

**Задачи заключительного тура олимпиады по химии 2008/2009 уч.г.
10 класс**

1. а) Нарисуйте плоскостные структурные формулы следующих соединений: HCHO , CO_2 , H_2O_2 , COCl_2 , $(\text{COCl})_2$, CH_3CN , HClO_4 . (7)
- б) Плотность тяжелой воды D_2O при 20°C равна $1,106 \text{ г/см}^3$, плотность обычной воды - $0,9982 \text{ г/см}^3$. Рассчитайте молярные массы и молярные объемы H_2O и D_2O с точностью до четырех значащих цифр. Какой объем (в литрах) в среднем занимает одна молекула воды в обеих жидкостях? [$A_r(\text{H}) = 1,008$, $A_r(\text{D}) = 2,014$ и $A_r(\text{O}) = 15,999$] (3)
- в) Сделайте следующие предположения: цитоплазма клетки бактерии содержит в равных количествах 900 разных типов энзимов, молекулярная масса у всех энзимов равна $90\ 000$; клетка бактерии представляет собой цилиндр диаметром $1,0 \text{ мкм}$ и высотой $2,0 \text{ мкм}$; масса этих энзимов составляет 25% от массы цитоплазмы (плотность $1,2 \text{ г/см}^3$). Рассчитайте объем (м^3) такой гипотетической клетки бактерии и молярную концентрацию энзима ($\mu\text{моль/дм}^3$) в цитоплазме бактерии.
Подсказка: $V_{\text{цилиндр}} = h\pi r^2$ (4) **14 б**
2. Газ **В** можно получить в подкисленной среде реакцией между веществом **А** и MnO_2 . При окислении газа **В** веществом **С** получают вещества **Д** и **Е**. При гидролизе вещества **Д** образуется бинарное соединение **Ф** и соединение **Г**. Соединение **Г** является нестабильным и под действием света разлагается на соединения **Н**, **И** и **Ж**. Один из продуктов разложения (**Ж**) образуется и в реакции взаимодействия вещества **И** с диоксидом серы.
Подсказки: Вещества **А**, **В**, **Д**, **Е**, **Г–Ж** содержат элемент **Х**. Вещество **А** издавна известно как вкусовая добавка и консервант. Элемент, входящий в состав простого вещества **С**, расположен в одной группе с элементом **Х**. Как соединение **Д**, так и **Е** являются бинарными и состоят из одних и тех же элементов, причем степень окисления (ст.ок.) одного из элементов в соединении **Д** в 3 раза больше, чем ст.ок. этого элемента в соединении **Е**. Молекулярная масса соединения **Ж** составляет 95% от молекулярной массы вещества **В**.
- а) Напишите формулы веществ **А–Ж**. (5)
- б) Напишите уравнения реакций: $\text{А} + \text{MnO}_2 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{В} + \dots$
 $\text{В} + \text{С} \rightarrow \text{Д} + \text{Е}$ $\text{Д} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \dots$ $\text{И} + \text{SO}_2 \rightarrow \dots$ (4)
- в) Методом электронного баланса расставьте коэффициенты в уравнении реакции разложения соединения **Г**. (2)
- д) Расположите водные растворы **Г**, **Н**, **И** в порядке возрастания силы кислот. (1) **12 б**
3. Молярная масса гелия - $4,00 \text{ г/моль}$, молярная масса воздуха - $29,0 \text{ г/моль}$.
- а) Найти массу точно 1 литра гелия и 1 литра воздуха при н.у (1 атм , 0°C)? (1)
- б) Чему должно равняться давление гелия, чтобы его плотность равнялась плотности воздуха при нормальном давлении (оба газа при одинаковой температуре)? (2)
- в) Чему должна равняться температура воздуха ($^\circ\text{C}$), чтобы его плотность при нормальном давлении равнялась плотности гелия (при н.у). (2)

д) В воздухе содержится $5,2 \text{ ppm}$ гелия (по объему). Чему равно ppm гелия по массе? ($1 \text{ ppm} = \text{одна миллионная часть/доля}$) (1) **6 б**

4. Металл **М** играет важную роль в современной энергетике. В природе из-за своей высокой химической активности он встречается только в составе соединений, где его ст.ок. всегда одинакова. Металл **М** на воздухе покрывается уже при комнатной температуре слоем оксида, гидроксида, карбоната и нитрида; при нагревании он соединяется, например, с водородом, образуя гидрид. При реакции 1 моль гидрида с водой выделяется 1 моль водорода. Как металл **М**, так и его оксид реагируют с водой, образуя гидроксид, являющийся сильным основанием. Гидроксид термически нестабилен и при нагревании разлагается снова до оксида, как и карбонат **М**.
- а) Рассчитайте ст.ок. металла **М** в соединениях. Определите металл **М**. (2)
- б) Напишите уравнение реакции гидрида **М** с водой. Какой элемент проявляет себя как окислитель, и какой - как восстановитель? Сколько литров водорода (н.у.) образуется в реакции 1,0 грамма гидрида с водой? (3)
- в) Напишите уравнения реакций: металла **М** с кислородом, водородом, водой и азотом; оксида металла **М** с водой; термического разложения карбоната **М**. Приведите названия соединений металла **М**, принимающих участие в реакциях. (6) **11 б**
5. В качестве топлива для газовой плиты можно использовать сжиженный или природный газ. В баллоне сжиженного газа AGASOL® $33,0 \text{ кг}$ бутана. Природный газ по объему содержит примерно 98% метана и остальные 2% - смесь C_2H_6 , C_3H_8 , C_4H_{10} , H_2 , N_2 , He , CO_2 . Энтальпии сгорания: C_4H_{10} : -2655 кДж/моль , CH_4 : -802 кДж/моль .
- Подсказки: Для упрощения расчетов предположите, что природный газ содержит $98\% \text{ CH}_4$ и $2\% \text{ N}_2$. Допустите, что давление постоянно.
- а) Напишите уравнение реакции сгорания бутана и рассчитайте энергию, выделившуюся при сгорании $33,0 \text{ кг}$ бутана. (3)
- б) Напишите уравнение реакции сгорания метана. Рассчитайте объем природного газа, при сгорании которого выделяется такое же количество энергии, что при сгорании одного баллона бутана **i**) зимой (-10°C) и **ii**) летом ($+20^\circ\text{C}$). (5) **8 б**
6. Определяемые элементы **А**, **В**, **С**, **Д**, **Е** являются ближайшими соседями элемента **Ф**. При рассмотрении периодической системы элементов выясняется, что атомная масса элемента **В** больше, чем атомные массы элементов **А** и **С**. Атомный номер элемента **Д** на 31 больше, чем атомный номер элемента **Ф** и на 49 больше атомного номера элемента **В**. Разница атомных масс элементов **Д** и **Е** составляет $2,0 \text{ а.е.м.}$ Элементы **В** и **Е** расположены в одной группе. Элементы **А** и **С** присутствуют в **С–А**-аккумуляторах, в которых простое вещество **С** реагирует с гидроксидом элемента **А** и образуются два гидроксида.
- а) Напишите символы элементов **А–Ф**. (6)
- б) Напишите уравнение реакции простого вещества **С** с гидроксидом элемента **А**. (1)
- в) Обоснуйте логику определения элементов. (2) **9 б**