

**Задачи заключительного тура олимпиады по химии 2005/2006 уч.г.  
11 класс**

1. При постоянном давлении (1,00 атм) и температуре (50 °С) в колбе провели реакцию:  $2\text{SO}_2(\text{г}) + \text{O}_2(\text{г}) = 2\text{SO}_3(\text{г})$ . До реакции количества веществ  $\text{SO}_2$  и  $\text{O}_2$  были равны (0,0300 моль). Энтальпии образования газов  $\text{SO}_2$  и  $\text{SO}_3$  в данных условиях равны соответственно  $-296$  кДж/моль и  $-395$  кДж/моль. Предположите, что все газы ведут себя как идеальные, реакция начинается только после прибавления катализатора и проходит до конца.

**a) i)** Рассчитайте объем (в  $\text{дм}^3$ ) находящейся в колбе смеси газов до начала реакции. **ii)** Напишите, какое вещество было лимитирующим реагентом. (1,5)

**b)** Рассчитайте объем газа в колбе после окончания реакции. (2,5)

**c) i)** Рассчитайте работу расширения при постоянной температуре.

**ii)** Напишите, совершается работа системой или по отношению к системе.

$$w = -p \cdot \Delta V \quad (3)$$

**d) i)** Рассчитайте энтальпию реакции ( $\Delta H_r$ ) и **ii)** напишите, теплота выделяется или поглощается системой. (2)

$$p \cdot V = n \cdot R \cdot T; \quad R = 0,08205 \text{ и } R = 8,314; \quad 1 \text{ атм} = 101325 \text{ Па.}$$

**Внимание:** в современной науке тепловой эффект и работу определяют относительно системы. Если энергия системы уменьшается, то изменение внутренней энергии  $\Delta U$ , а также за счет этого совершенная работа ( $w$ ) меньше нуля. **9 б**

2. Химикам удалось синтезировать три жидких легко испаряющихся вещества: **альфа**, **бета** и **гамма**. В таблице приводятся данные для этих веществ:

	<b>альфа</b>	<b>бета</b>	<b>гамма</b>
молекулярный вес	197,39	147,37	480,74
состав	P,S,X,Y,Z	H,C,X,Y,Z	O,P,S,Y
содержание Y	17,96%	24,06%	44,24%
содержание O	-	-	16,64%

**X, Y, Z** - галогены.

**a)** Найдите расчетами элементы **X, Y** и **Z**. (3)

**b)** Найдите расчетами брутто-формулы веществ **i) альфа ( $\alpha$ ), ii) бета ( $\beta$ ) и iii) гамма ( $\gamma$ ).** (4)

**c)** Исходя из типичной валентности элементов, напишите плоскостные структурные формулы соединений **i) альфа, ii) бета и iii) гамма;**

**iv) напишите название вещества бета.** (4) **11 б**

3. Радиоактивный изотоп углерода с массовым числом 14 имеет период полураспада 5715 лет; распад сопровождается бета-излучением. Углерод-14 образуется в атмосфере, когда образовавшиеся под действием космического излучения свободные нейтроны сталкиваются с атомами азота. В составе диоксида углерода этот изотоп попадает в живые организмы, где

затем входит в состав органических веществ. Благодаря постоянному обмену веществ во время жизни организма доля углерода C-14 от всего углерода остается постоянной. После смерти организма углерод больше не поступает и доля углерода C-14 начинается уменьшаться из-за радиоактивного разложения. Определение возраста ископаемых находок органического происхождения методом углерода C-14 базируется на предположении, что содержание углерода-14 в атмосфере было постоянным на протяжении тысячелетий.

**a)** Напишите уравнения ядерных реакций **i)** столкновение атома азот-14 с нейтроном; **ii)** разложение углерода-14 (выделяется электрон).

У символов частиц корректно указать массовое число и заряд частицы. (2)

**b)** Рассчитайте константу скорости распада углерода-14 (в единицах 1/час).

Для расчетов используйте, что 1 год = 8766 часов. (2)

**c)** На побережье Мертвого моря нашли древний пергамент. Его углеродную пробу измеряли в течение 20 часов, получив 14000 бета-разложений углерода-14 на 1 г углерода. Углеродная проба, взятая из современного организма, дает соответственно 18400 разложений за 20 часов.

Рассчитайте, сколько лет назад жили овцы, из шкуры которых сделали пергамент.  $k \cdot t = \ln N_0/N_t$  (4) **8 6**

**4.** Железо образует множество соединений, в которых его степень окисления может быть II, III и VI. Кроме того, существует целый класс комплексных соединений, в которых степень окисления железа может быть -II, 0 или II. Первое соединение **A** этого класса (ст. окисл. Fe 0) открыл Монд в 1895 году в реакции мелкодисперсного железа с двухатомным газом **B**. Соединение **A** - желтая жидкость, которая на свету становится кристаллическим веществом **C** (степень окисления Fe = 0, 30,70% Fe). При реакции вещества **A** с водным раствором NaOH образуются соли **D** и **E**, а также вода. При добавлении к соли **D** хлороводородной кислоты образуется соль **F** и кислота **G** (32,87% Fe). В реакции жидкости **A** с I<sub>2</sub> образуется соединение **H** (60,19% I). Степень окисления железа в соединениях **D** и **G** равна -II, а в соединении **H** II. Соли **E** и **F** - хорошо известные соли натрия. В соединении **C** два атома железа, во всех остальных - по одному. Во всех соединениях железа на его орбиталях 3d4s4p всего 18 электронов. Газ **B** является лигандом и донором пары электронов, образуя с центральным атомом одну связь.

**a)** Напишите электронную формулу орбиталей, образующих связи атома железа. (1)

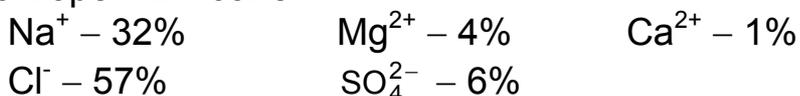
**b)** Исходя из соединений **G** и **H** и из числа электронов (18), найдите молекулярную массу газа **B**, напишите его формулу и название. (4)

**c)** Напишите и докажете формулы соединений **A**, **C**, **D**, **E**, **F**, **G** и **H**. (3)

**d)** Напишите уравнения реакций: **i)** **A** → **C**; **ii)** **A** + NaOH →; **iii)** **D** + HCl →; **iv)** **A** + I<sub>2</sub> →. (2)

**e)** Напишите **i)** объемную структурную формулу молекулы **A**; **ii)** плоскостную структурную формулу молекулы **C** (одну связь между двумя атомами обозначьте черточкой, одну связь между тремя атомами - пунктиром). (2)

5. Температура замерзания морской воды не равна  $0^{\circ}\text{C}$  из-за растворенных в ней солей. Соленость морской воды выражают в промиллях (‰), что показывает массу растворенного вещества в граммах ровно в 1 кг морской воды. Содержание ионов (по массе) в морской воде относительно всей массы растворенных солей:



$\Delta T = K_{\text{кр}} \cdot m$ , где криоскопическая константа  $K_{\text{кр}} = 1,86 \text{ К} \cdot \text{кг}/\text{моль}$  и

$m$  - моляльная концентрация ионов ( $\frac{\text{моль}}{\text{кг(растворителя)}}$ ):

- a) Рассчитайте суммарную моляльную концентрацию всех ионов, если соленость морской воды равна 34 ‰. (2)
- b) Рассчитайте температуру замерзания морской воды. (3)
- c) Рассчитайте, сколько граммов поваренной соли нужно прибавить к 1 кг морской воды, чтобы она замерзла при  $-5,0^{\circ}\text{C}$ . (3) **8 б**

6. Химик Мартин решил синтезировать вещество **A** [2-(N-метиламин)-1-фенилпропан;  $M_r = 149$ ], который является препаратом от нарколепсии и от рассеянности. Исходным веществом он выбрал вещество **B**, у которого по сравнению с веществом **A** имеется дополнительная гидроксильная группа, находящаяся в  $\alpha$ -положении по отношению к фенильной группе.

Гидроксильная группа вещества **B** хорошо реагирует с веществом **C**, образуя вещество **D** [1-ацетилокси -1-фенил -2-(N-метиламино)пропан;  $M_r = 207$ ]. Вещество **C** образуется в реакции ацетата натрия с ацетилхлоридом, где другим продуктом образуется  $\text{NaCl}$ . Гидрогенизацией вещества **D** в присутствии катализатора  $\text{Pt/C}$  с метановой кислотой или метанатом аммония получают кислоту **E** (60 г/моль) и вещество **A**.

- a) i) Напишите графические структурные формулы веществ **A**, **B**, **C**, **D** и **E**, обозначив метильную группу ( $\text{CH}_3$ ). ii) Напишите названия веществ **B**, **C** и **E**. (6)
- b) Напишите уравнения реакций: i) ацетат натрия + ацетилхлорид  $\rightarrow$ ;  
ii) **B** + **C**  $\rightarrow$ ; iii) схема  $\xrightarrow{\text{Pt/C}}$ ; (3)
- c) Напишите R,S- изомеры вещества **A**. (3) **12 б**