

**Модульные задания по общей и неорганической химии.  
ГГФ.  
2019 – 2020 учебный год**

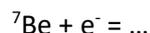
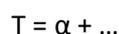
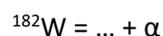
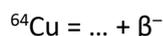
**Задание 1 (300 баллов)**

1. а) Укажите количество протонов, нейтронов и электронов в следующих частицах:  $^{13}\text{C}^{4+}$ ,  $^{14}\text{ND}_4^+$ ,  $^{78}\text{Br}^{18}\text{O}_4^-$ .
- б) Запишите символы одноатомных частиц, состоящих из следующего количества протонов, нейтронов и электронов:

Число p	10	33	84
Число n	9	44	110
Число e	10	20	83

в) Напишите определения понятий: элемент; изотоп; изобара. Приведите примеры изотопов и изобар для  $^{40}\text{Ca}$ .

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



3. Бром встречается в природе в виде двух стабильных изотопов  $^{79}\text{Br}$  и  $^{81}\text{Br}$ . Исходя из атомной массы брома в периодической таблице, рассчитайте долю и количество атомов  $^{79}\text{Br}$  и  $^{81}\text{Br}$  в 8.62 мл ( $\rho = 2.18$  г/мл) дибромэтана  $\text{C}_2\text{H}_4\text{Br}_2$  полученного из природного брома.

4. Запишите в краткой и полной форме электронные конфигурации и определите количество неспаренных электронов для следующих частиц в основном состоянии: N,  $\text{N}^{3+}$ , V,  $\text{V}^{5+}$ ,  $\text{P}^{5+}$ . Для атома P приведите пример электронной конфигурации с 5-ю неспаренными электронами.

5. Напишите определение понятий: потенциал (энергия) ионизации, сродство к электрону, орбитальный радиус. По каким причинам (указать кратко и четко) наблюдаются следующие закономерные изменения электроотрицательности: а) уменьшение по группе ПС сверху вниз; б) увеличение по периоду ПС слева направо.

6. Напишите определение понятий: ковалентность; степень окисления, координационное число; стерическое число; ковалентная связь;  $\sigma$ -связь;  $\pi$ -связь. Приведите примеры частиц, в первой из которых атом N имеет  $\pi$ -связь, а во второй – нет. В которой из них N – центральный атом?

7. Для частиц  $\text{PH}_4^+$ ,  $\text{H}_7\text{IO}_7$ ,  $\text{CCl}_3^-$ , HCN,  $\text{H}_2\text{O}_2$  определите: а) центральные атомы и их ковалентности, степени окисления, координационные числа, стерические числа; б) геометрию расположения электронных пар, геометрию частиц, изобразите структурные формулы; в) наличие/отсутствие дипольного момента, ответ обосновать.

8. Определите тип кристаллической решетки, виды химических связей и гомо- /гетеродесмичность для следующих веществ в твердом состоянии: серое олово (КЧ = 4), NaN (КЧ = 6), Li (КЧ = 8),  $\text{CH}_4$  (КЧ = 4),  $\text{CaCl}_2$  (КЧ = 6),  $\text{H}_2\text{O}$  (лед, КЧ(O) = 4),  $\text{TiO}_2$  (КЧ = 6). В каких из приведенных веществ нет направленных связей?

## Задание 2 (300 баллов)

- 22.4 л газа при температуре 273,15К закачали в резервуар и охладили до температуры жидкого азота (77К). Рассчитайте теплоту, необходимую для нагрева этого газа до 100К, если газ в резервуаре:  
А) 100% неон,  
Б) 100% водород,  
В) эквимолярная смесь неона, аргона и водорода.  
Колебательные степени свободы при этой температуре считать замороженными.
- Рассчитать теоретическую теплоемкость молекулы кислорода и молекулы озона. Сравнить с табличным значением при  $T=298\text{K}$  (см. справочные данные в методичке). Оцените, насколько разморожены колебательные степени свободы в этих молекулах при данной температуре. Объясните полученные различия.
- В холодный зимний день Екатерина Литвинцева захотела попить горячего чая. Однако за неуплату счетов ее квартиру отключили от электричества. Но, будучи девушкой смекалистой, она вооружилась чайником, топором и устройством для рубки дров, называемым «молодой человек», и пошла в самый центр академгородковского леса. Оцените, какое количество (в кг) дров требуется нарубить молодому человеку для того, чтобы довести до кипения чайник объемом 1,8 л. При этом воду Катя взять забыла и получали они ее из снега. Температура на улице была равна  $-20^\circ\text{C}$ . Оценочный КПД костра составляет  $\sim 1\%$ . Теплоту сгорания дров принять равной  $15 \times 10^6$  Дж/кг.
- Рассчитайте энергию кристаллической решетки гидрида кальция  $\text{CaH}_2$ , пользуясь справочными данными для  $\text{CaCl}_2$ , а также учитывая то, что  $\Delta_f H^\circ_{298}(\text{CaH}_2_{\text{тв}}) = -175$  кДж/моль.
- Приведите по одному примеру процессов, в которых константы  $K_p$  и  $K_c$  связаны следующим образом:  
А)  $K_p = K_c$   
Б)  $K_p = K_c(RT)^{-1}$   
В)  $K_p = K_c(RT)^3$   
Как изменятся  $\Delta_r G^\circ$  и константы равновесия при увеличении в этих реакциях всех стехиометрических коэффициентов вдвое?
- Оцените в нулевом приближении равновесное давление паров газообразного вольфрама над нитью в электрической лампе, если температура нити составляет 2700К.  $\Delta_f H^\circ_{298}(W_r) = 850$  кДж/моль;  $\Delta_f S_{298}(W_r) = 174$  Дж/(моль·К). Каково минимальное количество вольфрама (в граммах) необходимо испарить, чтобы создать равновесное давление во всей колбе лампы накаливания. Объем колбы принять равным 150 мл. Использовать приближение, что температура во всей колбе 2700К.

### Задание 3 (300 баллов)

1. Для перечисленных соединений пересчитайте концентрации из одной в другую ( $\omega$  – весовая доля,  $M$  – молярная концентрация,  $X$  – мольная доля) и заполните таблицу. Напишите уравнения диссоциации указанных соединений в водном растворе. Рассчитайте суммарную концентрацию всех ионов в растворе ( $\nu(\text{общ})/\text{литр}$ , диссоциацией воды пренебречь).

	NaOH	HCl	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	NH <sub>3</sub>	BaBr <sub>2</sub>
$\rho$ (г/см <sup>3</sup> )	1,1089	1,0726	1,500	0,904	1,2006
$\omega$ (%)	10,00				20,00
$M$ (моль/л)		4,413		13,80	
$X$			21,718		
$M_r$					
$\nu(\text{общ})/\text{литр}$					

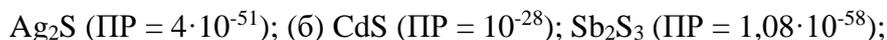
2. Для указанных растворов запишите уравнения протекающих реакций и рассчитайте конечный pH:

- 2.1. 1 л 0,1М раствор HBr + 5,6 г твердого KOH
- 2.2. 1 л 0,1М раствор H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> + 5,6 г твердого KOH
- 2.3. 1 л 0,1М раствор HNO<sub>2</sub> + 5,6 г твердого KOH
- 2.4. 1 л 0,2М раствор HNO<sub>2</sub> + 5,6 г твердого KOH
- 2.5. 1 л 0,1М раствор HBr + 2,24 л газообразного (н.у.) NH<sub>3</sub>

3. Используя справочные данные (значения  $K_a$ ,  $K_b$ ,  $PP$ ,  $K_w$ ), оцените константы равновесия для следующих процессов:

- 3.1.  $\text{HCl (p-p)} + \text{Na}_2\text{S (p-p)} \rightarrow \text{NaHS} + \text{NaCl}$ ;
- 3.2.  $\text{NiS (тв.)} + 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Ni(OH)}_2 \text{ (тв.)} + \text{H}_2\text{S}$ ;
- 3.3.  $\text{Ag}_3\text{PO}_4 \text{ (тв.)} + 3\text{KI (p-p)} \rightarrow 3\text{AgI (тв.)} + \text{K}_3\text{PO}_4 \text{ (p-p)}$ ;
- 3.4.  $\text{NH}_3 \text{ (p-p)} + \text{HF (p-p)} \rightarrow \text{NH}_4\text{F (p-p)}$ ;
- 3.5.  $\text{Cu(OH)}_2 \text{ (тв.)} + \text{NaHS (p-p)} \rightarrow \text{CuS (тв.)} + \text{NaOH} + \text{H}_2\text{O}$ ;

4. Расположите следующие труднорастворимые соединения в порядке возрастания концентрации сульфид-ионов в насыщенном растворе:



Рассчитайте, при каком значении pH в насыщенном растворе сульфида кадмия начнётся выпадение в осадок  $\text{Cd(OH)}_2$  ( $PP = 6,4 \cdot 10^{-15}$ ).

5. Сколько граммов ортофосфата натрия нужно добавить к 1 литру водного раствора, содержащего ионы  $\text{Mg}^{2+}$  и  $\text{Ca}^{2+}$  (по 0.05 моль), чтобы концентрация каждого из этих катионов не превышала  $10^{-4}$  М.  $PP(\text{Mg}_3(\text{PO}_4)_2) = 10^{-13}$ ,  $PP(\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2) = 10^{-25}$ .

6. Составьте систему уравнений для расчета концентраций всех частиц в насыщенном растворе хромата бария. Учесть гидролиз по аниону.