

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

1. **a)** Плотность золота равна 19300 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 (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: SiO_2 , CaO , HCl , SO_2 , NaCl , Na_2S , NH_4Cl , CuO , 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: N_2 , NH_3 , SO_2 и H_2O

- 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°C (водой пренебречь, $V = \frac{4}{3}\pi r^3$, $R = 8,314 \text{ Дж/К}\cdot\text{моль}$, 1 бар = 10^5 Па). (3,5) **96**

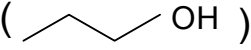
3. **X**, **Y**, **Z**, **Q** и **A** - простые вещества, образованные разными элементами. По заполняемости последнего электронного слоя их можно поместить в одну группу. **X**, **Y**, **Z** и **Q** реагируют с простым веществом **A**, образуя летучие соединения, соответственно **B**, **C**, **D** и **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 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/дм³). В кислом растворе (1,00 г/см³) содержится 0,60% этановой кислоты и в щелочном растворе (1,0 г/см³) 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/дм³. 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 C_4H_8 . Написать номенклатурные названия и нарисовать их упрощенными структурными формулами ($\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-OH}$) или

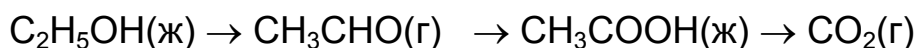
графическими формулами: 

графическими формулами:

- a) **i)** для $\text{C}_4\text{H}_{10}\text{O}$ - 3 изомера углеродной цепи; **ii)** для C_4H_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 C_4H_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. ΔH_f° - энтальпия образования вещества из простых веществ и ΔH_c° - 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**