

**Задачи II тура олимпиады по химии 2001/2002 г.г.**  
**11 класс**

1. К 0,500 литрам 5,00% раствора ( $1,012 \text{ г/см}^3$ ) метаната натрия ( $68,0 \text{ г/моль}$ ) прибавили 1,20 литров 1,00% раствора соляной кислоты ( $1,003 \text{ г/см}^3$ ). Константа диссоциации органической кислоты равна  $1,80 \cdot 10^{-4} \text{ моль/дм}^3$ .

- a) Рассчитать i) количества и ii) молярные концентрации находящихся в исходных растворах веществ. (3)
- b) Рассчитать количества растворенных веществ в конечном растворе. (1)
- c) Для слабого электролита i) написать уравнение диссоциации и ii) выразить константу диссоциации  $K_a$ . (1)
- d) Для полученного раствора i) выразить и ii) рассчитать равновесную концентрацию ионов водорода. Замените [анион] =  $C_{\text{соль}}$  и [кислота] =  $C_{\text{кислота}}$ . (2)
- e) Рассчитать значение pH в полученном растворе. (1) **8 б**

2. Газ **A** получили при реакции  $75,0 \text{ см}^3$  30,0% соляной кислоты ( $1,150 \text{ г/см}^3$ ) с избытком  $\text{MnO}_2$ . В кислой среде марганец восстанавливается до степени окисления II и выход реакции составляет 80,0%. Образовавшийся газ **A** пропустили сквозь 5,00% водный раствор соединения **B**. Соединение **B** является бинарной солью калия. В реакции выделился бурый газ, который сконденсировался в коричневую жидкость **C**. Газ **A** и соединение **B** были в эквивалентных количествах и они прореагировали полностью.

- a) i) Написать уравнение реакции между соляной кислотой и диоксидом марганца. ii) Рассчитать количество выделившегося газа **A**. (2)
- b) i) Написать уравнение реакции между соединением **B** и газом **A**.  
ii) Написать формулы и названия веществ **A**, **B** и **C**. (2)
- c) Рассчитать количество i) жидкости **C** и ii) соединения **B**. (2)
- d) Рассчитать массу воды, содержащейся в растворе соединения **B**. (2)
- Газ **A** реагирует с водой, образуя два новых соединения.
- e) i) Написать уравнение реакции между водой и газом **A**. ii) Написать формулы и названия продуктов реакции газа **A** с водой. (1)
- f) Рассчитать суммарное процентное содержание растворенных веществ после растворения газа **A** в чистой воде, если при данных условиях в 100 граммах воды растворяется 0,015 моль газа **A**. (3) **12 б**

3. В органическом соединении **A** одинаковое количество атомов углерода и кислорода и их сумма равна числу атомов водорода. В соединении **A** две гидроксильные группы и одна двойная связь. Соединение **A** реагирует с гидроксидом натрия в мольном соотношении 1 : 1. Молекулы **A** могут димеризоваться (конденсироваться), образуя соединение **B** и выделяя две молекулы вещества **D**. Последнее является оксидом и ведет себя как амфолит. В молекуле **B** ( $\text{C}_8\text{H}_8\text{O}_4$ ) имеется гетероцикл и две двойные связи. Молекулу **B** можно рассматривать как соединение, в котором имеется две характерные для сложного эфира функциональные группы. При восстановлении соединения **B** строение скелета гетероцикла не меняется, но молекулярная масса соединения увеличивается на четыре единицы.

- a) Для соединения **A** нарисовать i) упрощенную и ii) плоскостную структурную формулы; дать его номенклатурное название. (2)
- b) Написать уравнение реакции получения вещества **B** из вещества **A**. Молекулы

в исходном веществе нарисовать в том порядке относительно друг друга, как они находятся в продукте **B**. (2,5)

с) Обвести в соединении **B** характерные для сложного эфира функциональные группы. (1)

d) Написать уравнение реакции восстановления соединения **B**. (2)

e) Написать уравнение диссоциации соединения **D**. (0,5) **8 б**

4. Раствор сульфата меди(II) ( $160 \text{ г/моль}$ ) при температуре **A** является насыщенным. При повышении температуры дополнительно растворили  $2,00 \text{ г}$   $\text{CuSO}_4$ . Раствор охладили до температуры **A**. Равновесие установилось, когда выпало в осадок  $3,82 \text{ г}$  медного купороса ( $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ ;  $250 \text{ г/моль}$ ). При температуре **B** растворимость  $\text{CuSO}_4$  (точно в  $100 \text{ г}$  воды)  $17,5 \text{ г}$ .

a) Для температуры **A** рассчитать содержащуюся в выпавшем в осадок медном купоросе i) массу  $\text{CuSO}_4$  и ii) массу  $\text{H}_2\text{O}$ . (2)

b) Рассчитать растворимость  $\text{CuSO}_4$  при температуре **A**. (2)

с) Рассчитать, сколько граммов  $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$  нужно растворить в  $75,0 \text{ г}$   $10,0\%$  раствора  $\text{CuSO}_4$ , чтобы получить насыщенный раствор при температуре **B** (4) **8 б**

5. При нагревании углерода с металлом **X** получают соединение **A**, формула которого  $\text{X}_4\text{C}_3$ . Соединение **A** с водой образует газ **B** и соединение **D**. Соединение **D** дает растворимые соли в реакции с водными растворами как сильных кислот, так и сильных оснований. Газ **B** является органическим соединением с самой низкой молекулярной массой. При его пиролизе может образоваться газ **E**, плотность которого больше плотности газа **B** в  $1,625$  раз. При гидрировании газа **E** образуются газы **F** и **G**, молярные массы которых соответственно на  $2$  и  $4$  грамма больше молярной массы газа **E**. При гидратации газа **E** можно получить альдегид, при гидратации газа **F** - спирт. При тримеризации газа **E** образуется арен **I**.

a) i) Определить вещества **X**, **A**, **B**, **D**, **E**, **F**, **G**, **I** и дать их названия. ii) Показать связи между атомами в соединении **A**. (5)

b) Написать уравнения реакций: i)  $\text{X} \rightarrow \text{A}$ ; ii)  $\text{A} \rightarrow \text{B} + \text{D}$ ; iii)  $\text{D} + \text{HCl} \rightarrow$ ; iv)  $\text{D} + \text{NaOH} \rightarrow$ ; v)  $\text{B} \rightarrow \text{E}$ ; vi)  $\text{E} \rightarrow \text{F}$ ; vii)  $\text{E} \rightarrow \text{G}$ ; viii)  $\text{E} \rightarrow$  альдегид (название); ix)  $\text{F} \rightarrow$  спирт (название); x)  $\text{E} \rightarrow$  арен. (5)

с) Рассчитать из данных задачи молярные массы газов **B**, **E**, **F** и **G**. (2) **12 б**

6. Гей-Люссак изучал свойства однопротонной кислоты (**HA**). Он получил соли  $\text{Hg(II)}$  и  $\text{Ag}$  данной кислоты (соответственно **X** и **Y**). Нагревая одинаковые массы данных солей в разных чашках, он получил  $2,00$  унции ртути и  $2,03$  унции серебра. В обоих случаях выделялся незнакомый газ **B**, который он пропускал через раствор  $\text{NaOH}$ . В результате образовалось две соли **E** и **F**, молекулярные массы которых отличались на  $16$  единиц. Выделившийся газ в  $1,182$  раз тяжелее углекислого газа и он имеет такой же качественный состав, что и анион **A**.

a) Рассчитать по массам металлов молекулярную массу аниона **A** [ $A_r(\text{Hg}) - 200,6$ ;  $A_r(\text{Ag}) - 107,9$ . Из-за невысокой точности эксперимента молекулярная масса аниона **A** из этих данных получается примерно на пол-единицы больше]. (5)

b) Напишите формулы и названия i) кислоты **HA** и ii) газа **B**. (2)

с) Написать уравнения реакций: i)  $\text{X} \xrightarrow{\text{от}}$ ; ii)  $\text{Y} \xrightarrow{\text{от}}$ ; iii)  $\text{B} \rightarrow \text{E} + \text{F}$  (3)

d) Написать уравнение реакции с каким-нибудь другим газом, который реагируя аналогично пункту c) iii) с раствором гидроксида натрия образует две соли, молярные массы которых отличаются на  $16$  единиц. (2) **12 б**