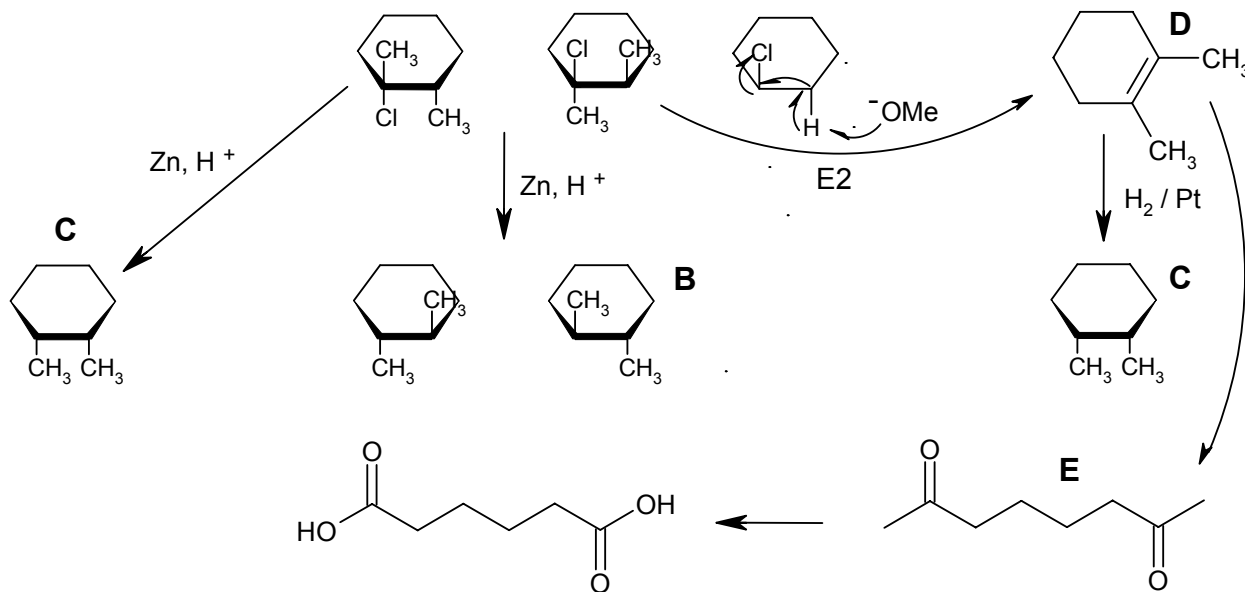


**Решения задач VII Балтийской олимпиады по химии**  
**5 - 7 мая 1999 г., Каунас**

1. рацемат **A**:

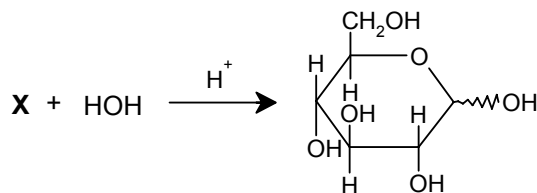


2. 6-O- $\beta$ -D-глюкопиранозил-D-глюкоза (генциобиоза).

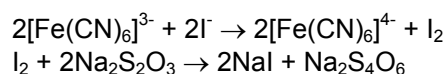
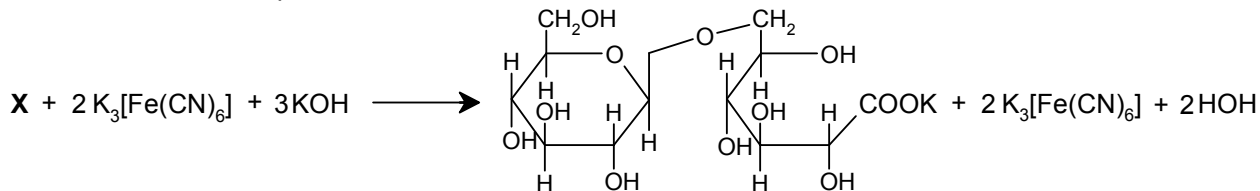


b) Реакции идентификации вещества **X**:

1) гидролиз:



2) восстанавливающие свойства



$$n(N_2S_2O_3) = 0,0105 \text{ дм}^3 \cdot 0,0100 \text{ M} = 0,105 \text{ ммоль}$$

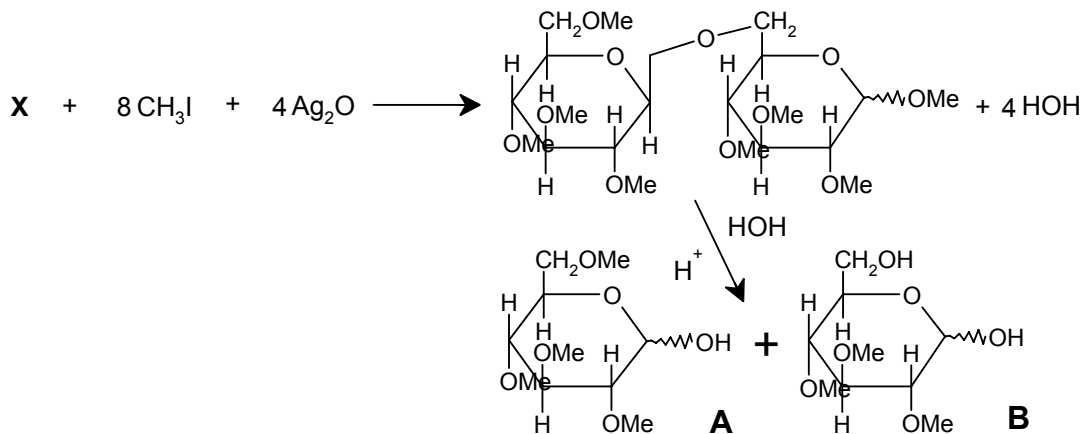
$$n(K_3[Fe(CN)_6]) = 0,0250 \text{ дм}^3 \cdot 0,0100 \text{ M} = 0,250 \text{ ммоль}$$

0,145 ммоль  $K_3[Fe(CN)_6]$  вступило в реакцию окисления.

$$M(X) = 25 \text{ мг} / (0,0725 \text{ ммоль}) = 345 \text{ г/моль}$$

Очевидно, **X** – дисахарид;  $M(\text{Glu}_2) = 342 \text{ г/моль}$ .

3) Метилирование и окисление.



2,3,4-триметокси-5-гидроксиадипиновую кислоту, и 2,3,4,6-тетраметокси-5-гидроксикапроновую кислоту образуются при окислении **A** и **B**. Наличие в  $\text{HOOC-CH(OH)-[CH(OMe)]}_3\text{-COOH}$  трех гидроксильных групп указывает на то, что в дисахариде **X** 1 → 6 гликозидная связь.

3.  $K$  – константа равновесия реакции  $\text{Ag}^+ + 2\text{NH}_3 \rightarrow [\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]^+$

$$E_1 = E_{\text{Ag}^+/\text{Ag}}^0 + \frac{R \cdot T}{F} \cdot \ln[\text{Ag}^+]_1 = E_{\text{Ag}^+/\text{Ag}}^0 + \frac{8,314 \text{ Дж} \cdot \text{К}^{-1} \cdot \text{моль}^{-1} \cdot 298 \text{ К}}{96485 \text{ Кл} \cdot \text{моль}^{-1}} \cdot \ln(0,0100 \text{ М})$$

$$E_1 = E_{\text{Ag}^+/\text{Ag}}^0 - 0,118 \text{ В}$$

$$E_2 = E_{\text{Ag}^+/\text{Ag}}^0 + \frac{R \cdot T}{F} \cdot \ln[\text{Ag}^+]_2 = E_1 - 0,285 \text{ В} = E_{\text{Ag}^+/\text{Ag}}^0 - 0,118 \text{ В} - 0,285 \text{ В}$$

$$E_2 = E_{\text{Ag}^+/\text{Ag}}^0 - 0,403 \text{ В}$$

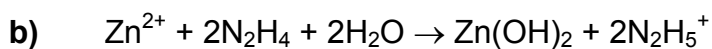
$$\ln[\text{Ag}^+]_2 = \frac{-0,403 \text{ В} \cdot 96485 \text{ Кл} \cdot \text{моль}^{-1}}{8,314 \text{ Дж} \cdot \text{К}^{-1} \cdot \text{моль}^{-1} \cdot 298 \text{ К}} = -15,694 \Rightarrow [\text{Ag}^+]_2 = 1,53 \cdot 10^{-7} \text{ М}$$

$$[\text{NH}_3]_0 = \frac{0,0170 \text{ г}}{17,0 \text{ г/моль}} \cdot \frac{1}{0,0100 \text{ дм}^3} = 0,100 \text{ М}; [\text{Ag}(\text{NH}_3)_2^+] = [\text{Ag}^+]_1 - [\text{Ag}^+]_2 \approx 0,0100 \text{ М}$$

$$[\text{NH}_3] = [\text{NH}_3]_0 - 2 \cdot [\text{Ag}(\text{NH}_3)_2^+] = 0,100 \text{ М} - 0,0200 \text{ М} = 0,080 \text{ М}$$

$$K = \frac{[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2^+]}{[\text{Ag}^+] \cdot [\text{NH}_3]^2} = \frac{0,0100 \text{ М}}{(1,53 \cdot 10^{-7} \text{ М}) \cdot (0,080 \text{ М})^2} = 1,0 \cdot 10^7 \text{ М}^{-2}$$

4. В полученном растворе происходят реакции:



$$K_r = \frac{[\text{N}_2\text{H}_5^+]^2}{[\text{N}_2\text{H}_4]^2 \cdot [\text{Zn}^{2+}]} = \frac{K_b^2}{K_s} = \frac{(1,3 \cdot 10^{-6} \text{ М})^2}{1,20 \cdot 10^{-17} \text{ М}^3} = 1,41 \cdot 10^5 \text{ М}^{-1}$$

$$[\text{Zn}^{2+}] = [\text{Zn}^{2+}]_0 - \frac{1}{2} \cdot [\text{N}_2\text{H}_5^+] = \frac{75 \text{ мл}}{75 \text{ мл} + 25 \text{ мл}} \cdot 0,0160 \text{ М} - \frac{1}{2} \cdot [\text{N}_2\text{H}_5^+] = 0,0040 \text{ М} - \frac{1}{2} \cdot [\text{N}_2\text{H}_5^+] = x;$$

$[N_2H_5^+] \approx 0,0080 \text{ M}$  (так как  $K_r \gg 0$ , то  $[N_2H_5^+] \gg [Zn^{2+}]$ );

$$[N_2H_4] = [N_2H_4]_0 - [N_2H_5^+] = \frac{75 \text{ мл}}{75 \text{ мл} + 25 \text{ мл}} \cdot 0,133 \text{ M} - 0,0080 \text{ M} \approx 0,092 \text{ M};$$

$$\frac{(0,0080 \text{ M})^2}{(0,092 \text{ M})^2 \cdot x} = 1,41 \cdot 10^5 \text{ M}^{-1} \Rightarrow x = [Zn^{2+}] \approx 5,4 \cdot 10^{-8} \text{ M}$$

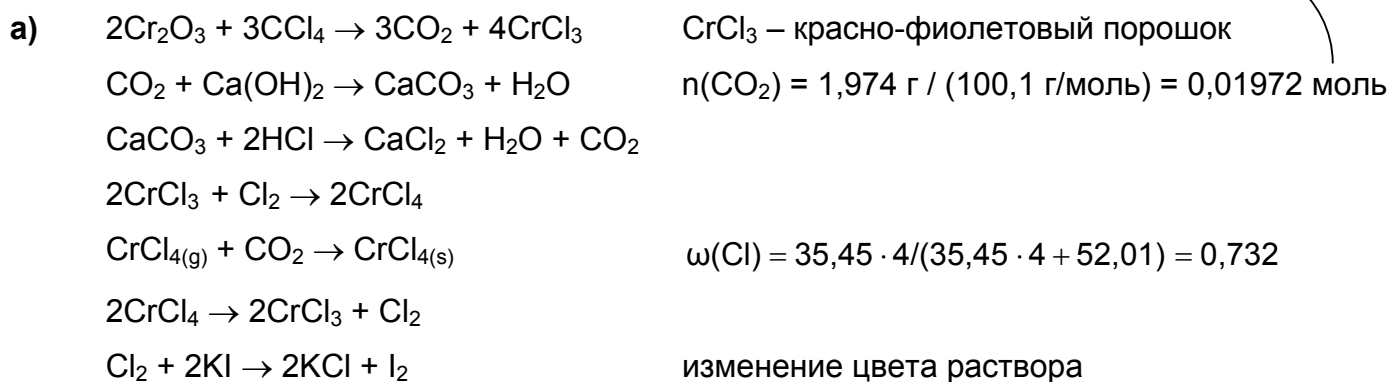
$$[OH^-] = \sqrt{\frac{K_s}{[Zn^{2+}]}} = \sqrt{\frac{1,20 \cdot 10^{-17} \text{ M}^3}{5,37 \cdot 10^{-8} \text{ M}}} = 1,5 \cdot 10^{-5} \text{ M}^3$$

c)  $pH = 14 + \log[OH^-] = 9,21$

5. Молярную массу металла Me в оксиде состава  $Me_yO_x$  можно найти по формуле:

$$M(\text{Me}) = \frac{x}{y} \cdot \frac{\% \text{Me}}{\% \text{O}} \cdot 16 = \frac{x}{y} \cdot \frac{68,42}{31,58} \cdot 16$$

При  $x = 3$  и  $y = 2$  молярная масса Me равна 52,0 г/моль, что соответствует молярной массе Cr (хрома). Оксид хрома (III) –  $Cr_2O_3$ .  $M(Cr_2O_3) = 2,000 \text{ г} / (\frac{2}{3} \cdot 0,01972 \text{ моль}) = 152 \text{ г/моль}$

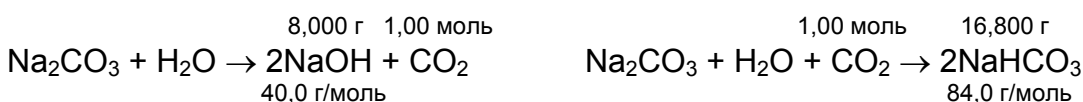


b) Происходит окислительно-восстановительная реакция разложения  $CrCl_4$ , при этом образующийся продукт  $CrCl_3$  гидролизует:  $CrCl_3 + H_2O \rightarrow CrCl_2(OH) + HCl$ .

6.  $\mu = \sqrt{n(n+2)} \Rightarrow n \approx 5$ . Магнетон Бора позволяет определить число неспаренных электронов в атоме. Полученное значение  $n = 5$  дает возможность предполагать, что молекулы воды не образуют координационные связи с атомом марганца, а образуют гидратную оболочку катиона калия. Поэтому формула полученного кристаллического вещества:  $K_2[Mn(NO_3)_2(SCN)_2] \cdot 4H_2O$ . Его молярная масса равна 445,8 г/моль. Комплексный анион может иметь два изомера: цис и транс.

7. **A** –  $Na_2CO_3$ , карбонат натрия;  
**B** –  $NaOH$ , гидроксид натрия;  
**C** –  $CO_2$ , углекислый газ;  
**D** –  $NaHCO_3$ , гидрокарбонат натрия;

Численным данным удовлетворяют  $CO_2$ ,  $NaOH$  и  $NaHCO_3$ .



$$n(CO_2) = \frac{740}{760} \cdot \frac{101,325 \text{ кПа} \cdot 2,469 \text{ дм}^3}{8,314 \text{ Дж} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{моль}^{-1} \cdot 293 \text{ K}} = 0,100 \text{ моль}$$