

Задание 1 (200 баллов)

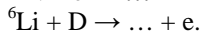
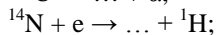
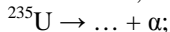
1. а) Укажите количество протонов, нейтронов и электронов в следующих частицах: ${}^5\text{Li}^{3+}$, ${}^{30}\text{Pt}_3$, ${}^{81}\text{Br}^{16}\text{O}_4^-$.

б) Запишите символы одноатомных частиц, состоящих из следующего количества протонов, нейтронов и электронов:

Число p	1	16	59
Число n	1	16	83
Число e	0	18	54

в) Напишите определения понятий: *элемент*; *изотоп*; *изобара*. Приведите примеры изотопов и изобар для ${}^{14}\text{C}$.

2. Заполните пропуски в приведенных реакциях радиоактивного распада и синтеза:



3. Серебро существует в природе в виде двух изотопов, ${}^{107}\text{Ag}$ и ${}^{109}\text{Ag}$. Исходя из атомной массы серебра в периодической таблице Д. И. Менделеева, рассчитайте долю и количество атомов каждого изотопа, содержащихся в 123,90 г природного аргентита Ag_2S .

4. а) Запишите в краткой и полной форме электронные конфигурации и определите количество неспаренных электронов для следующих частиц в основном состоянии: N, N^- , Co, Co^{2+} , Br.

б) Для атома Br приведите примеры электронных конфигураций с 3-мя и 7-ю неспаренными электронами.

5. Напишите определение понятий: *потенциал (энергия) ионизации*, *средство к электрону*, *орбитальный радиус*. По каким причинам (указать кратко и четко) наблюдаются следующие закономерные изменения орбитального радиуса:

а) увеличение по группе ПС сверху вниз;

б) уменьшение по периоду ПС слева направо.

6. а) Напишите определение понятий: *ковалентность*; *степень окисления*, *координационное число*; *стерическое число*; *ковалентная связь*; σ -связь; π -связь.

б) Приведите примеры частиц, в первой из которых атом S имеет π -связь, а во второй – нет. В которой из них сера – центральный атом?

7. Для частиц TeO_3 , NH_3 , BrF_3 , SiO_4^{4-} , $\text{Si}_2\text{O}_7^{6-}$ определите:

а) центральные атомы и их ковалентности, степени окисления, координационные числа, стерические числа;

б) геометрию расположения электронных пар, геометрию частиц и изобразите структурные формулы;

в) наличие/отсутствие дипольного момента для нейтральных молекул.

8. Определите тип кристаллической решетки, виды химических связей и гомо / гетеродесмичность для следующих веществ в твердом состоянии: алмаз (КЧ = 4), графит (КЧ = 3), К (КЧ = 8), Cl_2 (КЧ = 1), NaCl (КЧ = 6), H_2O (лед, КЧ(O) = 4), SiO_2 (кварц, КЧ(Si) = 4). В каких из приведенных веществ нет направленных связей?

Задание 2 (200 баллов)

1. Володя Артамонов решил закалить свой нож новым способом. Для этого он взял лезвие и высоколегированной стали массой 10 г, раскалил его до красна (температура 700°C) и решил резко охладить нетрадиционным способом. Рассчитайте объем а) жидкого азота б) жидкого гелия, необходимого для охлаждения лезвия металла до комнатной температуры. При расчетах принять, что энергия межмолекулярного взаимодействия в жидком азоте и в жидком гелии равна $2,77$ кДж/моль и $0,08$ кДж/моль соответственно, теплоемкость высоколегированной стали составляет 480 Дж/(кг·К). Плотность жидкого азота и гелия равны $0,808$ г/см³ и $0,13$ г/см³. Объяснить такое большое различие в энергии.
2. Какое количество тепла выделится при сжигании:
 - 12 г углерода
 - 2 моль углеродаКакой объем (в м³) а) гелия б) азота можно нагреть с 298 до 308 градусов с помощью тепла, выделяемого при сжигании 12 г угля? При расчете исходить из того, что углерод сгорает полностью до CO_2 , а колебательные степени свободы при данной температуре заморожены.
3. В холодный зимний день температура на улице была равна -30°C , а относительная влажность составляла 70%. Чему будет равна относительная влажность в комнате размером $4 \times 4,5 \times 2,5$ м после того, как ее полностью проветрили и дали согреться до 25°C ? При расчетах использовать нулевое приближение.
4. На основании цикла Борна-Габбера, пользуясь табличными данными для BaO , BaCl_2 , O , Cl , рассчитать сродство к электрону по второй ступени для атома кислорода. Объяснить его существенное отличие от первого потенциала. Нарисовать графики циклов Борна-Габбера для BaO и BaCl_2 .
5. Проставьте коэффициенты в уравнениях реакций. Напишите выражения для констант равновесия K_p и K_c через равновесные концентрации и давления.
 - а) $\text{Fe}_2\text{O}_3(\text{кр}) + \text{CO}(\text{г}) = \text{CO}_2(\text{г}) + \text{Fe}(\text{кр})$;
 - б) $\text{H}_2(\text{г}) + \text{O}_2(\text{г}) = \text{H}_2\text{O}(\text{ж})$;
 - в) $\text{CaO}(\text{тв}) + \text{SiO}_2(\text{тв}) = \text{CaSiO}_3(\text{тв})$;
 - г) $\text{NH}_4\text{NO}_2(\text{тв}) = \text{N}_2(\text{г}) + \text{H}_2\text{O}(\text{г})$;
 - д) $\text{CO}_2(\text{тв}) = \text{CO}_2(\text{г})$.

Указать, как соотносятся между собой K_p и K_c в каждом случае. Как изменятся $\Delta_r G^\circ$ и константы равновесия при уменьшении всех стехиометрических коэффициентов вдвое? Оцените знак энтропии реакции $\Delta_r S^\circ$ для данных процессов и обоснуйте свой ответ.

6. Константа равновесия K_p для реакции $A_{(гв)} + 2B_{(г)} = AB_{2(г)}$, протекающей в сосуде объемом 8.2 л при 1000 К оказалась равной 4. Рассчитать K_c , $\Delta_r G^\circ$ и равновесный состав смеси (в моль) при 1000 К, если исходно в системе присутствовало только 4 моль вещества $A_{(гв)}$ и 10 моль $B_{(г)}$. В какую сторону сдвинется равновесие после добавления (а) 0.5 моль $A_{(гв)}$ и (б) 1 моль $AB_{3(г)}$?

Задание 3 ((200 баллов))

1. По данным химической энциклопедии из 1 литра морской или речной воды может быть выделено $1.5 \cdot 10^{13}$ атомов металлического золота. Полагая, что золото в растворе находится в виде комплексного соединения $\text{Na}[\text{AuCl}_2]$, рассчитать молярную и массовую концентрации (%) соли. Бассейн Обского водохранилища составляет $8,8 \text{ км}^3$. Рассчитайте количество золота (г.), которое можно извлечь из Обского моря. Предложите один способ извлечения золота из воды.

2. В каких объёмных пропорциях необходимо взять раствор 70% азотной кислоты (плотность 1.41 г/см^3) и дистиллированную воду, чтобы приготовить 2 литра 30% раствора азотной кислоты (плотность 1.18 г/см^3). Рассчитайте изменение объема при смешении исходных растворов.

3. Рассчитайте значение pH и концентрацию всех частиц в растворах сильных электролитов, полученных смешением:

- (а) 2 литров 0.5 М раствора BaBr_2 и 1 л 2М раствора NaBr ;
- (б) 400 мл 0.1 М раствора HCl и 100 мл 0.4 М раствора NaOH ;
- (в) 500 мл 0.1 М раствора HCl и 300 мл 0.2 М раствора NaOH ;
- (г) 100 мл 0.4 М раствора H_2SO_4 и 100 мл 0.2 М раствора HNO_3 ;

4. Рассчитайте концентрацию всех частиц и значение pH для следующих растворов слабых электролитов:

- (а) 0.5 М раствор CH_3COONa ($K_a=2 \cdot 10^{-5}$);
- (б) 0.2 М раствор NH_4Cl ($K_b=2 \cdot 10^{-5}$);
- (в) раствор HCN со степенью диссоциации кислоты $\alpha=0.01\%$ ($K_a=7 \cdot 10^{-10}$);
- (г) 0.1 М раствор K_3PO_4 ($K_{a1}=7 \cdot 10^{-3}$ $K_{a2}=6 \cdot 10^{-8}$ $K_{a3}=4 \cdot 10^{-13}$);
- (д) буферный раствор, содержащий по 0.1 моль/л кислоты HF ($K_a=6 \cdot 10^{-4}$) и её соли NaF ;

В пункте (г) учитывать диссоциацию только по первой ступени.

5. Расположите следующие труднорастворимые соединения в порядке возрастания концентрации ионов кальция в насыщенном растворе:

- (а) $\text{Ca}(\text{OH})_2$ (ПП= $5 \cdot 10^{-6}$);
- (б) CaSO_4 (ПП= $6 \cdot 10^{-5}$);
- $\text{Ca}_3(\text{SO}_4)_2$ (ПП= 10^{-25});

Рассчитайте, при каком значении pH в насыщенном растворе сульфата кальция начнётся выпадение в осадок $\text{Ca}(\text{OH})_2$.

6. Используя справочные данные, определить возможность выпадения осадка в растворе, полученном смешением:

(а) 999 мл 0.001 М AgNO_3 и 1 мл 0.001 М NaCl ;

(б) 200 мл 0.02 М BaCl_2 и 800 мл 0.005 М KF ;

(в) 500 мл 0.04 М MgSO_4 и 500 мл 0.02 М Na_2CO_3 ;

Для каждого случая, рассчитать массу выпавшего осадка.

7. Используя справочные данные (значения K_a , K_b , ПР, K_w), оценить константы равновесия для следующих процессов:

(а) $\text{HCl} + \text{K}_3\text{PO}_4 \rightarrow \text{K}_2\text{HPO}_4 + \text{KCl}$;

(б) $\text{Cr}_2\text{S}_3 + 6\text{H}_2\text{O} \rightarrow 2\text{Cr}(\text{OH})_{3(\text{тв.})} + 3\text{H}_2\text{S}$;

(в) $\text{CuCl}_{(\text{тв.})} + \text{KI} \rightarrow \text{CuI}_{(\text{тв.})} + \text{KCl}$;

(г) $\text{NH}_3 + \text{HClO}_2 \rightarrow \text{NH}_4\text{ClO}_2$;

(д) $\text{Ni}(\text{OH})_{2(\text{тв.})} + \text{NaHS} \rightarrow \text{NiS}_{(\text{тв.})} + \text{NaOH} + \text{H}_2\text{O}$;