



28-82-26-81  
(44.2)



МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
имени М.В.ЛОМОНОСОВА

*Выход 12<sup>51</sup> - 12<sup>55</sup>  
ШШШШ*

Вариант 1

Место проведения Москва  
город

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Олимпиада школьников Ломоносов  
наименование олимпиады

по ХИМИИ  
профиль олимпиады

Мухаммадиевой Гузели Мавлетовны  
фамилия, имя, отчество участника (в родительном падеже)

Дата  
« 2 » МАРТА 2025 года

Подпись участника  
*ШШШШ*





Задача

N5.  $pV = \nu RT$

$p \frac{m}{\rho} = \frac{m}{M} RT$

$\rho = \frac{pM}{RT}$ ;  $M = \frac{\rho RT}{p}$

$M_1 = \frac{1,536 \cdot 8,314 \cdot 303,15}{101,325} \approx 38,2 \text{ г/моль}$

$M_2 = \frac{1,609 \cdot 8,314 \cdot 303,15}{101,325} \approx 40 \text{ г/моль}$

$M_2$  соответствует молярной массе одного из газов А и Б.

40 г/моль:  $C_3H_4$  и  $Ar$ . Оба не имеют запаха  $\Rightarrow$  это газ Б.  
т.к. смесь используется для создания инертной атмосферы, то

Б -  $Ar$  +

$M_1 = \chi_A \cdot M_A + \chi_B \cdot M_B$ ;  $\chi_A = \chi_A$ ;  $\chi_B = 1 - \chi_A$

непопулярный состав имеет газ -  $Ar \Rightarrow \chi_B = 100\% - 20\% = 80\%$

$38,2 = 0,2 \cdot M_A + 0,8 \cdot 40$

$M_A = \frac{38,2 - 0,8 \cdot 40}{0,2} = 31 \text{ (г/моль)}$  - соответствует молярной массе метилamina:  $+ NH_2 - CH_3$

А - метиламин ( $H_2N - CH_3$ ); Б - аргон ( $Ar$ )

$\nu_{смеси} = \frac{pV}{RT} = \frac{101,325 \cdot 1,243}{8,314 \cdot 303,15} \approx 0,05 \text{ моль}$

$Ar$  не реагирует с азотной кислотой;  $H_2NCH_3 + HNO_3 \rightarrow H_3NCH_3 Cl$

$\nu_{H_3NCH_3} = 0,2 \cdot \nu_{смеси} = 0,2 \cdot 0,05 = 0,01 \text{ (моль)}$

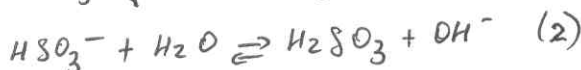
$\nu_{HNO_3} = \nu_{HNO_3} = 0,2 \cdot 0,25 = 0,05 \text{ (моль)}$

После реакции:  $\nu_{H_3NCH_3} = 0,01 \text{ моль}$   $\nu_{HNO_3} = 0,05 - 0,01 = 0,04 \text{ моль}$   
Будем считать, что объем раствора после взаимодействия метилamina не изменился:

$c_{H_3NCH_3} = \frac{0,01}{0,25} = 0,04 \text{ (M)}$ ;  $c_{HNO_3} = \frac{0,04}{0,25} = 0,16 \text{ (M)}$  +

Ответ: А -  $H_2N - CH_3$ ; Б -  $Ar$ ;  $c_{H_3NCH_3} = 0,04 \text{ M}$ ;  $c_{HNO_3} = 0,16 \text{ M}$ .

N6.  $HSO_3^- \rightleftharpoons H^+ + SO_3^{2-}$  (1)



Процесс (1) характеризуется  $K_{дисс} (HSO_3^-) = 6,2 \cdot 10^{-8}$  +

Процесс (2) характеризуется константой гидролиза:  $K_{г} = \frac{[H_2SO_3][OH^-]}{[HSO_3^-]}$  +

$K_{дисс} (H_2SO_3) = \frac{[H^+][HSO_3^-]}{[H_2SO_3]}$ ;  $K_{дисс} (H_2SO_3) = \frac{[H^+][OH^-][H_2SO_3]}{[H_2SO_3][OH^-]}$  +

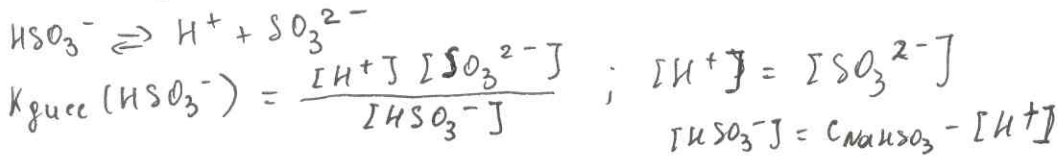
$K_{дисс} (H_2SO_3) = \frac{K_w [H_2SO_3]}{[H_2SO_3][OH^-]}$ ;  $\frac{K_w}{K_{дисс} (H_2SO_3)} = K_{г} = \frac{[H_2SO_3][OH^-]}{[HSO_3^-]}$

$K_{г} = \frac{10^{-14}}{1,4 \cdot 10^{-2}} \approx 7,14 \cdot 10^{-13}$ ;  $K_{г} \ll K_{дисс} (HSO_3^-)$ . Значит, преобладает процесс диссоциации по второй ступени. То есть среда раствора кислая +

Исходник

№5 (продолжение)

Пренебрежём гидролизом (т.е. процессом (2)), т.к. его константа мала по сравнению с  $K_{дисс}(\text{HSO}_3^-)$ .



$$c_{\text{NaHSO}_3} = \frac{V_{\text{NaHSO}_3}}{V} ; V_{\text{NaHSO}_3} = \frac{3,12}{104} = 0,03 \text{ (моль)}$$

$$c_{\text{NaHSO}_3} = \frac{0,03}{1} = 0,03 \text{ (M)}$$

$$K_{дисс}(\text{HSO}_3^-) = 6,2 \cdot 10^{-8} = \frac{[\text{H}^+]^2}{0,03 - [\text{H}^+]}$$

$$[\text{H}^+]^2 = 0,03 \cdot 6,2 \cdot 10^{-8} - 6,2 \cdot 10^{-8} [\text{H}^+]$$

$$[\text{H}^+]^2 + 6,2 \cdot 10^{-8} [\text{H}^+] - 1,86 \cdot 10^{-9} = 0$$

$$D = (6,2 \cdot 10^{-8})^2 + 4 \cdot 1,86 \cdot 10^{-9} \approx 7,44 \cdot 10^{-9}$$

$$[\text{H}^+] = \frac{-6,2 \cdot 10^{-8} \pm \sqrt{7,44 \cdot 10^{-9}}}{2}$$

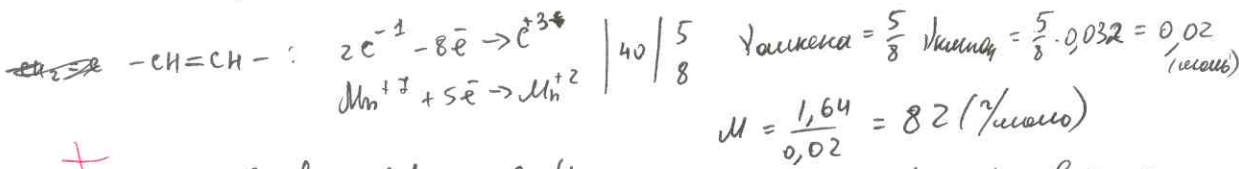
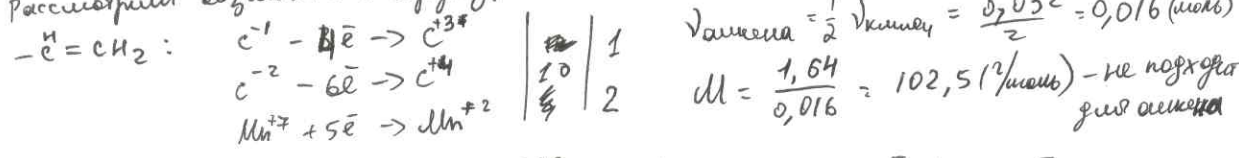
По смыслу задачи  $[\text{H}^+] > 0$ , поэтому  $[\text{H}^+] \approx 4,31 \cdot 10^{-5} \text{ (M)}$

$$pH = -\log_{10} [\text{H}^+] = -\log_{10} (4,31 \cdot 10^{-5}) \approx 4,37$$

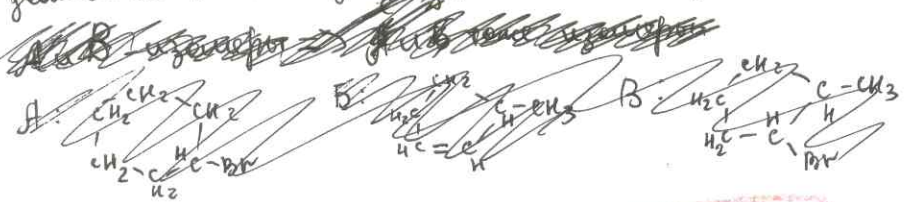
Ответ: среда раствора кислая; pH = 4,37

№7  $V_{\text{кислота}} = 0,2 \cdot 0,16 = 0,032 \text{ (моль)}$

Рассмотрим возможные структуры алкенов:  $C_n H_{2n}$



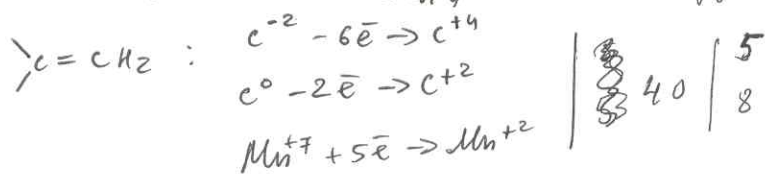
82 г/моль соответствует формуле  $C_6 H_{10}$ . Т.к. А и В - монобромпроизводные, то двойная связь в А и В одна. тогда подходит циклический алкен.



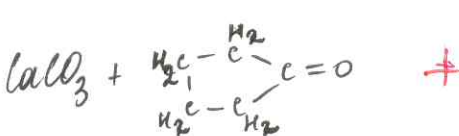
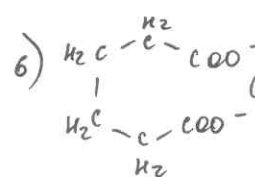
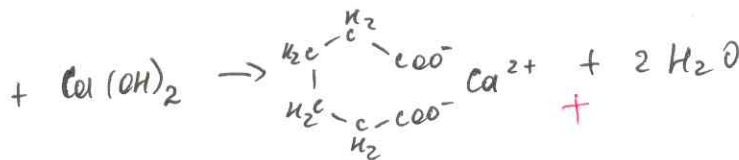
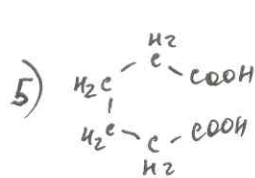
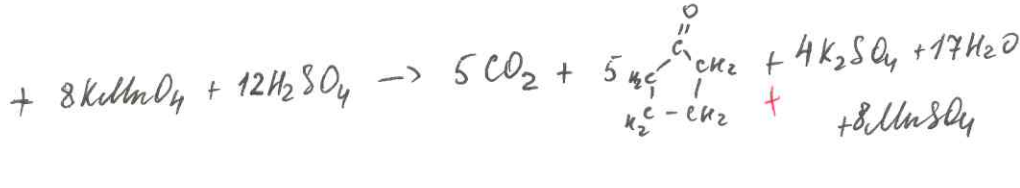
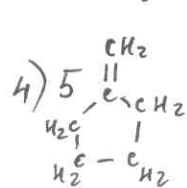
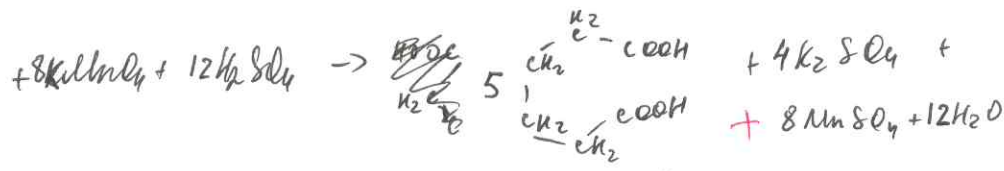
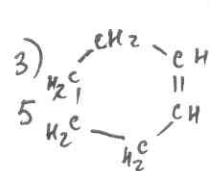
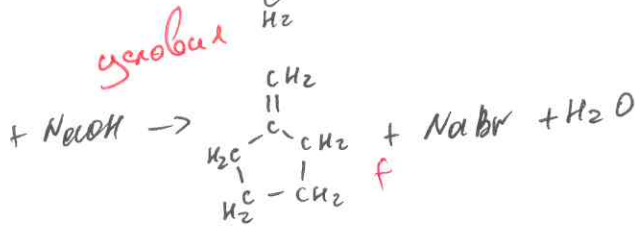
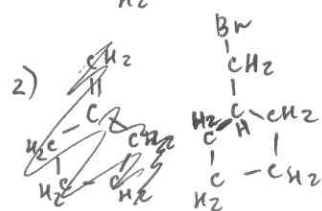
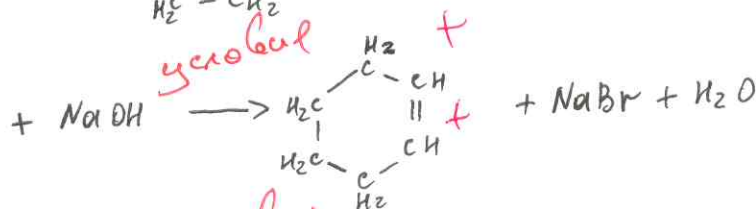
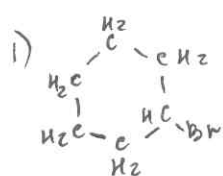
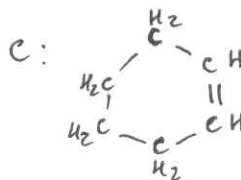
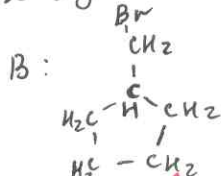
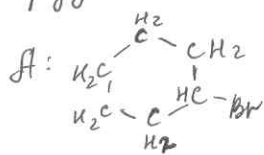
Условие

n7 (продолжение)

Теоретическое отношение  $V_{\text{метан}}$  к  $V_{\text{окислителя}}$  будет равно  $\frac{8}{5}$  при



В таком случае из продукта окисления с метаном будет получено продукт окисления 2 в 8 раз сильнее.

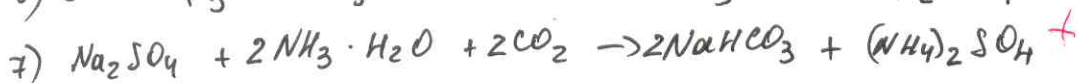
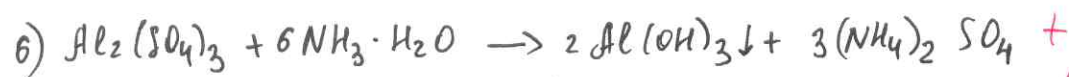
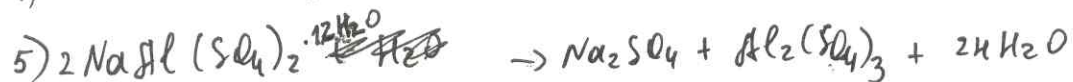
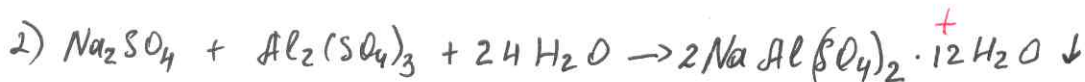


Условие

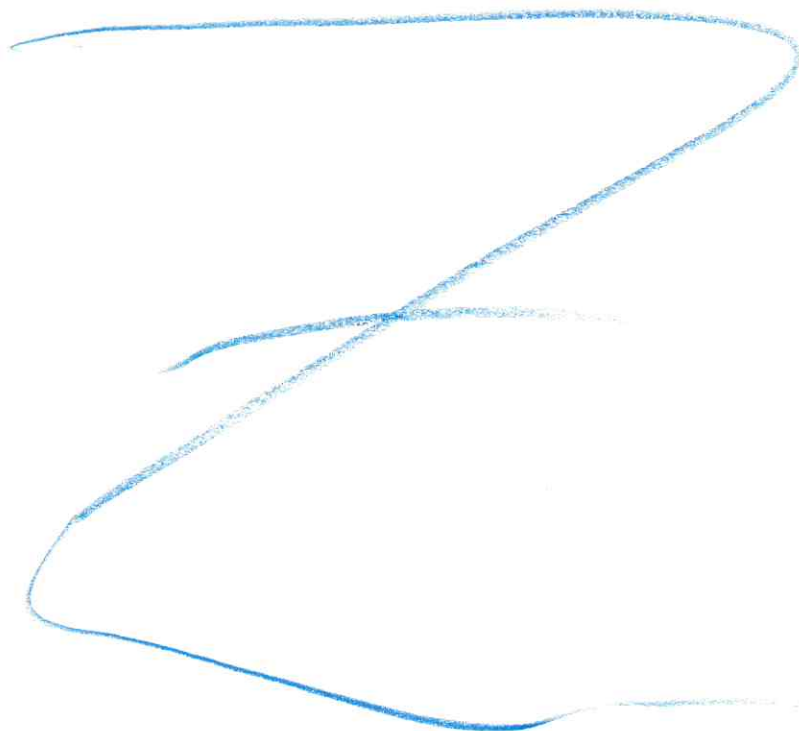
№. X - Na; B -  $\text{Na}_3[\text{AlF}_6]$ ; A -  $\text{NaAl}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$ 

$$\frac{\omega_{\text{Na}}}{\omega_{\text{Al}}} = \frac{3 \cdot 23}{27} \approx 2,555 \quad \text{- в соединении B} \quad +$$

$$\omega_{\text{Na}} = \frac{23}{23+27+32 \cdot 2+16 \cdot 4 \cdot 2+18 \cdot 12} \approx 0,0502 \quad (5,02\%) \quad \text{- в соединении A} \quad +$$

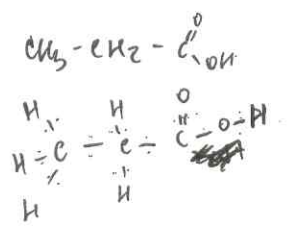


Получается гидрокарбонат натрия:  $\text{NaHCO}_3$ ; при его нагревании до  $100^\circ\text{C}$  получается карбонат:  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ .

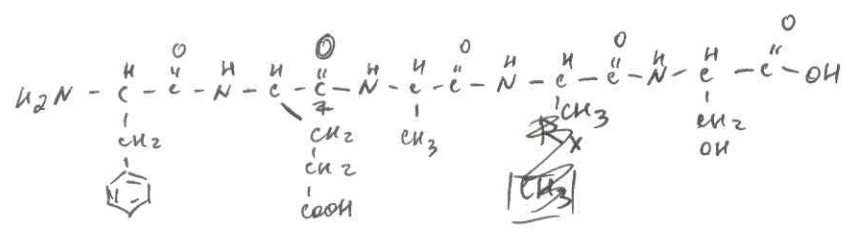
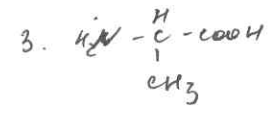
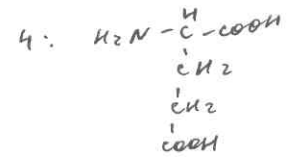
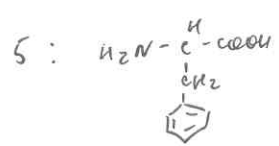
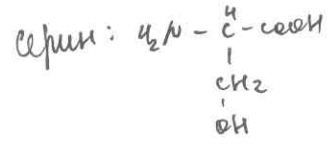


~~черновик~~

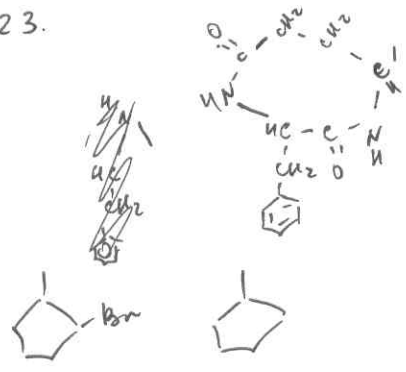
C: 6 6  
O: 8 8  
H: 0 1



6x + 8y =



5 2 3.



$$K_{дисс}(H_2SO_3) [H_2SO_3][OH^-] = K_w [HSO_3^-]$$

$$\frac{[H_2SO_3][OH^-]}{[HSO_3^-]} = \frac{K_w}{K_{дисс}(H_2SO_3)}$$

X: ортоборангидрид.

