

## Открытые соревнования по химии

### Младшая группа (9 и 10 кл.)

Таллинн, Тарту, Курессааре, Нарва, Кохтла-Ярве; 13 ноября 2004 г.

1. Братья-близнецы Каур, Сандер и Яспер получили задание синтезировать 3,0 килограмма  $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$ , исходя из медного порошка. Каур выбрал в качестве реактива раствор концентрированной азотной кислоты, Сандер и Яспер - разбавленный раствор азотной кислоты, причем Сандер предварительно окислил медный порошок до оксида меди(II), нагревая его на воздухе.

- a) i) Написать уравнения реакций и ii) рассчитать количество азотной кислоты, необходимой для каждой реакции. (6)  
b) Рассчитать количество выделившегося ядовитого газа в синтезе каждого брата. (3)  
c) Обосновать, у кого из братьев метод синтеза был самым дешевым и самым экологически безопасным. (1) **106**

2. В 1897 году Томсон исследовал отрицательно заряженную частицу, которой дал название электрон.

Используя константу Фарадея  $F = 9,648456 \cdot 10^4$  Кл/моль (Кл – кулон), число Авогадро  $N_A = 6,022045 \cdot 10^{23}$  частиц/моль и найденное Томсоном отношение заряда электрона к массе электрона =  $1,7588047 \cdot 10^{11}$  Кл/кг,

найти:

- a) заряд электрона в кулонах, (2)  
b) массу электрона в граммах, (2)  
c) молярную массу электрона, (1,5)  
d) массу атома водорода в килограммах, если масса протона, являющегося ядром атома водорода, равна  $1,6726485 \cdot 10^{-27}$  кг, (1,5)  
e) i) отношение массы атома водорода к массе электрона; ii) отношение массы Земли ( $5,976 \cdot 10^{24}$  кг) к массе электрона. (2) **96**

3. Степень окисления металла **Me** в соединениях может быть II или III. Сульфид металла **Me** (**A**) является двухатомным. При горении 1,76 г вещества **A** в избытке кислорода образуется  $\text{SO}_2$  и твердое вещество **B**. При растворении вещества **B** в эквивалентном количестве 37,6% раствора серной кислоты образуется 42,5% раствор соли **C**. При охлаждении раствора осаждается 2,75 г кристаллогидрата **D** и содержание в растворе соли **C** падает до 30,6 процентов.

- a) Обозначив металл символом **Me**, написать i) формулы веществ **A–C**; уравнения реакций получения веществ ii) **B** и iii) **C**. (3,5)  
b) Найти атомную массу металла и написать его химический символ.  
*Подсказка: выразите количество металла через атомную массу металла (неизвестное) и выразите массы оксида, соли и исходного раствора.* (4)  
c) Найти состав кристаллогидрата **D** и написать его формулу. (4,5) **126**

4. Во время удара молнии высвобождается  $1,0 \cdot 10^9$  Дж энергии, которая используется для синтеза газа **C** из компонентов воздуха **A** и **B**. Энтальпия

образования газа **C** равна 90,37 кДж/моль. При реакции газа **C** с газом **B** образуется бурый газ **D**. При растворении газа **D** в воде в присутствии газа **B** образуется кислородсодержащая кислота **E**, являющаяся сильным окислителем. Кислота **E** реагирует с аммиаком, образуя соединение **F**. При нагревании соединения **F** выделяется вода и используемый для наркоза газ **G**.

- a) Написать формулы и названия веществ **A – G**. (3,5)
- b) Написать уравнения реакций: i)  $A + B \rightarrow C$ , ii)  $C + B \rightarrow D$ , iii)  $D + H_2O + B \rightarrow E$ , iv)  $E \rightarrow F$ , v)  $F \rightarrow G + H_2O$ . (2,5)
- c) Рассчитать, сколько молей кислоты **E** можно получить при одном ударе молнии, если используется 5,0% высвобождающейся энергии и все этапы идут со 100%-ным выходом. (3) **9 6**

5. Почти все химические элементы с кислородом образуют оксиды. В зависимости от элемента эмпирические формулы оксидов могут быть очень разные:  $XO$ ,  $XO_2$ ,  $XO_3$ ,  $XO_4$ ,  $X_2O$ ,  $X_2O_2$ ,  $X_2O_3$ ,  $X_2O_5$ ,  $X_2O_7$ .

Один и тот же элемент может образовывать оксиды с разной степенью окисления.

- a) Написать i) 8 оксидов металлов и ii) 7 оксидов неметаллов с разными степенями окисления; дать названия оксидов. (7,5)
- b) Какая из формул соответствует i) пероксиду ii) гиппероксиду? iii) Элементам какой группы периодической системы характерны такие оксиды?
- iv) Определите степень окисления кислорода в пероксидах и гиппероксидах. (3,5) **11 6**

6. Состав раствора этанола может выражаться в объемных процентах. Плотность 40,00%vol раствора этанола равна 0,94805 г/см<sup>3</sup>, плотность чистой воды в этих же условиях - 0,99820 г/см<sup>3</sup> и этанола - 0,78924 г/см<sup>3</sup>.

Для приготовления 40%vol раствора этанола берут рассчитанный объем (соответствует 40 единицам объема чистого этанола) 96,5%ного раствора этанола и разбавляют водой до 100 единиц объема.

- a) Рассчитать, в скольких миллилитрах 96,5%vol раствора этанола содержится ровно 40 мл этанола. (1)
- b) Рассчитать, сколько миллилитров воды нужно взять для приготовления ровно 100 мл 40,00%vol раствора этанола при условии, что разбавляют этанол, в котором не содержится воды. (6)
- c) Какую величину нужно еще знать, чтобы найти точное значение объема воды, необходимого прибавить к 96,5%vol раствору этанола для получения ровно 100 мл 40,00%vol раствора этанола? (2) **9 6**