



0 106065 430001

10-60-65-43  
(39.10)



# МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ М.В.ЛОМОНОСОВА

Вариант 2

Место проведения Москва  
город

## ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Олимпиада школьников Ломоносов  
наименование олимпиады

по Химии  
профиль олимпиады

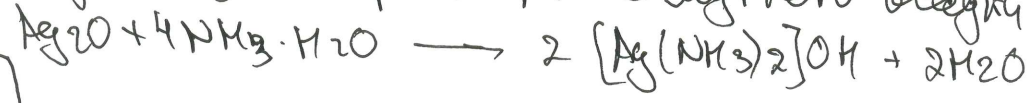
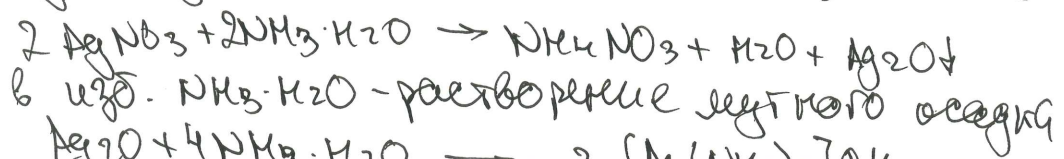
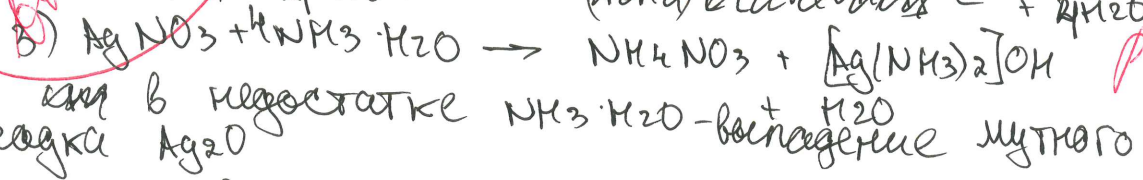
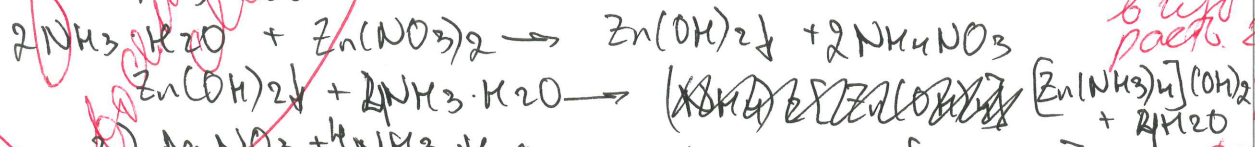
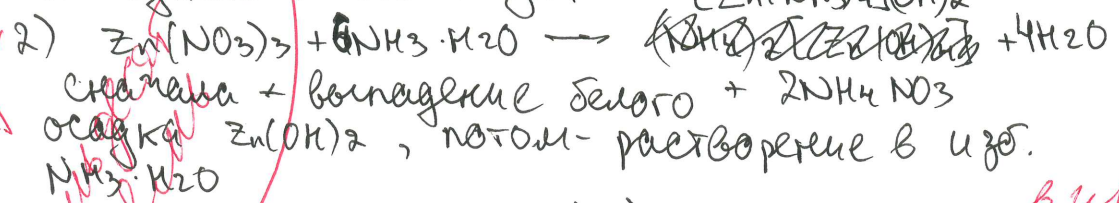
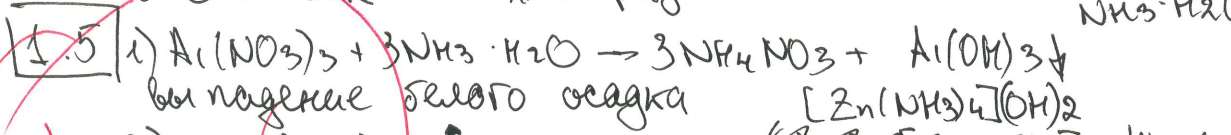
ЯРЦЕВА ЕГОРА МАКСИМОВИЧА  
фамилия, имя, отчество участника (в родительном падеже)

Дата  
«01» 03 2026 года

Подпись участника

10-60-65-43  
(39.10)

Установки можно различить с помощью  $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$



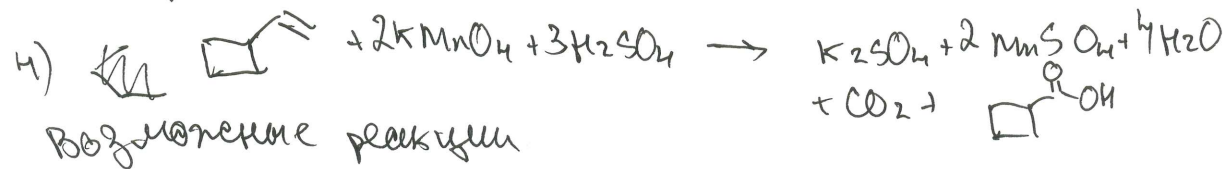
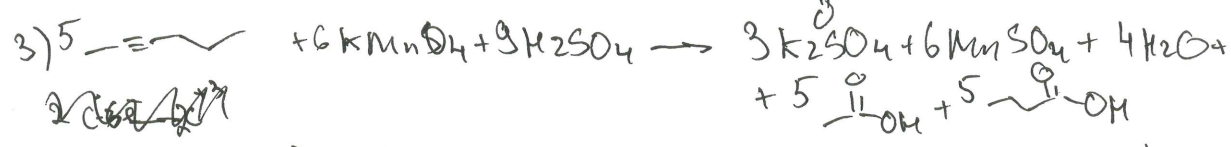
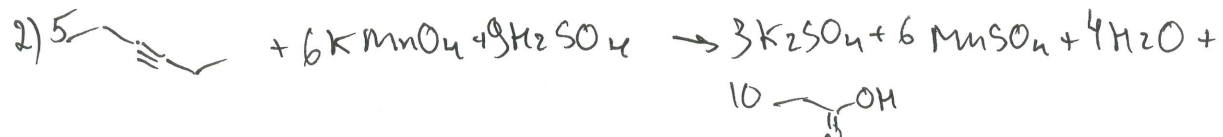
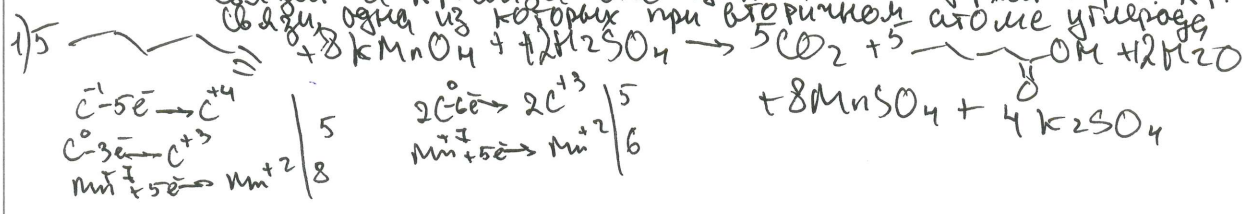
3.5

$M(A, B, C) = \frac{12x}{0,878} = 13,667x$  при  $x=6$   $M(A, B, C) = 82$  г/моль

Взаимодействуют с равным кол-вом  $\text{Br}_2 \Rightarrow$  одинаковая степень окисления.  $A, B, C = \text{C}_6\text{H}_{10}$  - изомерные углеводороды

Только одноосн. к-ты при окислении  $\Rightarrow$  не циклоалкены, не алкены, не алкины, не алкадиены, тк при их окислении образуются бис-двухосновные к-ты.

$A, B, C$  - алкины или диены, имеющие цикл без кр. связей и кр. связи вне цикла или содержат терм. кр. связи, одна из которых при вторичном атоме углерода



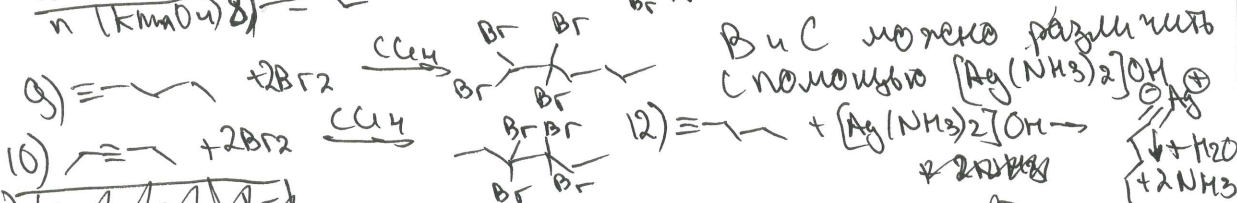
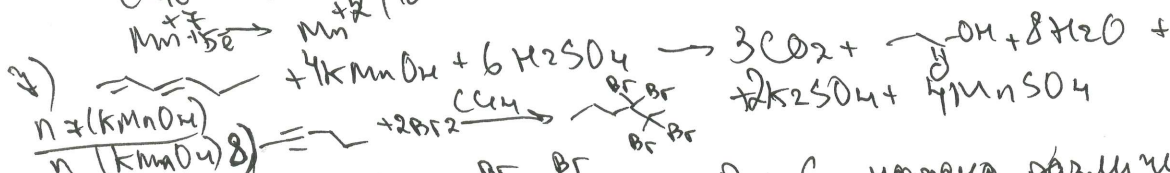
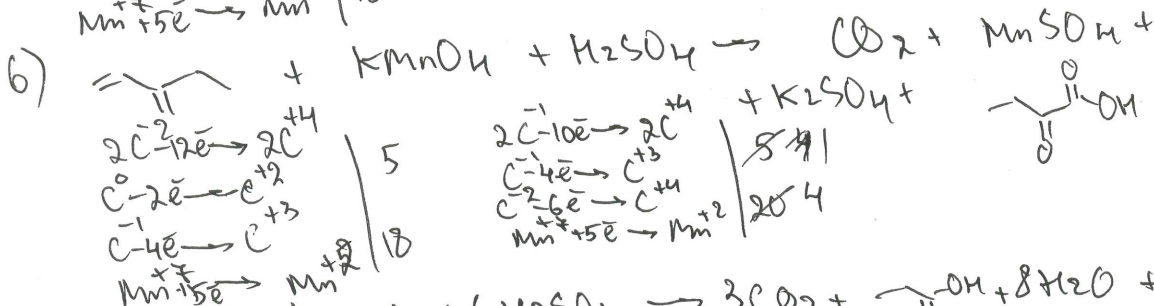
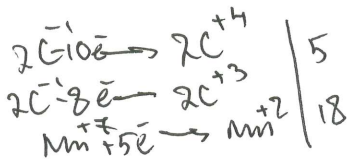
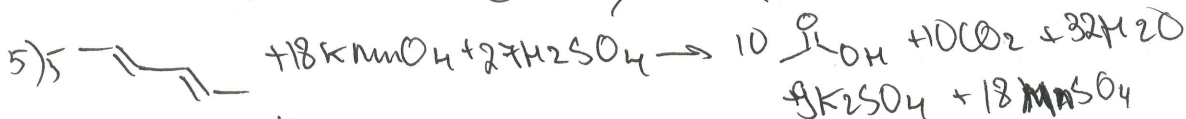
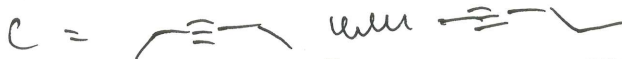
Возможные реакции

1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 | 27 | 28 | 29 | 30 | 31 | 32 | 33 | 34 | 35 | 36 | 37 | 38 | 39 | 40 | 41 | 42 | 43 | 44 | 45 | 46 | 47 | 48 | 49 | 50 | 51 | 52 | 53 | 54 | 55 | 56 | 57 | 58 | 59 | 60 | 61 | 62 | 63 | 64 | 65 | 66 | 67 | 68 | 69 | 70 | 71 | 72 | 73 | 74 | 75 | 76 | 77 | 78 | 79 | 80 | 81 | 82 | 83 | 84 | 85 | 86 | 87 | 88 | 89 | 90 | 91 | 92 | 93 | 94 | 95 | 96 | 97 | 98 | 99 | 100

металлик

$$\frac{n_1(\text{KMnO}_4)}{n_2(\text{KMnO}_4)} = \frac{8}{6} = \frac{4}{3} \quad \frac{n_1(\text{KMnO}_4)}{n_3(\text{KMnO}_4)} = \frac{4}{3}$$

$$\frac{V_B}{V_C} = \frac{200}{150} = \frac{4}{3}$$



~~Handwritten scribbles and calculations involving  $V_1, V_2, V_3$  and  $K_1, K_2$ .~~

В р-н  $\text{F}$  на 1 моль  $\text{CH}_3\text{C}\equiv\text{CCH}_2\text{CH}_2\text{CH}_3$  приходится 4 моль  $\text{KMnO}_4$ , на 5 моль - 20 моль

$$\frac{n_{\text{в}}(\text{KMnO}_4)}{n_1(\text{KMnO}_4)} = \frac{20}{8} = 2,5 \quad \frac{V_A}{V_B} = \frac{500}{200} = 2,5 \Rightarrow A = \text{CH}_3\text{C}\equiv\text{CCH}_2\text{CH}_2\text{CH}_3$$

$V_A, V_B, V_C$  - объемы р-ра  $\text{KMnO}_4$ , пошедшие на ок-е B-в и A, B и C соотв-но.



11)  $\text{CH}_3\text{C}\equiv\text{CCH}_2\text{CH}_2\text{CH}_3 + 2\text{Br}_2 \xrightarrow{\text{CCl}_4} \text{CH}_3\text{C}(\text{Br})_2\text{C}(\text{Br})_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{Br}$

Окисление A, B, C перманганатом - уравнения: 7, 1, 2/3, присоед.  $\text{Br}_2$  к A, B, C - уравн. 11, 9, 8/10 соотв.

10-60-65-43  
(39,10)

Уставник

Задача 2.5



~~Q<sub>1</sub>~~  $Q_1 = 2 \cdot C_{перв.} + 1 \cdot C_{втор.} = 2212,1 \frac{кДж}{моль}$

~~Q<sub>2</sub>~~  $Q_2 = 2 \cdot C_{перв.} + 2 \cdot C_{втор.} = 2864,4 \frac{кДж}{моль}$

~~Q<sub>летней</sub>~~  $Q_{летней} = 2212,1 \cdot 0,75 + 2864,4 \cdot 0,25 = 2375,175 \frac{кДж}{моль}$

~~Q<sub>зимней</sub>~~  $Q_{зимней} = 2212,1 \cdot 0,4 + 2864,4 \cdot 0,6 = 2603,98 \frac{кДж}{моль}$

Необходимость смеси топлива обусловлена различными требованиями топлива в разных температурных условиях. В холодную погоду потребление летней смеси было бы больше, чем в сравнении с зимой. Смесь в составе топлива обеспечивает транспортное средство топливом и энергией, как и в случае летней смеси, но снижает общий расход.

Задача 4.2

$A_{гор} = 14,87 \frac{расп}{мин.г}$      $A_0 = 15 \frac{расп}{мин.г}$

$T_{1/2}(C) = 5730 \text{ лет}$

$w(^{14}C) = \frac{14,87}{15} = 0,991333$

$N \pm = N \cdot 2^{-\frac{t}{T_{1/2}}}$   
 $0,991333 = 1 \cdot 2^{-\frac{t}{5730}}$   
 $\log_2 0,991333 = -\frac{t}{5730}$

$t = 71,96 \approx 72 \text{ года}$

Год создания картины =  $2026 - 72 = 1954$

Не может быть подлинником, тк написана 72 года назад, а Кюри умер 100 лет назад.

Задача 6.4 (начало), продолжение на след. стр.



$K_1 = \frac{[H^+][HCr_2O_7^-]}{[H_2Cr_2O_7]} = 1$      $K_2 = \frac{[H^+][Cr_2O_7^{2-}]}{[HCr_2O_7^-]} = 2,3 \cdot 10^{-2}$

~~$[H_2Cr_2O_7] = 1 - x$~~   
 ~~$[HCr_2O_7^-] = x$~~   
 ~~$[Cr_2O_7^{2-}] = x$~~   
 ~~$[H^+] = x + x = 2x$~~   
 ~~$K_2 = \frac{[H^+][Cr_2O_7^{2-}]}{[HCr_2O_7^-]} = \frac{2x \cdot x}{x} = 2x = 2,3 \cdot 10^{-2}$~~   
 ~~$x = 0,0115$~~   
 ~~$[H_2Cr_2O_7] = 1 - 0,0115 = 0,9885$~~   
 ~~$[HCr_2O_7^-] = 0,0115$~~   
 ~~$[Cr_2O_7^{2-}] = 0,0115$~~   
 ~~$[H^+] = 0,023$~~

~~$pH = -\lg [H^+] = -\lg (1,05 \cdot 10^{-2}) = 1,0228$~~       Задача 6.4  
(продолжение)

~~$\frac{x(1+x)}{(1-x)} = 2,3 \cdot 10^2 \Rightarrow x = 0,0228$~~

$\alpha_2 = 0,06 \Rightarrow \frac{[HCrO_4^-]}{Co[HCrO_4^-]} = 0,06 \Rightarrow [HCrO_4^-] = 0,04 \cdot Co[HCrO_4^-]$

$K_2 = \frac{[H^+][CrO_4^{2-}]}{[HCrO_4^-]} \quad K_1 = \frac{[H^+][HCrO_4^-]}{[H_2CrO_4]} = 1$

$[HCrO_4^-] = Co[H_2CrO_4] - [H_2CrO_4]$  тк  ~~$\alpha_1 = 100\%$~~   $\alpha_1 = 100\%$

$[H_2CrO_4] = 0 \Rightarrow [HCrO_4^-] = Co[H_2CrO_4]$

$[CrO_4^{2-}] = [Co(H_2CrO_4)] - [HCrO_4^-]$

$[H^+]_1 = [HCrO_4^-] \quad [H^+]_2 = [CrO_4^{2-}]$

$[H^+]_{общ.} = [H^+]_1 + [H^+]_2 = [Co(H_2CrO_4)] + [CrO_4^{2-}]$

обр. при гис. по 1 ступ.      обр. при гис. по 2 ступ.

$K_2 = \frac{[CrO_4^{2-}][H^+]_{общ.}}{[HCrO_4^-]} = \frac{[CrO_4^{2-}] \cdot ([Co(H_2CrO_4)] + [CrO_4^{2-}])}{[Co(H_2CrO_4)] - [CrO_4^{2-}]}$

$= \frac{(Co(H_2CrO_4) - [CrO_4^{2-}]) \cdot ([Co(H_2CrO_4)] + [CrO_4^{2-}])}{[Co(H_2CrO_4)] - [CrO_4^{2-}]} = 2,3 \cdot 10^2$

$[CrO_4^{2-}] = 0,06 Co[HCrO_4^-] = 0,06 Co[H_2CrO_4]$

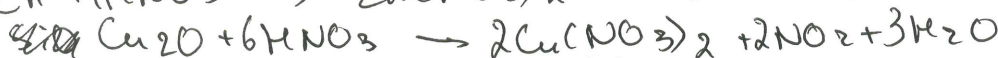
$K_2 = Co[H_2CrO_4] + [CrO_4^{2-}] = Co[H_2CrO_4] + 0,06 Co[H_2CrO_4] = 1,06 Co[H_2CrO_4] = 2,3 \cdot 10^2 \Rightarrow Co[H_2CrO_4] = 0,0217 M$

~~$K_2 = (0,0217 + x) \cdot 1,308 \cdot 10^2$~~       *ариф. эмпы*

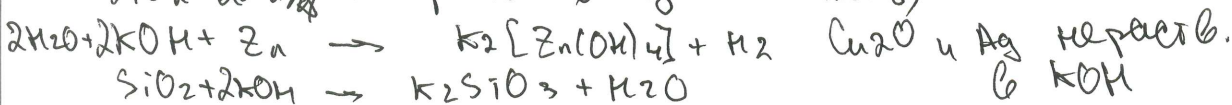
$[H^+]_{общ.} = 0,0217 + 0,0217 \cdot 0,06 = 0,023002$

$pH = -\lg(0,023002) = 1,638$        $Co(H_2CrO_4) = 0,0217 M$   
 $pH = 1,638$

**Задача 7.5**       $Cu_2O, SiO_2, Ag, Zn$  (начинаю)  
(продолж. на след. стр.)



$SiO_2$  и ~~не~~ не раств. в изр.  $HNO_3$  (конц.)



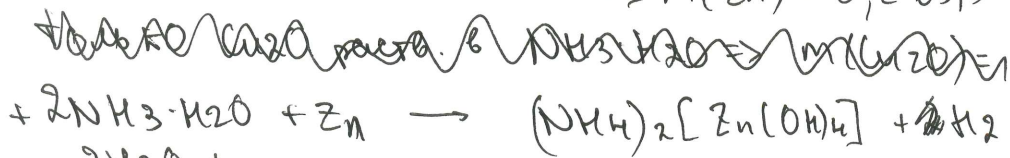
$m(SiO_2) = 103 - 85 = 18g$

10-60-65-43  
(39.10)

Задача 7.5 (продолжение)

$$n(\text{H}_2) = \frac{4,48}{22,4} = 0,2 \text{ моль} \quad n(\text{H}_2) = n(\text{Zn}) = 0,2 \text{ моль} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow m(\text{Zn}) = 0,2 \cdot 65,39 = 13,078 \text{ г}$$



2H<sub>2</sub>O + SiO<sub>2</sub> и Ag не раств. в NH<sub>3</sub>·H<sub>2</sub>O

$$m(\text{Cu}_2\text{O}) = 41,8 - m(\text{Zn}) = 28,722 \text{ г}$$

$$m(\text{Ag}) = m(\text{масса}) - m(\text{Zn}) - m(\text{Cu}_2\text{O}) - m(\text{SiO}_2) = 103 - 18 - 13,078 - 28,722 = 43,2 \text{ г}$$

m(SiO <sub>2</sub> ) = 18 г	+
m(Cu <sub>2</sub> O) = 28,722 г	+
m(Zn) = 13,078 г	+
m(Ag) = 43,2 г	+

Задача 8.4)  $M(A) = \frac{12x}{0,8571} = 14x$  Брутто-формула: C<sub>x</sub>H<sub>2</sub>

A - алкен или циклоалкен при x = 3 A = C1=CCC1  
при x = 5 A = C<sub>5</sub>H<sub>10</sub>

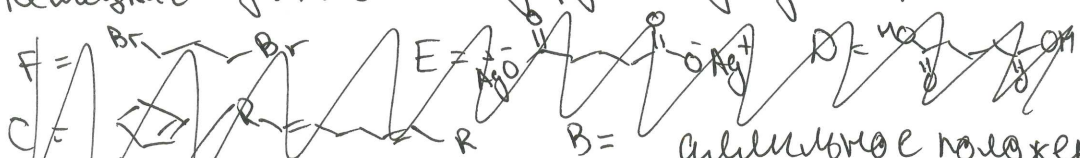
~~Alkаны~~

$$M(F) = \frac{80x}{0,7921} = 101x \text{ г/моль} \quad \text{при } x=2 \quad M(F) = 202 \text{ г/моль}$$

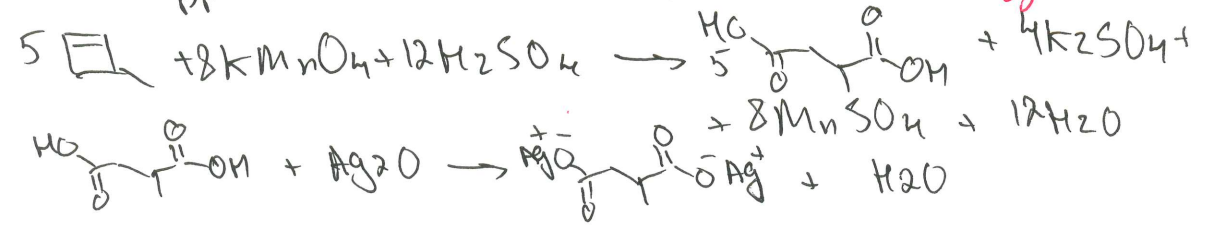
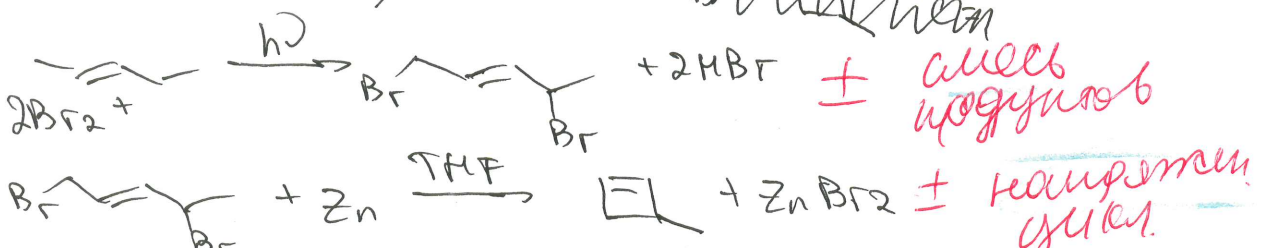


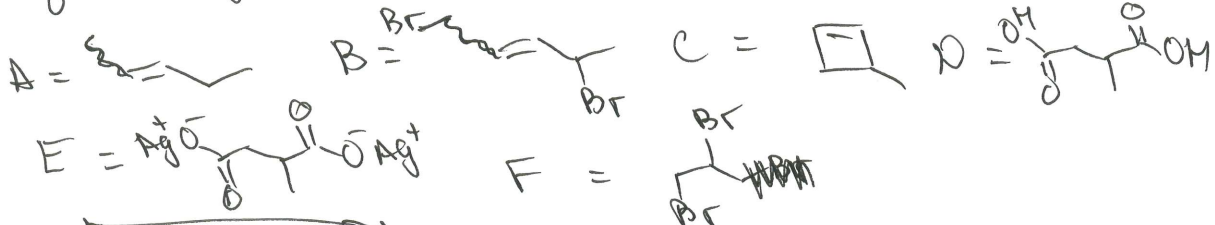
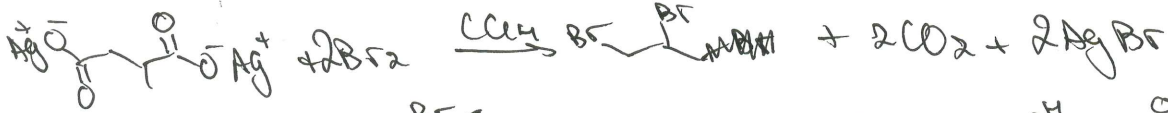
Русский ученый N - Бородин, прославившийся не только как химик, но и как композитор (область искусства - музыка).

Кемельские ученые M - супруги Хундриккер



A должно иметь ~~два алкильных заместителя~~   
 тк p-2 A  $\xrightarrow[\text{H}^+]{\text{Br}_2}$  B - алкильное бромирование





Задача 5.5     $[A_0]$  при 290 K = 3  $[A_0]$  при 323 K,  $V_1$  объем уменьшился в 3 раза

$$V_1 = k_1 [A_0]^2 \quad V_2 = k_2 [3A_0]^2 = 9k_2 [A_0]^2$$

$k_2$  - константа скорости при 290 K  
 $k_1$  - константа скорости при 323 K

$$\frac{V_2}{V_1} = \frac{9k_2 [A_0]^2}{k_1 [A_0]^2} = \frac{9k_2}{k_1} = 2 \quad 9k_2 = 2k_1 \quad 4,5k_2 = k_1$$

$$k_1 = A + E_{akt} \cdot e^{-\frac{E_{akt}}{RT_1}} \quad \ln k_1 = \ln A + \frac{E_{akt}}{RT_1 - RT_1}$$

$$k_2 = A + E_{akt} \cdot e^{-\frac{E_{akt}}{RT_2}} \quad \ln k_2 = \ln A + \frac{E_{akt}}{RT_2 - RT_2}$$

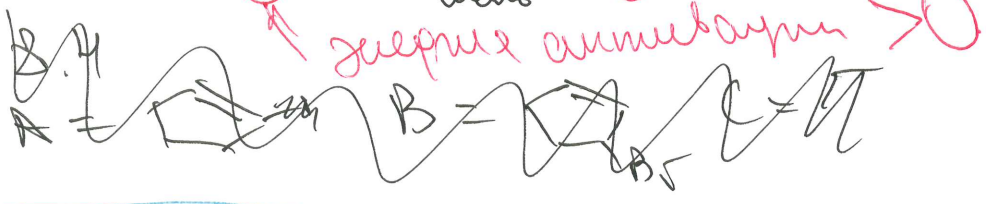
$$\ln \frac{k_2}{k_1} = \ln A + E_{akt} \cdot \frac{1}{RT_2} - \ln A - E_{akt} \cdot \frac{1}{RT_1}$$

$$\ln \frac{k_2}{k_1} = -E_{akt} \cdot \frac{1}{R} \left( \frac{1}{T_2} - \frac{1}{T_1} \right)$$

$$\ln 4,5 = -E_{akt} \cdot \frac{1}{8,314} \left( \frac{1}{290} - \frac{1}{323} \right)$$

$$E_{akt} = \frac{-\ln 4,5 \cdot 8,314}{\left( \frac{1}{290} - \frac{1}{323} \right)} = \frac{-35494,9677}{\dots} = -35,495 \frac{\text{kJ}}{\text{mol}}$$

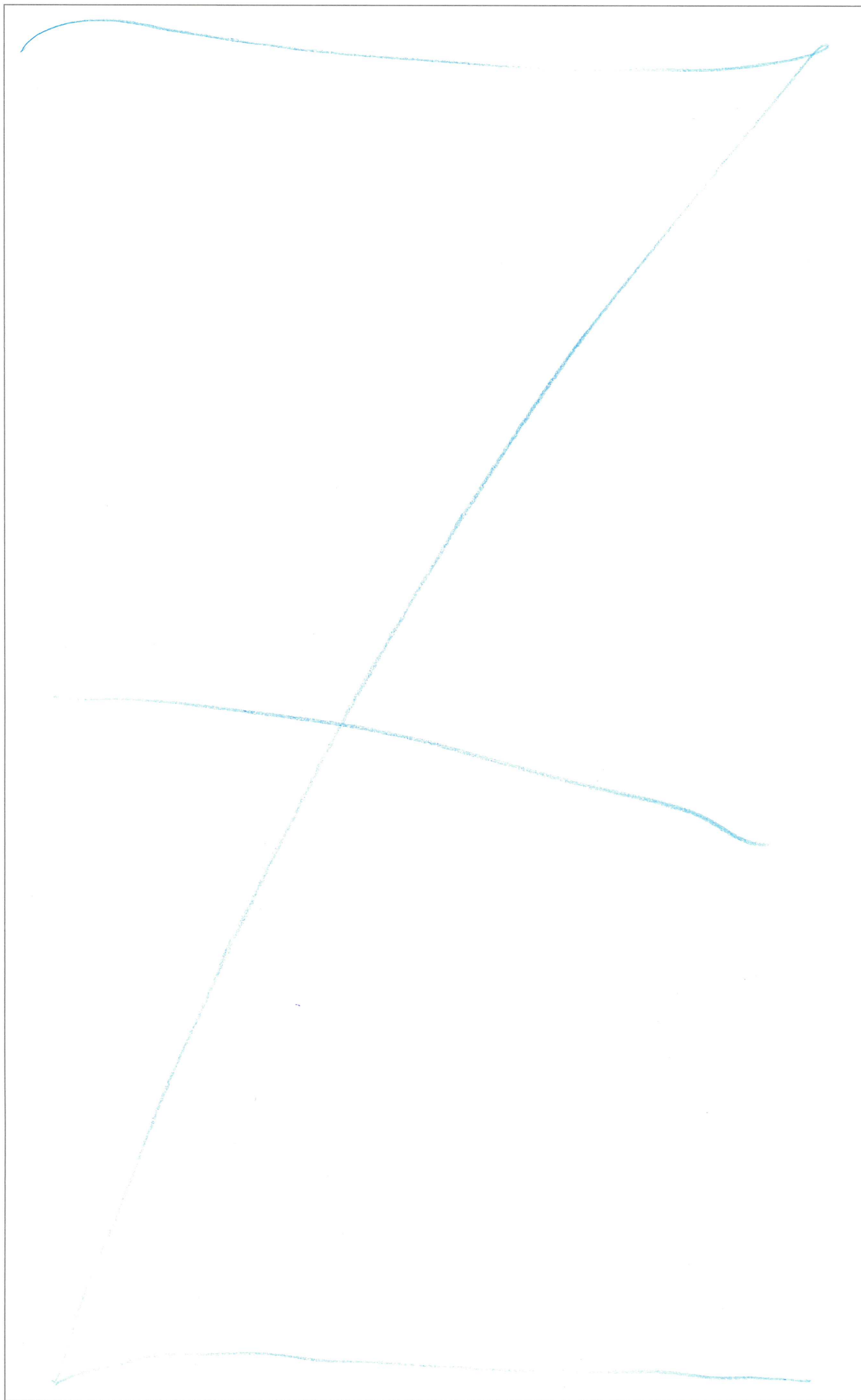
$E_{akt} = -35,495 \frac{\text{kJ}}{\text{mol}}$      $\ominus$



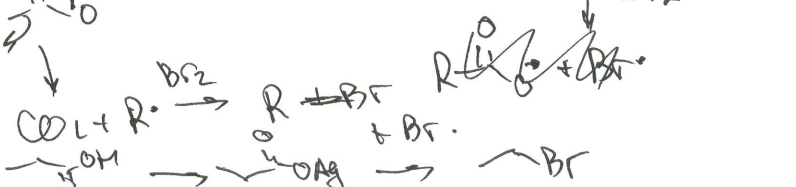
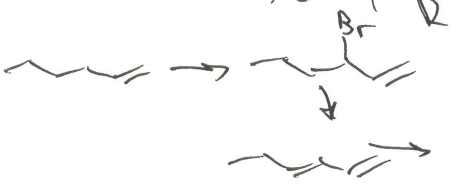
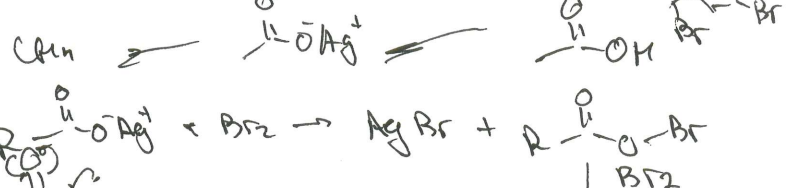
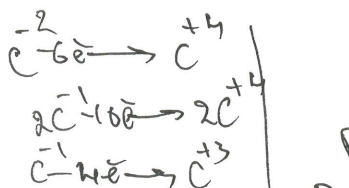
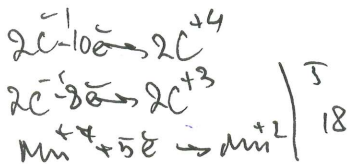
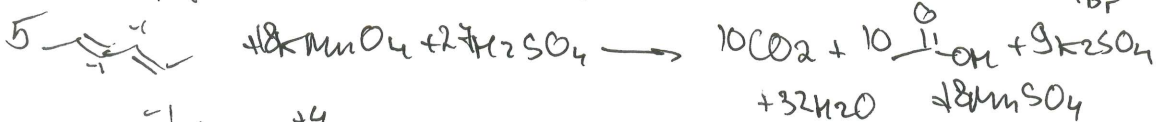
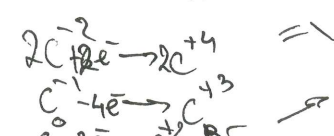
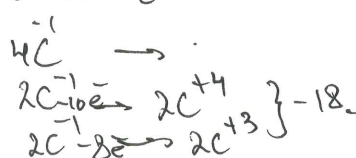
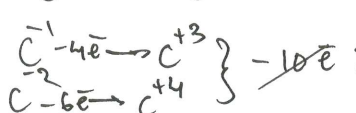
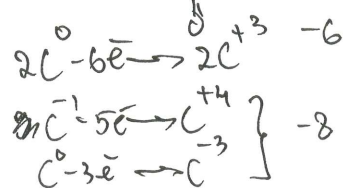
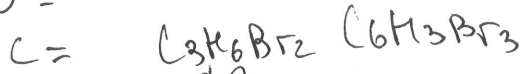
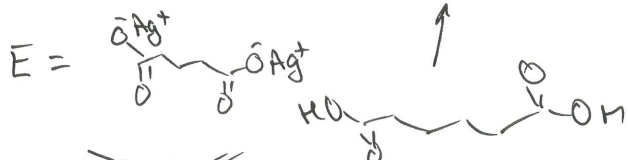
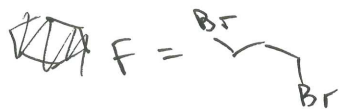
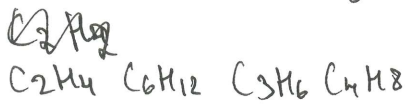
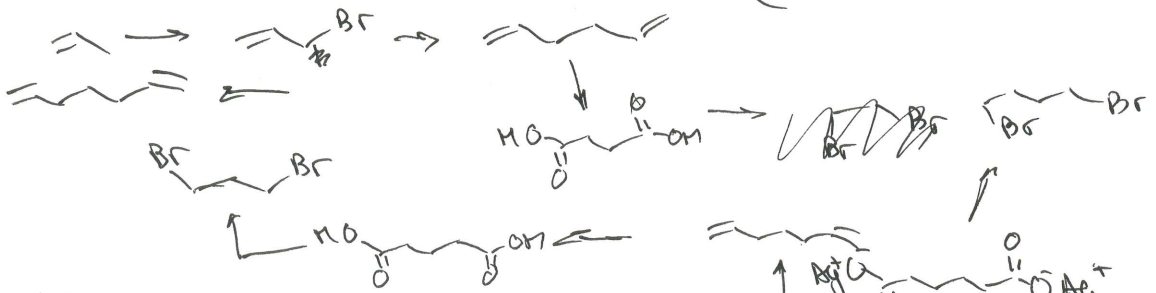
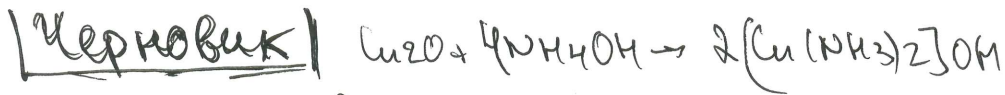
Ивановик



ЛИСТ-ВКЛАДЫШ



Подписывать лист-вкладыш запрещается! Писать на полях листа-вкладыша запрещается!



Черновик

$$G = -RT \ln k$$

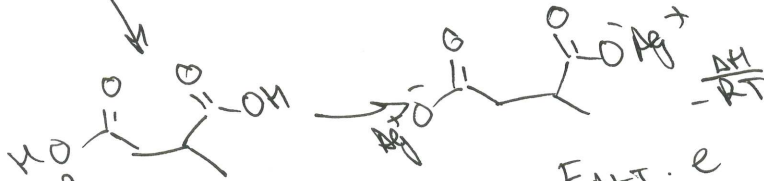
$$G = \Delta H - T\Delta S$$

$$\Delta H - T\Delta S = -RT \ln k$$

$$\ln k = \frac{\Delta H - T\Delta S}{-RT} =$$

$$= \frac{\Delta H}{-RT} + \frac{\Delta S}{R}$$

$$k = \frac{\Delta H}{e^{-RT}} \cdot \frac{\Delta S}{R}$$



$$V_1 = k_1 [A]_2^2$$

$$V_2 = k_2 [BA] = k_2 g [A]^2$$

$$k_1 = E_{\text{акт}} \cdot e$$

$$\ln k_1 = A + E_{\text{акт}} \cdot \frac{-\Delta H}{RT_1}$$

$$\ln k_2 = A + E_{\text{акт}} \cdot \frac{-\Delta H}{RT_2}$$

$$\frac{k_2 [A]^2}{k_1 [A]^2} = \frac{g k_2}{k_1} = 18$$

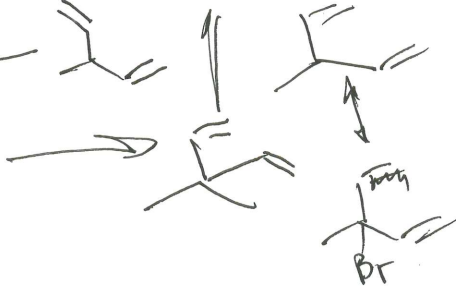
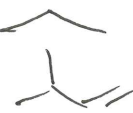
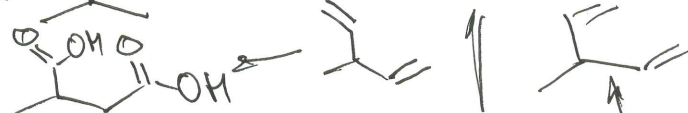
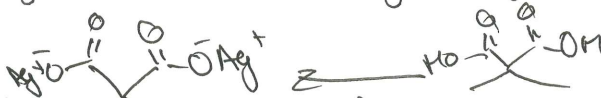
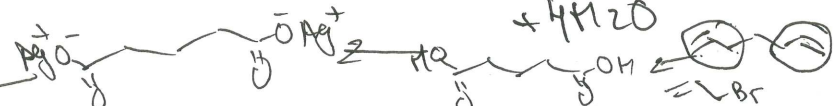
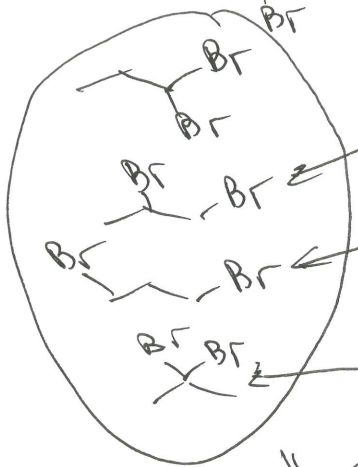
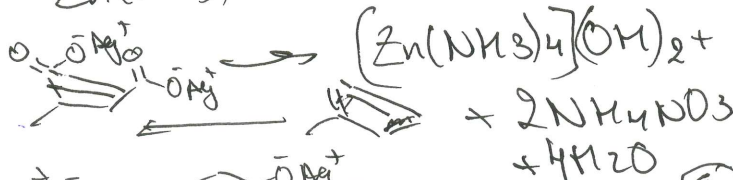
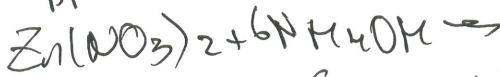
$$\ln \frac{k_2}{k_1} = E_{\text{акт}} \frac{-\Delta H}{RT_2} - E_{\text{акт}} \frac{-\Delta H}{RT_1}$$

$$\ln \frac{k_2}{k_1} = -E_{\text{акт}} \frac{\Delta H}{R} \left( \frac{1}{T_2} - \frac{1}{T_1} \right)$$

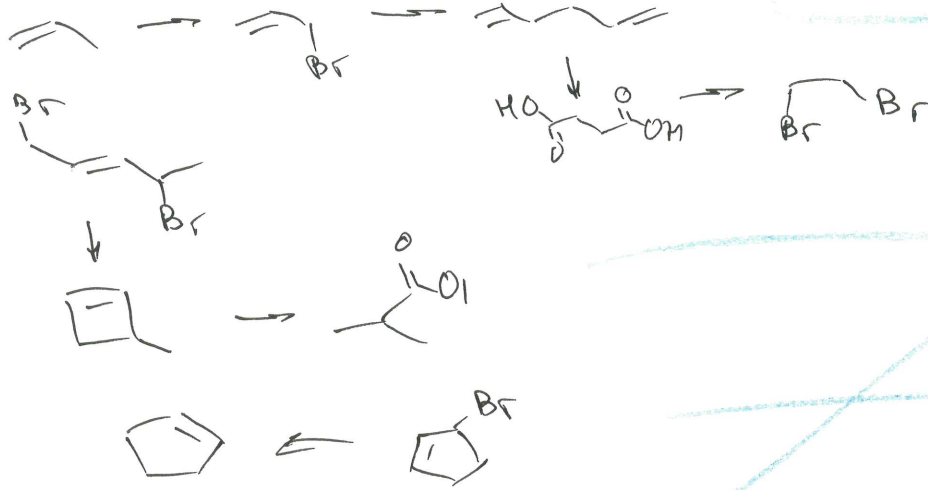
$$\frac{\ln \frac{k_2}{k_1} \cdot R}{\left( \frac{1}{T_2} - \frac{1}{T_1} \right) \Delta H} = E_{\text{акт}}$$

$$\Delta G = -RT \ln k$$

$$\ln k = \frac{\Delta G}{-RT}$$



перевод



ЛИСТ-ВКЛАДЫШ



Подписывать лист-вкладыш запрещается! Писать на полях листа-вкладыша запрещается!