031$ г/мл) CH₃COOH
11. 330 г 35% ($\rho = 1,260$ г/мл) и 800 г 2% ($\rho = 1,012$ г/мл) H₂SO₄
12. 140 г 20% ($\rho = 1,115$ г/мл) и 100 г 8% ($\rho = 1,043$ г/мл) HNO₃
13. 420 г 20% ($\rho = 1,186$ г/мл) и 300 г 35% ($\rho = 1,341$ г/мл) KOH
14. 350 г 12% ($\rho = 1,08$ г/мл) и 250 г 1% ($\rho = 1,005$ г/мл) H₂SO₄
15. 40 г 65% ($\rho = 1,553$ г/мл) и 750 г 3% ($\rho = 1,018$ г/мл) H₂SO₄
16. 600 г 40% ($\rho = 1,246$ г/мл) и 150 г 4% ($\rho = 1,02$ г/мл) HNO₃
17. 130 г 10% ($\rho = 1,109$ г/мл) и 480 г 6% ($\rho = 1,065$ г/мл) NaOH
18. 100 г 28% ($\rho = 1,202$ г/мл) и 750 г 3% ($\rho = 1,018$ г/мл) H₂SO₄
19. 800 г 14% ($\rho = 1,068$ г/мл) и 400 г 1% ($\rho = 1,003$ г/мл) HCl
20. 160 г 24% ($\rho = 1,226$ г/мл) и 130 г 20% ($\rho = 1,186$ г/мл) KOH
21. 90 г 45% ($\rho = 1,293$ г/мл) и 250 г 16% ($\rho = 1,088$ г/мл) H₃PO₄
22. 400 г 20% ($\rho = 1,057$ г/мл) и 350 г 14% ($\rho = 1,040$ г/мл) NH₄Cl
23. 680 г 20% ($\rho = 1,133$ г/мл) и 300 г 12% ($\rho = 1,077$ г/мл) KCl
24. 400 г 14% ($\rho = 1,104$ г/мл) и 350 г 10% ($\rho = 1,073$ г/мл) NaCl

25. 30 г 85% ($\rho = 1,779$ г/мл) и 500 г 10% ($\rho = 1,066$ г/мл) H_2SO_4
26. 400 г 35% ($\rho = 1,044$ г/мл) и 350 г 60% ($\rho = 1,064$ г/мл) CH_3COOH
27. 100 г 14% ($\rho = 1,095$ г/мл) и 500 г 90% ($\rho = 1,814$ г/мл) H_2SO_4
28. 480 г 12% ($\rho = 1,131$ г/мл) и 240 г 8% ($\rho = 1,087$ г/мл) NaOH
29. 200 г 9% ($\rho = 1,048$ г/мл) 360 г 40% ($\rho = 1,254$ г/мл) H_3PO_4
30. 100 г 10% ($\rho = 1,090$ г/мл) и 290 г 30% ($\rho = 1,228$ г/мл) KOH

Задача 10 Составить уравнения реакции ионного обмена в молекулярном и ионном виде (при написании формул химических веществ и ионных уравнений см. приложение, табл. № 9 и № 3 соответственно).

Варианты заданий:

1. хлоридом железа (III) и гидроксидом калия;
2. нитратом свинца (II) и иодидом калия;
3. хроматом калия и нитратом серебра;
4. нитратом хрома (III) и гидроксидом натрия;
5. сульфатом железа (II) и сульфидом натрия;
6. хлоридом хрома и фосфатом натрия;
7. хлоридом кальция и силикатом натрия;
8. сульфатом марганца (II) и иодидом калия;
9. ацетатом бария и карбонатом калия;
10. нитратом олова (II) и гидроксидом калия;
11. карбонатом калия и азотной кислотой;
12. сульфидом натрия и серной кислотой;
13. сульфатом аммония и гидроксидом бария;
14. карбонатом кальция и соляной кислотой;
15. сульфитом натрия и хлоридом цинка;
16. хроматом натрия и сульфатом цинка;
17. сульфатом алюминия и сульфидом калия;
18. нитратом стронция (II) и карбонатом калия;
19. нитратом ртути (II) и иодидом калия;
20. нитратом висмута (II) и фосфатом натрия;
21. гидроксидом железа (III) и соляной кислотой;
22. хлоридом лития и ацетатом свинца (II);
23. нитратом алюминия и фосфатом натрия;
24. хлоридом магния и сульфитом натрия;
25. сульфатом аммония и нитратом свинца (II);
26. гидроксидом бария и фосфатом натрия;
27. нитратом серебра и сульфидом калия;
28. силикатом натрия и сульфатом магния;
29. хлоридом железа (II) и гидроксидом калия;
30. сульфатом меди и хроматом калия.

Задача 11. Написать уравнение диссоциации амфотерного гидроксида по кислотному и основному типу.

Задача 12. Составить молекулярные и молекулярно-ионные уравнения реакций взаимодействия гидроксида с HNO_3 и KOH .

Варианты заданий:

1. $\text{Cr}(\text{OH})_3$, 2. $\text{Be}(\text{OH})_2$, 3. $\text{Pb}(\text{OH})_2$, 4. $\text{Ga}(\text{OH})_3$, 5. $\text{Mn}(\text{OH})_4$, 6. $\text{Ti}(\text{OH})_4$, 7. $\text{Sn}(\text{OH})_2$,
8. $\text{Sb}(\text{OH})_3$, 9. $\text{Au}(\text{OH})_3$, 10. $\text{W}(\text{OH})_4$, 11. $\text{Mn}(\text{OH})_3$, 12. $\text{Ge}(\text{OH})_4$, 13. $\text{V}(\text{OH})_4$,
14. $\text{Sn}(\text{OH})_4$, 15. $\text{Ge}(\text{OH})_2$, 16. $\text{Mo}(\text{OH})_3$, 17. $\text{W}(\text{OH})_3$, 18. $\text{Zn}(\text{OH})_2$, 19. $\text{Al}(\text{OH})_3$,
20. $\text{Cr}(\text{OH})_3$, 21. $\text{Be}(\text{OH})_2$, 22. $\text{Pb}(\text{OH})_2$, 23. $\text{Ga}(\text{OH})_3$, 24. $\text{Mn}(\text{OH})_4$, 25. $\text{Ti}(\text{OH})_4$,
26. $\text{Sn}(\text{OH})_2$, 27. $\text{Sb}(\text{OH})_3$, 28. $\text{Sb}(\text{OH})_3$, 29. $\text{Au}(\text{OH})_3$, 30. $\text{W}(\text{OH})_4$.

Задача 13. Определить характер гидролиза соли (по катиону, по аниону, по катиону и аниону), реакцию среды (кислая, щелочная, нейтральная), записать уравнения гидролиза соли в молекулярном и ионном виде.

Задача 14. Рассчитать $K_{\text{гидролиза}}$, h – степень гидролиза, pH, ионную силу (I), активность ионов для 0,1 м растворов следующих солей.

Варианты заданий:

1. $\text{Cr}(\text{NO}_3)_3$, 2. FeCl_3 , 3. K_2CO_3 , 4. Na_3PO_4 , 5. AlCl_3 , 6. SnCl_2 , 7. MnSO_4 , 8. FeSO_4 ,
9. NH_4Cl , 10. Na_2S , 11. $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$, 12. $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$, 13. $\text{Co}(\text{NO}_3)_2$, 14. PbCl_2 ,
15. $(\text{NH}_4)_2\text{S}$, 16. $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$, 17. SbCl_3 , 18. ZnSO_4 , 19. MnS , 20. CH_3COOK ,
21. $\text{Zn}(\text{NO}_3)_2$, 22. CuSO_4 , 23. NH_4Cl , 24. NaNO_2 , 25. NH_4Br , 26. $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$, 27.
 $\text{CH}_3\text{COONH}_4$, 28. K_2SO_3 , 29. AlBr_3 , 30. $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$.

Задача 15. Вычислить растворимость в моль/л и г/л.

Варианты заданий:

1. AgBr , 2. Ag_2CO_3 , 3. AgCl , 4. Ag_2CrO_4 , 5. AgI , 6. AgIO_3 , 7. Ag_3PO_4 , 8. Ag_2S ,
9. Ag_2SO_4 , 10. $\text{Ag}_2\text{C}_2\text{O}_4$, 11. $\text{Ag}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$, 12. BaCO_3 , 13. BaCrO_4 , 14. BaSO_4 ,
15. BaC_2O_4 , 16. CaCO_3 , 17. $\text{Cd}(\text{OH})_2$, 18. CdS , 19. $\text{Cu}(\text{OH})_2$, 20. CuI , 21. $\text{Fe}(\text{OH})_2$,

22. $\text{Fe}(\text{OH})_3$, 23. FeS , 24. $\text{Mn}(\text{OH})_2$, 25. MnS , 26. MnCO_3 , 27. $\text{Co}(\text{OH})_2$, 28. CoS ,
29. PbCrO_4 , 30. PbCl_2 .

Задача 16. Образуется ли осадок оксалата магния при смешивании:

1. 5 мл 0,02 н MgCl_2 и 10 мл 0,2 н $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$; 2. 10 мл 0,02 м MgCl_2 и 5 мл 0,2 м $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$; 3. 15 мл 0,05 н MgCl_2 и 1 мл 0,5 н $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$; 4. 2 мл 0,002 н MgCl_2 и 20 мл 2 н $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$; 5. 25 мл 0,02 м MgCl_2 и 10 мл 0,2 м $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$; 6. 2 мл 1 н MgCl_2 и 10 мл 1 н $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$; 7. 5 мл 2 н MgCl_2 и 1 мл 2 м $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$; 8. 12 мл 0,5 н MgCl_2 и 18 мл 0,05 н $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$; 9. 8 мл 0,4 м MgCl_2 и 2 мл 4 н $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$; 10. 5 мл 0,02 н MgCl_2 и 10 мл 0,2 н $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$; 11. 16 мл 0,005 м MgCl_2 и 4 мл 0,005 н $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$; 12. 5 мл 0,02 н MgCl_2 и 10 мл 0,2 н $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$; 13. 7 мл 0,02 м MgCl_2 и 13 мл 0,002 н $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$; 14. 1 мл 0,01 н MgCl_2 и 1 мл 0,1 н $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$; 15. 5 мл 0,02 м MgCl_2 и 10 мл 0,2 м $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$; 16. равных объемов 0,02 н MgCl_2 и 0,2 н $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$; 17. равных объемов 0,2 м MgCl_2 и 0,2 н $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$; 18. равных объемов 2 м MgCl_2 и 0,2 м $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$; 19. равных объемов 0,05 н MgCl_2 и 0,5 н $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$; 20. равных объемов 0,2 н MgCl_2 и 0,5 м $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$; 21. равных объемов 1 н MgCl_2 и 2 н $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$; 22. равных объемов 0,0002 н MgCl_2 и 0,2 н $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$; 23. равных объемов 0,005 н MgCl_2 и 0,5 м $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$; 24. равных объемов 0,1 м MgCl_2 и 0,2 н $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$; 25. равных объемов 0,01 н MgCl_2 и 0,1 н $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$; 26. равных объемов 1 н MgCl_2 и 1 м $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$; 27. равных объемов 0,01 н MgCl_2 и 0,6 н $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$; 28. равных объемов 0,002 н MgCl_2 и 0,05 н $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$; 29. равных объемов 0,05 м MgCl_2 и 5 м $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$; 30. равных объемов 0,07 м MgCl_2 и 0,7 н $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$;

Задача 17. Составить формулу комплексного соединения, дать название, записать уравнения диссоциации по 2-м ступеням, выражение константы нестойкости ($K_{\text{н}}$) для комплексного иона

Задача 18. Рассчитать концентрацию комплексообразователя для 0,02 м раствора.

Варианты заданий:

1. Ag^+ , NH_3 , Cl^- , к.ч.=2
2. K^+ , Hg^{2+} , Cl^- , к.ч. = 4
3. Na^+ , Hg^{2+} , I^- , к.ч. = 4
4. Cd^{2+} , NH_3 , Cl^- , к.ч. = 4
5. Cd^{2+} , CN^- , K^+ , к.ч. = 4
6. Cu^{2+} , NH_3 , SO_4^{2-} , к.ч. = 4
7. Cu^+ , CN^- , Na^+ , к.ч. = 2
8. Ni^{2+} , NH_3 , Cl^- , к.ч. = 6
9. K^+ , Pb^{2+} , Br^- , к.ч. = 4
10. Co^{3+} , NH_3 , Cl^- , к.ч. = 6
11. K^+ , Fe^{2+} , CN^- , к.ч. = 6
12. Na^+ , Zn^{2+} , CNS^- , к.ч. = 4
13. K^+ , Zn^{2+} , NH_3 , к.ч. = 4
14. K^+ , Co^{3+} , CN^- , к.ч. = 4
15. K , Cd^{2+} , I^- , к.ч. = 4
16. Na^+ , Hg^{2+} , CN^- , к.ч. = 4
17. K^+ , Zn^{2+} , CN^- , к.ч. = 4
18. Na^+ , Zn^{2+} , OH^- , к.ч. = 4
19. Na^+ , Fe^{3+} , CN^- , к.ч. = 6
20. Na^+ , Ni^{2+} , CN^- , к.ч. = 4
21. K^+ , Ag^+ , CN^- , к.ч. = 4
22. Na^+ , Al^{3+} , F^- , к.ч. = 2
23. K^+ , Fe^{3+} , CN^- , к.ч. = 6
24. Na^+ , Ag^+ , Cl^- , к.ч. = 2
25. Na^+ , Ag^+ , Br^- , к.ч. = 2
26. K^+ , Ag^+ , $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$, к.ч. = 2
27. K^+ , Pb^{2+} , I^- , к.ч. = 4
28. Ag^+ , NH_3 , Br^- , к.ч.=2
29. Cu^{2+} , NH_3 , Cl^- , к.ч. = 4
30. Ni^{2+} , NH_3 , SO_4^{2-} , к.ч. = 4

Задача 19. Составить электронные уравнения и подобрать коэффициенты методом электронного баланса.

Варианты заданий:

1. $\text{H}_2\text{S} + \text{Cl}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{H}_2\text{SO}_4 + \text{HCl}$.
2. $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 + \text{H}_2\text{SO}_4 + \text{Na}_2\text{SO}_3 \rightarrow \text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3 + \text{Na}_2\text{SO}_4 + \text{K}_2\text{SO}_4 + \text{H}_2\text{O}$,
3. $\text{KBr} + \text{KBrO}_3 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{Br}_2 + \text{K}_2\text{SO}_4 + \text{H}_2\text{O}$,
4. $\text{HJO}_3 + \text{HJ} \rightarrow \text{J}_2 + \text{H}_2\text{O}$
5. $\text{KClO}_3 \rightarrow \text{KCl} + \text{O}_2$
6. $\text{H}_2\text{S} + \text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{S} + \text{K}_2\text{SO}_4 + \text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3 + \text{H}_2\text{O}$
7. $\text{H}_2\text{SO}_4 + \text{HBr} \rightarrow \text{H}_2\text{S} + \text{Br}_2 + \text{H}_2\text{O}$
8. $\text{H}_2\text{MnO}_4 \rightarrow \text{MnO}_2 + \text{HMnO}_4 + \text{H}_2\text{O}$
9. $\text{SO}_2 + \text{HNO}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{H}_2\text{SO}_4 + \text{NO}$
10. $\text{HCl} + \text{KMnO}_4 \rightarrow \text{MnCl}_2 + \text{Cl}_2 + \text{KCl} + \text{H}_2\text{O}$.

11. $\text{KBrO} \rightarrow \text{KBrO}_3 + \text{KBr}$
12. $\text{KMnO}_4 + \text{H}_2\text{SO}_4 + \text{KI} \rightarrow \text{MnSO}_4 + \text{I}_2 + \text{K}_2\text{SO}_4 + \text{H}_2\text{O}$
13. $\text{KOH} + \text{Cl}_2 \rightarrow \text{KCl} + \text{KClO}_3 + \text{H}_2\text{O}$
14. $\text{Mg} + \text{HNO}_3 \rightarrow \text{Mg}(\text{NO}_3)_2 + \text{N}_2\text{O} + \text{H}_2\text{O}$.
15. $\text{Cr}_2\text{O}_3 + \text{Br}_2 + \text{NaOH} \rightarrow \text{Na}_2\text{CrO}_4 + \text{NaBr} + \text{H}_2\text{O}$
16. $\text{KOH} + \text{Cl}_2 \rightarrow \text{KClO}_3 + \text{KCl} + \text{H}_2\text{O}$
17. $\text{KMnO}_4 + \text{K}_2\text{S} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{MnO}_2 + \text{S} + \text{KOH}$
18. $\text{HNO}_3(\text{конц}) + \text{Cu} \rightarrow \text{Cu}(\text{NO}_3)_2 + \text{NO}_2 + \text{H}_2\text{O}$
19. $\text{HNO}_3(\text{разб}) + \text{Mg} \rightarrow \text{NH}_4\text{NO}_3 + \text{Mg}(\text{NO}_3)_2 + \text{H}_2\text{O}$
20. $\text{H}_2\text{SO}_4(\text{конц}) + \text{Zn} \rightarrow \text{ZnSO}_4 + \text{H}_2\text{S} + \text{H}_2\text{O}$
21. $\text{H}_2\text{SO}_4(\text{конц}) + \text{Sn} \rightarrow \text{Sn}(\text{SO}_4)_2 + \text{SO}_2 + \text{H}_2\text{O}$
22. $\text{P} + \text{HNO}_3(\text{конц}) \rightarrow \text{H}_3\text{PO}_4 + \text{NO}_2 + \text{H}_2\text{O}$
23. $\text{S} + \text{HNO}_3(\text{конц}) \rightarrow \text{H}_2\text{SO}_4 + \text{NO}_2 + \text{H}_2\text{O}$
24. $\text{S} + \text{HNO}_3(\text{разб}) \rightarrow \text{H}_2\text{SO}_4 + \text{NO}$
25. $\text{C} + \text{H}_2\text{SO}_4(\text{конц}) \rightarrow \text{CO}_2 + \text{SO}_2 + \text{H}_2\text{O}$
26. $\text{P} + \text{H}_2\text{SO}_4(\text{конц}) \rightarrow \text{H}_3\text{PO}_4 + \text{SO}_2 + \text{H}_2\text{O}$
27. $\text{MoO}_3 + \text{H}_2 \rightarrow \text{Mo} + \text{H}_2\text{O}$
28. $\text{Cr}_2\text{O}_3 + \text{Al} \rightarrow \text{Cr} + \text{Al}_2\text{O}_3$
29. $\text{Cu}_2\text{O} + \text{C} \rightarrow \text{Cu} + \text{CO}$
30. $\text{Cu}_2\text{O} + \text{CO} \rightarrow \text{Cu} + \text{CO}_2$

Задача 20. Составить схему гальванического элемента, записать уравнения электродных процессов, вычислить ЭДС при стандартных условиях

- а) концентрация 1-го 2-го растворов равна 1 моль/л;
- б) концентрация 1-го раствора равна 0,01 моль/л, концентрация второго раствора – 0,0001 моль/л, для гальванической пары:

Варианты заданий:

- 1.Co-Ni, 2.K-Al, 3.Zn-Fe, 4.Al-Cu, 5.Mn-Ag, 6.Ca-Zn, 7.Cd-Cu, 8.Cr-Hg,
- 9.Na-Cr, 10.Cd- Ni, 11.Ba- Co, 12.Pb- Cu, 13.Sn- Cu, 14.Ca-Cu, 15.Fe- Ag,

16.K-Mn, 17.Mg-Cu, 18.Cr-Cu, 19.Li-Mg, 20.Co-Ag, 21.Pb-Pt, 22.Zn-Sn, 23.Zn-Pt, 24.Fe-Pb, 25.Cu-Au, 26.Al-Au, 27.Co-Cu, 28.Ba-Mn, 29.Ag-Au, 30.Ni-Cu.

Задача 21:

1. Записать уравнение электролиза раствора

а) с инертным анодом; б) с растворимым медным анодом:

Варианты заданий:

1. K_2SO_4 , 2. $MnSO_4$, 3. $Ca(NO_3)_2$, 4. $Mg(NO_3)_2$, 5. $ZnSO_4$, 6. $ZnCl_2$, 7. $Al_2(SO_4)_3$,
8. $Pb(NO_3)_2$, 9. $Ba(NO_3)_2$, 10. $FeSO_4$, 11. $Ni(NO_3)_2$, 12. $CuCl_2$, 13. $AgNO_3$, 14. KI ,
15. $NaBr$.

2. Какая масса меди выделится на катоде при электролизе раствора $CuSO_4$ в течение:

Варианты заданий:

16. 1 часа, при силе тока 4 А? 17. 1 часа и 30 мин., при силе тока 6 А?
18. 50 мин, при силе тока 10 А? 19. 1 часа 20 мин 30 с, при силе тока 2 А?
20. 25 мин и 25 с, при силе тока 5 А?

3. Записать электролиз а) раствора, б) расплава:

Варианты заданий:

21. $CaCl_2$, 22. KI , 23. $NaCl$, 24. $NaBr$, 25. $LiCl$

4. Определить расход электричества (Кл) необходимый для получения:

Варианты заданий:

26. 5 г Ag при электролизе раствора $AgNO_3$, 27. 3,5 г Pb при электролизе раствора $Pb(NO_3)_2$, 28. 1,5 г Cu при электролизе раствора $CuCl_2$, 29. 2 г Zn при электролизе раствора $ZnSO_4$, 30. 6 г Fe при электролизе раствора $FeCl_3$.

ПРИЛОЖЕНИЕ

Таблица 1

Электроотрицательность элементов по Полингу

H 2,1																
Li 1,0	Be 1,5											B 2,0	C 2,5	N 3,0	O 3,5	F 4,0
Na 0,9	Mg 1,2											Al 1,5	Si 1,8	P 2,1	S 2,5	Cl 3,0
K 0,8	Ca 1,0	Sc 1,3	Ti 1,5	V 1,6	Cr 1,6	Mn 1,5	Fe 1,8	Co 1,9	Ni 1,9	Cu 1,9	Zn 1,6	Ga 1,6	Ge 1,8	As 2,0	Se 2,4	Br 2,8
Rb 0,8	Sr 1,0	Y 1,2	Zr 1,4	Nb 1,6	Mo 1,8	Tc 1,9	Ru 2,2	Rh 2,2	Pd 2,2	Ag 1,9	Cd 1,7	In 1,7	Sn 1,8	Sb 2,0	Te 2,1	I 2,5
Cs 0,7	Ba 0,9	La - Lu 1,0 - 1,2	Hf 1,3	Ta 1,5	W 1,7	Re 1,9	Os 2,2	Ir 2,2	Pt 2,2	Au 2,4	Hg 1,9	Tl 1,8	Pb 1,9	Bi 1,9	Po 2,0	At 2,2

**Стандартные энтальпии образования (ΔH_{298}^0), энтропии (S_{298}^0),
энергии Гиббса (ΔG_{298}^0) простых веществ и соединений**

Вещество	ΔH_{298}^0 , кДж/моль	S_{298}^0 , Дж/моль·К	ΔG_{298}^0 , кДж/моль
С графит	0	5,74	0
С г.	716,67	157,99	671,28
Cl ₂ г.	0	222,98	0
F ₂ г.	0	202,67	0
H ₂ г.	0	130,52	0
I ₂ г.	62,24	260,58	19,4
I ₂ кр.	0	116,14	0
N ₂ г.	0	191,50	0
O ₂ г.	0	205,04	0
Br ₂ г.	30,92	245,35	3,14
S г.	278,81	167,75	238,31
S к.	0	31,88	0
Ca т.	0	41,42	0
CO г.	-110,53	197,55	-137,15
CO ₂ г.	-393,51	213,66	-394,37
CaCO ₃	-1206,83	91,71	-1128,35
CaO кр.	-635,09	38,07	-603,46
HBr г.	-36,38	198,58	-53,43
HCl г.	-92,31	186,79	-95,20
HF г.	-273,30	173,67	-275,41
HI г.	26,36	206,48	1,58
H ₂ O ж.	-285,83	69,95	-237,23
H ₂ O г.	-241,81	188,72	-228,61
H ₂ S г.	-20,60	205,70	-33,50
NH ₃ г.	-45,94	192,66	-16,48
NO г.	91,26	210,64	87,58
NOCl г.	52,59	263,50	66,37
NO ₂ г.	34,19	240,06	52,29
N ₂ O г.	82,01	219,83	104,12
N ₂ O ₄ г.	11,11	304,35	99,68
N ₂ O ₅ г.	13,80	355,65	117,14
PCl ₃ г.	-287,02	311,71	-267,98
PCl ₅ г.	-374,89	364,47	-305,10
SO ₂ г.	-296,90	248,07	-300,21
SO ₃ г.	-395,85	256,69	-371,17
MgCO ₃ кр.	-1095,85	65,10	-1012,15
MgO кр.	-601,49	27,07	-569,27
CH ₄ г.	-74,85	186,27	-50,85
C ₂ H ₄ г.	52,30	219,45	68,14
C ₃ H ₈ г.	-104,0	269,9	-23,49
CH ₃ OH ж.	-238,6	126,8	-166,23
C ₆ H ₆ г.	49,03	173,26	124,38

Таблица 3

Растворимость солей и оснований в воде (Р – растворимые, М – малорастворимые, Н – практически нерастворимое вещество, прочерк означает, что вещество не существует или разлагается водой)

Анионы	Катионы																		
	Li ⁺	Na ⁺ , K ⁺	NH ₄ ⁺	Cu ²⁺	Ag ⁺	Mg ²⁺	Ca ²⁺	Sr ²⁺	Ba ²⁺	Zn ²⁺	Hg ²⁺	Al ³⁺	Sn ²⁺	Pb ²⁺	Bi ³⁺	Cr ³⁺	Mn ²⁺	Fe ³⁺	Fe ²⁺
Cl ⁻	Р	Р	Р	Р	Н	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	М	–	Р	Р	Р	Р
Br ⁻	Р	Р	Р	Р	Н	Р	Р	Р	Р	Р	М	Р	Р	М	–	Р	Р	Р	Р
I ⁻	Р	Р	Р	–	Н	Р	Р	Р	Р	Р	Н	Р	Р	Н	–	Р	Н	–	Р
NO ₃ ⁻	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	–	Р	Р	Р	–	Р	Р
CH ₃ COO ⁻	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	–	Р	–	–	Р	–	Р
S ²⁻	Р	Р	Р	Н	Н	–	Р	Р	Р	Н	Н	–	Н	Н	Н	–	Н	Н	Н
SO ₃ ²⁻	Р	Р	Р	Н	Н	Н	Н	Н	Н	Н	Н	–	–	Н	Н	–	Н	–	Н
SO ₄ ²⁻	Р	Р	Р	Р	М	Р	М	Н	М	Р	–	Р	Р	Н	–	Р	Р	Р	Р
CO ₃ ²⁻	Р	Р	Р	–	Н	Н	Н	Н	Н	Н	–	–	–	Н	Н	–	Н	–	Н
SiO ₃ ²⁻	Р	Р	–	–	–	Н	Н	Н	Н	Н	–	Н	–	Н	–	–	Н	Н	Н
CrO ₄ ²⁻	Р	Р	Р	Н	Н	Р	М	М	М	Н	Н	–	–	Н	Н	Р	Н	–	–
PO ₄ ³⁻	Н	Р	Р	Н	Н	Н	Н	Н	Н	Н	Н	Н	Н	Н	Н	Н	Н	Н	Н
OH ⁻	Р	Р	Р	Н	–	Н	М	М	Р	Н	–	Н	Н	Н	Н	Н	Н	Н	Н

Константы диссоциации (K_d) слабых электролитов

Название	Формула	K_d
<i>Кислоты</i>		
Азотистая	HNO_2	$6,9 \cdot 10^{-4}$
Борная (орто):		
K_1	H_3BO_3	$7,1 \cdot 10^{-10}$
K_2		$1,8 \cdot 10^{-13}$
K_3		$1,6 \cdot 10^{-14}$
Борная (тетра):		
K_1	$\text{H}_2\text{B}_4\text{O}_7$	$1,8 \cdot 10^{-4}$
K_2		$2,0 \cdot 10^{-8}$
Бромноватая	HBrO_3	$2,0 \cdot 10^{-1}$
Бромноватистая	HBrO	$2,2 \cdot 10^{-9}$
Гидросернистая (дитионистая) K_1	$\text{H}_2\text{S}_2\text{O}_4$	$5,0 \cdot 10^{-1}$
K_2		$3,2 \cdot 10^{-3}$
Дихромовая K_2	$\text{H}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$	$2,3 \cdot 10^{-2}$
Иодноватая	HIO_3	$1,7 \cdot 10^{-1}$
Иодноватистая	HIO	$2,3 \cdot 10^{-11}$
Марганцовистая K_1	H_2MnO_4	10^{-1}
K_2		$7,1 \cdot 10^{-1}$
Муравьиная	HCOOH	$1,8 \cdot 10^{-4}$
Мышьяковистая	H_3AsO_3	$5,9 \cdot 10^{-10}$
Пероксид водорода	H_2O_2	$2,6 \cdot 10^{-12}$
Роданистоводородная	HSCN	$1,4 \cdot 10^{-1}$
Серная K_2	H_2SO_4	$1,15 \cdot 10^{-2}$
Сернистая K_2	H_2SO_3	$1,4 \cdot 10^{-2}$
K_2		$6,2 \cdot 10^{-8}$
Сероводородная K_1	H_2S	$1,0 \cdot 10^{-7}$
K_2		$2,5 \cdot 10^{-13}$
Синильная	HCN	$5,0 \cdot 10^{-10}$
Тиосерная K_1	$\text{H}_2\text{S}_2\text{O}_3$	$2,5 \cdot 10^{-1}$
K_2		$1,9 \cdot 10^{-2}$
Трихлоруксусная	CCl_3COOH	$2,1 \cdot 10^{-1}$
Угольная K_1	$\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$	$4,5 \cdot 10^{-7}$
K_2		$4,8 \cdot 10^{-11}$
Уксусная	CH_3COOH	$1,74 \cdot 10^{-5}$
Фосфористая K_1	H_3PO_3	$3,1 \cdot 10^{-2}$
K_2		$1,6 \cdot 10^{-7}$

Продолжение таблицы 4		
Название	Формула	K_d
Фосфорная (орто) K_1	H_3PO_4	$7,1 \cdot 10^{-3}$
K_2		$6,2 \cdot 10^{-8}$
K_3		$5,0 \cdot 10^{-13}$
Фосфористоводородная	HF	$6,2 \cdot 10^{-4}$
Хлористая	$HClO_2$	$1,1 \cdot 10^{-2}$
Хлорноватистая	HClO	$2,95 \cdot 10^{-8}$
Хлорноуксусная	$CH_2ClCOOH$	$1,4 \cdot 10^{-3}$
Хромовая K_1	H_2CrO_4	$1,6 \cdot 10^{-1}$
K_2		$3,2 \cdot 10^{-7}$
Циановая	HOCN	$2,7 \cdot 10^{-4}$
Щавелевая K_1	$H_2C_2O_4$	$5,6 \cdot 10^{-2}$
<i>Основания</i>		
Аммиака раствор	$NH_3 + H_2O$	$1,76 \cdot 10^{-5}$
Бария гидроксид K_2	$Ba(OH)_2$	$2,3 \cdot 10^{-1}$
Кальция гидроксид K_2	$Ca(OH)_2$	$4,0 \cdot 10^{-2}$
Свинца гидроксид (II) K_1	$Pb(OH)_2$	$9,55 \cdot 10^{-4}$
K_2		$3,0 \cdot 10^{-8}$
Марганца гидроксид (II)	$Mn(OH)_2$	$5,0 \cdot 10^{-4}$
Никеля гидроксид	$Ni(OH)_2$	$2,5 \cdot 10^{-5}$
Цинка гидроксид	$Zn(OH)_2$	$4,0 \cdot 10^{-5}$
Железа гидроксид (III)	$Fe(OH)_3$	$1,82 \cdot 10^{-10}$
Меди гидроксид	$Cu(OH)_2$	$3,4 \cdot 10^{-7}$

**Средние коэффициенты активности ионов при различной ионной силе
раствора**

Ионная сила	Коэффициент активности (f) для z_i			
	однозарядные	двухзарядные	трехзарядные	четырезарядный
0,0001	0,99	0,95	0,90	0,83
0,0002	0,98	0,94	0,87	0,77
0,0005	0,97	0,90	0,80	0,67
0,001	0,96	0,86	0,73	0,56
0,002	0,95	0,81	0,64	0,45
0,005	0,92	0,72	0,51	0,30
0,01	0,89	0,63	0,39	0,18
0,02	0,87	0,57	0,28	0,12
0,05	0,84	0,50	0,21	0,06
0,1	0,81	0,44	0,16	0,04
0,2	0,80	0,41	0,14	0,03
0,3	0,81	0,42	0,14	0,03
0,4	0,82	0,45	0,17	0,04
0,5	0,84	0,50	0,21	0,06
0,6	0,87	0,56	0,27	0,10
0,7	0,89	0,63	0,36	0,16
0,8	0,92	0,72	0,48	0,27
0,9	0,96	0,83	0,66	0,48
1,0	0,99	0,96	0,91	0,85

**Произведение растворимости труднорастворимых в воде соединений
(при 25 °С)**

Формула соединения	ПР	Формула соединения	ПР
Ag ₃ AsO ₄	1,0 · 10 ⁻¹⁹	CaC ₂ O ₄	3,8 · 10 ⁻⁹
AgBr	3,3 · 10 ⁻¹³	CaCrO ₄	2,3 · 10 ⁻²
Ag ₂ CO ₃	8,15 · 10 ⁻¹²	Ca ₃ (PO ₄) ₂	1,2 · 10 ⁻¹⁴
AgCl	1,7 · 10 ⁻¹⁰	Ca(OH) ₂	2,2 · 10 ⁻²
Ag ₂ CrO ₄	2,0 · 10 ⁻¹²	CdCO ₃	1,82 · 10 ⁻¹⁴
AgI	8,5 · 10 ⁻¹⁷	Cd(OH) ₂	3,98 · 10 ⁻¹⁵
AgIO ₃	3,1 · 10 ⁻⁸	CdS	1,2 · 10 ⁻²⁸
Ag ₃ PO ₄	1,8 · 10 ⁻¹⁶	Cu(OH) ₂	2,2 · 10 ⁻²⁰
Ag ₂ SO ₄	6,0 · 10 ⁻⁶	CuI	1,1 · 10 ⁻¹²
Ag ₂ S	5,9 · 10 ⁻⁵²	CuCl	1,4 · 10 ⁻⁶
AgOH	2,0 · 10 ⁻⁸	CuBr	4,1 · 10 ⁻⁸
Ag ₂ C ₂ O ₄	5,0 · 10 ⁻¹²	Cu ₂ S	2,6 · 10 ⁻⁴⁹
Ag ₂ Cr ₂ O ₇	2,0 · 10 ⁻⁷	CuS	3,2 · 10 ⁻³⁸
AgSCN	1,2 · 10 ⁻¹²	CuCO ₃	2,36 · 10 ⁻¹⁰
BaCO ₃	4,93 · 10 ⁻⁹	CuC ₂ O ₄	2,9 · 10 ⁻⁸
BaCrO ₄	2,3 · 10 ⁻¹⁰	Fe(OH) ₂	1,65 · 10 ⁻¹⁵
Ba ₃ (PO ₄) ₂	1,5 · 10 ⁻²⁸	Fe(OH) ₃	4,0 · 10 ⁻³⁸
BaSO ₄	9,9 · 10 ⁻¹¹	FeS	3,8 · 10 ⁻²⁰
Ba(OH) ₂	2,2 · 10 ⁻¹	FeCO ₃	2,11 · 10 ⁻¹¹
BaC ₂ O ₄	1,7 · 10 ⁻⁷	HgS	4,0 · 10 ⁻⁵³
CaCO ₃	1,7 · 10 ⁻⁸	Hg ₂ Br ₂	1,3 · 10 ⁻²¹
CaF ₂	4,0 · 10 ⁻¹¹	Hg ₂ I ₂	1,2 · 10 ⁻²⁸

Продолжение таблицы 6

Формула соединения	ПР	Формула соединения	ПР
CaSO ₄	$6,26 \cdot 10^{-5}$	MgCO ₃	$1,0 \cdot 10^{-5}$
Hg ₂ CO ₃	$9,0 \cdot 10^{-17}$	MgC ₂ O ₄	$8,6 \cdot 10^{-5}$
Hg ₂ Cl ₂	$2,0 \cdot 10^{-18}$	MgNH ₄ PO ₄	$2,5 \cdot 10^{-13}$
PbBr ₂	$6,3 \cdot 10^{-6}$	Al(OH) ₃	$1,1 \cdot 10^{-15}$
PbI ₂	$8,7 \cdot 10^{-9}$	SnS	$1,0 \cdot 10^{-27}$
PbCO ₃	$7,24 \cdot 10^{-14}$	As ₂ S ₃	$4,1 \cdot 10^{-29}$
Pb ₃ (PO ₄) ₂	$1,5 \cdot 10^{-32}$	Sb ₂ S ₃	$2,9 \cdot 10^{-59}$
PbSO ₄	$1,8 \cdot 10^{-8}$	Mn(OH) ₂	$4,0 \cdot 10^{-14}$
PbC ₂ O ₄	$3,4 \cdot 10^{-11}$	MnS	$1,1 \cdot 10^{-15}$
PbCrO ₄	$1,8 \cdot 10^{-14}$	MnCO ₃	$5,05 \cdot 10^{-10}$
PbCl ₂	$1,7 \cdot 10^{-5}$	Co(OH) ₂	$1,6 \cdot 10^{-18}$
PbS	$6,8 \cdot 10^{-29}$	CoS	$3,1 \cdot 10^{-23}$
SrSO ₄	$3,6 \cdot 10^{-7}$	CoCO ₃	$1,45 \cdot 10^{-13}$
Sr(OH) ₂	$6,7 \cdot 10^{-2}$	Ni(OH) ₂	$8,7 \cdot 10^{-19}$
SrCO ₃	$9,42 \cdot 10^{-10}$	NiS	$1,4 \cdot 10^{-24}$
SrC ₂ O ₄	$5,6 \cdot 10^{-8}$	NiCO ₃	$1,35 \cdot 10^{-7}$
SrCrO ₄	$3,6 \cdot 10^{-5}$	ZnS	$7,4 \cdot 10^{-27}$
ZnCO ₃	$9,98 \cdot 10^{-11}$	Zn(OH) ₂	$4,5 \cdot 10^{-17}$
ZnC ₂ O ₄	$2,0 \cdot 10^{-8}$	Mg(OH) ₂	$5,5 \cdot 10^{-12}$

Таблица 7

Константы нестойкости некоторых комплексных ионов

Уравнение диссоциации комплексного иона	Константа нестойкости (K_H)
$[\text{Ag}(\text{CN})_2]^- = \text{Ag}^+ + 2\text{CN}^-$	$1,0 \cdot 10^{-21}$
$[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]^+ = \text{Ag}^+ + 2\text{NH}_3$	$5,89 \cdot 10^{-8}$
$[\text{AgBr}_2]^- = \text{Ag}^+ + 2\text{Br}^-$	$7,8 \cdot 10^{-8}$
$[\text{AgCl}_2]^- = \text{Ag}^+ + 2\text{Cl}^-$	$1,78 \cdot 10^{-5}$
$[\text{Ag}(\text{S}_2\text{O}_3)_2]^{3-} = \text{Ag}^+ + 2\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$	$1,0 \cdot 10^{-18}$
$[\text{AlF}_6]^{3-} = \text{Al}^{3+} + 6\text{F}^-$	$5,01 \cdot 10^{-18}$
$[\text{Cd}(\text{CN})_4]^{2-} = \text{Cd}^{2+} + 4\text{CN}^-$	$7,66 \cdot 10^{-18}$
$[\text{CdI}_4]^{2-} = \text{Cd}^{2+} + 4\text{I}^-$	$7,94 \cdot 10^{-7}$
$[\text{Cd}(\text{NH}_3)_4]^{2+} = \text{Cd}^{2+} + 4\text{NH}_3$	$2,75 \cdot 10^{-7}$
$[\text{Co}(\text{CN})_4]^{2-} = \text{Co}^{2+} + 4\text{CN}^-$	$5,50 \cdot 10^{-3}$
$[\text{Co}(\text{NH}_3)_6]^{2+} = \text{Co}^{2+} + 6\text{NH}_3$	$4,07 \cdot 10^{-5}$
$[\text{Cu}(\text{CN})_2]^- = \text{Cu}^+ + 2\text{CN}^-$	$1,0 \cdot 10^{-24}$
$[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]^{2+} = \text{Cu}^{2+} + 4\text{NH}_3$	$9,33 \cdot 10^{-13}$
$[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{4-} = \text{Fe}^{2+} + 6\text{CN}^-$	$1,0 \cdot 10^{-24}$
$[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{3-} = \text{Fe}^{3+} + 6\text{CN}^-$	$1,0 \cdot 10^{-31}$
$[\text{HgCl}_4]^{2-} = \text{Hg}^{2+} + 4\text{Cl}^-$	$6,03 \cdot 10^{-16}$
$[\text{HgI}_4]^{2-} = \text{Hg}^{2+} + 4\text{I}^-$	$1,38 \cdot 10^{-30}$
$[\text{Hg}(\text{CN})_4]^{2-} = \text{Hg}^{2+} + 4\text{CN}^-$	$1,29 \cdot 10^{-22}$
$[\text{Ni}(\text{CN})_4]^{2-} = \text{Ni}^{2+} + 4\text{CN}^-$	$1,0 \cdot 10^{-22}$
$[\text{Ni}(\text{NH}_3)_6]^{2+} = \text{Ni}^{2+} + 6\text{NH}_3$	$9,77 \cdot 10^{-9}$
$[\text{PbBr}_4]^{2-} = \text{Pb}^{2+} + 4\text{Br}^-$	$1,0 \cdot 10^{-3}$
$[\text{PbI}_4]^{2-} = \text{Pb}^{2+} + 4\text{I}^-$	$2,22 \cdot 10^{-5}$
$[\text{Zn}(\text{NH}_3)_4]^{2+} = \text{Zn}^{2+} + 4\text{NH}_3$	$3,46 \cdot 10^{-10}$
$[\text{Zn}(\text{CN})_4]^{2-} = \text{Zn}^{2+} + 4\text{CN}^-$	$1 \cdot 10^{-16}$
$[\text{Zn}(\text{CNS})_4]^{2-} = \text{Zn}^{2+} + 4\text{CNS}^-$	$5,0 \cdot 10^{-2}$
$[\text{Zn}(\text{OH})_4]^{2-} = \text{Zn}^{2+} + 4\text{OH}^-$	$7,08 \cdot 10^{-16}$

Ряд напряжений металлов

Стандартные электродные потенциалы металлов при 298К.

Li, K, Ba, Na, Mg, Al, Mn, Zn, Cr, Fe, Cd, Co, Ni, Sn, Pb, H, Cu, Ag, Hg, Pt, Au.

Металл	Электродная реакция	φ^0 , В
Li ⁺ /Li	Li ⁺ + e ⁻ = Li	-3,04
K ⁺ /K	K ⁺ + e ⁻ = K	-2,92
Ba ²⁺ /Ba	Ba ²⁺ + 2e ⁻ = Ba	-2,90
Ca ²⁺ /Ca	Ca ²⁺ + 2e ⁻ = Ca	-2,87
Na ⁺ /Na	Na ⁺ + e ⁻ = Na	-2,71
Mg ²⁺ /Mg	Mg ²⁺ + 2e ⁻ = Mg	-2,37
Al ³⁺ /Al	Al ³⁺ + 3e ⁻ = Al	-1,66
Mn ²⁺ /Mn	Mn ²⁺ + 2e ⁻ = Mn	-1,18
Zn ²⁺ /Zn	Zn ²⁺ + 2e ⁻ = Zn	-0,76
Cr ³⁺ /Cr	Cr ³⁺ + 3e ⁻ = Cr	-0,74
Fe ²⁺ /Fe	Fe ²⁺ + 2e ⁻ = Fe	-0,44
Cd ²⁺ /Cd	Cd ²⁺ + 2e ⁻ = Cd	-0,40
Co ²⁺ /Co	Co ²⁺ + 2e ⁻ = Co	-0,28
Ni ²⁺ /Ni	Ni ²⁺ + 2e ⁻ = Ni	-0,25
Sn ²⁺ /Sn	Sn ²⁺ + 2e ⁻ = Sn	-0,14
Pb ²⁺ / Pb	Pb ²⁺ + 2e ⁻ = Pb	-0,13
H ⁺ /H ₂	H ⁺ + e ⁻ = 1/2 H ₂	+0,000
Cu ²⁺ /Cu	Cu ²⁺ + 2e ⁻ = Cu	+0,34
Ag ⁺ /Ag	Ag ⁺ + e ⁻ = Ag	+0,80
Hg ²⁺ /Hg	Hg ²⁺ + 2e ⁻ = Hg	+0,85
Pt ²⁺ /Pt	Pt ²⁺ + 2e ⁻ = Pt	1,19
Au ³⁺ /Au	Au ³⁺ + 3e ⁻ = Au	1,5

Важнейшие кислоты и кислотные остатки

Формулы и названия	
Кислот	Кислотных остатков
HNO_2 – азотистая	NO_2^- – нитрит
HNO_3 – азотная	NO_3^- – нитрат
HBO_2 – борная (мета)	BO_2^- – метаборат
H_3BO_3 – —"—— (орто)	BO_3^{2-} – ортоборат
HBr – бромоводородная	Br^- – бромид
HI – иодоводородная	I^- – иодид
H_2SiO_3 – кремниевая (мета)	SiO_3^{2-} – метасиликат
H_4SiO_4 – —"—— (орто)	SiO_4^{4-} – ортосиликат
H_2MnO_4 – марганцовистая	MnO_4^{2-} – манганат
HMnO_4 – марганцевая	MnO_4^- – перманганат
H_3AsO_4 – мышьяковая	AsO_4^{3-} – арсенат
H_2S – сероводородная	S^{2-} – сульфид
H_2SO_3 – сернистая	SO_3^{2-} – сульфит
H_2SO_4 – серная	SO_4^{2-} – сульфат
$\text{H}_2\text{S}_2\text{O}_3$ – тиосерная	$\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$ – тиосульфат
H_2CO_3 – угольная	CO_3^{2-} – карбонат
CH_3COOH – уксусная	CH_3COO^- – ацетат
H_3PO_3 – фосфористая	PO_3^{3-} – фосфит
HPO_3 – фосфорная (мета)	PO_3^- – метафосфат
H_3PO_4 – —"—— (орто)	PO_4^{3-} – ортофосфат
	HPO_4^{2-} – гидрортофосфат
	H_2PO_4^- – дигидроортофосфат
$\text{H}_4\text{P}_2\text{O}_7$ – —"—— (пиро)	$\text{P}_2\text{O}_4^{4-}$ – пирофосфат
HCl – хлороводородная	Cl^- – хлорид
HClO – хлорноватистая	ClO^- – гипохлорит
HClO_2 – хлористая	ClO_2^- – хлорит
HClO_3 – хлорноватая	ClO_3^- – хлорат
HClO_4 – хлорная	ClO_4^- – перхлорат
H_2CrO_4 – хромовая	CrO_4^{2-} – хромат
$\text{H}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ – двухромовая	$\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ – дихромат
HF – фтороводородная	F^- – фторид
HCN – циановодородная	CN^- – цианид
HSCN – тиоциановая (родановодородная)	SCN^- – тиоционат (роданид)

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ,
ПРИМЕНЯЕМЫЕ ПРИ РЕШЕНИИ ЗАДАЧ

Обозначение	Наименование	Единицы измерения
m_a	Масса атома	а.е.м.
m_m	Масса молекулы	а.е.м.
A_r	Относительная атомная масса	Безразмерная величина
M_r	Относительная молекулярная масса	Безразмерная величина
M	Моль (масса 1 моль данного вещества)	кг/моль, г/моль
m	Масса вещества	кг, г
ν, n	Количество вещества (число молей)	моль
N_A	Число Авогадро	структурных единиц /моль
V_m	Молярный объем	л/моль, м ³ /моль
$D_B(x)$	Относительная плотность газа при X по газу B	Безразмерная величина
Z	Эквивалентное число (число эквивалентности)	Безразмерная величина
$f_{\text{эkv.}}, \frac{1}{Z}$	Фактор эквивалентности	Безразмерная величина
Э	Эквивалент	Безразмерная величина
$M\left(\frac{1}{Z}\right), M(f)$	Молярная масса эквивалента	г/моль, кг/моль
ω	Массовая доля компонента	Доли единицы или проценты
C	Молярная концентрация	моль/л, моль/м ³ , (устар. M)
$C\left(\frac{1}{Z}\right), C(f)$	Молярная концентрация эквивалентов	моль/л, моль/м ³ , (устар. N)
λ	Мольная доля компонента	Доли единицы или проценты
φ	Объемная доля компонента	Доли единицы или проценты
C_m	Моляльность вещества в растворе	моль/кг
T	Титр	г/мл
ΔH_{298}^0	Стандартная энтальпия образования вещества	кДж/моль
S_{298}^0	Стандартная энтропия	Дж/(моль·К)
ΔG_{298}^0	Стандартная энергия Гиббса	кДж/моль
$E(\text{ЭДС})$	Электродвижущая сила	В
$\varphi_{\text{Me}^{n+}/\text{Me}}^0$	Стандартный электродный потенциал металла	В

ПЕРИОДИЧЕСКАЯ ТАБЛИЦА ХИМИЧЕС

ПЕРИОДЫ	ГРУППЫ														
	I б			II б			III б			IV б			V б		
1	H I														
2	Li 3 6,941±2 ЛИТИЙ 2s ¹ 1 2			Be 4 9,01218±1 БЕРИЛЛИЙ 2s ² 2 2			B 5 10,811±5 БОР 2s ² 2p ¹ 3 2			C 6 12,011±1 УГЛЕРОД 2s ² 2p ² 4 2			N 7 14,0067±1 АЗОТ 2s ² 2p ³ 5 2		
3	Na 11 22,98977±1 НАТРИЙ 3s ¹ 1 8 2			Mg 12 24,305±1 МАГНИЙ 3s ² 2 8 2			Al 13 26,98154±1 АЛЮМИНИЙ 3s ² 3p ¹ 3 8 2			Si 14 28,0855±3 КРЕМНИЙ 3s ² 3p ² 4 8 2			P 15 30,97376±1 ФОСФОР 3s ² 3p ³ 5 8 2		
4	K 19 39,0983±1 КАЛИЙ 4s ¹ 1 8 8 2			Ca 20 40,078±4 КАЛЬЦИЙ 4s ² 2 8 8 2			Sc 21 44,95591±1 СКАНДИЙ 3d ¹ 4s ² 3 8 8 2			Ti 22 47,88±3 ТИТАН 3d ² 4s ² 4 8 8 2			V 23 50,9415±1 ВАНАДИЙ 3d ³ 4s ² 5 8 8 2		
	Zn 30 65,39±2 ЦИНК 3d ¹⁰ 4s ² 10 8 8 2			Ga 31 69,723±4 ГАЛЛИЙ 4s ² 4p ¹ 3 8 8 2			Ge 32 72,59±3 ГЕРМАНИЙ 4s ² 4p ² 4 8 8 2			As 33 74,9216±1 МЫШЬЯК 4s ² 4p ³ 5 8 8 2					
5	Rb 37 85,4678±3 РУБИДИЙ 5s ¹ 1 8 18 8 2			Sr 38 87,62±1 СТРОНЦИЙ 5s ² 2 8 18 8 2			Y 39 88,9059±1 ИТРИЙ 4d ¹ 5s ² 3 8 18 8 2			Zr 40 91,224±2 ЦИРКОНИЙ 4d ² 5s ² 4 8 18 8 2			Nb 41 92,9064±1 НИОБИЙ 4d ⁴ 5s ¹ 5 8 18 8 2		
	Ag 47 107,8682±3 СЕРЕБРО 4d ¹⁰ 5s ¹ 10 18 18 8 2			Cd 48 112,41±1 КАДМИЙ 4d ¹⁰ 5s ² 10 18 18 8 2			In 49 114,82±1 ИНДИЙ 5s ² 5p ¹ 3 18 18 8 2			Sn 50 118,710±7 ОЛОВО 5s ² 5p ² 4 18 18 8 2			Sb 51 121,75±3 СУРЬМА 5s ² 5p ³ 5 18 18 8 2		
6	Cs 55 132,9054±1 ЦЕЗИЙ 6s ¹ 1 8 18 18 8 2			Ba 56 137,33±1 БАРИЙ 6s ² 2 8 18 18 8 2			La* 57 138,9055±3 ЛАНТАН 5d ¹ 6s ² 3 8 18 8 2			Hf 72 178,49±3 ГАФНИЙ 5d ² 6s ² 4 8 18 8 2			Ta 73 180,9479±1 ТАНТАЛ 5d ³ 6s ² 5 8 18 8 2		
	Au 79 196,9665±1 ЗОЛОТО 5d ¹⁰ 6s ¹ 10 18 32 18 8 2			Hg 80 200,59±3 РУТУТЬ 5d ¹⁰ 6s ² 10 18 32 18 8 2			Tl 81 204,383±1 ТАЛЛИЙ 6s ² 6p ¹ 3 18 32 18 8 2			Pb 82 207,2±1 СВИНЕЦ 6s ² 6p ² 4 18 32 18 8 2			Bi 83 208,9804±1 ВИСМУТ 6s ² 6p ³ 5 18 32 18 8 2		
7	Fr 87 223,0197 ФРАНЦИЙ 7s ¹ 1 8 18 32 18 8 2			Ra 88 226,0254 РАДИЙ 7s ² 2 8 18 32 18 8 2			Ac** 89 227,0278 АКТИНИЙ 6d ¹ 7s ² 3 18 32 18 8 2			Rf 104 [261] РЕЗЕРФОРДИЙ 6d ² 7s ² 4 18 32 18 8 2			Db 105 [262] ДУБНИЙ 6d ³ 7s ² 5 18 32 18 8 2		

★ ЛАНТА

Ce 58 140,12±1 ЦЕРИЙ 4f ¹ 5d ¹ 6s ² 8 2	Pr 59 140,9077±1 ПРАЗЕОДИМ 4f ³ 6s ² 8 2	Nd 60 144,24±3 НЕОДИМ 4f ⁴ 6s ² 8 2	Pm 61 144,9128 ПРОМЕТИЙ 4f ⁵ 6s ² 8 2	Sm 62 150,36±3 САМАРИЙ 4f ⁶ 6s ² 8 2	Eu 63 151,96±1 ЕВРОПИЙ 4f ⁷ 6s ² 8 2	Gd 64 157,25±3 ГАДОЛИНИЙ 4f ⁷ 5d ¹ 6s ² 8 2
--	--	---	---	--	--	--

★★ АКТИ

Th 90 232,0381±1 ТОРИЙ 6d ² 7s ² 18 2	Pa 91 231,0359 ПРОТАКТИНИЙ 5f ² 6d ¹ 7s ² 18 2	U 92 238,0289±1 УРАН 5f ³ 6d ¹ 7s ² 18 2	Np 93 237,0482 НЕПТУНИЙ 5f ⁴ 6d ¹ 7s ² 18 2	Pu 94 244,0642 ПЛУТОНИЙ 5f ⁶ 7s ² 18 2	Am 95 243,0614 АМЕРИЦИЙ 5f ⁷ 7s ² 18 2	Cm 96 247,0703 КЮРИЙ 5f ⁷ 6d ¹ 7s ² 18 2
---	---	---	--	--	--	---

ЖИХ ЭЛЕМЕНТОВ Д. И. МЕНДЕЛЕЕВА

ЭЛЕМЕНТОВ																					
a VI б		a VII б		a VIII		b VIII		b													
		H 1 1,00794±7 ВОДОРОД	$1s^1$ 1	He 2 4,002602±2 ГЕЛИЙ	$1s^2$ 2	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p style="text-align: center;">Атомная масса Атомный номер</p> <table style="margin: auto; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center; font-size: 2em;">U</td> <td style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;">92</td> </tr> <tr> <td style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;">238,0289±1</td> <td style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;">21</td> </tr> <tr> <td style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;">5f³6d¹7s²</td> <td style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;">32</td> </tr> <tr> <td style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;">УРАН</td> <td style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;">18</td> </tr> <tr> <td></td> <td style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;">8</td> </tr> <tr> <td></td> <td style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;">2</td> </tr> </table> <p style="text-align: center;">Распределение электронов по застраиваемым и ближайшим подоболочкам</p> </div>				U	92	238,0289±1	21	5f ³ 6d ¹ 7s ²	32	УРАН	18		8		2
U	92																				
238,0289±1	21																				
5f ³ 6d ¹ 7s ²	32																				
УРАН	18																				
	8																				
	2																				
O 8 15,9994±3 КИСЛОРОД	$2s^2 2p^4$ 6 2	F 9 18,998403±1 ФТОР	$2s^2 2p^5$ 7 2	Ne 10 20,179±1 НЕОН	$2s^2 2p^6$ 8 2																
S 16 32,066±6 СЕРА	$3s^2 3p^4$ 6 8 2	Cl 17 35,453±1 ХЛОР	$3s^2 3p^5$ 7 8 2	Ar 18 39,948±1 АРГОН	$3s^2 3p^6$ 8 8 2																
Cr 24 51,9961±6 ХРОМ	$3d^5 4s^1$ 6 13 8 2	Mn 25 54,9380±1 МАРГАНЕЦ	$3d^5 4s^2$ 7 13 8 2	Fe 26 55,847±3 ЖЕЛЕЗО	$3d^6 4s^2$ 8 14 8 2	Co 27 58,9332±1 КОБАЛЬТ	$3d^7 4s^2$ 9 15 8 2	Ni 28 58,69±1 НИКЕЛЬ	$3d^8 4s^2$ 10 16 8 2												
Se 34 78,96±3 СЕЛЕН	$4s^2 4p^4$ 6 18 8 2	Br 35 79,904±1 БРОМ	$4s^2 4p^5$ 7 18 8 2	Kr 36 83,80±1 КРИПТОН	$4s^2 4p^6$ 8 18 8 2																
Mo 42 95,94±1 МОЛИБДЕН	$4d^5 5s^1$ 6 13 18 8 2	Tc 43 97,9072 ТЕХНЕЦИЙ	$4d^5 5s^2$ 7 13 18 8 2	Ru 44 101,07±2 РУТЕНИЙ	$4d^7 5s^1$ 8 15 18 8 2	Rh 45 102,9055±1 РОДИЙ	$4d^8 5s^1$ 9 16 18 8 2	Pd 46 106,42±1 ПАЛЛАДИЙ	$4d^{10} 5s^0$ 10 18 18 8 2												
Te 52 127,60±3 ТЕЛЛУР	$5s^2 5p^4$ 6 18 18 8 2	I 53 126,9045±1 ИОД	$5s^2 5p^5$ 7 18 18 8 2	Xe 54 131,29±3 КСЕНОН	$5s^2 5p^6$ 8 18 18 8 2																
W 74 183,85±3 ВОЛЬФРАМ	$5d^4 6s^2$ 6 12 32 18 8 2	Re 75 186,207±1 РЕНИЙ	$5d^5 6s^2$ 7 13 32 18 8 2	Os 76 190,2±1 ОСМИЙ	$5d^6 6s^2$ 8 14 32 18 8 2	Ir 77 192,22±3 ИРИДИЙ	$5d^7 6s^2$ 9 15 32 18 8 2	Pt 78 195,08±3 ПЛАТИНА	$5d^9 6s^1$ 10 17 32 18 8 2												
Po 84 208,9824 ПОЛОНИЙ	$6s^2 6p^4$ 6 18 32 18 8 2	At 85 209,9871 АСТАТ	$6s^2 6p^5$ 7 18 32 18 8 2	Rn 86 222,0176 РАДОН	$6s^2 6p^6$ 8 18 32 18 8 2																
Sg 106 [263] СИБОРГИЙ	$6d^4 7s^2$ 6 12 32 18 8 2	Bh 107 [262] БОРИЙ	$6d^5 7s^2$ 7 13 32 18 8 2	Hs 108 [265] ХАССИЙ	$6d^6 7s^2$ 8 14 32 18 8 2	Mt 109 [266] МЕЙТНЕРИЙ	$6d^7 7s^2$ 9 15 32 18 8 2														
а н о и д ы																					
Tb 65 158,9254±1 ТЕРБИЙ	$4f^9 6s^2$ 9 27 18 8 2	Dy 66 162,50±3 ДИСПРОЗИЙ	$4f^{10} 6s^2$ 10 28 18 8 2	Ho 67 164,9304±1 ГОЛЬМИЙ	$4f^{11} 6s^2$ 11 29 18 8 2	Er 68 167,26±3 ЭРБИЙ	$4f^{12} 6s^2$ 12 30 18 8 2	Tm 69 168,9342±1 ТУЛИЙ	$4f^{13} 6s^2$ 13 31 18 8 2												
и н о и д ы																					
Bk 97 247,0703 БЕРКЛИЙ	$5f^9 6d^1 7s^2$ 10 26 32 18 8 2	Cf 98 251,0796 КАЛИФОРНИЙ	$5f^{10} 7s^2$ 11 28 32 18 8 2	Es 99 252,0828 ЭЙНШТЕЙНИЙ	$5f^{11} 7s^2$ 12 29 32 18 8 2	Fm 100 257,0951 ФЕРМИЙ	$5f^{12} 7s^2$ 13 30 32 18 8 2	Md 101 258,0986 МЕНДЕЛЕВИЙ	$5f^{13} 7s^2$ 14 31 32 18 8 2												
						No 102 259,1009 (НОБЕЛИЙ)	$5f^{14} 7s^2$ 15 32 18 8 2	Lr 103 260,1054 (ЛОУРЕНСИЙ)	$5f^{14} 6d^1 7s^2$ 16 32 18 8 2												

