

**Задачи II тура олимпиады по химии 2003/2004 г.**  
**11 класс**

1. **a)** Плотность золота равна  $19300 \text{ кг/м}^3$ . Найти молярный объем золота ( $\text{см}^3/\text{моль}$ ). (1)
- b)** Сколько ампер-секунд (в числах Фарадея) требуется для получения электролизом одного моля кислорода ( $\text{O}_2$ )? (1)
- c)** С уменьшением концентрации слабой кислоты в растворе увеличивается степень диссоциации. Как при этом изменится концентрация ионов? (1)
- d)** Какие из перечисленных веществ при перемешивании с водой дают  
i) кислую, ii) нейтральную и iii) щелочную среду:  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{CaO}$ ,  $\text{HCl}$ ,  $\text{SO}_2$ ,  $\text{NaCl}$ ,  $\text{Na}_2\text{S}$ ,  $\text{NH}_4\text{Cl}$ ,  $\text{CuO}$ ,  $\text{NaOH}$ ? (4,5)
- e)** Температуру реакционной смеси понизили  $60^\circ\text{C} \rightarrow 20^\circ\text{C}$ . Во сколько раз и как изменяется скорость реакции, если температурный коэффициент скорости реакции равен 4? (2)
- f)** Написать 5 способов воздействия, с помощью которых равновесие в системе  $\text{N}_2 + 3\text{H}_2 \rightleftharpoons 2\text{NH}_3 \quad \Delta H < 0$  можно сдвинуть вправо. (2,5) **126**

2. При изготовлении теннисных мячей их не накачивают, а "вздувают", создавая в них дополнительное давление с помощью химических реакций. Для этого в мяч помещают таблетку, содержащую соль натрия и хлорид аммония. При нагревании мяча происходит одна из схем разложения, где возможны следующие газообразные продукты реакции:  $\text{N}_2$ ,  $\text{NH}_3$ ,  $\text{SO}_2$  и  $\text{H}_2\text{O}$

- i)  $\text{NH}_4\text{NO}_2 \rightarrow$ ; ii)  $(\text{NH}_4)_2\text{S}_2\text{O}_8 \rightarrow$  и iii)  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4 \rightarrow$ .
- a)** Написать уравнения реакций разложения i) – iii). (3)
- b)** Обосновать, какая из трех реакций наиболее приемлема для "вздувания", теннисных мячей с точки зрения безопасности. (1)
- c)** Написать уравнение реакции разложения при нагревании компонентов таблетки (соль натрия + хлорид аммония). (1,5)
- d)** Рассчитать массу самой безопасной таблетки, с помощью которой в теннисном мяче с внутренним радиусом 3,2 см можно создать дополнительное давление (по отношению к атмосферному) 1 бар при  $25^\circ\text{C}$  (водой пренебречь,  $V = \frac{4}{3}\pi r^3$ ,  $R = 8,314 \text{ Дж/К}\cdot\text{моль}$ , 1 бар =  $10^5 \text{ Па}$ ). (3,5) **96**

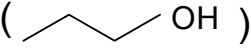
3. **X**, **Y**, **Z**, **Q** и **A** - простые вещества, образованные разными элементами. По заполняемости последнего электронного слоя их можно поместить в одну группу. **X**, **Y**, **Z** и **Q** реагируют с простым веществом **A**, образуя летучие соединения, соответственно **B**, **C**, **D** и **E**. Все эти вещества растворяются в воде, образуя растворы однопротонных кислот. 56,1% раствор кислоты **B** получают растворением 224 объемов газа **B** ровно в 1 объеме воды. Соединение **E** реагирует с диоксидом кремния в соотношении 6:1, образуя два моля воды и соединение **F**. Простые вещества **X** и **Y** получают при реакции серной кислоты с соединениями **B** и **C**. Простое вещество **Q** можно получить практически только одним способом: электролизом расплава соответствующей соли. Простое вещество **Z**, которое можно использовать для получения простых веществ **X** и **Y**, получают при реакции соединения **D** с соединением  $\text{KMnO}_4$  или с соединением  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ .

- a) Написать формулы и названия веществ **X, Y, Z, Q, A, B, C, D, E** и **F**. (2,5)  
 б) Рассчитать по объемам и по процентному содержанию кислоты **B** ее молярную массу. (3)  
 в) Написать уравнения реакций: **i) X + A →; ii) E → F; iii) B → X; iv) C → Y; v) → Q; vi) D → Z**. (4,5) **106**

4. Образовавшийся в водном растворе аммиака гидрат аммиака ( $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ ) и этановая кислота являются соответственно слабым основанием и слабой кислотой, константы диссоциации которых при комнатной температуре имеют практически одинаковое значение ( $1,8 \cdot 10^{-5}$  моль/дм<sup>3</sup>). В кислом растворе (1,00 г/см<sup>3</sup>) содержится 0,60% этановой кислоты и в щелочном растворе (1,0 г/см<sup>3</sup>) 0,17% аммиака.

- a) Рассчитать молярную концентрацию (с) **i)** этановой кислоты и **ii)** гидрата аммиака. (3)  
 б) Написать уравнения реакции диссоциации и выражение для константы диссоциации **i)** этановой кислоты и **ii)** гидрата аммиака. (3)  
 в) Используя выражение  $c \cdot \alpha^2 = K_{\text{dis}}$  найти равновесную концентрацию ионов водорода  $[\text{H}^+]$  в растворе **i)** этановой кислоты и **ii)** гидрата аммиака. (3)  
 д) Рассчитать  $[\text{H}^+]$  в чистой воде при 80 °С, если  $\rho(\text{H}_2\text{O}, 80 \text{ }^\circ\text{C}) = 0,97183 \text{ г/см}^3$ ,  $K_{\text{dis}}(\text{H}_2\text{O}, 80 \text{ }^\circ\text{C}) = 4,6 \cdot 10^{-15}$  моль/дм<sup>3</sup>. Принять, что  $[\text{H}_2\text{O}] = c(\text{H}_2\text{O})$ . (3) **126**

5. Даны различные органические соединения, имеющие брутто-формулы  $\text{C}_4\text{H}_{10}\text{O}$  и  $\text{C}_4\text{H}_8$ . Написать номенклатурные названия и нарисовать их упрощенными структурными формулами ( $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-OH}$ ) или

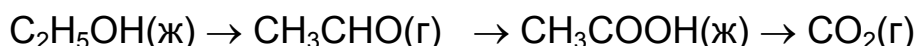
графическими формулами: 

графическими формулами:

- a) **i)** для  $\text{C}_4\text{H}_{10}\text{O}$  - 3 изомера углеродной цепи; **ii)** для  $\text{C}_4\text{H}_8$  - 2 изомера углеродной цепи; (2,5)  
 б) для  $\text{C}_4\text{H}_{10}\text{O}$  - 2 пары (всего 4) изомеров положения; (2)  
 в) для  $\text{C}_4\text{H}_{10}\text{O}$  - 2 изомера, относящихся к разным классам веществ; (1)  
 д) для  $\text{C}_4\text{H}_8$  - *цис-транс* изомеры; (1)  
 е) для  $\text{C}_4\text{H}_{10}\text{O}$  **i)** вторичное и **ii)** третичное соединение. (1,5) **86**

6.  $\Delta H_f^\circ$  - энтальпия образования вещества из простых веществ и  $\Delta H_c^\circ$  - энтальпия полного сгорания вещества. Окисление этанола в организме человека происходит по следующей схеме:

$$\Delta H_f^\circ (\text{кДж/моль}): \quad \text{C}_2\text{H}_5\text{OH}(\text{ж}) \quad -167 \quad \text{CH}_3\text{CHO}(\text{г}) \quad -487 \quad \text{CH}_3\text{COOH}(\text{ж}) \quad -394$$



В процессе окисления участвует кислород и выделяется вода.

$$\Delta H_f^\circ (\text{H}_2\text{O}) = -286 \text{ кДж/моль} \quad \Delta H_c^\circ (\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}_{(\text{ж})}) = -1368 \text{ кДж/моль}$$

- a) **i)** Написать уравнение полного горения этановой кислоты и **ii)** рассчитать энтальпию сгорания этановой кислоты. (3)  
 б) **i)** Написать уравнение реакции образования этанола из простых веществ (гипотетическое) и **ii)** по этому уравнению рассчитать энтальпию образования этанола. (3)  
 в) **i)** Написать уравнение реакции окисления этанола до этанала и **ii)** рассчитать энтальпию данной реакции. (3) **96**