

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«Саратовский государственный университет имени Н.Г.Чернышевского»

Балашовский институт (филиал)

Сборник задач и упражнений по химии

Балашов 2015

УДК 54
ББК 24
С 23

Автор-составитель
В. Н. Решетникова

Сборник задач и упражнений по химии предназначен для студентов 1 – 4 курсов факультета естественно-научного и педагогического образования направлений подготовки 44.03.01 «Педагогическое образование», профиль «Биология» и 06.03.01 «Биология». В нём представлены примеры решения типовых задач, приведены тексты заданий для самостоятельной работы по основным разделам общей, неорганической и органической химии.

Рекомендуется к опубликованию в электронной библиотеке кафедрой биологии и экологии Балашовского института (филиала) Саратовского государственного университета имени Н.Г.Чернышевского.

Работа представлена в авторской редакции.

© Решетникова В.Н., 2015

Содержание

Введение.....	4
Примеры решения типовых задач.....	5
Задачи и упражнения.....	20
Список рекомендуемой литературы.....	45
Приложения.....	47

САРАТОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ Н. Г. ЧЕРНЫШЕВСКОГО

Введение

Химия – это одна из фундаментальных естественно-научных дисциплин. Её предметом является материальный мир, химическая форма движения материи. Изучение химии позволяет получить современное научное представление о материи и формах её движения, о веществе как одном из видов движущейся материи, о механизме химических реакций, о строении и свойствах неорганических и органических веществ. Химия неразрывно связана с другими естественными науками, и прежде всего с биологией. Знание химии необходимо студентам-биологам для лучшего понимания сути процессов в живых организмах, для последующего успешного освоения специальных дисциплин (биохимии, молекулярной биологии и др.).

Изучение курса химии обязательно должно сопровождаться выполнением упражнений и решением задач. Это один из лучших методов прочного и глубокого усвоения, проверки и закрепления теоретического материала. Для удобства студентов в сборнике приведены примеры решения типовых задач, весь необходимый справочный материал представлен в приложениях.

Ответы на теоретические вопросы должны быть ясными и чёткими, при этом не допускается переписывание текста из учебника. Решение задач должно включать расчётные формулы, уравнения химических реакций, математические выражения законов, нужно приводить весь ход решения и математические преобразования.

Примеры решения типовых задач

Основные понятия и законы химии

Пример 1. Вычислите массу иодида натрия NaI, если количество вещества его равно 0,02 моль.

Решение. 1. Рассчитаем относительную молекулярную массу иодида натрия: $M_r(\text{NaI}) = A_r(\text{Na}) + A_r(\text{I}) = 23 + 127 = 150$

Молярная масса иодида натрия $M(\text{NaI}) = 150$ г/моль.

2. Определяем массу иодида натрия:

$$m(\text{NaI}) = n(\text{NaI}) \cdot M(\text{NaI}) = 0,02 \cdot 150 = 3 \text{ (г)}.$$

Пример 2. Определите количество вещества атомного железа в оксиде железа (III) массой 56 г.

Решение. 1. Вычисляем количество вещества Fe_2O_3 :

$$n(\text{Fe}_2\text{O}_3) = m(\text{Fe}_2\text{O}_3) / M(\text{Fe}_2\text{O}_3) = 56/160 = 0,35 \text{ (моль)}.$$

2. Из формулы оксида железа (III) следует, что 1 моль Fe_2O_3 содержит 2 моль атомного железа, т.е. $n(\text{Fe}) / n(\text{Fe}_2\text{O}_3) = 2/1 = 2$.

Отсюда получаем $n(\text{Fe}) = 2 \cdot n(\text{Fe}_2\text{O}_3) = 2 \cdot 0,35 = 0,7$ (моль).

Пример 3. Рассчитайте число молекул в 6,4 г брома. Вычислите массу одной молекулы Br_2 .

Решение. 1. Определяем количество вещества Br_2 :

$$n(\text{Br}_2) = m(\text{Br}_2) / M(\text{Br}_2) = 6,4/160 = 0,04 \text{ (моль)}.$$

2. В 1 моль любого вещества содержится $6,02 \cdot 10^{23}$ структурных единиц, отсюда находим число молекул в 0,04 моль брома:

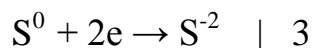
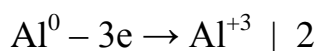
$$N(\text{Br}_2) = n(\text{Br}_2) \cdot N_A = 0,04 \cdot 6,02 \cdot 10^{23} = 2,41 \cdot 10^{22}.$$

3. Определяем массу одной молекулы брома:

$$m(\text{молекулы}) = M(\text{Br}_2) / N_A = 160 / (6,02 \cdot 10^{23}) = 2,66 \cdot 10^{-22} \text{ (г)}.$$

Пример 4. При взаимодействии алюминия и серы образуется сульфид алюминия. Вычислите эквиваленты и молярные массы эквивалентов алюминия и серы.

Решение. 1. Реакция взаимодействия алюминия и серы протекает согласно уравнению: $2 \text{Al}^0 + 3 \text{S}^0 = \text{Al}_2^{+3} \text{S}_3^{-2}$



Каждый атом алюминия отдает три электрона, а каждый атом серы принимает два электрона. Поэтому $\mathcal{E}(\text{Al}) = 1/3$, $\mathcal{E}(\text{S}) = 1/2$.

2. Находим молярную массу эквивалента алюминия:

$$M_3(\text{Al}) = \mathcal{E}(\text{Al}) \cdot M(\text{Al}) = 1/3 \cdot 27 = 9 \text{ (г/моль)};$$

$$M_3(\text{S}) = \mathcal{E}(\text{S}) \cdot M(\text{S}) = 1/2 \cdot 32 = 16 \text{ (г/моль)}.$$

Пример 5. Вычислите эквиваленты и молярные массы эквивалентов гидрокарбоната натрия и дигидроксинитрата алюминия в следующих химических реакциях:



Решение. а) 1. $\mathcal{E}(\text{NaOH}) = 1$; 1 моль NaHCO_3 взаимодействует с 1 моль NaOH , поэтому $\mathcal{E}(\text{NaHCO}_3) = 1$.

2. $M_3(\text{NaHCO}_3) = \mathcal{E}(\text{NaHCO}_3) \cdot M(\text{NaHCO}_3) = 1 \cdot 84 = 84 \text{ (г/моль)}$.

а) 1. $\mathcal{E}(\text{HNO}_3) = 1$; 1 моль $\text{Al}(\text{OH})_2\text{NO}_3$ взаимодействует с 2 моль HNO_3 , поэтому $\mathcal{E}(\text{Al}(\text{OH})_2\text{NO}_3) = 1/2$.

2. $M_3(\text{Al}(\text{OH})_2\text{NO}_3) = \mathcal{E}(\text{Al}(\text{OH})_2\text{NO}_3) \cdot M(\text{Al}(\text{OH})_2\text{NO}_3) =$
 $= 1/2 \cdot 123 = 61,5 \text{ (г/моль)}$.

Пример 6. Определите число молекул оксида серы (IV), который при нормальных условиях (н.у.) занимает объем 2,8 л.

Решение. 1. Вычисляем количество вещества оксида серы:

$$n(\text{SO}_2) = V(\text{SO}_2) / V_m = 2,8 / 22,4 = 0,125 \text{ (моль)}.$$

2. Рассчитываем число молекул оксида серы (IV):

$$N(\text{SO}_2) = n(\text{SO}_2) \cdot N_A = 0,125 \cdot 6,02 \cdot 10^{23} = 7,5 \cdot 10^{22}.$$

Пример 7. Сколько металла, молярная масса эквивалента которого 12,61 г/моль, взаимодействует с 310 см³ кислорода (н.у.)?

Решение. 1. Вычисляем эквивалентный объем кислорода:

$M_3(\text{O}_2) = 8 \text{ г/моль}$ (из реакции $\text{H}_2 + 1/2 \text{O}_2 = \text{H}_2\text{O}$); при н.у. 32 г/моль O_2 занимают объем 22,4 л, значит 8 г/моль O_2 занимают объем

$$22,4 / 4 = 5,6 \text{ (л)} = 5600 \text{ (см}^3\text{)}; V_{\text{Э}}(\text{O}_2) = 5600 \text{ см}^3.$$

2. По закону эквивалентов

$$\frac{m(\text{Me})}{M_{\text{Э}}(\text{Me})} = \frac{V(\text{O}_2)}{V_{\text{Э}}(\text{O}_2)} \text{ следовательно}$$

$$m(\text{Me}) = M_{\text{Э}}(\text{Me}) \cdot V(\text{O}_2) / V_{\text{Э}}(\text{O}_2) = 12,16 \cdot 310 / 5600 = 0,673 \text{ (г)}.$$

Пример 8. Относительная плотность галогеноводорода по воздуху равна 2,8. Определите плотность этого газа по водороду и назовите его.

Решение. 1. Вычисляем молярную массу галогеноводорода HX (X – галоген):

$$M(\text{HX}) = D_{\text{В}}(\text{HX}) \cdot M(\text{возд}) = 2,8 \cdot 29 = 81 \text{ (г/моль)}.$$

2. Вычисляем молярную массу галогена:

$$M(\text{X}) = M(\text{HX}) - M(\text{H}) = 81 - 1 = 80 \text{ (г/моль)},$$

следовательно, галоген – бром, а газ – бромоводород.

3. Рассчитываем относительную плотность HBr по водороду:

$$D_{\text{H}_2}(\text{HBr}) = M(\text{HBr}) / 2 = 81 / 2 = 40,5.$$

Пример 9. Оксид меди (II) содержит 79,9% меди и 20,1% кислорода, оксид меди (I) – 88,8% меди и 11,2% кислорода. Определите эквиваленты меди в этих соединениях.

Решение. 1. Выберем для расчетов образцы оксидов массой 100 г, т.е. $m(\text{CuO}) = 100 \text{ г}$ и $m(\text{Cu}_2\text{O}) = 100 \text{ г}$. Тогда получаем массы меди и кислорода в образцах:

$$\text{в оксиде меди (II): } m(\text{Cu}) = m(\text{CuO}) \cdot \omega(\text{Cu}) = 100 \cdot 0,799 = 79,9 \text{ (г)};$$

$$m(\text{O}) = m(\text{CuO}) \cdot \omega(\text{O}) = 100 \cdot 0,201 = 20,1 \text{ (г)};$$

$$\text{в оксиде меди (I): } m(\text{Cu}) = m(\text{Cu}_2\text{O}) \cdot \omega(\text{Cu}) = 100 \cdot 0,888 = 88,8 \text{ (г)};$$

$$m(\text{O}) = m(\text{Cu}_2\text{O}) \cdot \omega(\text{O}) = 100 \cdot 0,112 = 11,2 \text{ (г)}.$$

2. По закону эквивалентов весовые количества меди и кислорода в оксидах пропорциональны их эквивалентам:

$$\frac{m(\text{Cu})}{m(\text{O}_2)} = \frac{\text{Э}(\text{Cu})}{\text{Э}(\text{O}_2)} ;$$

$$\text{в оксиде меди (II): } \text{Э}(\text{Cu}) = m(\text{Cu}) \cdot m(\text{O}_2) / \text{Э}(\text{O}_2) = 79,9 \cdot 8 / 20,1 = 31,7;$$

$$\text{в оксиде меди (I): } \text{Э}(\text{Cu}) = m(\text{Cu}) \cdot m(\text{O}_2) / \text{Э}(\text{O}_2) = 88,8 \cdot 8 / 11,2 = 63,4.$$

Пример 10. В сосуд поместили водород массой 0,24 г и кислород массой 4 г. Вычислите объемную долю водорода в полученной газовой смеси.

Решение. 1. Вычисляем количество вещества водорода и кислорода:

$$n(\text{H}_2) = m(\text{H}_2) / M(\text{H}_2) = 0,24 / 2 = 0,12 \text{ (моль)};$$

$$n(\text{O}_2) = m(\text{O}_2) / M(\text{O}_2) = 4 / 32 = 0,125 \text{ (моль)}.$$

2. Определяем объемы водорода и кислорода:

$$V(\text{H}_2) = n(\text{H}_2) \cdot V_m = 0,12 \cdot V_m \text{ (л)};$$

$$V(\text{O}_2) = n(\text{O}_2) \cdot V_m = 0,125 \cdot V_m \text{ (л)}.$$

3. Определяем объем газовой смеси:

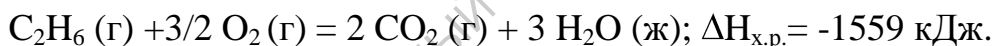
$$V(\text{смеси}) = V(\text{H}_2) + V(\text{O}_2) = 0,12 \cdot V_m + 0,125 \cdot V_m = 0,245 \cdot V_m \text{ (л)}.$$

4. Вычисляем объемную долю водорода в газовой смеси:

$$\varphi(\text{H}_2) = V(\text{H}_2) / V(\text{смеси}) = 0,12 V_m / 0,245 V_m = 0,49 = 49(\%).$$

Основные представления химической термодинамики

Пример 1. Реакция горения этана выражается термохимическим уравнением:



Вычислите энтальпию (теплоту) образования этана, если известны теплоты образования $\text{CO}_2(\text{г})$ и $\text{H}_2\text{O}(\text{ж})$.

Решение. Согласно первому следствию из закона Гесса тепловой эффект химической реакции равен разности между суммой теплот (энтальпий) образования продуктов реакции и суммой теплот образования исходных веществ с учетом стехиометрических коэффициентов:

$$\Delta H_{\text{x.p.}} = 2\Delta H^0(\text{CO}_2) + 3\Delta H^0(\text{H}_2\text{O}) - \Delta H^0(\text{C}_2\text{H}_6) - 3/2\Delta H^0(\text{O}_2)$$

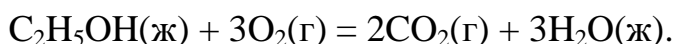
Из последнего уравнения выражаем $\Delta H^0(\text{C}_2\text{H}_6)$:

$$\Delta H^0(\text{C}_2\text{H}_6) = 2\Delta H^0(\text{CO}_2) + 3\Delta H^0(\text{H}_2\text{O}) - \Delta H_{\text{x.p.}}^0 = 2 \cdot (-393,51) +$$

$$3 \cdot (-285,84) + 1559,87 = -84,67;$$

$$\Delta H^0(\text{C}_2\text{H}_6)(\text{г}) = -84,67 \text{ кДж / моль}.$$

Пример 2. Реакция горения этилового спирта выражается термохимическим уравнением



Вычислите тепловой эффект реакции, если известны энтальпии образования $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}(\text{г})$, $\text{CO}_2(\text{г})$, $\text{H}_2\text{O}(\text{ж})$ (см. приложение), молярная теплота парообразования $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}(\text{ж})$ равна + 42,36 кДж.

Решение. 1. Находим теплоту образования $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}(\text{ж})$ из уравнения фазового перехода:

$$\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}(\text{ж}) = \text{C}_2\text{H}_5\text{OH}(\text{г}); \quad \Delta H = +42,36 \text{ кДж.}$$

$$\Delta H_{\text{х.р.}} = \Delta H^0(\text{C}_2\text{H}_5\text{OH})(\text{г}) - \Delta H^0(\text{C}_2\text{H}_5\text{OH})(\text{ж});$$

$$\begin{aligned} \Delta H^0(\text{C}_2\text{H}_5\text{OH})(\text{ж}) &= \Delta H^0(\text{C}_2\text{H}_5\text{OH})(\text{г}) - \Delta H_{\text{х.р.}} = \\ &= -235,31 - 42,36 = -277,67 \text{ (кДж)}. \end{aligned}$$

2. Вычисляем ΔH реакции:

$$\begin{aligned} \Delta H_{\text{х.р.}} &= 2\Delta H^0(\text{CO}_2) + 3\Delta H^0(\text{H}_2\text{O}) - \Delta H^0(\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}) = \\ &= 2 \cdot (-393,51) + 3 \cdot (-285,84) + 277,67 = -1366,87 \text{ (кДж)}. \end{aligned}$$

Пример 3. Вычислите ΔG^0 для химической реакции

$2\text{SO}_2(\text{г}) + \text{O}_2(\text{г}) = 2\text{SO}_3(\text{г})$. В каком направлении может протекать эта реакция в стандартных условиях?

Решение. 1. Изменение энергии Гиббса в химической реакции по закону Гесса:

$$\begin{aligned} \Delta G^0_{\text{х.р.}} &= 2\Delta G^0(\text{SO}_3)(\text{г}) - 2\Delta G^0(\text{SO}_2)(\text{г}) = 2 \cdot (-370,37) - 2 \cdot (-300,37) = \\ &= -140 \text{ (кДж)}. \end{aligned}$$

2. $\Delta G^0_{\text{х.р.}} < 0$, поэтому в стандартных условиях данная реакция может протекать в сторону образования SO_3 .

Пример 4. Вычислите ΔH^0 , ΔS^0 , ΔG^0 реакции, протекающей по уравнению $\text{Fe}_2\text{O}_3(\text{к}) + 3\text{C} = 2\text{Fe} + 3\text{CO}$. Возможна ли эта реакция восстановления Fe_2O_3 углеродом при температурах 500 и 1000 К?

Решение. 1. Находим $\Delta H^0_{\text{х.р.}}$ и $\Delta S^0_{\text{х.р.}}$:

$$\Delta H^0_{\text{х.р.}} = [3 \cdot (-110,52) + 2 \cdot 0] - [-822,10 + 3 \cdot 0] = +490,54 \text{ (кДж)};$$

$$\Delta S^0_{\text{х.р.}} = (3 \cdot 197,91 + 2 \cdot 27,2) - (89,96 + 3 \cdot 5,69) = 541,1 \text{ (Дж/К)}.$$

2. Вычисляем энергии Гиббса при соответствующих температурах:

$$\Delta G_{500} = 490,54 - 500 \cdot 0,5411 = +219,99 \text{ (кДж)};$$

$$\Delta G_{1000} = 490,54 - 1000 \cdot 0,5411 = -50,56 \text{ (кДж)}.$$

3. $\Delta G_{500} > 0$, значит реакция невозможна при 500 К; $\Delta G_{1000} < 0$, восстановление Fe_2O_3 углеродом возможно при 1000 К.

Скорость химических реакций. Состояние химического равновесия

Пример 1. Реакция между веществами А и В протекает по уравнению $A + 2B = C$, начальные концентрации равны: $[A]_{\text{исх}} = 8$ моль/л, $[B]_{\text{исх}} = 10$ моль/л. Константа скорости реакции равна $0,3 \text{ л}^2 / (\text{моль}^2 \text{ с})$. Вычислите скорость химической реакции в начальный момент и в тот момент, когда в реакционной смеси останется 30 % вещества В.

Решение. 1. Находим начальную скорость реакции:

$$v_1 = K \cdot [A]_{\text{исх}} \cdot [B]_{\text{исх}}^2 = 0,3 \cdot 8 \cdot 10^2 = 240 \text{ (моль/ (л·с))}.$$

2. Вычисляем концентрации веществ А и В. Через некоторое время в системе останется 30 % вещества В, т.е. его концентрация станет

$$[B]_2 = 10 \cdot 0,3 = 3 \text{ (моль/л)}.$$

В процессе реакции израсходовалось вещества В $10 - 3 = 7$ (моль/л). Вещества А и В взаимодействуют в соотношении 1:2, значит концентрация вещества А уменьшилась на $7/2 = 3,5$ (моль/л) и стала

$$[A]_2 = 8 - 3,5 = 4,5 \text{ (моль/л)}.$$

3. Рассчитываем v_2 :

$$v_2 = K \cdot [A]_2 \cdot [B]_2^2 = 0,3 \cdot 4,5 \cdot 3^2 = 12,15 \text{ (моль/ (л·с))}.$$

Пример 2. При 393 К реакция заканчивается за 10 мин. Сколько времени будет продолжаться реакция при 363 К, если температурный коэффициент скорости этой реакции равен 3?

Решение. Между скоростью реакций и их продолжительностью существует обратная зависимость: $v(T_2)/v(T_1) = \tau_1/\tau_2$, где τ_1 и τ_2 – время протекания реакции при температурах T_1 и T_2 . По правилу Вант Гоффа получаем:

$$v(T_2)/v(T_1) = \gamma^{(T_2 - T_1)/10} ; \tau_1/\tau_2 = \gamma^{(T_2 - T_1)/10}$$

$$\tau_1 = \tau_2 \gamma^{(T_2 - T_1)/10} = 10 \cdot 3^{(393-363)/10} = 10 \cdot 3^3 = 270 \text{ (мин)} = 4,5 \text{ (ч)}.$$

При температуре 363 К эта реакция заканчивается за 4,5 часа.

Пример 3. Во сколько раз изменится скорость прямой и обратной реакций в системе $2 \text{SO}_2 (\text{г}) + \text{O}_2 (\text{г}) = 2 \text{SO}_3 (\text{г})$, если объем газовой смеси уменьшить в три раза? В какую сторону сместится равновесие системы ?

Решение. 1. Выведем уравнения для скоростей реакций. Введем обозначения: $[\text{SO}_2] = a$, $[\text{O}_2] = b$, $[\text{SO}_3] = c$. До изменения объема по (4.1) получаем: $v_{\text{пр}} = k \cdot a^2 \cdot b$; $v_{\text{обр}} = k_1 \cdot c^2$.

После уменьшения объема газовой смеси в три раза, концентрация каждого из веществ увеличится в три раза: $[\text{SO}_2] = 3 \cdot a$, $[\text{O}_2] = 3 \cdot b$, $[\text{SO}_3] = 3 \cdot c$. Тогда

$$v'_{\text{пр}} = k \cdot (3 \cdot a)^2 \cdot 3 \cdot b = 27 \cdot k \cdot a^2 \cdot b; \quad v'_{\text{обр}} = k_1 \cdot (3 \cdot c)^2 = 9 \cdot k_1 \cdot c^2.$$

2. Выясняем во сколько раз увеличились скорости прямой и обратной реакций:

$$v'_{\text{пр}} / v_{\text{пр}} = 27 \cdot k \cdot a^2 \cdot b / (k \cdot a^2 \cdot b) = 27; \quad v'_{\text{обр}} / v_{\text{обр}} = 9 \cdot k_1 \cdot c^2 / (k_1 \cdot c^2) = 9.$$

3. Скорость прямой реакции увеличилась в 27 раз, а обратной – только в 9 раз. Значит, равновесие системы сместилось в сторону образования SO_3 .

Пример 4. Реакция протекает по уравнению $\text{A} + \text{B} = 2\text{C}$. Определите равновесные концентрации реагирующих веществ, если константа равновесия $K = 1$, исходные концентрации веществ А и В соответственно равны 4 и 6 моль/л.

Решение. 1. Пусть к моменту равновесия прореагировало x моль вещества А, столько же вещества В, тогда вещества С образовалось $2x$ моль. Равновесные концентрации веществ: $[\text{A}]_{\text{р}} = 4 - x$ (моль/л);

$$[\text{B}]_{\text{р}} = 6 - x \text{ (моль/л); } [\text{C}]_{\text{р}} = 2 \cdot x \text{ (моль/л).}$$

2. Подставляем эти значения в выражение для константы равновесия:

$$K = [\text{C}]_{\text{р}}^2 / ([\text{A}]_{\text{р}} \cdot [\text{B}]_{\text{р}}) = (2 \cdot x)^2 / ((4-x) \cdot (6-x)) =$$

$$4x^2 / (24 - 10x + x^2) = 1; \quad 3x^2 + 10x - 24 = 0;$$

После решения квадратного уравнения получаем $x = 1,9$.

3. Находим равновесные концентрации всех веществ:

$$[\text{A}]_{\text{р}} = 4 - 1,9 = 2,1 \text{ (моль/л);}$$

$$[\text{B}]_{\text{р}} = 6 - 1,9 = 4,1 \text{ (моль/л);}$$

$$[\text{C}]_{\text{р}} = 2 \cdot 1,9 = 3,8 \text{ (моль/л).}$$

Пример 5. При синтезе аммиака $N_2 + 3H_2 = 2NH_3$ равновесие установилось при следующих концентраций реагирующих веществ: $[N_2]_p = 4$ моль/л, $[H_2]_p = 2$ моль/л, $[NH_3]_p = 6$ моль/л. Рассчитайте константу равновесия этой реакции и исходные концентрации водорода и азота.

Решение. 1. Рассчитываем константу равновесия:

$$K = [NH_3]_p^2 / ([N_2]_p \cdot [H_2]_p^3) = 6^2 / (4 \cdot 2^3) = 36/32 = 1,1.$$

2. Находим исходные концентрации азота и водорода. На образование двух моль NH_3 расходуется один моль азота, на образование 6 моль NH_3 потребовалось $6/2 = 3$ моль азота. Вычисляем первоначальную концентрацию азота:

$$[N_2]_{исх} = [N_2]_p + 3 = 4 + 3 = 7 \text{ (моль/л);}$$

Рассуждаем аналогично для водорода:

2 моль аммиака – 3 моль водорода

6 моль аммиака - x моль водорода; x = 9 моль;

$$[H_2]_{исх} = [H_2]_p + 9 = 2 + 9 = 11 \text{ (моль/л).}$$

Растворы

Пример 1. 282 мл воды растворили 18 г фосфорной кислоты H_3PO_4 . Вычислите массовую долю растворенного вещества, молярную, моляльную и нормальную концентрации полученного раствора, если его плотность $\rho = 1,031$ г/см³.

Решение. 1. Вычисляем массовую долю растворенного вещества:

$$\omega(H_3PO_4) = m(H_3PO_4)/m = 18/(18+282) = 18/300 = 0,06 \text{ или } 6\%.$$

2. Для удобства расчетов перейдем к объему раствора 1 л.

$$\text{Масса 1 л раствора } H_3PO_4: m = \rho \cdot V = 1000 \cdot 1,031 = 1031 \text{ (г).}$$

Находим $m(H_3PO_4)$ в 1 л раствора:

$$m(H_3PO_4) = \omega(H_3PO_4) \cdot m = 0,06 \cdot 1031 = 61,86 \text{ (г).}$$

Количество вещества $n(H_3PO_4)$ в 1 л раствора:

$$n(H_3PO_4) = m(H_3PO_4)/M(H_3PO_4) = 61,86/98 = 0,63 \text{ (моль),}$$

значит $c(H_3PO_4) = 0,63$ моль/л.

3. Вычисляем молярную концентрацию раствора. Это число моль растворенного вещества в 1000 г растворителя. Составляем пропорцию:

в 282 г воды - 18 г H_3PO_4

в 1000 г воды - x г $x = 1000 \cdot 18 / 282 = 63,83$ (г)

$n(H_3PO_4) = m(H_3PO_4) / M(H_3PO_4) = 63,83 / 98 = 0,65$ (моль)

Следовательно $c_m(H_3PO_4) = 0,68$ моль/кг.

4. Находим нормальную концентрацию раствора:

$M_3(H_3PO_4) = M(H_3PO_4) / 3 = 98 / 3 = 32,66$ (г/моль).

$c_n(H_3PO_4) = m(H_3PO_4) / (M(H_3PO_4) \cdot V) = 61,86 / (32,66 \cdot 1) =$
 $= 1,89$ (моль/л) = 1,89 н.

Пример 2. На нейтрализацию 50 мл раствора кислоты израсходовано 25 мл 0,5 н. раствора щелочи. Чему равна нормальная концентрация (нормальность) кислоты?

Решение. Вещества взаимодействуют между собой в количествах, пропорциональных их эквивалентам (закон эквивалентов). Объемы растворов реагирующих веществ обратно пропорциональны их нормальностям:

$$V_1 / V_2 = c_{n2} / c_{n1} \quad \text{или} \quad V_1 c_{n1} = V_2 c_{n2}.$$

Отсюда $50 \cdot c_{n1} = 25 \cdot 0,5$; $c_{n1} = 25 \cdot 0,5 / 50 = 0,25$ (н.)

Пример 3. К 1 л 10% -ного раствора KOH (пл. $1,092$ г/см³) прибавили 0,5 л 5% -ного раствора KOH (пл. $1,045$ г/см³). Объем смеси довели до 2 л. Вычислите молярную концентрацию полученного раствора.

Решение. 1. Вычисляем массу первого раствора:

$$m_1 = V_1 \cdot \rho_1 = 1000 \cdot 1,092 = 1092 \text{ (г)}.$$

2. Находим массу KOH в первом растворе:

$$m_1(KOH) = m_1 \cdot \omega_1 = 1092 \cdot 0,1 = 109,2 \text{ (г)}.$$

3. Находим массу второго раствора:

$$m_2 = V_2 \cdot \rho_2 = 500 \cdot 1,045 = 522,5 \text{ (г)}.$$

4. Находим массу KOH во втором растворе:

$$m_2(KOH) = m_2 \cdot \omega_2 = 522,5 \cdot 0,05 = 26,125 \text{ (г)}.$$

5. Находим массу KOH в полученном растворе:

$$m(KOH) = m_1(KOH) + m_2(KOH) = 109,2 + 26,125 = 135,325 \text{ (г)}.$$

6. Находим количество вещества KOH:

$$n(KOH) = m(KOH) / M(KOH) = 135,325 / 56 = 2,42 \text{ (моль)}.$$

7. Вычисляем молярную концентрацию полученного раствора:

$$c = n(KOH) / V = 2,42 / 2 = 1,2 \text{ (моль/л)}.$$

Пример 4. Сколько миллилитров 96%-ной серной кислоты (пл. $1,84$ г/см³) нужно взять для приготовления 5 л 0,5 н. раствора?

Решение. 1. Находим эквивалент серной кислоты:

$$Э = M(H_2SO_4) / 2 = 98 / 2 = 49 \text{ (г/моль)}.$$

2. Находим массу H_2SO_4 в 5 л 0,5 н. раствора:

$c_n = 0,5$ моль/л, значит в 1 л раствора содержится 0,5 эквивалентных масс или $49 \cdot 0,5 = 24,5$ (г), тогда в 5 л раствора содержится $24,5 \cdot 5 = 122,5$ (г).

3. Определяем массу 96%-ного раствора серной кислоты:

$$m(\text{р-ра}) = m(\text{H}_2\text{SO}_4) / \omega(\text{H}_2\text{SO}_4) = 122,5 / 0,96 = 128 \text{ (г)}.$$

4. Находим объем 96%-ного раствора:

$$V = m / \rho = 128 / 1,84 = 69,2 \text{ (мл)}.$$

Пример 5. Рассчитайте величину осмотического давления раствора, содержащего 63 г глюкозы ($\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$) в 1,4 л при $t = 0^\circ\text{C}$.

Решение. 1. Рассчитываем количество вещества глюкозы:

$$n(\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6) = m(\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6) / M(\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6) = 63 / 180 = 0,35 \text{ (моль)}.$$

2. Находим осмотическое давление по (5.5):

$$P_{\text{осм}} = nRT / V = 0,35 \cdot 8,31 \cdot 273 / (1,4 \cdot 10^{-3}) = 5,67 \cdot 10^5 \text{ (Па)}.$$

Пример 6. Вычислите температуру кристаллизации и температуру кипения 40%-ного водного раствора этилового спирта. $E(\text{H}_2\text{O}) = 0,52$, $K(\text{H}_2\text{O}) = 1,86$.

Решение. 1. Находим моляльную концентрацию раствора. Возьмем образец раствора массой 100 г, тогда

$$m(\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}) = m(\text{р-ра}) \cdot \omega(\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}) = 100 \cdot 0,4 = 40 \text{ (г)},$$

$$m(\text{H}_2\text{O}) = m(\text{р-ра}) - m(\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}) = 100 - 40 = 60 \text{ (г)},$$

$$n(\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}) = m(\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}) / M(\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}) = 40 / 46 = 0,87 \text{ (моль)},$$

$$c_m(\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}) = n(\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}) / m(\text{H}_2\text{O}) = 0,87 / 0,06 = 14,5 \text{ (моль/кг)}.$$

2. Вычисляем $\Delta t_{\text{зам}}$ и $\Delta t_{\text{кип}}$:

$$\Delta t_{\text{зам}} = K \cdot c_m = 1,86 \cdot 14,5 = 27 \text{ (}^\circ\text{C)},$$

$$\Delta t_{\text{кип}} = E \cdot c_m = 0,52 \cdot 14,5 = 7,54 \text{ (}^\circ\text{C)}.$$

3. Находим $t_{\text{зам}}$ и $t_{\text{кип}}$ раствора:

$$t_{\text{зам}} = 0 - 27 = -27 \text{ (}^\circ\text{C)},$$

$$t_{\text{кип}} = 100 + 7,54 = 107,54 \text{ (}^\circ\text{C)}.$$

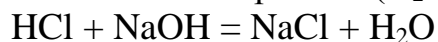
Пример 7. Раствор, содержащий 11,04 г глицерина в 800 г воды, кристаллизуется при $-0,279^\circ\text{C}$. Вычислите молярную массу глицерина.

Решение. $\Delta t_{\text{зам}} = K \cdot c_m = K \cdot n(\text{гл}) / m(\text{H}_2\text{O}) = K \cdot m(\text{гл}) / (M(\text{гл}) \cdot m(\text{H}_2\text{O}))$

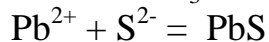
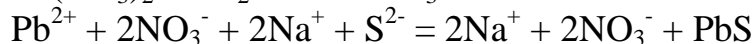
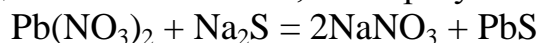
$$\text{Выражаем } M(\text{гл}) = K \cdot m(\text{гл}) / (m(\text{H}_2\text{O}) \cdot \Delta t_{\text{зам}}) = \\ 1,86 \cdot 11,04 / (0,8 \cdot 0,279) = 92 \text{ (г/моль)}.$$

Пример 8. Написать ионно-молекулярные уравнения реакций взаимодействия между водными растворами следующих веществ: а) HCl и NaOH ; б) $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ и Na_2S .

Решение. а) реакция возможна, т.к. в результате происходит связывание ионов с образованием слабого электролита (H_2O):

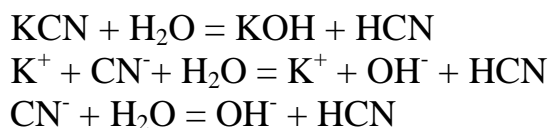


б) взаимодействие возможно, т.к. в результате образуется осадок (PbS):



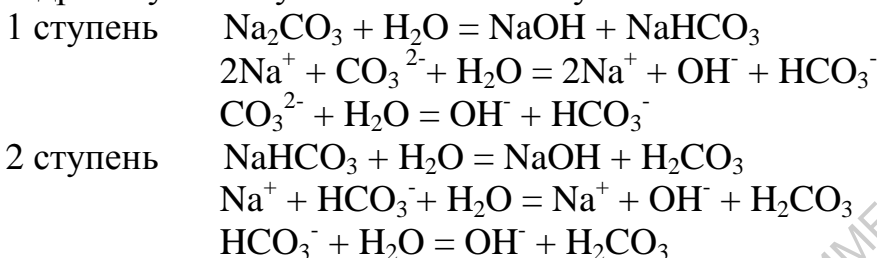
Пример 9. Составьте ионно-молекулярные и молекулярные уравнения гидролиза солей: а) KCN; б) Na₂CO₃; в) ZnSO₄. Определите реакцию среды растворов этих солей.

Решение. а) KCN соль слабой кислоты и сильного основания, гидролизуеться по аниону:



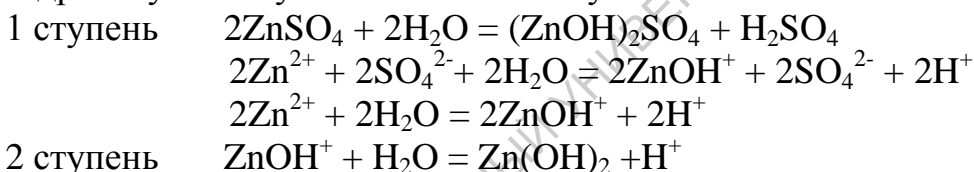
в растворе появляется избыток ионов OH⁻, поэтому раствор имеет щелочную реакцию (pH > 7);

б) Na₂CO₃ - соль сильного основания и слабой многоосновной кислоты. Гидролизуеться ступенчато по аниону:



среда щелочная (pH > 7), реакция преимущественно проходит по первой ступени.

в) ZnSO₄ - соль сильной кислоты и слабого многокислотного основания. Гидролизуеться ступенчато по катиону:



В растворе появляется избыток ионов водорода, значит среда кислая (pH < 7), реакция преимущественно проходит по первой ступени.

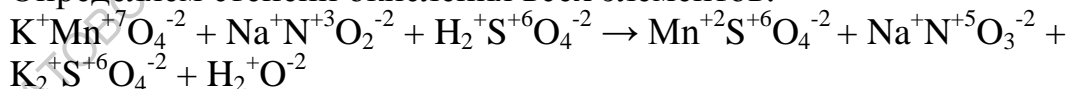
Электрохимические процессы

Пример 1. Составьте уравнение реакции окисления нитрита натрия перманганатом калия в кислой среде.

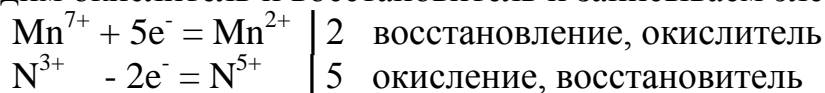
Решение. Записываем схему реакции в молекулярной форме:



Определяем степени окисления всех элементов:



Находим окислитель и восстановитель и записываем электронные уравнения:

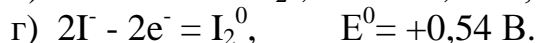
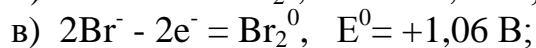
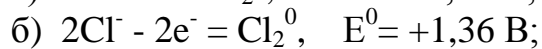
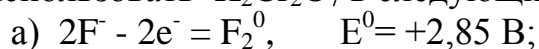


Подбираем коэффициенты у окислителя и восстановителя через общее наименьшее кратное для отнятых и принятых электронов (в рассматриваемом примере 10). Коэффициент для окислителя получился 2, для восстановителя –

5. Коэффициенты перед веществами, атомы которых не меняют свою степень окисления, находят подбором. Окончательный вид уравнения реакции:



Пример 2. Возможно ли в качестве окислителя в кислой среде использовать $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ в следующих процессах при стандартных условиях:



Стандартный окислительно-восстановительный потенциал системы $E^0(\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}/\text{Cr}^{3+}) = 1,33 \text{ В}$.

Решение. 1. Для определения направления окислительно-восстановительной реакции необходимо определить ЭДС:

$$\text{ЭДС} = E^0_{\text{ок}} - E^0_{\text{восс}},$$

где $E^0_{\text{ок}}$ – потенциал окислителя; $E^0_{\text{восс}}$ – потенциал восстановителя. Реакция возможна, если $\text{ЭДС} > 0$.

Рассчитываем ЭДС для каждой из предложенных в условии систем:

а) $\text{ЭДС} = 1,33 - 2,85 = -1,52 \text{ (В)}$;

б) $\text{ЭДС} = 1,33 - 1,36 = -0,03 \text{ (В)}$;

в) $\text{ЭДС} = 1,33 - 1,06 = +0,27 \text{ (В)}$;

г) $\text{ЭДС} = 1,33 - 0,54 = +0,79 \text{ (В)}$.

2. Величины ЭДС положительны только для случаев в) и г). Значит дихромат калия можно использовать в качестве окислителя для ионов Br^- и I^- при стандартных условиях.

Пример 3. Магниевую пластинку опустили в раствор его соли. При этом электродный потенциал магния оказался равен $-2,41 \text{ В}$. Вычислите молярную концентрацию ионов магния в растворе.

Решение. Концентрацию ионов магния в растворе вычисляем на основании уравнения Нернста:

$$-2,41 = -2,37 + 0,059/2 \lg C(\text{Mg}^{2+})$$

$$-0,04 = 0,0295 \lg C(\text{Mg}^{2+})$$

$$\lg C(\text{Mg}^{2+}) = 0,04/0,0295 = -1,3559$$

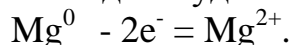
$$C(\text{Mg}^{2+}) = 4,4 \cdot 10^{-2} \text{ (моль/л)}.$$

Пример 4. Составьте схему гальванического элемента, состоящего из медной и магниевой пластин, опущенных в растворы своих солей. Какой металл является анодом, какой катодом? Напишите уравнения реакции, протекающей в этом элементе, и вычислите его ЭДС, если концентрация катиона у анода $0,1 \text{ моль/л}$, а у катода $0,001 \text{ моль/л}$.

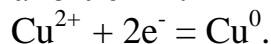
Решение. 1. Стандартные электродные потенциалы магниевый и медного электродов равны:

$$E^0(\text{Mg}^0/\text{Mg}^{2+}) = -2,38 \text{ В}; \quad E^0(\text{Cu}^0/\text{Cu}^{2+}) = 0,34 \text{ В}.$$

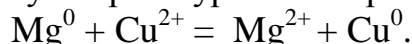
Значит анодом будет магний, на нем протекает процесс окисления:



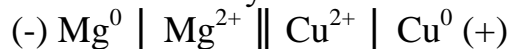
Потенциал у меди выше, следовательно медь будет катодом, на нем – процесс восстановления:



Суммарное уравнение реакции:



2. Составляем схему гальванического элемента:



Вертикальная линейка обозначает поверхность раздела между металлом и раствором, а две линейки – границу раздела двух жидких фаз; (-) – анод; (+) – катод.

3. Рассчитываем потенциалы катода и анода:

$$E_a = E^0(\text{Mg}^0/\text{Mg}^{2+}) + 0,059/2 \lg C(\text{Mg}^{2+}) = -2,38 + 0,029 \lg 0,1 = -2,38 - 0,029 = -2,409 \text{ (В)};$$

$$E_k = E^0(\text{Cu}^0/\text{Cu}^{2+}) + 0,059/2 \lg C(\text{Cu}^{2+}) = 0,34 + 0,029 \lg 0,001 = -0,34 + 0,029 \cdot (-3) = +0,253 \text{ (В)}.$$

4. Находим ЭДС гальванического элемента:

$$\text{ЭДС} = E_k - E_a = 0,253 - (-2,409) = 2,662 \text{ (В)}.$$

Пример 5. Вычислите массу меди, которая осаждается на катоде при электролизе сульфата меди в течение 30 мин при силе тока 2А.

Решение. Вычисляем массу меди по закону Фарадея:

$$M_3(\text{CuSO}_4) = M(\text{CuSO}_4)/2 = 64/2 = 32 \text{ (г/моль)};$$

$$m = M_3It/96500 = 32 \cdot 2 \cdot 1800/96500 = 1,19 \text{ (г)}.$$

Пример 6. Вычислите молярную массу эквивалента металла, зная, что при электролизе раствора сульфата этого металла затрачено 3880 Кл электричества и на катоде выделилось 11,742 г металла.

Решение. Воспользуемся законом Фарадея:

$$M_3 = 96500 m/It = 96500m/Q = 96500 \cdot 11,742/3880 = 29,35 \text{ (г/ моль)}$$

Q - количество электричества.

Пример 7. Чему равна сила тока при электролизе раствора в течение 1 часа, если на катоде выделилось 1,4 л водорода (н.у.)?

Решение. 1. Вместо молярной массы эквивалента для водорода используем эквивалентный объем:

$$V_3(\text{H}_2) = V_m/2 = 22,4/2 = 11,2 \text{ (л/моль)}.$$

2. Выражаем силу тока:

$$I = 96500m/M_3t = 96500V(\text{H}_2)/(V_3(\text{H}_2) \cdot t) = 1,4 \cdot 96500/(11,2 \cdot 3600) = 3,35 \text{ (А)}.$$

Пример 8. Какая масса гидроксида калия образовалась у катода при электролизе раствора K_2SO_4 , если на аноде выделилось 11,2 л кислорода (н.у.)?

Решение. $V_3(\text{O}_2) = 22,4/4 = 5,6$ л/моль, значит на аноде выделилось две молярные массы эквивалента кислорода. Столько же молярных масс эквивалента КОН образовалось у катода.

$$m(\text{KOH}) = 2M_3(\text{KOH}) = 2 \cdot 56 = 112 \text{ (г)}.$$

Свойства неорганических и органических веществ

Несмотря на большое разнообразие химических элементов и их соединений, неорганических и органических, можно выделить всего несколько типов расчетных задач по неорганической и органической химии. К ним относятся:

- вывод формул химических соединений;
- расчёт массы (объёма, количества) одного из реагирующих веществ по известной массе (объёму, количеству) другого вещества;
- задачи на "избыток и недостаток";
- вычисление массовой доли выхода продукта реакции.

Пример 1. Соединение содержит натрий (массовая доля 36,5%), серу (25,4%) и кислород (38,1%). Определите простейшую формулу соединения.

Решение. 1. Для расчетов выберем образец вещества массой $\text{Na}_x\text{S}_y\text{O}_z$ $m = 100$ г.

Вычисляем массы натрия, серы и кислорода в образце:

$$m(\text{Na}) = m \cdot \omega(\text{Na})/100 = 100 \cdot 36,5/100 = 36,5 \text{ (г)};$$

$$m(\text{S}) = m \cdot \omega(\text{S})/100 = 100 \cdot 25,4/100 = 25,4 \text{ (г)};$$

$$m(\text{O}) = m \cdot \omega(\text{O})/100 = 100 \cdot 38,1/100 = 38,1 \text{ (г)}.$$

2. Определяем количество вещества натрия, серы и кислорода в образце:

$$n(\text{Na}) = m(\text{Na})/M(\text{Na}) = 36,5/23 = 1,6 \text{ (моль)};$$

$$n(\text{S}) = m(\text{S})/M(\text{S}) = 25,4/32 = 0,8 \text{ (моль)};$$

$$n(\text{O}) = m(\text{O})/M(\text{O}) = 38,1/16 = 2,4 \text{ (моль)}.$$

3. Находим соотношение коэффициентов x , y и z :

$$x : y : z = n(\text{Na}) : n(\text{S}) : n(\text{O});$$

$$x : y : z = 1,6 : 0,8 : 2,4.$$

Разделив правую часть равенства на меньшее число (0,8), получаем

$$x : y : z = 2 : 1 : 3.$$

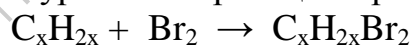
Следовательно, простейшая формула соединения Na_2SO_3 .

Пример 2. Алкен нормального строения содержит двойную связь при первом углеродном атоме. Образец этого алкена массой 2,8 г присоединил бром массой 8 г. Определите формулу алкена и назовите его.

Решение. 1. Вычисляем количество вещества брома:

$$n(\text{Br}_2) = m(\text{Br}_2)/M(\text{Br}_2) = 8/160 = 0,05 \text{ (моль)}.$$

2. Составляем уравнение реакции бромирования алкена:



Из уравнения следует $n(\text{Br}_2) = n(\text{C}_x\text{H}_{2x}) = 0,05$ (моль).

3. Вычисляем молярную массу алкена:

$$M(\text{C}_x\text{H}_{2x}) = m(\text{C}_x\text{H}_{2x})/n(\text{C}_x\text{H}_{2x}) = 2,8/0,05 = 56 \text{ (г/моль)}.$$

4. Молярную массу алкена можно представить следующим образом:

$$M(\text{C}_x\text{H}_{2x}) = x \cdot M(\text{C}) + 2x \cdot M(\text{H});$$

$$M(\text{C}_x\text{H}_{2x}) = (x \cdot 12 + 2x \cdot 1) = 14x.$$

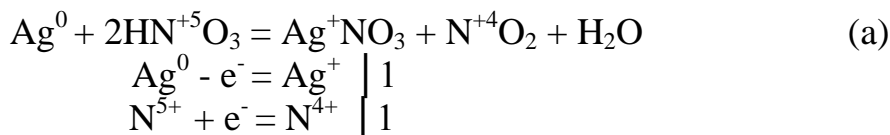
5. Получаем уравнение $14x = 56$, отсюда $x = 4$, т.е. формула алкена C_4H_8 (бутен). Структурная формула: $\text{CH}_2 = \text{CH} - \text{CH}_2 - \text{CH}_3$ бутен-1.

Пример 3. Серебро массой 5,4 г растворили в концентрированной азотной кислоте. К полученному раствору прилили избыток раствора бромида натрия. Рассчитайте массу образовавшегося осадка.

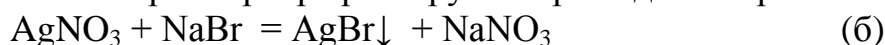
Решение. 1. Вычисляем количество вещества серебра:

$$n(\text{Ag}) = m(\text{Ag})/M(\text{Ag}) = 5,4/108 = 0,05 \text{ (моль)}.$$

2. Составляем уравнение реакции серебра с концентрированной азотной кислотой:



Образовавшийся нитрат серебра реагирует с бромидом натрия:



Из уравнений (а) и (б) следует, что

$$n(\text{AgBr}) = n(\text{AgNO}_3) = n(\text{Ag}) = 0,05 \text{ (моль)}.$$

3. Находим массу образовавшегося осадка (бромида серебра):

$$m(\text{AgBr}) = n(\text{AgBr}) \cdot M(\text{AgBr}) = 0,05 \cdot 188 = 9,4 \text{ (г)}.$$

Пример 4. Рассчитайте массу алкоголята, который образуется при взаимодействии 5,85 г калия и 7,2 г пропанола.

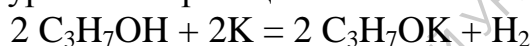
Решение. Если в условии задачи приведены массы (объемы) двух исходных веществ, то, как правило, одно из них взято в избытке.

1. Рассчитываем количества вещества калия и пропанола:

$$n(\text{K}) = m(\text{K})/M(\text{K}) = 5,85/39 = 0,15 \text{ (моль)};$$

$$n(\text{C}_3\text{H}_7\text{OH}) = m(\text{C}_3\text{H}_7\text{OH})/M(\text{C}_3\text{H}_7\text{OH}) = 7,2/60 = 0,12 \text{ (моль)}.$$

2. Из уравнения реакции



следует, что для реакции с 0,12 моль пропанола требуется 0,12 моль К, значит калий взят в избытке. Рассчитываем массу продукта по веществу, находящемуся в недостатке (пропанол).

3. По уравнению реакции:

$$n(\text{C}_3\text{H}_7\text{OK}) = n(\text{C}_3\text{H}_7\text{OH}) = 0,12 \text{ (моль)},$$

рассчитываем массу алкоголята:

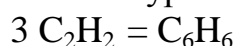
$$m(\text{C}_3\text{H}_7\text{OK}) = n(\text{C}_3\text{H}_7\text{OK}) \cdot M(\text{C}_3\text{H}_7\text{OK}) = 0,12 \cdot 98 = 11,76 \text{ (г)}.$$

Пример 5. Из 3,36 л ацетилен (н.у.) получен бензол объемом 2,5 мл. Определите массовую долю выхода продукта, если плотность бензола равна 0,88 г/мл.

Решение. 1. Вычисляем количество вещества ацетилена:

$$n(\text{C}_2\text{H}_2) = V(\text{C}_2\text{H}_2)/V_m = 3,36/22,4 = 0,15 \text{ (моль)}.$$

2. Записываем уравнение реакции:



Из него следует:

$$n(\text{C}_6\text{H}_6) = 1/3 n(\text{C}_2\text{H}_2) = 0,15/3 = 0,05 \text{ (моль)}.$$

3. Определяем массу бензола, который получился бы при количественном выходе $m_{\text{теор}}$:

$$m_{\text{теор}}(\text{C}_6\text{H}_6) = n(\text{C}_6\text{H}_6) \cdot M(\text{C}_6\text{H}_6) = 0,05 \cdot 78 = 3,9 \text{ (г)}.$$

4. Рассчитываем массу реально полученного бензола:

$$m_{\text{пр}}(\text{C}_6\text{H}_6) = V(\text{C}_6\text{H}_6) \cdot \rho(\text{C}_6\text{H}_6) = 2,5 \cdot 0,88 = 2,2 \text{ (г)}.$$

5. Вычисляем массовую долю выхода бензола:

$$\omega_{\text{вых}}(\text{C}_6\text{H}_6) = m_{\text{пр}}(\text{C}_6\text{H}_6)/m_{\text{теор}}(\text{C}_6\text{H}_6) = 2,2/3,9 = 0,564 = 56,4 \text{ (\%)}.$$

Задачи и упражнения

1. Молекула некоторого вещества имеет массу, равную $1,2 \cdot 10^{-25}$ кг. Найдите молярную массу этого вещества. (72,2).
2. Масса 10^{-3} м^3 газа (н.у.) равна $1,175 \cdot 10^{-3}$ кг. Вычислите относительную молекулярную массу газа и массу одной молекулы газа. (26,3; $0,44 \cdot 10^{-25}$ кг).
3. Сколько молекул SO_2 получается при сгорании $2,0 \cdot 10^{-6}$ кг серы? ($0,38 \cdot 10^{20}$).
4. В какой массе четыреххлористого углерода CCl_4 содержится столько же молекул, сколько их в $5,0 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3$ воды? (42,7 г).
5. Исходя из молярной массы углерода и воды, определите абсолютную массу атома углерода и молекулы воды в граммах. ($2 \cdot 10^{-23}$ г; $3 \cdot 10^{-23}$ г).
6. Выразите в молях: а) $6,02 \cdot 10^{23}$ молекул C_2H_2 ; б) $1,80 \cdot 10^{24}$ атомов азота; в) $3,01 \cdot 10^{23}$ молекул NH_3 . Какова молярная масса указанных веществ?
7. При н.у. масса $0,5 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3$ газа равна $1,806 \cdot 10^{-3}$ кг. Определите плотность газа по воздуху и молярную массу газа. (2,8).
8. Образец вещества массой 6,6 г содержит $9,03 \cdot 10^{22}$ молекул. Определите молярную массу этого вещества. (44 г/ моль).
9. Масса образца сероводорода равна 1,7 г. Вычислите число молекул сероводорода в данном образце ($3,01 \cdot 10^{22}$).
10. Определите массу образца оксида серы (IV), который содержит столько же молекул, сколько атомов содержится в кусочке железа массой 5,6 г. (6,4 г).
11. Определите массовую долю хлорида натрия в смеси, содержащей 60 г хлорида натрия и 15 г хлорида калия. (80%).
12. Образец железной руды массой 250 г содержит оксид железа (III) и примеси, массовая доля которых равна 12%. Рассчитайте массу Fe_2O_3 в образце (220 г).
13. Смешали порошкообразные металлы: 24 г железа, 46 г цинка и 80 г меди. Рассчитайте массовую долю железа в полученной смеси. (16%).
14. Какие объемы будут занимать 80 г кислорода, 3 г оксида азота (II) при н.у.? (56 л; 2,24 л).
15. Какой объем займет при н.у. 1 г: водорода, кислорода и оксида углерода (IV)? (11,2 л; 0,7 л; 0,51 л).
16. Какой объем занимают при н.у. 4 г метана? Какая масса водорода займет такой же объем при н.у.? (5,6 л; 0,5 г).
17. Определите массу 20 л хлора при н.у. Какова плотность хлора по водороду? (63,4 г; 2,45).

18. Плотность газа по водороду равна 17. Найдите массу 1 л этого газа при н.у.? (1,52 г).
19. Плотность светильного газа по воздуху равна 0,4. Найдите массу 1 м³ светильного газа при н.у. (518 г).
20. Найдите массу 1 л бромоводорода HBr при н.у. Какова плотность этого газа по воздуху? (3,62 г; 2,79).
21. 2,14·10⁻³ кг металла вытесняют из кислоты 2·10⁻³ м³ водорода (н.у.). Вычислите молярную массу эквивалента металла. (12 г/ моль).
22. Вычислите эквивалент и молярную массу эквивалента H₃PO₄ в реакциях обмена в случае образования средней и кислых солей.
23. На восстановление 3,6·10⁻³ кг оксида металла израсходовано 1,7·10⁻³ м³ водорода (н.у.). Рассчитайте молярную массу эквивалента металла. (16,0 г/моль).
24. Олово образует два оксида. Первый содержит 78,8 %, второй – 88,2% олова. Вычислите молярные массы эквивалентов олова в этих соединениях. (29,7 г/моль; 59,8 г/моль).
25. На нейтрализацию 1,125 г щавелевой кислоты потребовалось 1 г NaOH. Определите молярную массу эквивалента кислоты. (45 г/моль).
26. Вычислите массу металла, вытеснившего из кислоты 0,7 л водорода (н.у.), если молярная масса эквивалента металла равна 28 г/ моль. (1,75 г).
27. Чему равен при н.у. эквивалентный объем кислорода? На сжигание 1,5 г двухвалентного металла требуется 0,69 л кислорода (н.у.). Вычислите молярную массу эквивалента этого металла.
28. Избытком гидроксида калия подействовали на растворы: а) дигидрофосфата калия; б) нитрата дигидроксовисмута (III). Напишите уравнения реакций этих веществ с KOH и определите их эквиваленты и молярные массы эквивалентов.
29. Определите массу образца Cr(OH)₃, который содержит столько же молярных масс эквивалента, сколько их в 175 г Mg(OH)₂? (206 г).
30. Напишите уравнения реакций Fe(OH)₃ с соляной кислотой, при которых образуются следующие соединения железа: а) хлорид дигидроксожелеза; б) хлорид гидроксожелеза; трихлорид железа. Вычислите эквивалент и молярную массу эквивалента Fe(OH)₃ в каждой из этих реакций.
31. Оксид трехвалентного элемента содержит 31,58% кислорода. Вычислите молярную массу и молярную массу эквивалента этого элемента. (52 г/моль, 17,3 г/моль).
32. Чему равен при (н.у.) эквивалентный объем водорода? Вычислите молярную массу эквивалента металла, если на восстановление 1,017 г его оксида израсходовано 0,28 л водорода (н.у.). (32,68 г/ моль).
33. Избытком соляной кислоты подействовали на растворы: а) гидрокарбоната кальция; б) дихлорида гидроксоалюминия. Напишите уравнения реакций этих веществ с HCl и определите их эквиваленты и молярные массы эквивалентов.

34. При окислении 16,74 г двухвалентного металла образовалось 21,54 г оксида. Вычислите молярные массы эквивалентов металла и его оксида.
35. При взаимодействии 3,24 г трехвалентного металла с кислотой выделяется 4,03 л водорода (н.у.). Вычислите молярную массу эквивалента и молярную массу металла.
36. На нейтрализацию 9,797 г ортофосфорной кислоты израсходовано 7,998 г NaOH. Вычислите эквивалент, молярную массу эквивалента и основность H_3PO_4 в этой реакции. На основании расчетов напишите уравнение реакции. (0,5 моль, 49 г/моль).
37. На нейтрализацию 0,943 г фосфористой кислоты H_3PO_3 израсходовано 1,291 г KOH. Вычислите эквивалент, молярную массу эквивалента и основность кислоты в этой реакции. На основании расчетов напишите уравнение реакции. (0,5 моль, 41 г/моль).
38. При растворении в кислоте 0,045 г трехвалентного металла выделилось 56 мл водорода (н.у.). Определите эквивалент и название металла. (9).
39. Определите эквивалент и молярную массу эквивалента H_2SO_4 и $Cu(OH)_2$ в следующих реакциях:
- а) $H_2SO_4 + 2KOH = K_2SO_4 + 2H_2O$
- б) $Cu(OH)_2 + HCl = CuOHCl + H_2O$.
40. Определите эквивалент и молярную массу эквивалента H_2SO_4 и $Cu(OH)_2$ в следующих реакциях:
- а) $H_2SO_4 + KOH = KHSO_4 + H_2O$
- б) $Cu(OH)_2 + 2HCl = CuCl_2 + 2H_2O$
41. Напишите электронные формулы атомов элементов с порядковыми номерами 9 и 28. Покажите распределение электронов этих атомов по квантовым ячейкам. К какому электронному семейству относится каждый из этих элементов?
42. Напишите электронные формулы атомов элементов с порядковыми номерами 16 и 26. Покажите распределение электронов этих атомов по квантовым ячейкам. К какому электронному семейству относится каждый из этих элементов?
43. Какое максимальное число электронов могут занимать s-, p-, d- и f-орбитали данного энергетического уровня? Почему? Напишите электронную формулу атома элемента с порядковым номером 31.
44. Напишите электронные формулы атомов элементов с порядковыми номерами 25 и 34. Покажите распределение электронов этих атомов по квантовым ячейкам. К какому электронному семейству относится каждый из этих элементов?

45. Какие орбитали атома заполняются электронами раньше: 4s или 3d; 5s или 4p? Почему? Напишите электронную формулу атома элемента с порядковым номером 21.
46. Какие орбитали атома заполняются электронами раньше: 4d или 5s; 6s или 5p? Почему? . Напишите электронную формулу атома элемента с порядковым номером 43.
47. Напишите электронные формулы атомов элементов с порядковыми номерами 4 и 40. Сколько свободных d-орбиталей у атомов последнего элемента?
48. Напишите электронные формулы атомов элементов с порядковыми номерами 15 и 28. Чему равен максимальный спин p-электронов у атомов первого и d-электронов у атомов второго элемента?
49. Напишите электронные формулы атомов элементов с порядковыми номерами 21 и 23. Сколько свободных d-орбиталей в атомах этих элементов?
50. В чем заключается принцип Паули? Может ли быть на каком-нибудь подуровне атома p^7 - или d^{12} -электронов? Почему? Составьте электронную формулу атома элемента с порядковым номером 22 и укажите его валентные электроны.
51. Исходя из положения германия и технеция в периодической системе, составьте формулы мета-, ортогерманиевой кислот и оксида технеция, отвечающие их высшей степени окисления. Изобразите формулы этих соединений графически.
52. Исходя из положения германия, молибдена и рения в периодической системе, составьте формулы водородного соединения германия, оксида молибдена и рениевой кислоты, отвечающие их высшей степени окисления. Изобразите формулы этих соединений графически.
53. Составьте формулы оксидов и гидроксидов элементов третьего периода периодической системы, отвечающие их высшей степени окисления. Как изменяется кислотно-основной характер этих соединений при переходе от натрия к хлору? Напишите уравнения реакций, доказывающие амфотерность гидроксида алюминия.
54. Какой из элементов четвертого периода- ванадий или мышьяк- обладает более выраженными металлическими свойствами? Какой из этих элементов образует газообразное соединение с водородом? Ответ мотивируйте, исходя из строения атомов данных элементов.
55. Марганец образует соединения, в которых он проявляет степень окисления +2, +3, +4, +6, +7. Составьте формулы его оксидов и гидроксидов, отвечающих этим степеням окисления. Напишите уравнения реакций, доказывающие амфотерность гидроксида марганца (IV).
56. У какого элемента четвертого периода- хрома или селена- сильнее выражены металлические свойства ? Какой из этих элементов образует

газообразное соединение с водородом? Ответ мотивируйте строением атомов хрома и селена.

57. Какую низшую степень окисления проявляют хлор, сера, азот и углерод? Почему? Составьте формулы соединений алюминия с данными веществами в этой степени окисления. Как называются соответствующие соединения?
58. Исходя из положения металла в периодической системе, дайте мотивированный ответ на вопрос: какой из двух гидроксидов более сильное основание: $\text{Ba}(\text{OH})_2$ или $\text{Mg}(\text{OH})_2$; $\text{Ca}(\text{OH})_2$ или $\text{Fe}(\text{OH})_2$; $\text{Cd}(\text{OH})_2$ или $\text{Sr}(\text{OH})_2$?
59. Хром образует соединения, в которых он проявляет степени окисления +2, +3, +6. Составьте формулы его оксидов и гидроксидов, отвечающих этим степеням окисления. Напишите уравнения реакций, доказывающие амфотерность гидроксида хрома (III).
60. Какую низшую и высшую степени окисления проявляют углерод, фосфор, сера и йод? Почему? Составьте формулы соединений данных элементов, отвечающим этим степеням окисления.
61. Вычислите какое количество теплоты выделится при восстановлении Fe_2O_3 металлическим алюминием, если было получено 335,1 г железа. (2543 кДж).
62. Газообразный этиловый спирт можно получить при взаимодействии этилена $\text{C}_2\text{H}_4(\text{г})$ и водяных паров. Напишите термохимическое уравнение этой реакции, вычислив ее тепловой эффект. (-45,76 кДж).
63. При взаимодействии газообразных сероводорода и диоксида углерода образуются пары воды и сероуглерод CS_2 . Напишите термохимическое уравнение этой реакции, вычислив ее тепловой эффект. (+65,43 кДж).
64. Напишите термохимическое уравнение реакции между $\text{CO}(\text{г})$ и водородом, в результате которой образуются $\text{CH}_4(\text{г})$ и $\text{H}_2\text{O}(\text{г})$. Сколько теплоты выделится при этой реакции, если было получено 67,2 л метана (н.у.)? (618,48 кДж).
65. Тепловой эффект реакции сгорания жидкого бензола с образованием паров воды и диоксида углерода равен -3135,58 кДж. Составьте термохимическое уравнение этой реакции и вычислите теплоту образования $\text{C}_6\text{H}_6(\text{ж})$. (+43,03 кДж).
66. Вычислите сколько теплоты выделится при сгорании 165 л (н.у.) ацетилен C_2H_2 , если продуктами сгорания являются диоксид углерода и пары воды? (924,88 кДж).
67. При сгорании газообразного аммиака образуются пары воды и оксид азота. Сколько теплоты выделится при этой реакции, если было получено 44,8 л $\text{NO}(\text{н.у.})$? (452,37 кДж).
68. Реакция горения метилового спирта выражается термохимическим уравнением: $\text{CH}_3\text{OH}(\text{ж}) + 3/2 \text{O}_2(\text{г}) = \text{CO}_2(\text{г}) + 2 \text{H}_2\text{O}(\text{ж})$. Вычислите тепловой эффект этой реакции, если известно, что мольная теплота парообразования $\text{CH}_3\text{OH}(\text{ж})$ равна +37,4 кДж. (-726,62 кДж).

69. При сгорании 11,5 г жидкого этилового спирта выделилось 308,71 кДж теплоты. Напишите термохимическое уравнение реакции, в результате которой образуются пары воды и диоксид углерода. Вычислите теплоту образования C_2H_5OH (ж). (-277,67 кДж).
70. Вычислите тепловой эффект и напишите термохимическое уравнение реакции горения 1 моль этана C_2H_6 (г), в результате которой образуются пары воды и диоксид углерода. Сколько теплоты выделится при сгорании 1 м³ этана (н.у.)? (63742 кДж).
71. При сгорании 1 л ацетилен (н.у.) выделяется 56,053 кДж теплоты. Напишите термохимическое уравнение реакции, в результате которой образуются пары воды и диоксид углерода. Вычислите теплоту образования C_2H_2 (г). (226,75 кДж).
72. При взаимодействии 6,3 г железа с серой выделилось 11,31 кДж теплоты. Вычислите теплоту образования сульфида железа FeS . (-100,26 кДж/моль).
73. При получении 37 г гидроксида кальция из CaO (к) и H_2O (ж) выделяется 32,53 кДж теплоты. Напишите термохимическое уравнение этой реакции и вычислите теплоту образования гидроксида кальция. (-986,6 кДж/моль).
74. Тепловой эффект реакции $C + 2N_2O = CO_2 + 2N_2$ равен -560,0 кДж. Вычислите стандартную теплоту образования N_2O . (83,24 кДж/моль).
75. Рассчитайте расход тепловой энергии при реакции $Fe_2O_3 + 2Al = Al_2O_3 + 2Fe$, если получено 336 г железа. (-2561,0 кДж.).
76. Сколько теплоты выделится при сгорании 825 л ацетилен C_2H_2 , если конечными продуктами являются CO_2 (г) и H_2O (г). (-46244,5 кДж).
77. Кристаллический хлорид аммония образуется при взаимодействии газообразных аммиака и хлорида водорода. Напишите термохимическое уравнение этой реакции, вычислив ее тепловой эффект. Сколько теплоты выделится, если в реакции было израсходовано 10 л аммиака (н.у.)? (78,97 кДж).
78. Реакция горения аммиака выражается термохимическим уравнением: $4NH_3(г) + 3O_2(г) = 2N_2(г) + 6H_2O(ж)$; $\Delta H = -1530,28$ кДж. Вычислите теплоту образования NH_3 (г). (-46,19 кДж/моль).
79. Тепловой эффект какой реакции равен теплоте образования метана? Вычислите теплоту образования метана, исходя из следующих термохимических уравнений (-74,88 кДж): $H_2(г) + 1/2O_2(г) = H_2O(ж)$; $\Delta H = -285,84$ кДж; $C(к) + O_2(г) = CO_2(г)$; $\Delta H = -393,51$ кДж; $CH_4(г) + 2O_2(г) = 2H_2O(ж) + CO_2(г)$; $\Delta H = -890,31$ кДж.
80. Тепловой эффект какой реакции равен теплоте образования гидроксида кальция? Вычислите теплоту образования гидроксида кальция, исходя из следующих термохимических уравнений (-986,50 кДж/моль): $Ca(к) + 1/2O_2(г) = CaO(к)$; $\Delta H = -635,60$ кДж; $H_2(г) + 1/2O_2(г) = H_2O(ж)$; $\Delta H = -285,84$ кДж; $CaO(к) + H_2O(ж) = Ca(OH)_2(к)$; $\Delta H = -65,06$ кДж.

81. Вычислите значения ΔH^0 , ΔS^0 , ΔG^0 для процесса $2\text{HCl}(\text{г}) + 1/2\text{O}_2(\text{г}) = \text{H}_2\text{O}(\text{г}) + \text{Cl}_2(\text{г})$. В каком направлении эта реакция протекает самопроизвольно при стандартных условиях?
82. Тепловой эффект и изменение энергии Гиббса при 25°C для реакции $\text{CO}_2(\text{г}) + 4\text{H}_2(\text{г}) = \text{CH}_4(\text{г}) + 2\text{H}_2\text{O}(\text{ж})$ соответственно равны $-253,02$ кДж/моль и $-130,1$ кДж/моль. Определите ΔS^0 для этой реакции. ($-412,4$ Дж/(моль·К)).
83. Пользуясь значениями ΔG^0 реагирующих веществ, вычислите ΔG^0 реакции $\text{SO}_2(\text{г}) + 2\text{H}_2\text{S}(\text{г}) = 3\text{S}(\text{к}) + 2\text{H}_2\text{O}(\text{ж})$ и определите, может ли она осуществиться при стандартных условиях.
84. Подсчитав ΔG^0 реакции $\text{N}_2 + 2\text{H}_2\text{O} = \text{NH}_4\text{NO}_2$, определите, возможна ли она. ($115,94$ кДж/моль).
85. При какой температуре наступит равновесие системы $4\text{HCl}(\text{г}) + \text{O}_2(\text{г}) = 2\text{H}_2\text{O}(\text{г}) + 2\text{Cl}_2(\text{г})$; $\Delta H = -114,42$ кДж? Хлор или кислород в этой системе является более сильным окислителем и при каких температурах? (891 К).
86. Восстановление Fe_3O_4 оксидом углерода идет по уравнению $\text{Fe}_3\text{O}_4(\text{к}) + \text{CO}(\text{г}) = 3\text{FeO}(\text{к}) + \text{CO}_2(\text{г})$. Вычислите ΔG^0 и сделайте вывод о возможности самопроизвольного протекания этой реакции при стандартных условиях. Чему равно ΔS^0 в этом процессе? $\Delta G^0(\text{Fe}_3\text{O}_4) = -1014,2$ кДж/моль, $\Delta S^0(\text{Fe}_3\text{O}_4) = 146,4$ Дж/(моль·К). ($+24,19$ кДж; $+31,34$ Дж/(моль·К)).
87. Реакция горения ацетилена идет по уравнению $\text{C}_2\text{H}_2(\text{г}) + 5/2\text{O}_2(\text{г}) = 2\text{CO}_2(\text{г}) + \text{H}_2\text{O}(\text{ж})$. Вычислите ΔG^0 и ΔS^0 . Объясните уменьшение энтропии в результате этой реакции. ($-1235,15$ кДж; $-216,15$ Дж/(моль·К)).
88. Чем можно объяснить, что при стандартных условиях невозможна экзотермическая реакция $\text{H}_2(\text{г}) + \text{CO}_2(\text{г}) = \text{CO}(\text{г}) + \text{H}_2\text{O}(\text{ж})$; $\Delta H = -2,85$ кДж? Зная тепловой эффект реакции и абсолютные стандартные энтропии соответствующих веществ, определите ΔG^0 этой реакции. ($+19,91$ кДж).
89. Прямая или обратная реакция будет протекать при стандартных условиях в системе $2\text{NO}(\text{г}) + \text{O}_2(\text{г}) = 2\text{NO}_2(\text{г})$? Ответ мотивируйте, вычислив ΔG^0 прямой реакции. ($-69,70$ кДж).
90. Исходя из значений стандартных теплот образования и абсолютных стандартных энтропий соответствующих веществ, вычислите ΔG^0 реакции, проходящей по уравнению $\text{NH}_3(\text{г}) + \text{HCl}(\text{г}) = \text{NH}_4\text{Cl}(\text{к})$. Может ли эта реакция при стандартных условиях идти самопроизвольно? ($-92,08$ кДж).
91. При какой температуре наступит равновесие системы $\text{CO}(\text{г}) + 2\text{H}_2(\text{г}) = \text{CH}_3\text{OH}(\text{ж})$; $\Delta H = -128,05$ кДж? ($385,5$ К).
92. При какой температуре наступит равновесие системы $\text{CH}_4(\text{г}) + \text{CO}_2(\text{г}) = 2\text{CO}(\text{г}) + 2\text{H}_2(\text{г})$; $\Delta H = +247,37$ кДж? ($961,9$ К).
93. На основании стандартных теплот образования и абсолютных стандартных энтропий соответствующих веществ вычислите ΔG^0 реакции, протекающей по уравнению $4\text{NH}_3(\text{г}) + 5\text{O}_2(\text{г}) = 4\text{NO}(\text{г}) + 6\text{H}_2\text{O}(\text{г})$. Возможна ли эта реакция при стандартных условиях? ($-957,77$ кДж).
94. На основании стандартных теплот образования и абсолютных стандартных энтропий соответствующих веществ вычислите ΔG^0 реакции, протекающей

по уравнению $\text{CO}_2(\text{г}) + 4\text{H}_2(\text{г}) = \text{CH}_4(\text{г}) + 2\text{H}_2\text{O}(\text{ж})$. Возможна ли эта реакция при стандартных условиях? (-130,89 кДж).

95. На основании стандартных теплот образования и абсолютных стандартных энтропий соответствующих веществ вычислите ΔG^0 реакции, протекающей по уравнению $\text{CO}(\text{г}) + 3\text{H}_2(\text{г}) = \text{CH}_4(\text{г}) + \text{H}_2\text{O}(\text{г})$. Возможна ли эта реакция при стандартных условиях? (-142,16 кДж).

96. На основании стандартных теплот образования и абсолютных стандартных энтропий соответствующих веществ вычислите ΔG^0 реакции, протекающей по уравнению $\text{C}_2\text{H}_4(\text{г}) + 3\text{O}_2(\text{г}) = 2\text{CO}_2(\text{г}) + 2\text{H}_2\text{O}(\text{ж})$. Возможна ли эта реакция при стандартных условиях? (-1331,21 кДж).

97. Вычислите ΔH^0 , ΔS^0 и ΔG^0_{T} реакции, протекающей по уравнению $\text{Fe}_2\text{O}_3(\text{к}) + 3\text{H}_2(\text{г}) = 2\text{Fe}(\text{к}) + 3\text{H}_2\text{O}(\text{г})$. Возможна ли реакция восстановления Fe_2O_3 водородом при температурах 500 и 2000 К? (+96,61 кДж; 138,83 Дж/К; 27,2 кДж; -181,05 кДж).

98. Определите, при какой температуре начнется реакция восстановления Fe_3O_4 , протекающая по уравнению $\text{Fe}_3\text{O}_4(\text{к}) + \text{CO}(\text{г}) = 3\text{FeO}(\text{к}) + \text{CO}_2(\text{г})$; $\Delta H = +34,55$ кДж. $S^0(\text{Fe}_3\text{O}_4) = 146,4$ Дж/моль·К. (1102,4 К).

99. Определите, при какой температуре начнется диссоциация пентахлорида фосфора, протекающая по уравнению $\text{PCl}_5(\text{г}) = \text{PCl}_3(\text{г}) + \text{Cl}_2(\text{г})$; $\Delta H = +92,59$ кДж. (509 К).

100. Пользуясь значениями ΔG^0 реагирующих веществ, рассчитайте ΔG^0 реакции и определите возможность её протекания: $\text{PbO}(\text{к}) + \text{C}(\text{к}) = \text{CO}(\text{г}) + \text{Pb}(\text{к})$.

101. Разложение N_2O протекает по уравнению $2\text{N}_2\text{O} = 2\text{N}_2 + \text{O}_2$. Константа скорости данной реакции $5 \cdot 10^{-4}$ л/(мин·моль). Начальная концентрация N_2O 6,0 моль/л. Определите скорость реакции в начальный момент и в тот момент, когда разложится 50% N_2O . (0,018 моль/(л·мин); 0,0045 моль/(л·мин)).

102. Реакция идет по уравнению $4\text{HCl} + \text{O}_2 = 2\text{H}_2\text{O} + 2\text{Cl}_2$. Как изменится скорость реакции, если давление в системе увеличить в 3 раза? (в 243 раза).

103. При 393 К реакция заканчивается за 25 мин. Через сколько времени эта реакция закончится при 443 К, если температурный коэффициент скорости реакции равен 2,5? (15,3 с).

104. На сколько градусов нужно повысить температуру чтобы скорость реакции возросла в 50 раз? Температурный коэффициент равен 2,3. (47°).

105. Реакция идет по уравнению $\text{N}_2 + 3\text{H}_2 = 2\text{NH}_3$. Как изменится скорость реакции, если концентрацию N_2 увеличить в 3 раза, а H_2 в 5 раз? (в 375 раз).

106. Равновесные концентрации реагирующих веществ реакции $\text{Cl}_2 + \text{CO} = \text{COCl}_2$ были (моль/л): $c(\text{Cl}_2) = 5,0$; $c(\text{CO}) = 3,6$; $c(\text{COCl}_2) = 6,4$. Определите исходные концентрации хлора и оксида углерода. (11,4 моль/л; 10 моль/л).

107. Равновесие в системе $2\text{Cl}_2(\text{г}) + 2\text{H}_2\text{O}(\text{г}) = 4\text{HCl}(\text{г}) + \text{O}_2(\text{г})$ установилось при следующих концентрациях (моль/л): $c(\text{Cl}_2) = 0,8$; $c(\text{H}_2\text{O}) = 2,2$; $c(\text{HCl}) = 1,1$; $c(\text{O}_2) = 1,6$. Вычислите константу равновесия и исходные концентрации хлора и воды. (0,75; 4,0 моль/л; 5,4 моль/л).
108. Реакция протекает по уравнению $2\text{A} = \text{B}$. Исходная концентрация вещества А равна 0,5 моль л. Константа равновесия реакции 0,5. Найдите равновесные концентрации веществ. (0,067 моль/л; 0,366 моль/л).
109. Сместится ли равновесие обратимой реакции $\text{A} + \text{B} = \text{C}$, если увеличить давление в системе в 3 раза и одновременно повысить температуру на 50° , причем температурный коэффициент скорости прямой реакции равен 3,3, а обратной 2,7.
110. Реакция протекает по уравнению $2\text{A} + \text{B} = 2\text{AB}$. В сторону какой реакции сместится равновесие, если общее давление в системе понизить в 2 раза и одновременно повысить температуру на 30° (температурные коэффициенты скорости прямой и обратной реакций соответственно равны 2 и 3).
111. Реакция идет по уравнению $\text{N}_2 + 3\text{H}_2 = 2\text{NH}_3$. Концентрации участвующих в ней веществ были (моль/л): $c(\text{N}_2) = 0,80$; $c(\text{H}_2) = 1,5$; $c(\text{NH}_3) = 0,10$. Вычислите концентрации водорода и аммиака, когда $c(\text{N}_2) = 0,5$ моль/л. (0,70 моль/л; 0,60 моль/л).
112. Реакция идет по уравнению $\text{H}_2 + \text{I}_2 = 2\text{HI}$. Константа скорости этой реакции при некоторой температуре равна 0,16. Исходные концентрации реагирующих веществ (моль/л): $c(\text{H}_2) = 0,04$; $c(\text{I}_2) = 0,05$. Вычислите начальную скорость реакции и ее скорость, когда $c(\text{H}_2) = 0,03$ моль/л. ($3,2 \cdot 10^{-4}$; $1,92 \cdot 10^{-4}$).
113. В гомогенной системе $\text{CO} + \text{Cl}_2 = \text{COCl}_2$ равновесные концентрации реагирующих веществ (моль/л): $c(\text{CO}) = 0,2$; $c(\text{Cl}_2) = 0,3$; $c(\text{COCl}_2) = 1,2$. Вычислите константу равновесия системы и исходные концентрации хлора и СО. (20; 1,5 моль/л; 1,4 моль/л).
114. В гомогенной системе $\text{A} + 2\text{B} = \text{C}$ равновесные концентрации реагирующих газов (моль/л): $c(\text{A}) = 0,06$; $c(\text{B}) = 0,12$; $c(\text{C}) = 0,216$. Вычислите константу равновесия системы и исходные концентрации веществ А и В. (250; 0,276 моль/л; 0,552 моль/л).
115. В гомогенной системе $\text{A} + \text{B} = \text{C} + \text{D}$ равновесные концентрации реагирующих газов (моль/л): $c(\text{B}) = 0,05$; $c(\text{C}) = 0,02$. Вычислите исходные концентрации веществ А и В, если константа равновесия системы равна 0,04. (0,22 моль/л; 0,07 моль/л).
116. Константа скорости реакции разложения N_2O , протекающей по уравнению $2\text{N}_2\text{O} = 2\text{N}_2 + \text{O}_2$, равна $5 \cdot 10^{-4}$. Начальная концентрация $c(\text{N}_2\text{O}) = 6,0$ моль/л. Вычислите начальную скорость реакции и её скорость, когда разложится 50% N_2O . ($1,8 \cdot 10^{-2}$; $4,5 \cdot 10^{-3}$).
117. Константа равновесия гомогенной системы $\text{CO} + \text{H}_2\text{O} = \text{CO}_2 + \text{H}_2$ при некоторой температуре равна 1. Вычислите равновесные концентрации

всех реагирующих веществ, если исходные концентрации (моль/л): $c(\text{CO}) = 0,10$; $c(\text{H}_2\text{O}) = 0,40$. (0,08 моль/л; 0,02 моль/л; 0,32 моль/л).

118. Константа равновесия гомогенной системы $\text{N}_2 + 3\text{H}_2 = 2\text{NH}_3$ при некоторой температуре равна 0,1. Равновесные концентрации водорода и аммиака соответственно равны (моль/л) 0,2 и 0,08. Вычислите равновесную и исходную концентрации азота. (8 моль/л; 8,04 моль/л).
119. При некоторой температуре равновесие гомогенной системы $2\text{NO} + \text{O}_2 = 2\text{NO}_2$ установилось при следующих концентрациях реагирующих веществ (моль/л): $c(\text{NO}) = 0,2$; $c(\text{O}_2) = 0,1$; $c(\text{NO}_2) = 0,1$. Вычислите константу равновесия и исходные концентрации NO и O₂. (2,5; 0,3 моль/л; 0,15 моль/л).
120. В гомогенной системе $2\text{NO} + \text{Cl}_2 = 2\text{NOCl}$ исходные концентрации оксида азота и хлора равны соответственно (моль/л) 0,5 и 0,2. Вычислите константу равновесия, если к моменту наступления равновесия прореагировало 20% NO. (0,416).
121. Вычислите молярную и эквивалентную концентрации 20%-ного раствора хлорида кальция плотностью 1,178 г/см³. (2,1М; 4,2 н.).
122. Чему равна нормальность 30%-ного раствора NaOH плотностью 1,328 г/см³? К 1л этого раствора прибавили 5л воды. Вычислите процентную концентрацию полученного раствора. (9,96 н.; 6,3 %).
123. Вычислите эквивалентную и молярную концентрации 20,8%-ного раствора HNO₃ плотностью 1,12 г/см³. Сколько граммов кислоты содержится в 4л этого раствора? (3,70 н.; 4,17 М; 931,8 г).
124. Вычислите молярную, эквивалентную и молярную концентрации 16%-ного раствора хлорида алюминия плотностью 1,149 г/см³. (1,38 М; 4,14 н.; 1,43 моль/кг).
125. Смешали 10 см³ 10%-ного раствора HNO₃ (пл. 1,056 г/см³) и 100 см³ 30%-ного раствора HNO₃ (пл. 1,184 г/см³). Вычислите процентную концентрацию полученного раствора. (28,38 %).
126. Какой объем 50%-ного раствора KOH (пл. 1,538 г/см³) требуется для приготовления 3л 6%-ного раствора (пл. 1,048 г/см³)? (245,5 мл).
127. Какой объем 0,3 н. раствора кислоты требуется для нейтрализации раствора, содержащего 0,32 г NaOH в 40 см³? (26,6 мл).
128. Какую массу NaNO₃ нужно растворить в 400г воды, чтобы приготовить 20%-ный раствор? (100 г).
129. Смешали 300г 20%-ного раствора и 500г 40%-ного раствора NaCl. Чему равна процентная концентрация полученного раствора? (32,5 %).
130. Смешали 247г 62%-ного и 145г 18%-ного раствора серной кислоты. Какова процентная концентрация полученного раствора? (45,72 %).
131. Какая масса соляной кислоты содержится в 0,25 л раствора, в котором массовая доля HCl 15% (пл. 1,035 г/см³)? (18,5 г).
132. Какая масса хлорида кальция потребуется для приготовления 2 л раствора (пл. 1.177 г/см³) с массовой долей CaCl₂ 20%? (470,8 г).

133. Определите молярную и эквивалентную концентрации раствора серной кислоты, где массовая доля H_2SO_4 98% (пл. $1,84 \text{ г/см}^3$). (18,4 М; 36,8 н.).
134. Из 3 л раствора с массовой долей KOH 50% (пл. $1,09 \text{ г/см}^3$) нужно приготовить раствор с массовой долей KOH 10% (пл. $1,009 \text{ г/см}^3$). Сколько воды нужно взять для приготовления указанного раствора? (17,12 кг).
135. Какой объем раствора с массовой долей H_3PO_4 40% (пл. $1,25 \text{ г/см}^3$) потребуется для приготовления 3 л 0,15 н. раствора ортофосфорной кислоты?
136. Смешаны 400 мл 1,2 М раствора NaOH и 600 мл 1,8 М раствора NaOH. Какова молярная концентрация полученного раствора? (1,56 М).
137. На нейтрализацию 1 л раствора, содержащего 1,4 г KOH, требуется 50 мл раствора кислоты. Вычислите нормальность раствора кислоты. (0,53 н.).
138. Какая масса HNO_3 содержалась в растворе, если на нейтрализацию его потребовалось 35 мл 0,4 н. раствора NaOH? (0,882 г).
139. Какой объем 10%-ного раствора карбоната натрия (пл. $1,105 \text{ г/см}^3$) требуется для приготовления 5 л 2%-ного раствора (пл. $1,02 \text{ г/см}^3$)? ($923,1 \text{ см}^3$).
140. К 3 л 10%-ного раствора HNO_3 (пл. $1,054 \text{ г/см}^3$) прибавили 5 л 2%-ного раствора той же кислоты (пл. $1,009 \text{ г/см}^3$). Вычислите процентную и молярную концентрации полученного раствора, объем которого равен 8 л. (5,0%; 0,82 М).
141. Определите величину осмотического давления раствора, в 1 л которого содержится 0,4 моль неэлектролита при $t = 17^\circ\text{C}$. ($9,64 \cdot 10^5 \text{ Па}$).
142. Определите величину осмотического давления раствора, в 1 л которого содержится 3,1 г анилина ($\text{C}_6\text{H}_5\text{NH}_2$) при $t = 21^\circ\text{C}$. ($0,8 \cdot 10^5 \text{ Па}$).
143. Определите величину осмотического давления раствора, в 4 л которого содержится 90,08 г глюкозы ($\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$) при $t = 27^\circ\text{C}$. ($3,12 \cdot 10^5 \text{ Па}$).
144. Определите величину осмотического давления раствора, в 1 л которого содержится 18,4 г глицерина ($\text{C}_3\text{H}_8\text{O}_3$) при $t = 0^\circ\text{C}$. ($4,54 \cdot 10^5 \text{ Па}$).
145. В 0,5 л раствора содержится 2 г неэлектролита, и этот раствор при $t = 0^\circ\text{C}$ имеет осмотическое давление $0,51 \cdot 10^5 \text{ Па}$. Определите относительную молекулярную массу растворенного вещества. (178,0).
146. При растворении 3,24 г серы в 40,0 г бензола температура кипения повысилась на $0,91^\circ\text{C}$. Из скольких атомов состоит молекула серы в растворе, если $E(\text{бензола})$ равна $2,57^\circ$. (8).
147. Раствор, содержащий 80 г нафталина (C_{10}H_8) в 200,0 г диэтилового эфира, кипит при $t = 35,7^\circ\text{C}$, а чистый эфир при $t = 35,0^\circ\text{C}$. Определите эбуллиоскопическую константу эфира. ($2,25^\circ$).
148. Определите температуру кристаллизации раствора, содержащего 54,0 г глюкозы ($\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$) в 250,0 г воды. ($-2,23^\circ\text{C}$).
149. При какой температуре будет кипеть водный раствор, в котором массовая доля сахара ($\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}$) равна 50%. $E(\text{H}_2\text{O}) = 0,52^\circ$. ($102,0^\circ\text{C}$).

150. Раствор, содержащий 4,6 г глицерина ($C_3H_5(OH)_3$) в 200,0 г ацетона кипит при $t = 56,73^\circ C$. Чистый ацетон закипает при $t = 56,30^\circ C$. Вычислите $E(\text{ацетона})$. ($1,72^\circ$).
151. Сколько граммов карбамида ($CO(NH_2)_2$) необходимо растворить в 125,0 г воды, чтобы температура кипения повысилась на $0,26^\circ C$? $E(H_2O) = 0,52^\circ$.
152. Раствор, содержащий 0,512 г неэлектролита в 100 г бензола, кристаллизуется при $t = 5,296^\circ C$. Температура кристаллизации бензола $5,5^\circ C$, $K(\text{бензола}) = 5,1^\circ$. Вычислите молярную массу растворенного вещества. (128 г/моль).
153. Вычислите массовую долю сахара ($C_{12}H_{22}O_{11}$) в водном растворе, если температура кристаллизации раствора $-0,93^\circ C$. $K(H_2O) = 1,86^\circ$. (14,6%).
154. Раствор, содержащий 3,04 г камфары ($C_{10}H_{16}O$) в 100 г бензола, кипит при $t = 80,714^\circ C$. Температура кипения бензола $80,2^\circ C$. Вычислите $E(\text{бензола})$. ($2,57^\circ$).
155. Вычислите молярную массу неэлектролита, зная, что раствор, содержащий 2,25 г этого вещества в 250 г воды, кристаллизуется при $-0,279^\circ C$. $K(H_2O) = 1,86^\circ$. (60 г/моль).
156. Вычислите криоскопическую константу уксусной кислоты, зная, что раствор, содержащий 4,25 г антрацена ($C_{14}H_{10}$) в 100 г уксусной кислоты, кристаллизуется при $t = 15,718^\circ C$. Температура кристаллизации уксусной кислоты $16,65^\circ C$. ($3,9^\circ$).
157. Температура кристаллизации раствора, содержащего 66,3 г некоторого неэлектролита в 500 г воды, равна $-0,558^\circ C$. Вычислите молярную массу растворенного вещества. $K(H_2O) = 1,86^\circ$. (442 г/моль).
158. Какую массу анилина ($C_6H_5NH_2$) следует растворить в 50 г этилового эфира, чтобы температура кипения раствора была выше температуры кипения этилового эфира на $0,53^\circ$? $E(\text{эфира}) = 2,12^\circ$. (1,16 г).
159. Сколько граммов мочевины ($CO(NH_2)_2$) следует растворить в 75 г воды, чтобы температура кристаллизации понизилась на $0,465^\circ$? $K(H_2O) = 1,86^\circ$. (1,12 г).
160. Вычислите процентную концентрацию водного раствора метанола (CH_3OH), температура кристаллизации которого $-2,79^\circ C$. $K(H_2O) = 1,86^\circ$. (4,58%).
161. Составьте молекулярные и ионно-молекулярные уравнения реакций взаимодействия в растворах между: а) $NaHCO_3$ и $NaOH$; б) K_2SiO_3 и HCl ; в) $BaCl_2$ и Na_2SO_4 .
162. Составьте молекулярные и ионно-молекулярные уравнения реакций взаимодействия в растворах между: а) K_2S и HCl ; б) $FeSO_4$ и $(NH_4)_2S$; в) $Cr(OH)_3$ и KOH .
163. Составьте по три молекулярных уравнения реакций, которые выражаются ионно-молекулярными уравнениями: а) $Mg^{2+} + CO_3^{2-} = MgCO_3$; б) $H^+ + OH^- = H_2O$.

164. Какое из веществ: $\text{Al}(\text{OH})_3$; H_2SO_4 ; $\text{Ba}(\text{OH})_2$ - будет взаимодействовать с гидроксидом калия? Выразите эти реакции молекулярными и ионно-молекулярными уравнениями.
165. Составьте молекулярные и ионно-молекулярные уравнения реакций взаимодействия в растворах между: а) KHCO_3 и H_2SO_4 ; б) $\text{Zn}(\text{OH})_2$ и NaOH ; в) CaCl_2 и AgNO_3 .
166. Составьте молекулярные и ионно-молекулярные уравнения реакций взаимодействия в растворах между: а) CuSO_4 и H_2S ; б) BaCO_3 и HNO_3 ; в) FeCl_3 и KOH .
167. Составьте по три молекулярных уравнения реакций, которые выражаются ионно-молекулярными уравнениями: а) $\text{Cu}^{2+} + \text{S}^{2-} = \text{CuS}$; б) $\text{SiO}_3^{2-} + 2\text{H}^+ = \text{H}_2\text{SiO}_3$.
168. Составьте молекулярные и ионно-молекулярные уравнения реакций взаимодействия в растворах между: а) $\text{Sn}(\text{OH})_2$ и HCl ; б) BeSO_4 и KOH ; в) NH_4Cl и $\text{Ba}(\text{OH})_2$.
169. Какое из веществ: KHCO_3 ; CH_3COOH ; NiSO_4 ; Na_2S - взаимодействует с раствором серной кислоты? Запишите молекулярные и ионно-молекулярные уравнения этих реакций.
170. Составьте молекулярные и ионно-молекулярные уравнения реакций взаимодействия в растворах между: а) AgNO_3 и K_2CrO_4 ; б) $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ и KI ; в) CdSO_4 и Na_2S .
171. Какие из солей $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$, K_2S , $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$, KCl подвергаются гидролизу? Составьте ионно-молекулярные и молекулярные уравнения гидролиза соответствующих солей. Какое значение pH (>7 <) имеют растворы этих солей?
172. Какое значение pH (>7 <) имеют растворы солей Na_2S , AlCl_3 , NiSO_4 ? Составьте ионно-молекулярные и молекулярные уравнения гидролиза этих солей.
173. Какое значение pH (>7 <) имеют растворы солей $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$, Na_2CO_3 , $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$? Составьте ионно-молекулярные и молекулярные уравнения гидролиза этих солей.
174. Какое значение pH (>7 <) имеют растворы солей CH_3COOK , $\text{Al}(\text{NO}_3)_3$, ZnSO_4 ? Составьте ионно-молекулярные и молекулярные уравнения гидролиза этих солей.
175. Какое значение pH (>7 <) имеют растворы солей CuCl_2 , Cs_2CO_3 , $\text{Cr}(\text{NO}_3)_3$? Составьте ионно-молекулярные и молекулярные уравнения гидролиза этих солей.
176. Какие из солей $\text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3$, Na_2SO_3 , $\text{Ni}(\text{NO}_3)_2$, RbCl подвергаются гидролизу? Составьте ионно-молекулярные и молекулярные уравнения гидролиза соответствующих солей. Какое значение pH (>7 <) имеют растворы этих солей?
177. Какие из солей NaBr , Na_2S , K_2CO_3 , CoCl_2 подвергаются гидролизу? Составьте ионно-молекулярные и молекулярные уравнения гидролиза

соответствующих солей. Какое значение рН (>7<) имеют растворы этих солей?

178. Составьте ионно-молекулярное и молекулярное уравнения гидролиза соли, раствор которой имеет: а) щелочную реакцию; б) кислую реакцию.

179. Какое значение рН (>7<) имеют растворы солей K_3PO_4 , Na_2S , $Pb(NO_3)_2$? Составьте ионно-молекулярные и молекулярные уравнения гидролиза этих солей.

180. Какие из солей $FeCl_3$, K_2SO_4 , K_2CO_3 , $ZnCl_2$ подвергаются гидролизу? Составьте ионно-молекулярные и молекулярные уравнения гидролиза соответствующих солей. Какое значение рН (>7<) имеют растворы этих солей?

181. Для реакций, выраженных схемами, составьте электронные уравнения, расставьте коэффициенты в уравнениях реакций. Для каждой реакции укажите, какое вещество является окислителем, какое - восстановителем; какое вещество окисляется, какое - восстанавливается: $P + HIO_3 + H_2O \rightarrow H_3PO_4 + HI$; $H_2S + Cl_2 + H_2O \rightarrow H_2SO_4 + HCl$.

182. См. условие задачи 181: $P + HNO_3 + H_2O \rightarrow H_3PO_4 + NO$; $KMnO_4 + Na_2SO_3 + KOH \rightarrow K_2MnO_4 + H_2O + Na_2SO_4$.

183. См. условие задачи 181: $HNO_3 + Ca \rightarrow NH_4NO_3 + Ca(NO_3)_2 + H_2O$; $K_2S + KMnO_4 + H_2SO_4 \rightarrow S + K_2SO_4 + MnSO_4 + H_2O$.

184. См. условие задачи 181: $H_2S + Cl_2 + H_2O \rightarrow H_2SO_4 + HCl$; $K_2Cr_2O_7 + H_2S + H_2SO_4 \rightarrow S + Cr_2(SO_4)_3 + K_2SO_4 + H_2O$.

185. См. условие задачи 181: $KClO_3 + Na_2SO_3 \rightarrow KCl + Na_2SO_4$; $KMnO_4 + HBr \rightarrow Br_2 + KBr + MnBr_2 + H_2O$.

186. См. условие задачи 181: $P + HClO_3 + H_2O \rightarrow H_3PO_4 + HCl$; $H_3AsO_3 + KMnO_4 + H_2SO_4 \rightarrow H_3AsO_4 + MnSO_4 + K_2SO_4 + H_2O$.

187. См. условие задачи 181: $NaCrO_2 + Br_2 + NaOH \rightarrow Na_2CrO_4 + NaBr + H_2O$; $FeS + HNO_3 \rightarrow Fe(NO_3)_2 + S + NO + H_2O$.

188. См. условие задачи 181: $HNO_3 + Zn \rightarrow N_2O + Zn(NO_3)_2 + H_2O$; $FeSO_4 + KClO_3 + H_2SO_4 \rightarrow Fe_2(SO_4)_3 + KCl + H_2O$.

189. См. условие задачи 181: $K_2Cr_2O_7 + HCl \rightarrow Cl_2 + CrCl_3 + KCl + H_2O$; $Au + HNO_3 + HCl \rightarrow AuCl_3 + NO + H_2O$.

190. См. условие задачи 181: $HCl + CrO_3 \rightarrow Cl_2 + CrCl_3 + H_2O$; $Cd + KMnO_4 + H_2SO_4 \rightarrow CdSO_4 + MnSO_4 + K_2SO_4 + H_2O$.

191. См. условие задачи 181: $Na_2SO_3 + KMnO_4 + H_2O \rightarrow Na_2SO_4 + MnO_2 + KOH$; $PbS + HNO_3 \rightarrow S + Pb(NO_3)_2 + NO + H_2O$.

192. См. условие задачи 181: $Cu_2O + HNO_3 \rightarrow Cu(NO_3)_2 + NO + H_2O$; $NaCrO_2 + PbO_2 + NaOH \rightarrow Na_2CrO_4 + Na_2PbO_2 + H_2O$.

193. См. условие задачи 181: $KClO_3 + Cr_2O_3 + KOH \rightarrow KCl + K_2CrO_4 + H_2O$; $PbO_2 + MnSO_4 + HNO_3 \rightarrow PbSO_4 + HMnO_4 + Pb(NO_3)_2 + H_2O$.

194. См. условие задачи 181: $\text{H}_2\text{SO}_3 + \text{HClO}_3 \rightarrow \text{H}_2\text{SO}_4 + \text{HCl}$; $\text{FeSO}_4 + \text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 + \text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3 + \text{K}_2\text{SO}_4 + \text{H}_2\text{O}$.
195. См. условие задачи 181: $\text{Cl}_2 + \text{I}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{HCl} + \text{HIO}_3$; $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 + \text{H}_3\text{PO}_3 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3 + \text{H}_3\text{PO}_4 + \text{K}_2\text{SO}_4 + \text{H}_2\text{O}$.
196. См. условие задачи 181: $\text{AsH}_3 + \text{HNO}_3 \rightarrow \text{H}_3\text{AsO}_4 + \text{NO}_2 + \text{H}_2\text{O}$; $\text{KNO}_2 + \text{KMnO}_4 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{KNO}_3 + \text{MnSO}_4 + \text{K}_2\text{SO}_4 + \text{H}_2\text{O}$.
197. См. условие задачи 181: $\text{K}_2\text{SO}_3 + \text{KMnO}_4 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{MnO}_2 + \text{K}_2\text{SO}_4 + \text{KOH}$; $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 + \text{FeSO}_4 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3 + \text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 + \text{H}_2\text{O}$.
198. См. условие задачи 181: $\text{HI} + \text{HIO}_3 \rightarrow \text{I}_2 + \text{H}_2\text{O}$; $\text{HCl} + \text{KMnO}_4 \rightarrow \text{KCl} + \text{MnCl}_2 + \text{Cl}_2 + \text{H}_2\text{O}$.
199. См. условие задачи 181: $\text{Cl}_2 + \text{H}_2\text{SO}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{HCl} + \text{H}_2\text{SO}_4$; $\text{MnO}_2 + \text{NaBr} + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{Br}_2 + \text{MnSO}_4 + \text{Na}_2\text{SO}_4 + \text{H}_2\text{O}$.
200. См. условие задачи 181: $\text{AgNO}_3 \rightarrow \text{O}_2 + \text{Ag} + \text{NO}_2$; $\text{H}_2\text{S} + \text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{S} + \text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3 + \text{K}_2\text{SO}_4 + \text{H}_2\text{O}$.
201. При какой концентрации ионов Zn^{2+} (в моль/л) потенциал цинкового электрода будет на 0,015 В меньше его стандартного электродного потенциала? (0,30 моль/л).
202. Марганцевый электрод в растворе его соли имеет потенциал -1,23 В. Вычислите молярную концентрацию ионов марганца. (0,0189 моль/л).
203. Потенциал серебряного электрода в растворе AgNO_3 составил 95% от значения его стандартного электродного потенциала. Чему равна молярная концентрация ионов серебра? (0,20 моль/л).
204. Составьте схему, напишите электронные уравнения электродных процессов и вычислите ЭДС медно-кадмиевого гальванического элемента, в котором $c(\text{Cd}^{2+}) = 0,8$ моль/л, а $c(\text{Cu}^{2+}) = 0,01$ моль/л. (0,68 В).
205. Составьте схему, напишите электронные уравнения электродных процессов и вычислите ЭДС гальванического элемента, состоящего из свинцовой и магниевой пластин, опущенных в растворы своих солей с концентрацией $c(\text{Pb}^{2+}) = c(\text{Mg}^{2+}) = 0,01$ моль/л. Изменится ли ЭДС этого элемента, если концентрацию каждого из ионов увеличить в одинаковое число раз? (2,244 В).
206. Составьте схему, напишите электронные уравнения электродных процессов и вычислите ЭДС гальванического элемента, состоящего из кадмиевой и магниевой пластин, опущенных в растворы своих солей с концентрацией $c(\text{Cd}^{2+}) = c(\text{Mg}^{2+}) = 1$ моль/л. Изменится ли ЭДС этого элемента, если концентрацию каждого из ионов понизить до 0,01 моль/л? (1,967 В).
207. Составьте схему, напишите электронные уравнения электродных процессов для гальванического элемента, состоящего из железной и цинковой пластин, опущенных в растворы своих солей. Какой должна быть молярная концентрация ионов железа, чтобы ЭДС элемента стала равной нулю, если концентрация $c(\text{Zn}^{2+}) = 0,001$ моль/л. ($7,3 \cdot 10^{-15}$ моль/л).

208. Составьте схему гальванического элемента, в основе которого лежит реакция: $\text{Ni} + \text{Pb}(\text{NO}_3)_2 = \text{Ni}(\text{NO}_3)_2 + \text{Pb}$. Напишите электронные уравнения анодного и катодного процессов. Вычислите ЭДС этого элемента, если $c(\text{Ni}^{2+}) = 0,01$ моль/л, а $c(\text{Pb}^{2+}) = 0,0001$ моль/л. (0,064 В).
209. При какой молярной концентрации ионов меди значение потенциала медного электрода становится равным стандартному потенциалу водородного электрода? ($1,89 \cdot 10^{-12}$ моль/л).
210. Составьте уравнение реакции, рассчитайте ЭДС и определите возможность протекания реакции: $\text{KMnO}_4 + \text{HCl} \rightarrow \text{Cl}_2 + \text{MnCl}_2 + \text{KCl} + \text{H}_2\text{O}$. $E^0(\text{Cl}_2/2\text{Cl}^-) = 1,36$ В; $E^0(\text{MnO}_4^-/\text{Mn}^{2+}) = 1,51$ В.
211. Составьте уравнение реакции, рассчитайте ЭДС и определите возможность протекания реакции: $\text{KI} + \text{FeCl}_3 \rightarrow \text{FeCl}_2 + \text{I}_2 + \text{KCl}$. $E^0(\text{I}_2/2\text{I}^-) = 0,54$ В; $E^0(\text{Fe}^{3+}/\text{Fe}^{2+}) = 0,77$ В.
212. В каком направлении будет протекать реакция: $\text{Br}_2 + \text{CrCl}_3 + \text{KOH} \rightarrow \text{KBr} + \text{K}_2\text{CrO}_4 + \text{KCl} + \text{H}_2\text{O}$. $E^0(\text{Br}_2/2\text{Br}^-) = 1,06$ В; $E^0(\text{CrO}_4^{2-}/2\text{Cr}^{3+}) = -0,13$ В?
213. Можно ли использовать перманганат калия KMnO_4 в качестве окислителя в следующих процессах при стандартных условиях, если: $E^0(\text{MnO}_4^-/\text{Mn}^{2+}) = 1,51$ В. а) $\text{H}_2\text{S} - 2e = 2\text{H}^+ + \text{S}$; $E^0 = 0,141$ В; б) $\text{HNO}_2 + \text{H}_2\text{O} - 2e = \text{NO}_3^- + 3\text{H}^+$; $E^0 = 0,94$ В; в) $2\text{H}_2\text{O} - 2e = \text{H}_2\text{O}_2 + 2\text{H}^+$; $E^0 = 1,77$ В?
214. Можно ли при стандартных условиях в щелочной среде окислить железо с помощью хромата калия K_2CrO_4 , если: $E^0(\text{Fe}^{3+}/\text{Fe}^{2+}) = 0,77$ В; $E^0(\text{MnO}_4^{2-}/\text{Cr}^{3+}) = -0,21$ В?
215. Какой из окислителей KMnO_4 , PbO_2 или $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ лучше всего использовать для получения хлора из HCl ? $E^0(\text{MnO}_4^-/\text{Mn}^{2+}) = 1,51$ В; $E^0(\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}/2\text{Cr}^{3+}) = 1,33$ В; $E^0(\text{PbO}_2/\text{Pb}^{2+}) = 1,456$ В; $E^0(\text{Cl}_2/2\text{Cl}^-) = 1,36$ В.
216. При электролизе соли некоторого металла в течение 1,5 ч при силе тока 1,8 А на катоде выделилось 1,75 г этого металла. Вычислите молярную массу эквивалента металла. (17,37 г/моль).
217. Электролиз раствора нитрата серебра проводили при силе тока 2 А в течение 4 ч. Составьте электронные уравнения процессов, проходящих на электродах. Какая масса серебра выделилась на катоде и каков объем газа (н.у.), выделившегося на аноде? (32,20 г; 1,67 л).
218. Электролиз раствора сульфата некоторого металла проводили при силе тока 6 А в течение 45 мин, в результате на катоде выделилось 5,49 г металла. Вычислите молярную массу эквивалента металла. (32,7 г/моль).
219. Электролиз раствора сульфата меди проводили с медным анодом в течение 4 ч при силе тока 50 А. При этом выделилось 224 г меди. Вычислите выход по току (отношение массы выделившегося вещества к теоретически возможной). (94,48%).
220. Составьте электронные уравнения процессов, проходящих на графитовых электродах при электролизе расплавов и водных растворов NaCl и KOH . Сколько литров (н.у.) газа выделится на аноде при электролизе гидроксида

- калия, если электролиз проводить в течение 30 мин при силе тока 0,5 А? (0,052 л).
221. Составьте электронные уравнения процессов, проходящих на угольных электродах при электролизе раствора KBr. Какая масса вещества выделяется на катоде и аноде, если электролиз проводить в течение 1 ч 35 мин при силе тока 15 А? (0,886 г; 70,79 г).
222. Составьте электронные уравнения процессов, проходящих на угольных электродах при электролизе раствора CuCl₂. Вычислите массу меди, выделившейся на катоде, если на аноде выделилось 560 мл газа (н.у.). (1,588 г).
223. При электролизе соли трехвалентного металла при силе тока 1,5 А в течение 30 мин на катоде выделилось 1,071 г металла. Вычислите атомную массу металла. (114,82).
224. Составьте электронные уравнения процессов, проходящих на угольных электродах при электролизе раствора Na₂SO₄. Вычислите массу вещества, выделившегося на катоде, если на аноде выделилось 1,12 л газа (н.у.). (0,2 г).
225. При электролизе раствора соли кадмия израсходовано 3434 Кл электричества. Выделилось 2 г кадмия. Чему равна молярная масса эквивалента кадмия? (56,26 г/моль).
226. При рафинировании меди (электролиз раствора сульфата меди с растворимым медным анодом) выход по току составил 94%. Сколько граммов меди выделилось, если электролиз проводили в течение 4 ч при силе тока 50 А? (224 г).
227. Сколько граммов меди выделится на катоде при пропускании через раствор сульфата меди тока силой 8 А в течение 10 мин. Выход по току 90%. Напишите электронные уравнения реакций, проходящих на угольных электродах. (1,422 г).
228. При электролизе соли некоторого металла за 2 ч 24 мин 45 с при силе тока 8 А на катоде выделилось 6,48 г этого металла. Вычислите молярную массу эквивалента металла. (9,01 г/моль).
229. Для получения 0,2 л хлора при электролизе водного раствора хлорида магния было пропущено 2432 Кл электричества. Определите выход по току. (71,43 %).
230. Через раствор сульфата магния пропускают ток силой 5,2 А в течение 18 мин. Какие вещества выделяются на электродах и каков их объем (н.у.)? Приведите уравнения электродных процессов. (0,65 л; 0,32 л).
231. Напишите уравнения реакций, с помощью которых можно осуществить следующие превращения: $\text{Cl}_2 \rightarrow \text{HCl} \rightarrow \text{Cl}_2 \rightarrow \text{KClO} \rightarrow \text{KClO}_3 \rightarrow \text{KCl}$.
232. Напишите уравнения реакций, с помощью которых можно осуществить следующие превращения: $\text{HI} \rightarrow \text{I}_2 \rightarrow \text{NaIO}_3 \rightarrow \text{I}_2 \rightarrow \text{HIO}_3$.

233. Напишите уравнения реакций, с помощью которых можно осуществить следующие превращения: $\text{FeS} \rightarrow \text{H}_2\text{S} \rightarrow \text{SO}_2 \rightarrow \text{Na}_2\text{SO}_3 \rightarrow \text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \rightarrow \text{Na}_2\text{SO}_4$.
234. Напишите уравнения реакций, с помощью которых можно осуществить следующие превращения: $\text{FeS}_2 \rightarrow \text{SO}_2 \rightarrow \text{S} \rightarrow \text{H}_2\text{SO}_3 \rightarrow \text{H}_2\text{SO}_4$.
235. Напишите уравнения реакций, с помощью которых можно осуществить следующие превращения: $\text{Bi}_2\text{O}_3 \rightarrow \text{Bi} \rightarrow \text{Bi}(\text{NO}_3)_3 \rightarrow \text{Bi}(\text{OH})_3 \rightarrow \text{BiCl}_3 \rightarrow \text{KBiO}_3 \rightarrow \text{Bi}(\text{NO}_3)_3$.
236. Напишите уравнения реакций, с помощью которых можно осуществить следующие превращения: $\text{Si} \rightarrow \text{Mg}_2\text{Si} \rightarrow \text{SiH}_4 \rightarrow \text{SiO}_2 \rightarrow \text{SiCl}_4 \rightarrow \text{H}_2\text{SiO}_3$.
237. Напишите уравнения реакций, с помощью которых можно осуществить следующие превращения: $\text{PbS} \rightarrow \text{PbO} \rightarrow \text{Pb}_3\text{O}_4 \rightarrow \text{PbO}_2 \rightarrow \text{Pb}(\text{NO}_3)_2 \rightarrow \text{Pb}(\text{OH})_2$.
238. Напишите уравнения реакций, с помощью которых можно осуществить следующие превращения: $\text{B} \rightarrow \text{B}_2\text{O}_3 \rightarrow \text{BCl}_3 \rightarrow \text{H}_3\text{BO}_3 \rightarrow \text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7$.
239. Напишите уравнения реакций, с помощью которых можно осуществить следующие превращения: $\text{Mn} \rightarrow \text{Mn}(\text{NO}_3)_2 \rightarrow \text{Mn}(\text{OH})_2 \rightarrow \text{MnO}_2 \rightarrow \text{KMnO}_4$.
240. Напишите уравнения реакций, с помощью которых можно осуществить следующие превращения: $\text{Fe} \rightarrow \text{FeCl}_2 \rightarrow \text{Fe}(\text{OH})_2 \rightarrow \text{Fe}(\text{OH})_3 \rightarrow \text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$.
241. Напишите уравнения реакций, с помощью которых можно осуществить следующие превращения: $\text{Ni} \rightarrow \text{Ni}(\text{NO}_3)_2 \rightarrow \text{Ni}(\text{OH})_2 \rightarrow \text{Ni}(\text{OH})_3 \rightarrow \text{NiCl}_2$.
242. Напишите уравнения реакций, с помощью которых можно осуществить следующие превращения: $\text{Co} \rightarrow \text{Co}(\text{NO}_3)_2 \rightarrow \text{Co}(\text{OH})_2 \rightarrow \text{Co}(\text{OH})_3 \rightarrow \text{CoCl}_2$.
243. Напишите уравнения реакций, с помощью которых можно осуществить следующие превращения: $\text{NaCl} \rightarrow \text{Na} \rightarrow \text{NaOH} \rightarrow \text{NaHCO}_3 \rightarrow \text{Na}_2\text{CO}_3 \rightarrow \text{CH}_3\text{COONa}$.
244. Напишите уравнения реакций, с помощью которых можно осуществить следующие превращения: $\text{MnO}_2 \rightarrow \text{Mn} \rightarrow \text{MnCl}_2 \rightarrow \text{Mn}(\text{OH})_2 \rightarrow \text{Mn}(\text{NO}_3)_2 \rightarrow \text{HMnO}_4$.
245. Напишите уравнения реакций, с помощью которых можно осуществить следующие превращения: $\text{Na}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 \rightarrow \text{Na}_2\text{CrO}_4 \rightarrow \text{Na}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 \rightarrow \text{CrCl}_3 \rightarrow \text{Cr}(\text{OH})_3$.
246. Составьте уравнения реакций: а) получения гидроксида калия; б) взаимодействия гидроксида калия с водой. Какой газ и в каком объеме получится при взаимодействии 5,3 г гидроксида калия с водой? (2,97 л).
247. Сколько литров кислорода можно получить из 0,75 кг пероксида натрия при действии на него диоксида углерода? (107,7 л).
248. Какова массовая доля NaClO_3 в растворе, если 0,15 кг раствора NaClO_3 , реагируя с избытком иодида калия в сернокислом растворе образует 0,013 кг иода? (1,65 %).
249. Сколько литров фтора надо пропустить через раствор NaBrO_3 в щелочной среде, чтобы получить 0,05 кг NaBrO_4 . Вычислите молярную массу эквивалента восстановителя в этой реакции. (3,71 л; 75,7 г/моль).

250. Какой объем диоксида серы (н.у.) необходим для полного восстановления $K_2Cr_2O_7$, содержащегося в 0,75 л 4%-ного раствора (пл. 1026 кг/м³), до $CrCl_3$ в солянокислом растворе? (7,03 л).
251. Какой объем 6%-ного раствора $K_2Cr_2O_7$ (пл. 1040 кг м³) требуется для окисления в сернокислом растворе KNO_2 , содержащегося в 0,15 л 0,5 М раствора? (0,118 л).
252. Какой объем тетрахлорида кремния можно получить при нагревании 150 г диоксида кремния в смеси с углеродом в атмосфере хлора? Какой объем (н.у.) СО при этом выделится? (56 л; 112 л).
253. Какой объем раствора с массовой долей КОН 30% (пл. 1287 кг/м³) необходим для перевода всего алюминия из 0,25 л раствора $Al_2(SO_4)_3$ с массовой долей 20% (пл. 1226 кг/м³) в гидроксид алюминия? (0,156 л).
254. Какой объем диоксида углерода и аммиака (н.у.) потребуются для приготовления 50 кг бикарбоната натрия по аммиачному способу? (13,3 м³).
255. Составьте уравнение реакции взаимодействия пероксида натрия с диоксидом углерода. Какой объем кислорода выделится, если в реакции участвует 0,25 кг Na_2O_2 ? (35,9 л).
256. Сколько граммов йода выделится при взаимодействии раствора йодида калия с 0,125 л 0,1 н. раствора дихромата калия в кислой среде? (1,59 г).
257. Сколько молекул кристаллизационной воды входит в состав пиролюзита $MnO_2 \cdot nH_2O$, содержащего 44,5% марганца?
258. При разложении карбоната магния выделился диоксид углерода, который пропустили через избыток известковой воды. При этом образовался осадок массой 2,5 г. Рассчитайте массу карбоната магния, взятого для реакции. (2,1 г).
259. При восстановлении 29 г некоторого оксида железа получено 21 г железа. Какой оксид железа восстановили? (Fe_3O_4).
260. Вычислите массовые доли минерала магнетита Fe_3O_4 и пустой породы в железной руде, если из образца этой руды массой 500 г получили 200 г железа. (55,2%; 44,8%).
261. Сколько граммов белильной извести $Ca(OCl)_2$ может быть получено, если через раствор, содержащий 1,7 г гашеной извести, пропустить 5,6 л хлора? (1,64 г).
262. Какой объем азота может быть получен при термическом разложении 1 кг нитрита аммония, если потери составляют 12%? (308 л).
263. Сколько литров 67%-ного раствора HNO_3 (пл. 1400 кг/м³) может быть получено из 325 л NH_3 (н.у.), если при производстве теряется 15 % оксида азота (II)? (0,83 л).
264. Как получают "двойной" суперфосфат? Сколько "двойного" суперфосфата можно получить из 5 кг фосфата кальция, содержащего 13 % примесей? (9,85 кг).

265. Технический бикарбонат содержит 82,5 % NaHCO_3 . Какую массу карбоната натрия можно получить при прокаливании 0,5 кг этого бикарбоната? (0,26 кг).
266. Определите содержание (%) примесей в образце карбида кальция CaC_2 , если при полном разложении 1,8 кг технического карбида кальция водой образовалось 560 л ацетилена (н.у.).
267. При реакции 21,04 г технического гидрида кальция с водой выделилось 9,3 л водорода (н.у.). Определите содержание (%) CaH_2 в образце.
268. Какую массу хрома можно получить из 5 т хромистого железняка $\text{FeO} \cdot \text{Cr}_2\text{O}_3$, содержащего 15 % примесей? (197,28 кг).
269. Реакция взаимодействия гидроксида церия (IV) с соляной кислотой идет по схеме: $\text{Ce}(\text{OH})_4 + \text{HCl} \rightarrow \text{CeCl}_3 + \text{Cl}_2 + \text{H}_2\text{O}$. Определите массу гидроксида церия, вступившего в реакцию, если при этом выделилось 0,3584 л хлора (н.у.), а потери хлора составили 10%.
270. К раствору, содержащему 5,60 г сульфата меди (II), добавили раствор гидроксида натрия (взят в избытке). При этом образовался осадок массой 3,06 г. Определите массовую долю выхода гидроксида меди. (89,2%).
271. К раствору, содержащему 25,5 г нитрата серебра, прилили раствор, содержащий 7,8 г сульфида натрия. Рассчитайте массу образовавшегося осадка. (18,6 г).
272. При сгорании 187,5 г угля образовалось 336 л оксида углерода (IV) (н.у.). Вычислите массовую долю углерода в угле. (96%).
273. Вычислите массу хлорида аммония, который образуется при взаимодействии 7,3 г хлороводорода с 5,1 г аммиака. (10,7 г).
274. К 80 г раствора нитрата свинца (II) (массовая доля соли 6,6%) прилили 60 г раствора йодида натрия (массовая доля соли 5%). Рассчитайте массу осадка йодида свинца (II). (4,61 г).
275. При окислении оксида серы (IV) кислородом получен оксид серы (VI) массой 12,8 г. Массовая доля выхода продукта составила 40%. Рассчитайте массу оксида серы (IV), который был взят для реакции. (25,6 г).
276. Назовите соединения А, Б и В, напишите уравнения реакций, с помощью которых можно осуществить следующие превращения, укажите условия протекания реакций: а) $\text{Al}_4\text{C}_3 \rightarrow \text{CH}_4 \rightarrow \text{CH}_3\text{Cl} \rightarrow \text{C}_2\text{H}_6 \rightarrow \text{CO}_2 \rightarrow \text{CO} \rightarrow \text{CH}_4$; б) метан \rightarrow А \rightarrow бензол.
277. См. условие задачи 276: а) $\text{CH}_2=\text{CH}_2 \xrightarrow{\text{HCl}} \text{А} \xrightarrow{\text{KOH (спиртовый раствор)}} \text{Б} \xrightarrow{\text{бромная вода}} \text{В}$; б) этилацетат \rightarrow ацетат натрия \rightarrow уксусная кислота \rightarrow метилацетат.
278. См. условие задачи 276: а) $\text{CH}_2\text{Br}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_3 \rightarrow \text{CH}_2=\text{CH}-\text{CH}_2-\text{CH}_3 \rightarrow \text{CH}_2\text{Br}-\text{CHBr}-\text{CH}_2-\text{CH}_3 \rightarrow \text{CH}\equiv\text{C}-\text{CH}_2-\text{CH}_3$; б) этилен $\xrightarrow{\text{HBr}} \text{А} \xrightarrow{\text{Na}} \text{Б} \rightarrow$ бутadiен-1,3.
279. См. условие задачи 276: а) этилен \rightarrow бромэтан \rightarrow этилен \rightarrow 1,2-дибромэтан; б) этилен \rightarrow А \rightarrow Б \rightarrow 1,1-дибромэтан.

280. См. условие задачи 276: а) метан \rightarrow хлорметан \rightarrow метанол \rightarrow диметиловый эфир; б) 2-метилпропанол-1 \rightarrow А \rightarrow 2-метилпропанол-2.
281. См. условие задачи 276: а) пропанол-1 \rightarrow 1-хлорпропан \rightarrow н-гексан \rightarrow бензол ; б) этанол \rightarrow А \rightarrow 1,2-дихлорэтан \rightarrow ацетилен.
282. См. условие задачи 276: а) $\text{CH}_4 \rightarrow \text{B} \rightarrow \text{CH}_3\text{OH} \rightarrow \text{CH}_3\text{-O-CH}_3 \rightarrow \text{CH}_3\text{I}$; б) этанол \rightarrow этилен \rightarrow А \rightarrow этиленгликоль.
283. См. условие задачи 276: а) этилен \rightarrow этанол \rightarrow диэтиловый эфир \rightarrow йодэтан \rightarrow бутан ; б) 2-метилпропанол-1 \rightarrow А \rightarrow 2-метилпропанол-2 .
284. См. условие задачи 276: а) уксусный альдегид \rightarrow этанол \rightarrow этилен \rightarrow ацетилен \rightarrow уксусный альдегид ; б) пропин \rightarrow А \rightarrow ацетон .
285. См. условие задачи 276: а) $\text{CH}_4 \rightarrow \text{CH}_3\text{Cl} \rightarrow \text{CH}_3\text{OH} \rightarrow \text{HCOH} \rightarrow \text{HCOOH} \rightarrow \text{CO}_2$; б) $\text{CH}_4 \rightarrow \text{C}_2\text{H}_2 \rightarrow \text{CH}_3\text{-COH} \rightarrow \text{CH}_3\text{-COOH} \rightarrow \text{CH}_2\text{Cl-COOH}$.
286. См. условие задачи 276: а) метан \rightarrow А \rightarrow Б \rightarrow уксусная кислота ; б) метанол \rightarrow В \rightarrow формиат натрия.
287. См. условие задачи 276: а) этилацетат \rightarrow ацетат натрия \rightarrow уксусная кислота \rightarrow метилацетат ; б) $\text{CH}_3\text{COOH} \rightarrow \text{A} \rightarrow \text{NH}_2\text{CH}_2\text{COOH} \rightarrow \text{B} \rightarrow [\text{CH}_3\text{NH}_3]\text{Cl}$.
288. См. условие задачи 276: а) оксид углерода(IV) \rightarrow крахмал \rightarrow глюкоза \rightarrow этанол \rightarrow бромэтан ; б) $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{OH} \rightarrow \text{A} \rightarrow \text{B} \rightarrow \text{CH}_3\text{CHNO}_2\text{CH}_3$.
289. См. условие задачи 276: а) метан \rightarrow ацетилен \rightarrow бензол \rightarrow нитробензол \rightarrow анилин \rightarrow 2,4,6 - триброманилин; б) этилен \rightarrow А \rightarrow нитроэтан \rightarrow Б \rightarrow $(\text{C}_2\text{H}_5)_2\text{NH}$.
290. См. условие задачи 276: а) гексан \rightarrow бензол \rightarrow нитробензол \rightarrow анилин \rightarrow 2,4,6 - трихлоранилин; б) $\text{CaC}_2 \rightarrow \text{C}_2\text{H}_2 \rightarrow \text{C}_6\text{H}_6 \rightarrow \text{C}_6\text{H}_5\text{CH}_3 \rightarrow \text{C}_6\text{H}_5\text{COOH}$.
291. Рассчитайте минимальный объем раствора гидроксида калия (массовая доля KOH 20%, плотность 1,19 г/мл), который потребуется для полной нейтрализации оксида углерода (IV), выделившегося при сгорании бутана объемом 8,4 л (н.у.). (705,9 мл).
292. Смесь пропана и пропилена объемом 2л (н.у.) обесцветила бромную воду массой 250г (массовая доля Br_2 в бромной воде 3,2%). Рассчитайте объемную долю пропилена в смеси.(56,7 %).
293. При взаимодействии 4,48 л этана (н.у.) с азотной кислотой получено 10,5 г нитроэтана. Рассчитайте массовую долю выхода продукта. (70 %).
294. Циклоалкан имеет относительную плотность паров по воздуху, равную 1,931. Определите формулу этого циклоалкана. (циклобутан).
295. В органическом веществе массовая доля углерода 83,3% и массовая доля водорода 16,7%. Относительная плотность паров этого вещества по водороду равна 36. Определите формулу этого углеводорода. (пентан).
296. Из 40 л природного газа (н.у.) получено 30,3 г хлорметана, массовая доля выхода хлорметана равна 40%. Определите объемную долю метана в природном газе.

297. Образец технического карбида кальция массой 1,2г обработали водой. Выделившийся ацетилен пропустили через избыток бромной воды, получив тетрабромпроизводное этана массой 5,19г. Вычислите массовую долю CaC_2 в техническом карбиде кальция. (80,83 %).
298. Карбид кальция обработали избытком воды. Выделившийся газ занял объём 4,48 л (н.у.). Рассчитайте, какой объём 20%-ной соляной кислоты плотностью 1,10 г/мл пойдёт на полную нейтрализацию щёлочи, образовавшейся из карбида кальция.
299. Какой углеводород будет получен при действии спиртового раствора гидроксида натрия на 1,1-дибромпропан массой 70,7 г? Рассчитайте объём полученного углеводорода (н.у.). (7,84 л).
300. Изопрен, полученный при дегидрировании 2-метилбутана, пропустили через избыток бромной воды, получив тетрабромпроизводное массой 58,2г. Рассчитайте массу 2-метилбутана, который был взят для реакции. (10,9 г).
301. Бензол, полученный дегидрированием циклогексана объемом 151 мл и плотностью 0,779 г/мл, подвергли хлорированию при освещении. Образовалось хлорпроизводное массой 300г. Определите массовую долю выхода продукта реакции. (72,6 %).
302. Рассчитайте объём хлороформа (плотность 1,5г/мл), полученного из природного газа объемом 60л (н.у.). Объемная доля метана в газе составляет 90%. Массовая доля выхода хлороформа составила 70%. (134 мл).
303. При взаимодействии 0,672 л алкена (н.у.) с хлором образуется 3,39 г его дихлорпроизводного. Определите формулу алкена и назовите его. (пропен).
304. При взаимодействии одного и того же количества алкена с различными галогенами образуется соответственно 56,5 г дихлорпроизводного или 101 г дибромпроизводного. Определите молекулярную формулу алкена. (пропен).
305. Рассчитайте массу фенола, который можно получить гидролизом 47,1 г бромбензола, если массовая доля выхода продукта равна 40%. (11,28 г).
306. Рассчитайте объём водорода (н.у.), который получен при взаимодействии металлического натрия (взят в убытке) со смесью метанола и этанола массой 37,2г. Массовая доля метанола в смеси составляет 25,8%, этанола-74,2%. (10,1 л).
307. Из ацетилена объемом 4,48л (н. у.) получен ацетальдегид, массовая доля выхода которого составила 60%. Рассчитайте массу металла, который может быть получен при добавлении всего синтезированного альдегида к избытку аммиачного раствора оксида серебра. (25,92 г).
308. При взаимодействии 11,6 г предельного альдегида с избытком гидроксида меди (II) при нагревании образовался осадок массой 28,8 г. Определите формулу альдегида. (пропаналь).

309. При окислении этанола образуется альдегид (массовая доля выхода 75%). При взаимодействии этанола такой же массы с металлическим натрием выделяется водород объемом 5,6 л (н. у., выход количественный). Определите массу образовавшегося альдегида в первой реакции. (16,5 г).
310. Формалин представляет собой водный раствор формальдегида (массовая доля CH_2O 40%). Рассчитайте массу метанола, который необходимо окислить для получения 600 г формалина. (256 г).
311. К 10 г водного раствора некоторого альдегида (массовая доля альдегида 22%) прилили избыток аммиачного раствора оксида серебра. Образовалось 10,8 г осадка. Определите формулу исходного альдегида. (этаналь).
312. При окислении ароматического углеводорода состава C_8H_{10} получено 24,9 г кислоты, которая прореагировала с кальцием с выделением 3,36 л водорода (н.у.). Приведите структурную формулу ароматического углеводорода. (диметилбензол).
313. Окислением пропанола-1 массой 7,2 г получена пропановая кислота, на нейтрализацию которой затрачен раствор гидроксида натрия объемом 16,4 мл (массовая доля NaOH 20%, плотность 1,22 г/мл). Определите массовую долю выхода кислоты. (83,3 %).
314. При окислении предельного одноатомного спирта образовалась кислота, для нейтрализации 33 г которой потребовалось 89,1 мл 20%-ного раствора гидроксида калия (плотность 1,18 г/мл). Определите формулу спирта. (бутанол).
315. На нейтрализацию 7,4 г предельной одноосновной кислоты затрачено 10 мл 40%-ного раствора гидроксида калия (плотность 1,4 г/мл). Определите формулу кислоты. (пропановая кислота).
316. Рассчитайте массу этилацетата, который можно получить из 1,61 г этанола и 1,80 г уксусной кислоты (реакция этерификации), если массовая доля выхода продукта составляет 75%. (1,98 г).
317. Рассчитайте массы пропанола-1 и муравьиной кислоты, которые нужно взять для получения 200 мл пропилформиата (плотность эфира равна 0,906 г/мл). (123,6 г; 94,76 г).
318. Напишите уравнения реакций получения этилацетата из карбида кальция. Какую массу эфира можно получить из 60 г технического карбида кальция, содержащего 15 % примесей? (70, 125 г).
319. Рассчитайте объем воздуха (н.у.), который потребуется для полного окисления 45 г глюкозы. Объемная доля кислорода в воздухе составляет 21%. (160 л).
320. Какую массу триацетата целлюлозы можно получить из 3,24 т древесины, если массовая доля целлюлозы в древесине составляет 50%? (2880 кг).
321. Вычислите массу сахарозы, подвергшейся гидролизу, если из образовавшейся глюкозы получено 54 г молочной кислоты при массовой доле выхода 60%. (85,5 г).

322. В результате спиртового брожения глюкозы получен этанол, который окислен до кислоты. При действии на кислоту избытка гидрокарбоната калия выделился газ объёмом 8,96 л (н.у.). Определите массу глюкозы, подвергшейся брожению. (36 г).
323. Определите массовую долю выхода этилового спирта, если известно, что из 1 т картофеля, содержащего 20% крахмала, получено брожением 100 л спирта (плотность 0,8 г/см³). (70,43%).
324. При сгорании 9 г предельного первичного амина выделилось 2,24 л (н.у.) азота. Определите молекулярную формулу амина. (этиламин).
325. Взрывчатое вещество тротил (2,4,6- тринитротолуол) получают нитрованием толуола. Составьте уравнение этой реакции. Рассчитайте объём толуола (пл. 0,867 г/мл), который потребуется для получения 68,1 кг тротила. Массовая доля выхода продукта равна 75%. (42,4 л).
326. Рассчитайте массу бензола, который потребуется для получения 74,4 г анилина. Массовая доля выхода анилина равна 64%. (97,5 г).
327. При сгорании 9 г предельного вторичного амина выделилось 2,24 л азота и 8,96 л углекислого газа. Определите молекулярную формулу амина. (диметиламин).
328. Из 27 г уксусной кислоты получена хлоруксусная кислота, массовая доля выхода продукта составила 60%. Через раствор хлоруксусной кислоты пропущено 6,72 л аммиака (н.у.). Вычислите количество вещества аминоксусной кислоты, которая получена при этом. (0,27 моль).
329. Что такое радикалы? Чем объясняется их химическая активность? Представьте структурные формулы и дайте названия радикалов, соответствующих углеводородам: C₄H₁₀, C₂H₄, C₆H₆.
330. Напишите реакцию последовательного замещения водорода хлором в метане CH₄ как пример цепной радикальной реакции. Смесь каких производных метана образуется при этом?
331. Чем обусловлено явление изомерии? Представьте пять изомерных формул гексана C₆H₁₄, исходя из трех изомерных формул пентана путем замещения водорода радикалом метилом. Дайте названия изомерам.
332. Приведите три примера межклассовой изомерии, дайте названия изомерам.
333. Напишите структурные формулы изомеров углеводородов бутана и бутена, назовите эти соединения.
334. Что такое крекинг-процесс? Приведите уравнение реакции термического расщепления гексана.
335. Напишите уравнение реакции присоединения к пропилену: а) воды; б) хлороводорода. Укажите порядок присоединения реагентов в результате смещения электронной плотности пи-связи (правило Марковникова).
336. Какое практическое значение имеют вещества, получаемые при взаимодействии ацетилена а) с водой; б) с хлористым водородом? Представьте уравнения реакций их получения.

337. Какие существуют механизмы полимеризации? Что такое степень полимеризации? Изобразите структурные формулы мономеров природного и синтетического каучуков.
338. Какие углеводороды входят в состав природного каучука? Какое практическое значение имеет вулканизация каучука? Какие изменения в структуре каучука при этом происходят?
339. Напишите структурные формулы дивинила и его галогенопроизводного – хлоропрена. Представьте схемы их полимеризации.
340. Напишите уравнение реакции получения бутадиена из этилового спирта и представьте схему полимеризации бутадиена. Какое практическое значение имеет этот полимер?
341. Какие вещества называются простыми и сложными эфирами? Напишите уравнения реакций получения: а) метилэтилового эфира; б) метилацетата.
342. Приведите формулу какого-либо сложного эфира, входящего в состав жиров. Напишите уравнение гидролиза (омыления) данного эфира раствором щелочи КОН.
343. Чем отличаются спирты от фенолов? С какими веществами взаимодействуют спирты и с какими - фенолы: металлический натрий, щелочь, уксусная кислота? Напишите соответствующие уравнения реакций.
344. Приведите примеры первичных, вторичных и третичных спиртов. Напишите уравнения реакций их окисления.
345. Какие различия в химических свойствах наблюдаются у одноатомных и многоатомных спиртов? Ответ подтвердите уравнениями реакций.
346. Приведите примеры реакций конденсации для альдегидов жирного ряда и ароматических альдегидов.
347. Как ведут себя альдегиды и кетоны по отношению к окислителям? Ответ подтвердите уравнениями реакций.
348. Чем отличается процесс поликонденсации от процесса полимеризации? Представьте схему конденсации фенола и муравьиного альдегида (формальдегида). Какое практическое значение имеет продукт конденсации?
349. Приведите примеры первичных, вторичных и третичных аминов. Напишите уравнения реакций их взаимодействия с азотистой кислотой.
350. Какие специфические химические свойства наблюдаются у муравьиной кислоты? Как это связано с её строением? Ответ подтвердите уравнениями реакций.

Список рекомендуемой литературы

1. Артёменко А.И. Органическая химия: учебник для строительных специальностей вузов/А.И. Артёменко, – 7-е изд., стер. – М.: Высшая школа, 2009. – 559 с.: ил.
2. Ахметов Н.С. Общая и неорганическая химия: учебник для вузов/Н.С. Ахметов, – 7-е изд., стер. – М.: Высшая школа, 2009. – 743 с.: ил.
3. Глинка Н.Л. Общая химия: учебное пособие для вузов/ Н.Л. Глинка, – 24-е изд., испр. – Л.: Химия, 1985. – 704 с.: ил.
4. Денисов В.Я. Органическая химия: учебник/ В.Я. Денисов, Д.Л. Мурышкин, Т.В. Чуйкова. – М.: Высшая школа, 2009. – 544 с.: ил.
5. Елфимов В.И. Основы общей химии: учебное пособие/ В.И. Елфимов, А.И. Бережной. – М.: Высшая школа, 2009. – 247 с.: ил.
6. Задачи и упражнения по общей химии: учебное пособие/Б.И. Адамсон, О.Н. Гончарук, В.К. Камышова и др.; Под ред. Н.В. Коровина, – 4-е изд., перераб. – М.: Высшая школа, 2008. – 255 с.: ил.
7. Карапетьянц М.Х. Общая и неорганическая химия: учебник для вузов/ М.Х. Карапетьянц, С.И. Дракин. – М.: Химия, 1994. – 592 с.
8. Коровин Н.В. Общая химия: учебник для технических направлений и специальностей вузов/ Н.В. Коровин, – 12-е изд., испр. – М.: Высшая школа, 2010. – 557 с.: ил.
9. Коровин Н.В. Лабораторные работы по химии: учебное пособие/ Н.В. Коровин, Э.И. Мингулина, Н.Г. Рыжова; Под ред. Н.В. Коровина, – 4-е изд., перераб. – М.: Высшая школа, 2007. – 256 с.: ил.
10. Кругляков П.М. Физическая и коллоидная химия: учебное пособие/П.М. Кругляков, Т.Н. Хаскова, – 2-е изд., испр. – М.: Высшая школа, 2007. – 319 с.: ил.
11. Органическая химия: учебное пособие для вузов/ Т.И. Хаханина, Н.Г. Осипенкова, А.А. Гурская. – М.: Высшее образование, Юрайт-Издат, 2009. – 396 с.
12. Петров А.А. Органическая химия: учебник для вузов/ А.А. Петров, Х.В. Бальян, А.Т. Трощенко, – 3-е изд., испр. и доп. – М.: Высшая школа, 1973. – 623 с.: ил.
13. Пузанков С.А. Сборник задач и упражнений по общей химии: учебное пособие/С.А. Пузанков, В.А. Попков, А.А. Филиппова, – 4-е изд., стер. – М.: Высшая школа, 2010. – 255 с.: ил.
14. Решетникова В.Н. Контрольные задания по химии: учеб.-методич. пособие для студентов-заочников биол. фак-тов/ В. Н. Решетникова, Н. Ю. Семёнова. – Саратов: Наука, 2010. – 64 с.

15. Решетникова В.Н. Химия: курс лекций: учебное пособие для нехимических специальностей вузов/ В. Н. Решетникова, Н. Ю. Семёнова. – Саратов: Наука, 2011. – 116 с.
16. Справочное руководство по аналитической химии и физико-химическим методам анализа: учебное пособие/ И.С. Тикунова, Н.В. Дробницкая, А.И. Артёменко и др. – М.: Высшая школа, 2009. – 413 с.: ил.
17. Стромберг А.Г. Физическая химия: учебник для химических специальностей вузов/А.Г. Стромберг, Д.П. Семченко; Под ред. А.Г. Стромберга, – 7-е изд., стер. – М.: Высшая школа, 2009. – 527 с.: ил.
18. Угай Я.А. Общая и неорганическая химия: учебник для вузов/ Я.И. Угай, – 5-е изд., стер. – М.: Высшая школа, 2007. – 527 с.: ил.
19. Хомченко И.Г. Сборник задач и упражнений по химии: учебное пособие для нехим. техн./И.Г. Хомченко. – М.: Высшая школа, 1989. – 256 с.
20. Щукин Е.Д. Коллоидная химия: учебник для университетов и химико-технологических вузов/ Е.Д. Щукин, А.В. Перцов, Е.А. Амелина, – 5-е изд., испр. – М.: Высшая школа, 2007. – 444 с.:ил.

Приложения

Приложение 1

Растворимость солей и оснований в воде

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

P - растворимое, M - малорастворимое, H - практически нерастворимое вещество, прочерк означает, что вещество не существует или разлагается водой.

**Стандартные электродные потенциалы (E^0)
некоторых металлов (ряд напряжений)**

Электрод	E^0 , В	Электрод	E^0 , В
Li^+/Li	- 3,045	Cd^{2+}/Cd	- 0,403
Rb^+/Rb	- 2,925	Co^{2+}/Co	- 0,277
K^+/K	- 2,924	Ni^{2+}/Ni	- 0,250
Cs^+/Cs	- 2,923	Sn^{2+}/Sn	- 0,136
Ba^{2+}/Ba	- 2,900	Pb^{2+}/Pb	- 0,127
Ca^{2+}/Ca	- 2,870	Fe^{3+}/Fe	- 0,037
Na^+/Na	- 2,714	$2\text{H}^+/\text{H}_2$	0,000
Mg^{2+}/Mg	- 2,370	Sb^{3+}/Sb	+ 0,200
Al^{3+}/Al	- 1,700	Bi^{3+}/Bi	+ 0,215
Ti^{2+}/Ti	- 1,603	Cu^{2+}/Cu	+ 0,340
Zr^{4+}/Zr	- 1,580	Cu^+/Cu	+ 0,520
Mn^{2+}/Mn	- 1,180	$\text{Hg}_2^{2+}/2\text{Hg}$	+ 0,790
V^{2+}/V	- 1,180	Ag^+/Ag	+ 0,800
Cr^{2+}/Cr	- 0,913	Hg^{2+}/Hg	+ 0,850
Zn^{2+}/Zn	- 0,763	Pt^{2+}/Pt	+ 1,190
Cr^{3+}/Cr	- 0,740	Au^{3+}/Au	+ 1,500
Fe^{2+}/Fe	- 0,440	Au^+/Au	+1,700

Термодинамические константы некоторых веществ

Вещество	ΔH^0 , кДж/моль	ΔG^0 , кДж/моль	S^0 , Дж/(моль·К)
Al(к)	0	0	28,31
Al ₂ O ₃ (к)	- 1675,0	- 1576,4	50,94
C(графит)	0	0	5,74
CO(г)	- 110,5	- 137,27	197,4
CO ₂ (г)	- 393,51	- 394,38	213,6
CS ₂ (г)	115,3	65,1	237,8
C ₂ H ₂ (г)	226,75	209,2	200,8
C ₂ H ₄ (г)	52,28	68,12	219,4
CH ₄ (г)	- 74,85	- 50,79	186,19
C ₂ H ₆ (г)	- 84,67	- 32,89	229,5
C ₆ H ₆ (ж)	49,04	124,5	173,2
CH ₃ OH(ж)	- 238,7	- 166,31	126,7
C ₂ H ₅ OH(ж)	- 227,6	- 174,77	160,7
CaO(к)	- 635,1	- 604,2	39,7
Cl ₂ (г)	0	0	223,0
HCl(г)	- 92,3	- 95,27	186,7
HCl(ж)	- 167,5	- 131,2	55,2
Fe(к)	0	0	27,15
FeO(к)	- 263,68	- 244,35	58,79
Fe ₂ O ₃ (к)	- 821,32	- 740,99	89,96
H ₂ (г)	0	0	130,6
H ₂ O(г)	- 241,84	- 228,8	188,74
H ₂ O(ж)	- 285,84	- 237,5	69,96
N ₂ (г)	0	0	191,5
N ₂ O(г)	81,55	103,6	220,0

Вещество	ΔH^0 , кДж/моль	ΔG^0 , кДж/моль	
NO(г)	90,37	86,69	210,62
NO ₂ (г)	33,89	51,84	240,45
NH ₃ (г)	- 46,19	- 16,64	192,5
NH ₄ Cl(к)	- 315,39	- 343,64	94,56
O ₂ (г)	0	0	205,03
PCl ₃ (г)	- 277,0	- 286,27	311,7
PCl ₅ (г)	- 369,45	- 324,55	362,9
Pb(к)	0	0	64,9
PbO(к)	- 217,86	- 188,49	67,4
S(к)	0	0	31,88
SO ₂ (г)	- 296,9	- 300,37	248,1
SO ₃ (г)	- 395,2	- 370,37	256,23
H ₂ S(ж)	- 39,33	- 27,36	122,2
H ₂ S(г)	- 20,15	- 33,02	205,64

к - кристаллический; г - газообразный; ж - жидкий.