

## Открытые соревнования по химии

### Старшая группа (11 и 12 кл.)

Таллинн, Тарту, Курессааре, Нарва 27 ноября 1999 г.

1. Органическое вещество диоксан (**A**) получают при действии серной кислоты на этиленгликоль (**B**). Побочными продуктами этого синтеза являются изомеры **C** и **D**, которые могут переходить друг в друга. Эти же изомеры образуются при реакции воды с ацетиленом (**E**) в присутствии хлорида ртути(II). В соединении **A** числа атомов относятся как  $N^1:N^2:N^3$ ; 5,0% водный раствор этого соединения замерзает при температуре  $-1,11^\circ\text{C}$ . Криоскопическая постоянная воды, которая выражает падение температуры замерзания одномолярного водного раствора, равна  $1,86 \text{ K}\cdot\text{кг}\cdot\text{моль}^{-1}$ .

- a) Установить молярную массу диоксана и структуру его молекулы, учитывая, что атомы в молекуле связаны только  $\sigma$ -связями. (4,5)
- b) Написать схему реакции (структурными формулами)  $\text{B} \rightarrow \text{A}$  (1,5)
- c) Написать схемы реакций (структурными формулами)  
i)  $\text{B} \rightarrow \text{C} \rightarrow \text{D}$  и ii)  $\text{E} \xrightarrow{\text{Hg}^{2+}} \text{C} \rightarrow \text{D}$ . (3)
- d) Дать номенклатурные названия веществам **B**, **C**, **D** и **E**. (2)

116

2. Молярные массы щелочных металлов **X** и **Y** относятся как 1:3,31. Они образуют соединения **A** и **B**, которые как реакционноспособные вещества применяются в органическом синтезе. Вещество **A** может воспламениться на воздухе и реагирует с водой, выделяя газ **C** ( $M=58 \text{ г/моль}$ ). Вещество **A** можно получить следующим путем:

$\text{D} \xrightarrow{\text{PCl}_3 \text{ или } \text{SOCl}_2} \text{E} \xrightarrow{\text{X}} \text{A}$ , где **D** - спирт с нормальным углеродным скелетом.

Синтез проводят в среде гексана. 1,00 мл раствора вещества **A** в гексане осторожно прибавили к воде, затем полученную смесь оттитровали 14,0 мл 0,120 М раствора HCl. Вещество **B** получают при реакции щелочного металла **Y** с жидкостью **F** при температуре  $\sim -35^\circ\text{C}$ . При обработке продукта **B** избытком метанола выделилось вещество **H** и газ **G** с острым запахом (относительное содержание азота 82,4% по массе).

- a) Определите металлы **X** и **Y**. (1)
- b) Напишите формулы и названия веществ **C**, **E** и **D**. (1,5)
- c) Напишите уравнение реакции:  $\text{E} + \text{X} \rightarrow$  (2)
- d) Напишите уравнение реакции:  $\text{A} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow$  (2)
- e) Определите молярную концентрацию вещества **A** в гексане. (1)
- f) Напишите формулы веществ **G**, **F** и **B**. (1,5)
- g) Напишите уравнение реакции:  $\text{B} + \text{метанол} \rightarrow$  (2)

116

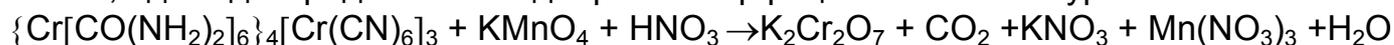
3. Газ **A** ведет себя в водном растворе как однопротонная кислота. Его плотность по фосгену ( $\text{COCl}_2$ ) равна 0,273. При растворении 1,00 г газа **A** в воде получили  $100 \text{ см}^3$  раствора с pH, равным 4,77.

- a) i) Найти молярную массу вещества **A**; ii) написать формулу вещества **A** и дать его название. (1)
- b) Рассчитать для полученного водного раствора: i) молярную концентрацию вещества **A**; ii) равновесную концентрацию ионов водорода; iii) степень диссоциации вещества **A**. (3)
- c) Выразить и рассчитать константу равновесия для диссоциации вещества **A**. (2)
- d) Обосновать, какой может быть степень окисления элементов в веществе **A**. (1)
- e) Написать уравнение полного гидролиза фосгена. (1)

f) По какому воздействию фосген и вещество **A** схожи? (1)

96

4. Читателям одного американского журнала, посвященного вопросам преподавания химии, однажды предложили подобрать коэффициенты в таком уравнении:



Редактор сообщил, что на решение этой задачи он потратил время на 1 доллар 27 центов. Остается только гадать, какая зарплата была у редактора и сколько времени он подбирал эти коэффициенты. Попробуйте это сделать и вы.

a) Дайте названия содержащихся в комплексных соединениях лигандов, указать их заряды. (2)

b) Определите заряды комплексного катиона, комплексного аниона и центральных атомов. (2)

c) Обоснуйте степень окисления углерода в лигандах. (1)

d) Напишите для всех элементов уравнения присоединения или отдачи электронов. (5)

e) Подберите коэффициенты (если хватит времени). (1)

116

5. Гальванический элемент составлен из двух растворов, соединенных электролитическим мостиком, заполненным электролитом. Одним из растворов был 0,0500 М раствор  $AgNO_3$ , в который погрузили серебряную пластину, другим - 0,100 М раствор  $CuSO_4$ , в который погрузили медную пластину. Стандартные потенциалы медного и серебряного электродов равны, соответственно, 0,799 В и 0,337 В.

Потенциал электрода выражается уравнением Нернста  $E = E^\circ + \frac{RT}{zF} \ln \frac{ox}{red}$ . Константа

равновесия реакции связана со стандартной ЭДС следующим образом  $zFE^\circ = RT \ln K$ ;  $F = 96500$  А·с/моль;  $R = 8,314$  Дж/К·моль.

a) Составить схему данного элемента. (1)

b) Написать уравнения реакций, протекающих на катоде и аноде, а также уравнение суммарной реакции. (5)

c) Рассчитать потенциал каждого электрода и ЭДС элемента. (3)

d) Рассчитать значение константы равновесия протекающей в элементе реакции и выразить константу равновесия. (2,5)

96

6. Известны тепловые эффекты реакций:



В результате сгорания 1,00 кг графита образовалась смесь газов, в которой обнаружили 80,0% CO и 20,0%  $CO_2$  (по массе).

a) Рассчитать энтальпию образования CO и  $CO_2$ . (3)

b) Рассчитать количество образовавшихся газов. (3)

c) Найти объем образовавшихся газов ( $25^\circ C$  и ровно 1 атм). (2)

d) Рассчитать выделившуюся при горении энергию. (1)

96