

федеральное государственное образовательное учреждение высшего
образования «Первый Санкт-Петербургский государственный
медицинский университет имени академика И. П. Павлова» Министерства
здравоохранения Российской Федерации
(ФГБОУ ВО ПСПбГМУ им. И. П. Павлова Минздрава России)

Олимпиада школьников по химии

Заключительный этап

ФИО участника Стеница Варвара Романовна

Класс 10

Регион Республика Мордовия

Образовательное учреждение ГБОУ РМ "Республиканский лицей"

Мобильный телефон +7 963 108 9383

Электронная почта roman.stenin@mail.ru

1) NaHCO_3 : карбоксильной группой ($-\text{COOH}$)

Na_2CO_3 : карбоксильные группы; лактоны группы

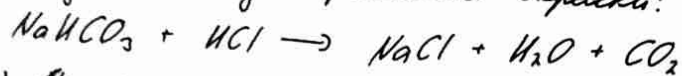
NaOH : карбоксильные группы; фенольные группы; также может гидролизовать лактоны группы

HCl : не реагирует ни с какой из представленных групп.

2) Схема 1: ($\text{УИТ} + \text{NaHCO}_3 + \text{HCl} + \text{М/О}$)

1) Реагирует с NaHCO_3 : $\text{УИТ}-\text{COOH} + \text{NaHCO}_3 \rightarrow \text{УИТ}-\text{COONa} + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$

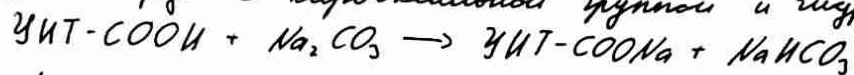
2) В титрование добавили изб. NaHCO_3 известного объема. Непрореаг. NaHCO_3 титруем HCl до перманентной окраски:



3) ~~По~~ С помощью полученных результатов рассчитываем к-во групп, вступивших в реакцию.

Схема 2: ($\text{УИТ} + \text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{HCl} + \text{Ф/Ф}$)

1) Реагирует с карбоксильной группой и гидролизует лактоны:



Лактон + $\text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow$ соль оксикарбоновой кислоты + продукты раскрытия цикла

2) В титрование добавили изб. Na_2CO_3 известного объема. Непрореаг. Na_2CO_3 титруем HCl с помощью Ф/Ф , $\Rightarrow$ оттитруется только половина карбоновой соли: $\text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{HCl} \rightarrow \text{NaHCO}_3 + \text{NaCl}$

3) С помощью полученных результатов рассчитываем к-во групп, вступивших в реакцию.

Схема 3: ($\text{УИТ} + \text{NaOH} + \text{HCl} + \text{Ф/Ф}$)

1) Реагирует с карбоксильной группой, фенольной группой и гидролизует лактоны: $\text{УИТ}-\text{COOH} + \text{NaOH} \rightarrow \text{УИТ}-\text{COONa} + \text{H}_2\text{O}$



(фенол)

Лактон + $\text{NaOH} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow$ продукты раскрытия цикла.

2) В титрование добавили изб. NaOH известного объема. Непрореаг. NaOH титруем до обесцвечивания. $\text{NaOH} + \text{HCl} \rightarrow \text{NaCl} + \text{H}_2\text{O}$

3) С помощью полученных результатов рассчитываем к-во групп, вступивших в реакцию.

Схема 4: ($\text{УИТ} + \text{HCl} + \text{NaOH} + \text{Ф/Ф}$)

1) Реагирует с гидроксигруппой: $\text{УИТ}-\text{OH} + \text{HCl} \rightarrow \text{УИТ}-\text{Cl} + \text{H}_2\text{O}$

2) В титрование добавили изб. HCl известного объема. Непрореаг. HCl титруем до бледно-розов. окраски.

3) С помощью полученных результатов рассчитываем к-во групп, вступивших в реакцию.

3) $m(\text{УИТ}) = 0,012$

$V_{\text{р-ров}} = 10 \text{ см}^3$

$n_{\text{р-ров}} = 0,02$

Схема 1: $V(\text{HCl}) = 8,8 \text{ мл}$

$$V(\text{HCl}) = 0,176 \text{ ммоль} = V(\text{NaHCO}_3 \text{ изд}) \Rightarrow V(\text{NaHCO}_3 \text{ пр.}) = 0,2 - 0,176 = 0,024 \text{ ммоль} = V(\text{COOH})$$

$$C(\text{COOH}) = \frac{0,024}{0,01} = 2,4 \frac{\text{ммоль}}{\text{л}}$$

Схема 2: $V(\text{HCl}) = 6,4 \text{ мл}$

$$V(\text{HCl}) = 0,128 \text{ ммоль} = V(\text{Na}_2\text{CO}_3 \text{ изд}) \Rightarrow V(\text{Na}_2\text{CO}_3 \text{ пр.}) = 0,2 - 0,128 = 0,072 \text{ ммоль} = V(\text{УНТ})$$

$$V(\text{лакт.}) = 0,72 - 0,024 = 0,048 \text{ ммоль} \Rightarrow C = \frac{0,048}{0,01} = 4,8 \frac{\text{ммоль}}{\text{л}}$$

Схема 3: $V(\text{HCl}) = 5,8$

$$V(\text{HCl}) = 0,116 = V(\text{NaOH изд}) \Rightarrow V(\text{NaOH пр.}) = 0,2 - 0,116 = 0,084 \text{ ммоль} = V(\text{УНТ})$$

$$V(\text{глюкон.}) = 0,084 - 0,024 - 0,048 = 0,012 \text{ ммоль} \Rightarrow C = \frac{0,012}{0,01} = 1,2 \frac{\text{ммоль}}{\text{л}}$$

Схема 4 $V(\text{NaOH}) = 9,7 \text{ мл}$

$$V(\text{NaOH}) = 0,194 \text{ ммоль} = V(\text{HCl изд}) \Rightarrow V(\text{HCl пр.}) = 0,2 - 0,194 = 6 \cdot 10^{-3} \text{ ммоль} = V(\text{гидроксипр.})$$

$$C(\text{гидроксипр.}) = \frac{0,006}{0,01} = 0,6 \frac{\text{ммоль}}{\text{л}}$$

Хотя скорее всего так нельзя определить кон-во гидроксильной группы.

Задание 2

1) Лактат - молочная к-та: $\text{CH}_3 - \underset{\text{OH}}{\text{CH}} - \text{COOH}$

Ацетат - уксусная к-та: CH_3COOH

Дихлорацетат - дихлоруксусная к-та: CHCl_2COOH

Пропионат - пропионовая к-та: $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{COOH}$

13 б.

2) Чем больше K_a , тем сильнее к-та:

Пропионовая < Уксусная < Молочная < Дихлоруксусная

т.к.: электроотрицательность увеличивает силу к-ты; электронодоноры уменьшают силу к-ты.

3) Буферный р-р. Они нужны для поддержания определенного pH в р-ре.

$$K_a = \frac{[H^+][A^-]}{[HA]} \Rightarrow [H^+] = \frac{K_a[HA]}{[A^-]} \Rightarrow \text{pH} = -\lg\left(\frac{K_a[HA]}{[A^-]}\right) = \text{p}K_a + \lg\left(\frac{[A^-]}{[HA]}\right)$$

Сильно высокие - $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{COOH}$

Сильно низкие - CHCl_2COOH

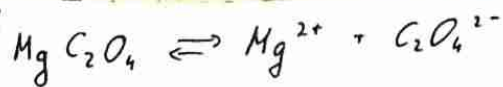
т.к. тем слабее к-та, тем меньше K_a , тем выше $\text{p}K_a$, тем выше pH.

4) X - MgC_2O_4 (оксалат магния)

Муть появилась в стаканах с лактатом и ацетатом, т.к. достаточно высокий pH и несильно низкая кислотность $\Rightarrow$ других процессов нет.

Презражение: Пропионат, т.к. pH очень высокий $\Rightarrow$ могут образовываться комплексы. Дихлорацетат, т.к. pH очень низкий $\Rightarrow$ оксалат-ионы почти нет.

(2)

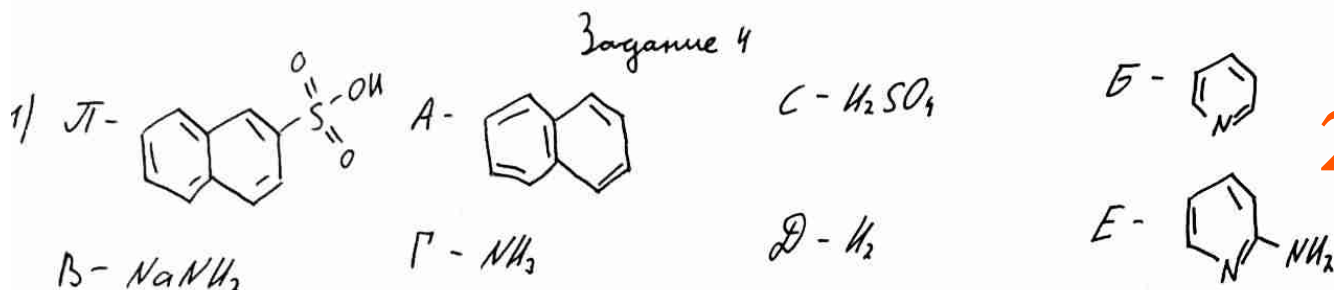


$$K_s = [\text{Mg}^{2+}][\text{C}_2\text{O}_4^{2-}] = 8,51 \cdot 10^{-5} = S^2$$

$$S = 9,22 \cdot 10^{-3} \frac{\text{моль}}{\text{л}}$$

$$M(\text{MgC}_2\text{O}_4) = 112 \frac{\text{г}}{\text{моль}}$$

$$S = 9,22 \cdot 10^{-3} \cdot 112 = 1,0332 \frac{\text{г}}{\text{л}} = 103,3 \frac{\text{мг}}{100 \text{ г}}$$



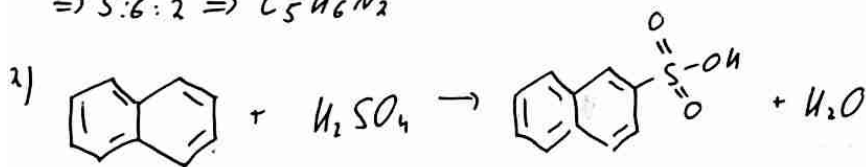
$$A: \Delta T = k \cdot C \Rightarrow C = \frac{\Delta T}{k} = \frac{0,383}{3,83} = 0,1 \frac{\text{моль}}{\text{л}} \Rightarrow V = 0,1 \text{ моль}$$

$$M(A) = \frac{12,8}{0,1} = 128 \Rightarrow \text{C}_{10}\text{H}_8$$

$$E: w(\text{N}) = 29,86\%$$

$$\text{C}_x\text{H}_y\text{N}_z: x:y:z = \frac{0,6377}{12} : \frac{0,0637}{1} : \frac{0,2986}{14} = 0,053 : 0,0637 : 0,021 = 2,5 : 3 : 1 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow 5:6:2 \Rightarrow \text{C}_5\text{H}_6\text{N}_2$$

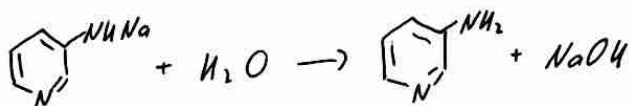
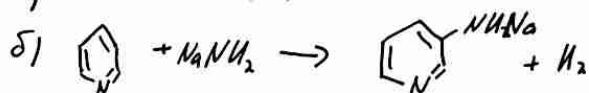
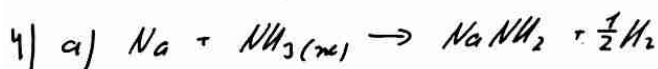


SE — сульфирование

а) т.к. при высоких T реакция идет как термодинамический процесс и в данных условиях д-изомер менее стабилен, из-за стерических затруднений. При низких T реакция идет как кинетический процесс и в данных условиях образование д-изомера происходит легче.

б) Для предотвращения улетучивания реагентов, удерживания воды в реакционной зоне.

3) Возгонка нафталина; нафталинсульфокислота может кристаллизоваться. Правила безопасности: 1) Зажупорка предохранительного клапана срабатывание давления, освобождая болты фланцевой крышки



Задача 5

1) $p = 1 \text{ атм}$

$w(\text{O}_2) = 20,9476\%$

$p_i(\text{O}_2) = 0,209476 \cdot 1 = 0,209476 \text{ атм}$

$p_{\text{акт.}}(\text{O}_2) = 9 \text{ мм/ч}$

$C = 9 \text{ мм/ч} \cdot 0,209476 = 1,885284 \text{ мм/ч} \quad (\text{море})$

$p = 0,75 \text{ атм}$

$p_i(\text{O}_2) = 0,1571 \text{ атм}$

$p_{\text{акт.}} = 9 \text{ мм/ч}$

$C = 9 \cdot 0,75 = 0,1571 \frac{\text{мм}}{\text{ч}} \quad (\text{Роза Пук})$

2) $10 \text{ м} - 1 \text{ атм}$

$200 \text{ м} - 20 \text{ атм}$

$p_{\text{кв.м}} = 1 + 20 = 21 \text{ атм}$

$p(\text{O}_2 \text{ м}) = 0,2094 / 21 = 9,98 \cdot 10^{-3} \quad (0,998\%)$

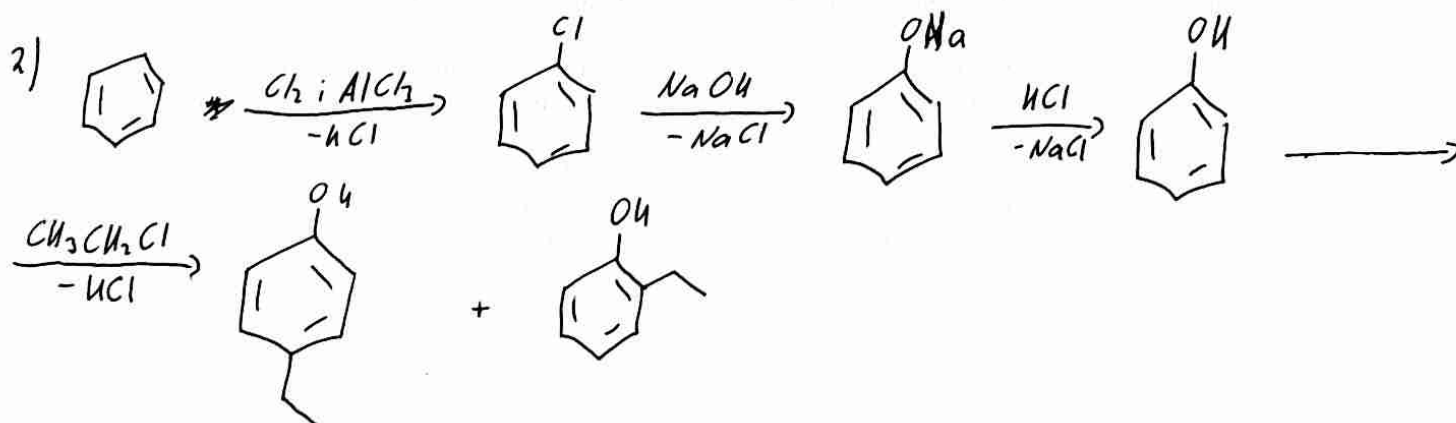
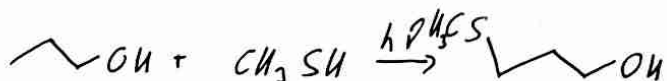
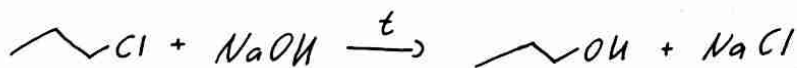
3) $pV = \nu RT \Rightarrow p \frac{m}{\rho} = \frac{m}{M} RT \Rightarrow pM = \rho RT$

$M_{\text{сп}} = 28,93 \text{ г/моль} = 0,02893 \text{ кг/моль}$

$\text{Море: } \rho = \frac{1 \cdot 0,02893}{0,082057 \cdot 298} = 0,00183 \text{ кг/м}^3 = 1,183 \text{ г/м}^3$

$\text{Кв. Конце: } \rho = \frac{0,55 \cdot 0,02893}{0,082057 \cdot 278} = 0,000697 \text{ кг/м}^3 = 0,697 \text{ г/м}^3$

Задача 3



56.

