

Задание 1

При гидрировании 1 моль пропена выделяется 124,5 кДж теплоты, а при сгорании 1 моль водорода выделяется 286 кДж.

- 1) Докажите, что при сгорании 1 моль пропана выделяется больше теплоты, чем при сгорании 1 моль пропена.
- 2) Рассчитайте тепловые эффекты сгорания пропена и пропана, учитывая, что при сгорании 1 моль графита выделяется 394 кДж, а при образовании 1 моль пропена из простых веществ поглощается 20,4 кДж.
- 3) Рассчитайте, какой минимальный объем пропана (н.у.) нужно сжечь, чтобы довести до кипения воду, исходная температура которой 0°C, масса 1 кг, находящуюся в алюминиевой кастрюле, масса которой 400 г.

Теплоемкость воды $C_p(H_2O) = 4182 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot \text{K}}$, алюминия $C_p(Al) = 897 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot \text{K}}$

Задание 2

В химической кинетике принято классифицировать реакции по величине общего порядка реакции.

Порядок реакции может принимать значения от 0 до 3, включая дробные величины.

К реакциям нулевого порядка относят большинство гетерогенных реакций.

Скорость реакций *нулевого порядка* не зависит от концентраций веществ. Тогда $V_p = k_0$, где k_0 - константа скорости реакции нулевого порядка.

Скорость реакций *первого порядка* $A \rightarrow B$ прямо пропорциональна концентрации реагента.

Выражение для константы скорости первого порядка:

$$k_1 = \frac{1}{\tau} \ln \frac{C_0}{C_\tau}; [\text{мин}^{-1}] \quad \text{Где } \tau - \text{время превращения, } C_0 - \text{исходная концентрация реагента, } C_\tau -$$

концентрация реагента, оставшегося в реакции по истечении времени τ .

Скорость реакций *второго порядка* пропорциональна произведению концентраций A и B.

Выражение для константы скорости второго порядка: $k_2 = \frac{1}{\tau} \left(\frac{1}{C_\tau} - \frac{1}{C_0} \right); \left[\frac{\text{л}}{\text{моль} \cdot \text{мин}} \right]$

Выражение константы скорости *третьего порядка* при равенстве начальных концентраций реагентов:

$$k_3 = \frac{1}{2\tau} \left(\frac{1}{C_\tau^2} - \frac{1}{C_0^2} \right); \left[\frac{\text{л}^2}{\text{моль}^2 \cdot \text{мин}} \right]$$

Время, за которое расходуется половина вещества A называют периодом полураспада (полупревращения) $\tau_{1/2}$.

Задание

Реакцию целого порядка, описываемую уравнением $2A \rightarrow B + D$, провели при двух температурах – при 30°C и 50°C – и получили следующие кинетические данные, представленные в таблице:

t °C	Время, мин	0	2	4	6	8
30 °C	[A]	5,000	2,500	1,667	1,250	1,000
50 °C	[A]	5,000	0,500	0,264	0,179	0,1351

Определите:

- а) порядок реакции;
- б) константы скорости реакции при 30°C и 50°C;
- в) температурный коэффициент реакции γ .
- г) период полупревращения A при заданной исходной концентрации 5 моль/л при двух температурах;
- д) как изменилась скорость реакции при 30°C через четыре минуты после начала реакции по сравнению с исходной скоростью реакции?

Задание 3

Безводный хлорид алюминия имеет важное значение при проведении многих органических реакций в качестве катализатора (кислота Льюиса). В промышленности его получают действием смеси CO и Cl₂ на обезвоженный каолин или боксит в шахтных печах.

В отличие от хлоридов других активных металлов, безводный AlCl₃ при нагревании и обычном давлении не плавится, а при достижении 183°C возгоняется, причем в газовой фазе его молярная масса возрастает в два раза.

В воде хорошо растворим: $S_{25^\circ\text{C}}(AlCl_3) = \frac{44,4\text{г}}{100\text{ г}(H_2O)}$. При 25°C из водных растворов осаждается в форме гексагидрата. Однако, при прокаливании кристаллов гексагидрата, в отличие от безводной формы соли, образуется твердый невозгоняющийся остаток.

Продолжение см на обороте

Задание

- 1) Объясните причину способности б/в AlCl_3 возгоняться. Составьте структурную формулу этого соединения в газовой фазе и объясните характер химических связей.
- 2) Напишите уравнение описанного промышленного процесса получения б/в AlCl_3 . Возможно ли получение б/в AlCl_3 по реакции : $2\text{Al} + 6\text{HCl} \rightarrow 2\text{AlCl}_3 + 3\text{H}_2 \uparrow$?
- 3) Рассчитайте, какую массу б/в AlCl_3 следует взять, чтобы приготовить 100г насыщенного при 25°C раствора?
- 4) Объясните, почему гексагидрат AlCl_3 при прокаливании не возгоняется подобно б/в AlCl_3 , а дает твердый остаток? Составьте общее уравнение процесса прокаливании гексагидрата AlCl_3 .
- 5) Объясните механизм действия AlCl_3 как катализатора при хлорировании бензола.
- 6) Возможно ли в органическом синтезе использование гексагидрата AlCl_3 в качестве катализатора? Почему?

Задание 4

Вещество А – газ с неприятным запахом массой 80 г разделили на две равные части. Первую часть пропустили с помощью барботёра через подкисленный серной кислотой водный раствор сульфата ртути. Образовавшееся при этом вещество D отогнали из водного раствора. Все вещество D, а также 22,4 л (н.у.) водорода поместили в автоклав, содержащий скелетный никель, нагрели до 77°C , по окончании реакции получили жидкое вещество Е, которое прибавили к нагретой до 180°C серной кислоте, получив газ (н.у.) G. Газ G смешали с 22,4 л (н.у.) хлора, и, нагрев до 500°C , получили после прохождения реакции и охлаждения жидкое вещество L, обладающее резким запахом и раздражающими свойствами.

Вторую часть вещества А пропустили через раствор, полученный прибавлением 24 г металлического магния (в виде стружки) к раствору 94 г бромметана в диэтиловом эфире. В результате реакции образовалось и улетучилось газообразное (н.у.) вещество Q с плотностью по водороду равной 8. После упаривания эфира получили твердое вещество M.

При взаимодействии всего вещества M и всего вещества L образовалось органическое вещество R, которое при взаимодействии с бромом массой 160 г, растворенным в четыреххлористом углероде привело к образованию органического вещества Т. Известно, что при сжигании на воздухе всего количества полученного вещества G образуется 67,2 л (н.у.) углекислого газа и 54 мл воды.

Задание

1. Определите вещества D, E, G, L, Q и M, R, T и напишите уравнения реакций их получения, используя структурные формулы веществ.
2. Определите массу полученного вещества Т. Приведите структурную формулу вещества Т и назовите его и вещество R по номенклатуре ИЮПАК.

Задание 5

Кристаллическое органическое вещество А с брутто-формулой $\text{C}_{13}\text{H}_{11}\text{NO}$ внесли в реакционную колбу, добавили избыток разбавленной соляной кислоты и прокипятили, в результате вещество А растворилось. В колбу поместили барботер паровика и провели перегонку с водяным паром, после чего остаток в реакционной колбе упарили досуха, получив бесцветное кристаллическое органическое вещество Б, растворимое в воде. Дистиллят упарили, получив бесцветное кристаллическое ароматическое органическое вещество Г.

При кипячении с азеотропной отгонкой воды вещества Г с этанолом в присутствии каталитических количеств серной кислоты получили жидкое кислородсодержащее вещество Д с цветочно-фруктовым запахом, элементный анализ которого показал следующее содержание углерода, водорода и азота: С - 72,00 %; Н – 6,67 %, N – 0 %. Переведенное из соли в органическое основание вещество Б при взаимодействии с бромной водой получают белое азотсодержащее органическое кристаллическое вещество Е, не растворимое в воде и имеющее молярную массу 330 г/моль.

Задание

1. Определите структурную формулу вещества А, назовите его по номенклатуре ИЮПАК.
2. Напишите уравнения всех описанных реакций, указав структурные формулы веществ Б, Г, Д, Е.
3. Предложите уравнение реакции синтеза вещества А из веществ Б и Д.



Периодическая система элементов Д.И. Менделеева

		I		II		III		IV		V		VI		VII		VIII										
1	1 H 1,00797 Водород																			2	He 4,0026 Гелий					
2	3 Li 6,939 Литий			4 Be 9,0122 Бериллий			5 B 10,811 Бор			6 C 12,01115 Углерод			7 N 14,0067 Азот			8 O 15,9994 Кислород					10	Ne 20,183 Неон				
3	11 Na 22,9898 Натрий			12 Mg 24,312 Магний			13 Al 26,9815 Алюминий			14 Si 28,086 Кремний			15 P 30,9738 Фосфор			16 S 32,064 Сера			17 Cl 35,453 Хлор					18 Ar 39,948 Аргон		
4	19 K 39,102 Калий			20 Ca 40,08 Кальций			21 Sc 44,956 Скандий			22 Ti 47,90 Титан			23 V 50,942 Ванадий			24 Cr 51,996 Хром			25 Mn 54,938 Марганец			26 Fe 55,847 Железо	27 Co 58,9332 Кобальт	28 Ni 58,71 Никель		
5	29 Cu 63,546 Медь			30 Zn 65,37 Цинк			31 Ga 69,72 Галлий			32 Ge 72,59 Германий			33 As 74,9216 Мышьяк			34 Se 78,96 Селен			35 Br 79,904 Бром					36 Kr 83,80 Криптон		
	37 Rb 85,47 Рубидий			38 Sr 87,62 Стронций			39 Y 88,905 Иттрий			40 Zr 91,22 Цирконий			41 Nb 92,906 Ниобий			42 Mo 95,94 Молибден			43 Tc [99] Технеций			44 Ru 101,07 Рутений	45 Rh 102,905 Родий	46 Pd 106,4 Палладий		
6	47 Ag 107,868 Серебро			48 Cd 112,40 Кадмий			49 In 114,82 Индий			50 Sn 118,69 Олово			51 Sb 121,75 Сурьма			52 Te 127,60 Теллур			53 I 126,9044 Иод					54 Xe 131,30 Ксенон		
	55 Cs 132,905 Цезий			56 Ba 137,34 Барий			57 La * 138,81 Лантан			72 Hf 178,49 Гафний			73 Ta 180,948 Тантал			74 W 183,85 Вольфрам			75 Re 186,2 Рений			76 Os 190,2 Осмий	77 Ir 192,2 Иридий	78 Pt 195,09 Платина		
7	79 Au 196,967 Золото			80 Hg 200,59 Ртуть			81 Tl 204,37 Таллий			82 Pb 207,19 Свинец			83 Bi 208,980 Висмут			84 Po [210] Полоний			85 At 210 Астат					86 Rn [222] Радон		
	87 Fr [223] Франций			88 Ra [226] Радий			89 Ac ** [227] Актиний			104 Db [261] Дубний			105 Jl [262] Жолютий			106 Rf [263] Резерфордий			107 Bh [262] Борий			108 Hn [265] Ганний	109 Mt [266] Мейтнерий			



РЯД АКТИВНОСТИ МЕТАЛЛОВ / ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКИЙ РЯД НАПРЯЖЕНИЙ

Li Rb K Ba Sr Ca Na Mg Al Mn Zn Cr Fe Cd Co Ni Sn Pb (H) Sb Bi Cu Hg Ag Pt Au

активность металлов уменьшается

РАСТВОРИМОСТЬ КИСЛОТ, СОЛЕЙ И ОСНОВАНИЙ В ВОДЕ

	H ⁺	Li ⁺	K ⁺	Na ⁺	NH ₄ ⁺	Ba ²⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Sr ²⁺	Al ³⁺	Cr ³⁺	Fe ²⁺	Fe ³⁺	Ni ²⁺	Co ²⁺	Mn ²⁺	Zn ²⁺	Ag ⁺	Hg ²⁺	Pb ²⁺	Sn ²⁺	Cu ²⁺	
OH ⁻		P	P	P	P	P	M	H	M	H	H	H	H	H	H	H	H	H	-	-	H	H	H
F ⁻	P	M	P	P	P	M	H	H	H	M	H	H	H	P	P	P	P	P	P	-	H	P	P
Cl ⁻	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	H	P	M	P	P
Br ⁻	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	H	M	M	P	P
I ⁻	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	?	P	?	P	P	P	P	P	H	H	H	M	?
S ²⁻	P	P	P	P	P	-	-	-	H	-	-	H	-	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H
HS ⁻	P	P	P	P	P	P	P	P	P	?	?	?	?	?	H	?	?	?	?	?	?	?	?
SO ₃ ²⁻	P	P	P	P	P	H	H	M	H	?	-	H	?	H	H	?	M	H	H	H	H	?	?
HSO ₃ ⁻	P	?	P	P	P	P	P	P	P	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?
SO ₄ ²⁻	P	P	P	P	P	H	M	P	H	P	P	P	P	P	P	P	P	P	M	-	H	P	P
HSO ₄ ⁻	P	P	P	P	P	?	?	?	-	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	?	H	?	?
NO ₃ ⁻	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	-	P
NO ₂ ⁻	P	P	P	P	P	P	P	P	P	?	?	?	?	P	M	?	?	?	M	?	?	?	?
PO ₄ ³⁻	P	H	P	P	-	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H
HPO ₄ ²⁻	P	?	P	P	P	H	H	M	H	?	?	H	?	?	?	?	?	?	?	?	M	H	?
H ₂ PO ₄ ⁻	P	P	P	P	P	P	P	P	P	?	?	P	?	?	?	?	P	P	P	?	-	?	?
CO ₃ ²⁻	P	P	P	P	P	H	H	H	H	?	?	H	-	H	H	H	H	H	H	H	H	?	H
HCO ₃ ⁻	P	P	P	P	P	P	P	P	P	?	?	P	?	?	?	?	?	?	?	?	P	?	?
CH ₃ COO ⁻	P	P	P	P	P	P	P	P	P	-	P	P	-	P	P	P	P	P	P	P	P	-	P
SiO ₃ ²⁻	H	H	P	P	?	H	H	H	H	?	?	H	?	?	?	?	H	H	?	?	H	?	?

“P” – растворяется (> 1 г на 100 г H₂O)

“M” – мало растворяется (от 0,1 г до 1 г на 100 г H₂O)

“H” – не растворяется (меньше 0,01 г на 1000 г воды)

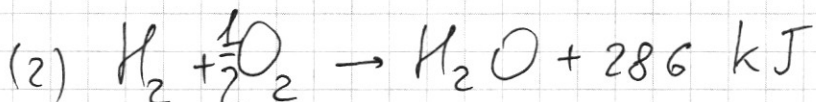
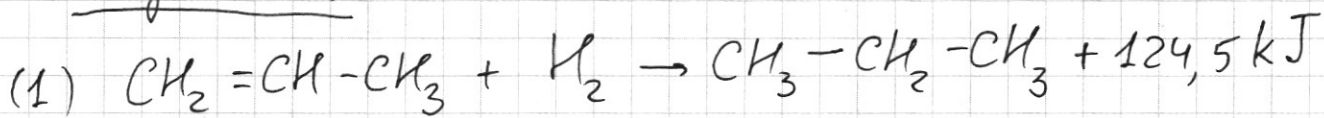
“-” – в водной среде разлагается

“?” – нет достоверных сведений о существовании соединений

Примечание: Электрохимический ряд напряжений металлов и таблица «Растворимость кислот, солей и оснований в воде» напечатаны из современного курса для поступающих в ВУЗы Н.Е. Кузьменко и др. «Начала химии» М.: «Экзамен», 2000 (с. 241, форзац)

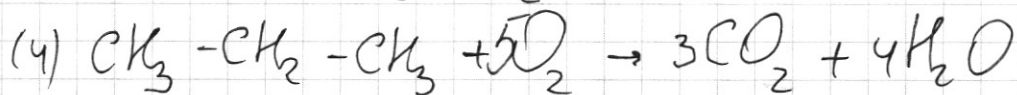
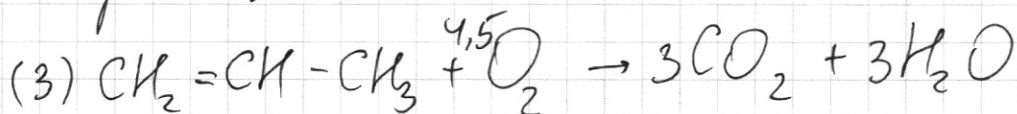


ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Задание 1.

По ^{следствию из} закона Гесса: $Q_r(1) = Q_f^\circ(\text{C}_3\text{H}_8) - Q_f^\circ(\text{C}_3\text{H}_6) =$
 $= 124,5 \frac{\text{kJ}}{\text{mol}} \Leftrightarrow Q_f^\circ(\text{C}_3\text{H}_8) = 124,5 + Q_f^\circ(\text{C}_3\text{H}_6)$

1) Горение:



$$Q_r(3) = 3Q_f^\circ(\text{CO}_2) + 3Q_f^\circ(\text{H}_2\text{O}) - Q_f^\circ(\text{C}_3\text{H}_6)$$

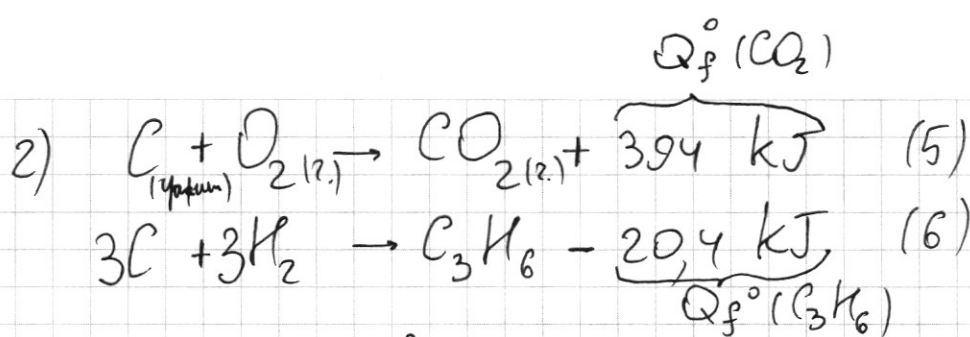
$$Q_r(4) = 3Q_f^\circ(\text{CO}_2) + 4Q_f^\circ(\text{H}_2\text{O}) - Q_f^\circ(\text{C}_3\text{H}_8)$$

$$Q_r(4) - Q_r(3) = [Q_f^\circ(\text{H}_2\text{O}) - Q_f^\circ(\text{C}_3\text{H}_8) + Q_f^\circ(\text{C}_3\text{H}_6) =$$

$$= Q_f^\circ(\text{H}_2\text{O}) - [124,5 - Q_f^\circ(\text{C}_3\text{H}_6)] + Q_f^\circ(\text{C}_3\text{H}_6) =$$

$$= Q_f^\circ(\text{H}_2\text{O}) - 124,5. \quad Q_f^\circ(\text{H}_2\text{O}) > 124,5 \frac{\text{kJ}}{\text{mol}} \Rightarrow$$

$\Rightarrow Q_r(4) > Q_r(3)$ Мы доказали, что при сгорании 1 моль пропана выделяется больше теплоты, чем при сгорании 1 моль пропена.



$$Q_r(3) = 3Q_f^\circ(H_2O) + 3Q_f^\circ(CO_2) - Q_f^\circ(C_3H_6) =$$

$$= 3 \cdot 286 + 3 \cdot 394 + 20,4 = \boxed{2060,4 \frac{\text{kJ}}{\text{mol}}}$$

$$Q_r(4) = 3Q_f^\circ(CO_2) + 4Q_f^\circ(H_2O) - Q_f^\circ(C_3H_8) =$$

$$= 3Q_f^\circ(CO_2) + 4Q_f^\circ(H_2O) - (124,5 + Q_f^\circ(C_3H_6)) =$$

$$= 3 \cdot 394 + 4 \cdot 286 - (124,5 - 20,4) = \boxed{2221,9 \frac{\text{kJ}}{\text{mol}}}$$

$Q_r(3)$ и $Q_r(4)$ — тепловые эффекты полного сгорания пропана и пропана соответственно.

3) Уравнение теплового баланса: $Q = cm\Delta T$. $\Delta T = 100 \text{ K}$

$$Q_{\text{сум.}} = C_{\text{ал}} m_{\text{ал}} \Delta T + C_{\text{H}_2O} m_{\text{H}_2O} \Delta T = \Delta T (C_{\text{ал}} m_{\text{ал}} + C_{\text{H}_2O} m_{\text{H}_2O}) =$$

$$= 100 (897 \cdot 0,4 + 4182 \cdot 1) = 454080 \text{ J}$$

$$n(C_3H_8) = \frac{454,080 \text{ kJ}}{2221,9 \frac{\text{kJ}}{\text{mol}}} \approx 0,2 \text{ mol} \Leftrightarrow V(C_3H_8) = \boxed{4,48 \text{ л.}}$$

Задача 2.

а) Пространственно ~~определенный~~ ^{аземный} порядок реакции можно по сумме стехиометрических коэффициентов при реагентах. В данной реакции $2A \rightarrow B + D$ порядок равен 2. Проверим вывод, используя данные экспериментов.

При 30°C : $C_0 = 5 \frac{\text{моль}}{\text{л}}$; $C_2 = 2,5 \frac{\text{моль}}{\text{л}}$; $C_4 = 1,25 \frac{\text{моль}}{\text{л}}$; $C_8 = 1 \frac{\text{моль}}{\text{л}}$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$$k_2 = \frac{1}{2 \text{ мин}} \left(\frac{1}{2,5 \frac{\text{масс}}{\text{г}}} - \frac{1}{5 \frac{\text{масс}}{\text{г}}} \right) = 0,1 \frac{\text{г}}{\text{масс} \cdot \text{мин}}$$

$$k_2 = \frac{1}{6} \left(\frac{1}{1,25} - \frac{1}{5} \right) = 0,1 \frac{\text{г}}{\text{масс} \cdot \text{мин}}$$

$$k_2 = \frac{1}{8} \left(\frac{1}{1} - \frac{1}{5} \right) = 0,1 \frac{\text{г}}{\text{масс} \cdot \text{мин}}$$

значения k_2
совпадают $\Rightarrow$
порядок реакции
 $\boxed{n=2}$

д) $k_2(30^\circ\text{C}) = 0,1 \frac{\text{г}}{\text{масс} \cdot \text{мин}}$

$$k_2(50^\circ\text{C}) = \frac{1}{2 \text{ мин}} \left(\frac{1}{0,5 \frac{\text{масс}}{\text{г}}} - \frac{1}{5 \frac{\text{масс}}{\text{г}}} \right) = \boxed{0,9 \frac{\text{г}}{\text{масс} \cdot \text{мин}}}$$

б) По уравнению Вант-Гоффа:

$$\frac{r_2}{r_1} = \gamma^{\frac{\Delta T}{10}}$$

$$r_x = k \cdot [A]_x^2 \text{ (закон действ. масс)}$$

$$\frac{k_{2(50)} \cdot [A]_0^2}{k_{2(30)} \cdot [A]_0^2} = \gamma^{\frac{50-30}{10}} = \gamma^2$$

$$\frac{0,9}{0,1} = \gamma^2 \Leftrightarrow 9 = \gamma^2 \Leftrightarrow \boxed{\gamma=3}$$

2) $t_{0,5}(30^\circ\text{C}) = 2 \text{ мин (по условию)}$

$$t_{0,5}(50^\circ\text{C}) = \frac{1}{k_2} \left(\frac{1}{C_{\text{нов}}} - \frac{1}{C_0} \right) \quad C_0 = 5; C = 2,5$$

$$t_{0,5}(50^\circ\text{C}) = \frac{1}{0,9} \left(\frac{1}{2,5} - \frac{1}{5} \right) = \underline{\underline{0,222 \text{ мин}}}$$

г) $30^{\circ}\text{C}: r_4 = k_2 \cdot [A]_4^2$ $\frac{r_0}{r_4} = \frac{[A]_0^2}{[A]_4^2} = \frac{25}{1,667^2} = 9$
~~или~~ $r_0 = k_2 \cdot [A]_0^2$

Скорость реакции уменьшилась в 9 раз

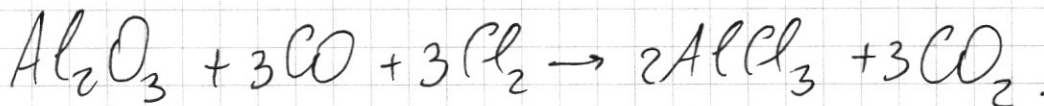
Задача 3.

1) В газ. фазе AlCl_3 димеризуется, образуется Al_2Cl_6
 $\begin{array}{c} \text{Cl} \quad \text{Cl} \\ | \quad | \\ \text{Al} - \text{Cl} - \text{Al} - \text{Cl} \\ | \quad | \\ \text{Cl} \quad \text{Cl} \end{array}$. Характер хим.

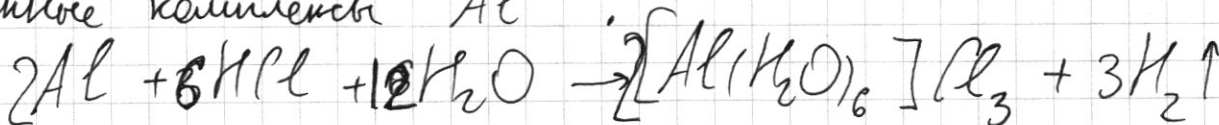
связей в газовой фазе описывается по-разному:
 как трехцентровая двухэлектронная связь (подобно
 боргидридам $\begin{array}{c} \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \\ | \quad | \quad | \\ \text{B} - \text{H} - \text{B} - \text{H} \\ | \quad | \quad | \\ \text{H} \quad \text{H} \quad \text{H} \end{array}$) или как связь по

донорно-акцепторному механизму:
 $\begin{array}{c} \text{Cl} \quad \text{Cl} \quad \text{Cl} \quad \text{Cl} \\ | \quad | \quad | \quad | \\ \text{Al} \leftarrow \text{Cl} \quad \text{Cl} \rightarrow \text{Al} \\ | \quad | \quad | \quad | \\ \text{Cl} \quad \text{Cl} \quad \text{Cl} \quad \text{Cl} \end{array}$

2) Получение AlCl_3 :



Невозможно получить безводный хлорид в реакции
 Al с соляной кислотой, т.к. образуется аквакомплекс Al^{3+} :

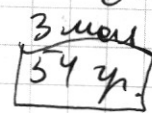
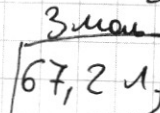
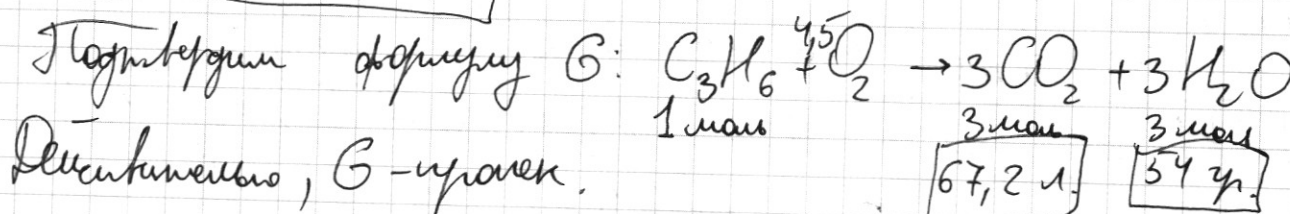
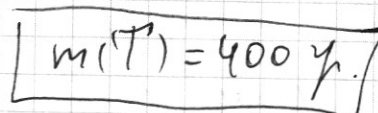
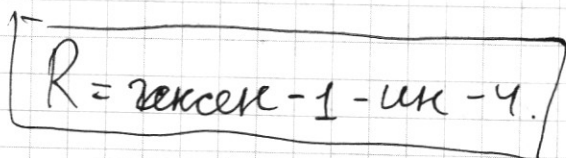
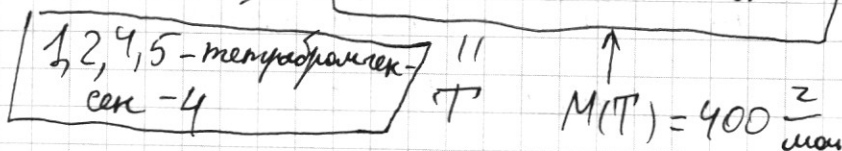
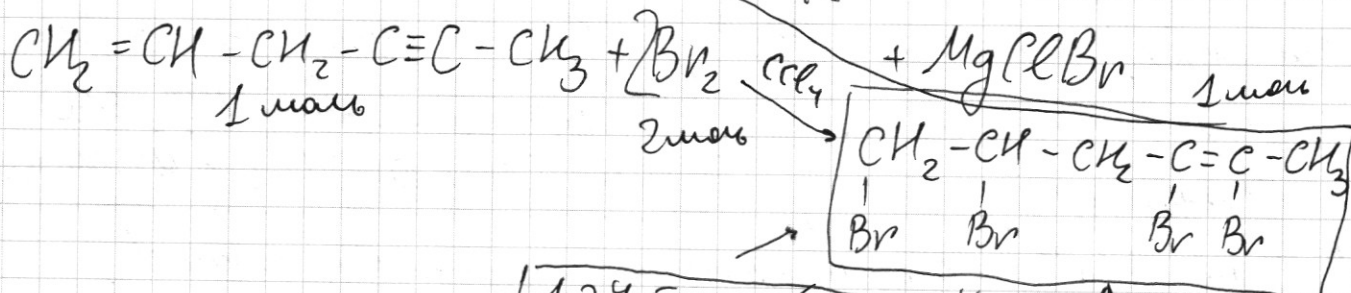
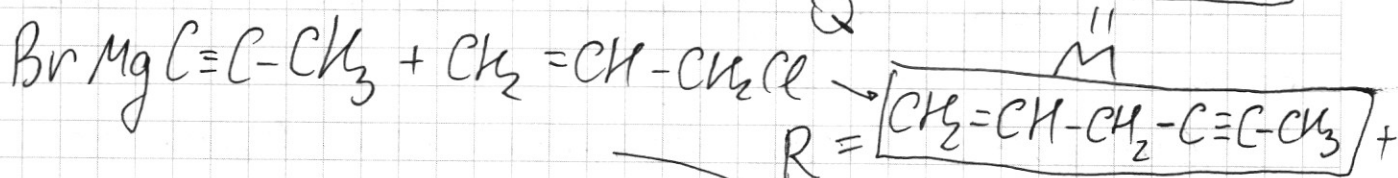
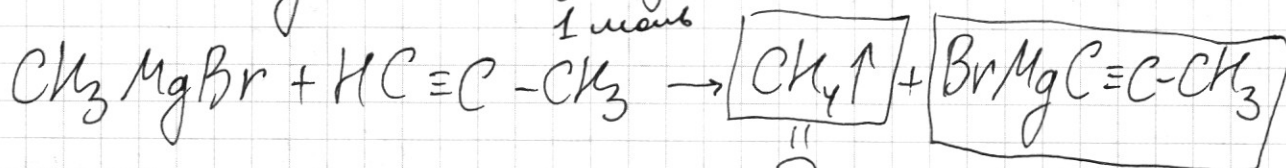
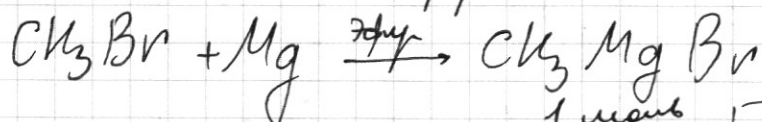
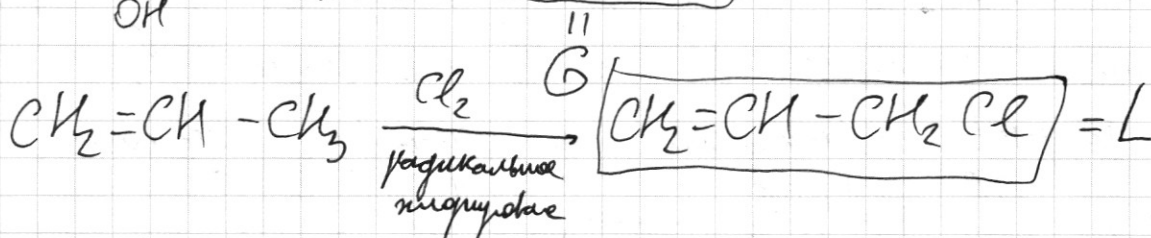
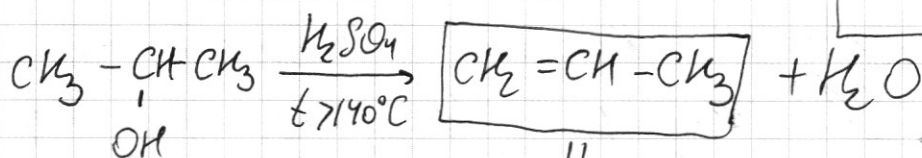
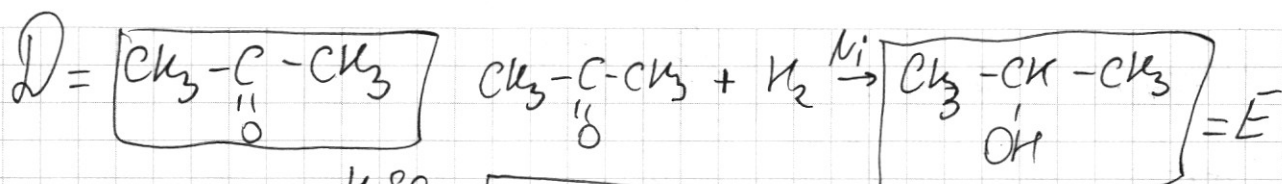


3) Массовая доля AlCl_3 в насыщ. растворе: $w_0 = \frac{K}{K+100} =$
 $= \frac{44,4}{144,4} = 0,3 = 30\%$. ~~Пусто было хлорид AlCl_3 и вода H_2O~~

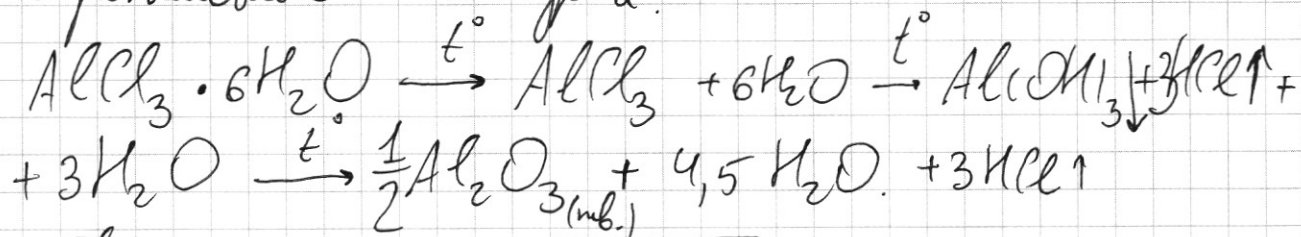
В 100 г. р-ра 30 г. AlCl_3

~~$$\begin{array}{l} 133,5x \\ 133,5x + 18y \\ 133,5x + 18y = 100 \end{array} = 0,3$$~~

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА



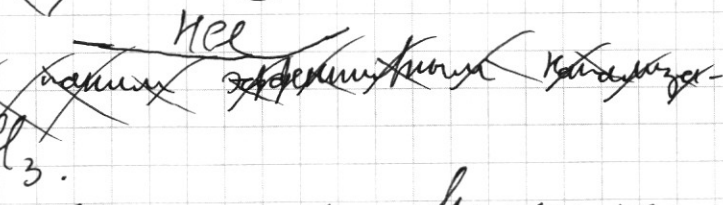
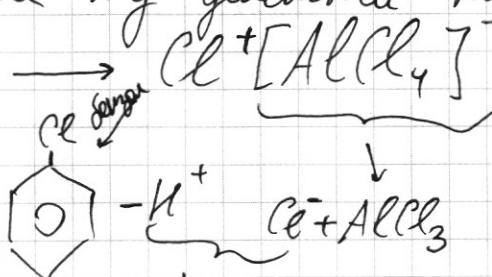
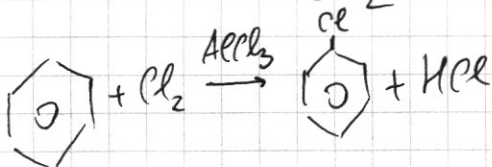
4) Гидролиз алюминия хлорида:



Полученный оксид - $\boxed{\text{Al}_2\text{O}_3}$

5) При гидрировании бензола в реакции участвует частица Cl^+ , которая образуется при гомолитическом разрыве связи в молекуле Cl_2 .

Такой разрыв происходит под действием катиона Льюиса:



6) ~~Тетрамер будет не таким эффективным катализатором, как димер AlCl_3 .~~

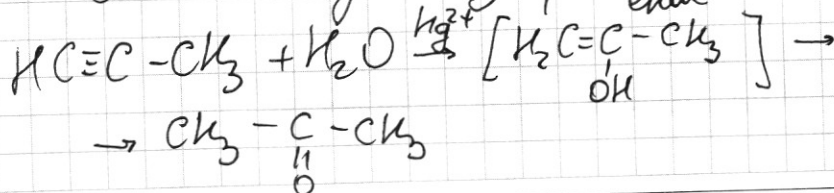
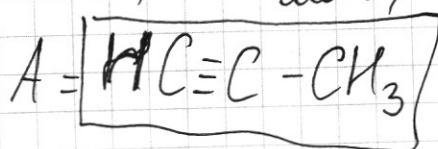
Гидрирование бензола происходит при высоких температурах, поэтому $\text{AlCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ не будет устойчивым катализатором (см. п. 4) $\Rightarrow$ нельзя использовать $\text{AlCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ или $[\text{Al}(\text{H}_2\text{O})_6]\text{Cl}_3$ в орг. синтезе

Задача 4

1. Если Hg^{2+} - катализатор гидратации алкинов.

Можно предположить, что А - алкин. Алкин превращ. в кетон В, который гидрируется 1 моль H_2 . Если $n(\text{A}) = 1$ моль, $m(\text{A}) = 40$ г. (на первой стадии), то

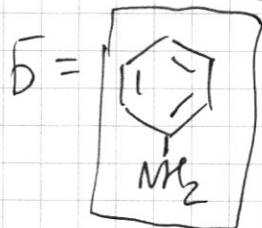
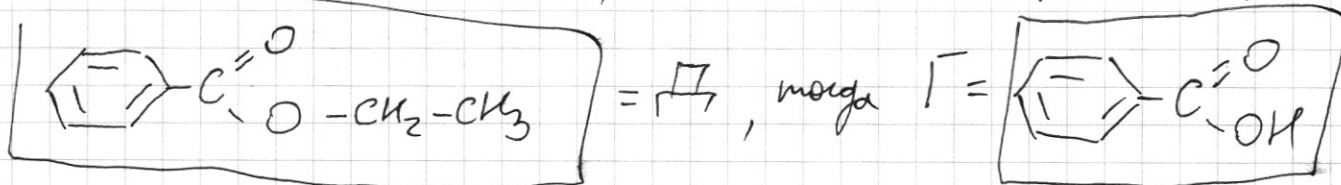
$M(\text{A}) = 40$ г/моль, что соответствует C_3H_4 : экан



ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Задача 5.

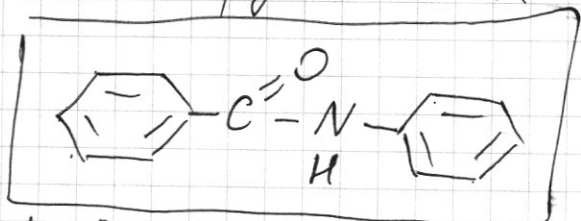
Д - сложный эфир кислоты Г и этанола. Определим его формулу. $w(C) = 72\%$; $w(H) = 6,67\%$; $w(O) = 21,33\%$
 $C:H:O = \frac{72}{12} : \frac{6,67}{1} : \frac{21,33}{16} = 6 : 6,67 : 1,333 =$
 $= 9 : 10 : 2$, что соответствует формуле



, т.к. при бромировании аммиака образуются трибромпроизводные: Е = Nc1cc(Br)cc(Br)cc1Br $M_r = 330 \frac{г}{мол}$

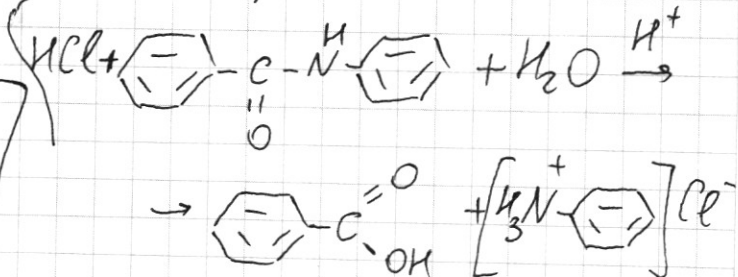
Вещество А синтезируется из

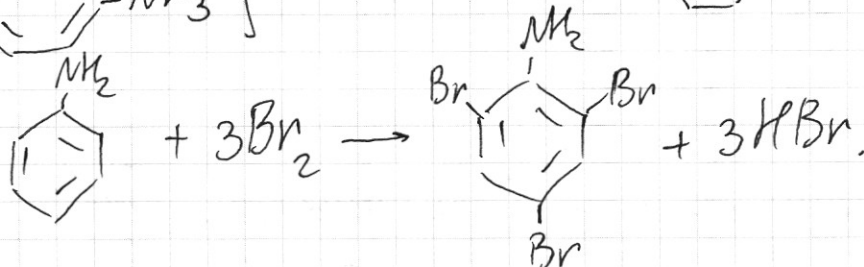
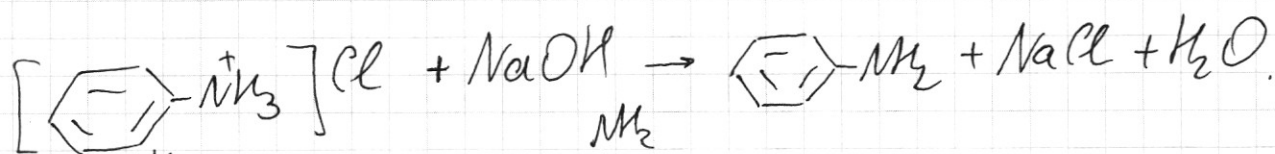
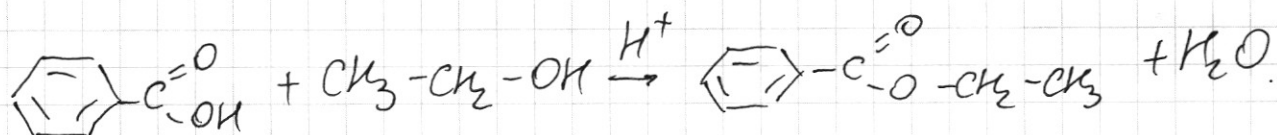
Б и Д, значит А - это N-бензиламид бензойной кислоты



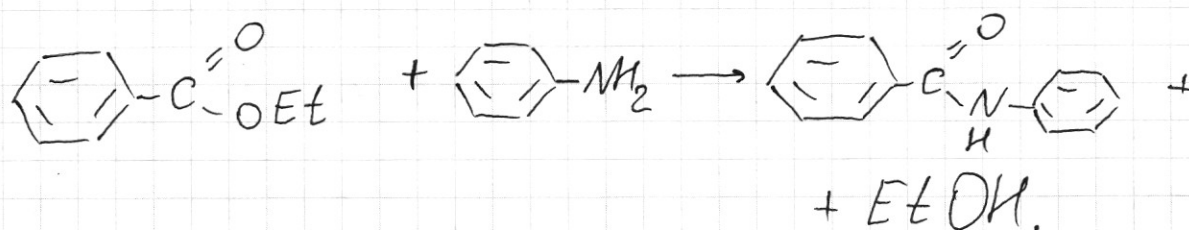
$C_{13}H_{11}NO$ N-бензиламид

Уравнение реакции:

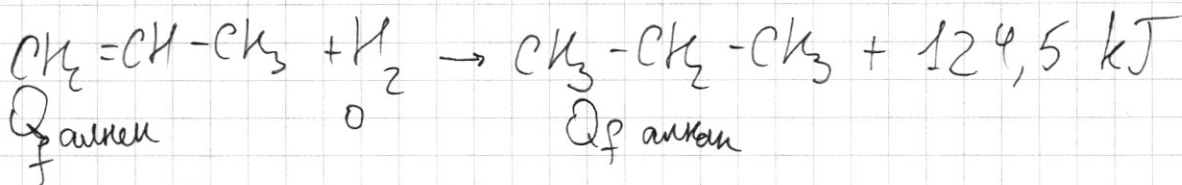
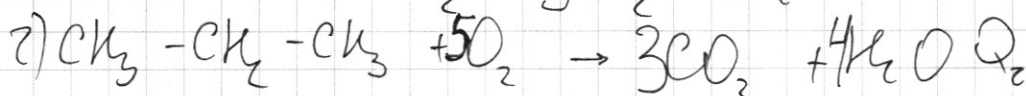
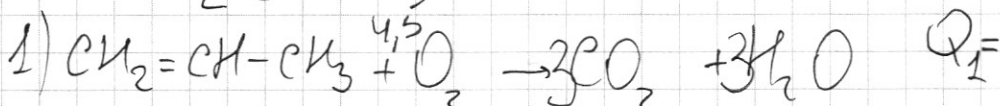
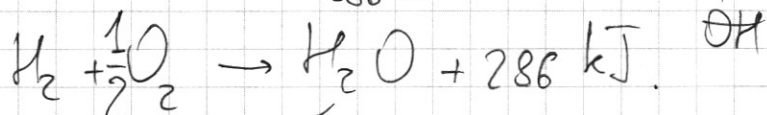
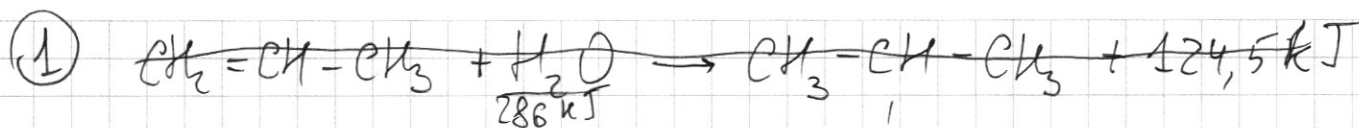




Синтез А из Б и Г:



ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА



$Q_{\text{алкан}} - Q_{\text{алкен}} = 124,5 \text{ kJ}$

$Q_{\text{алкан}} = 124,5 + Q_{\text{алкен}}$

1) $Q_1 = 3Q_f(\text{CO}_2) + 3Q_f(\text{H}_2\text{O}) - Q_{\text{алкен}}$

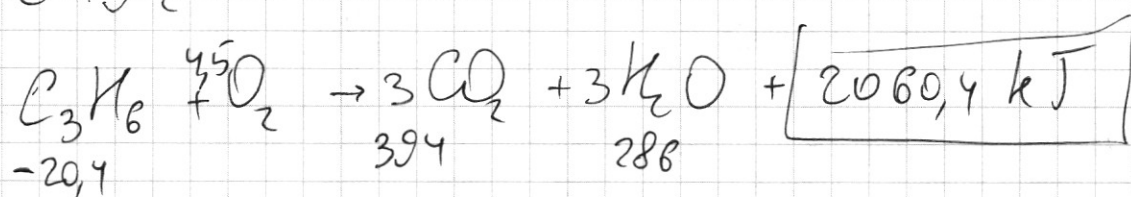
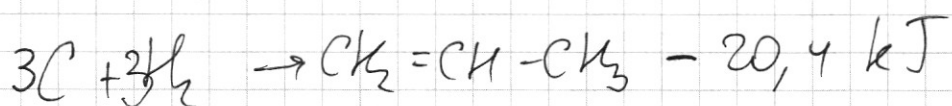
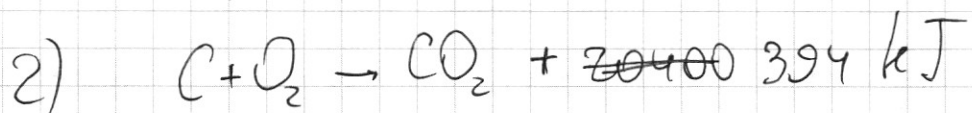
$Q_2 = 3Q_f(\text{CO}_2) + 4Q_f(\text{H}_2\text{O}) - Q_{\text{алкан}} =$

$= 3Q_f(\text{CO}_2) + 4Q_f(\text{H}_2\text{O}) - 124,5 - Q_{\text{алкен}}$

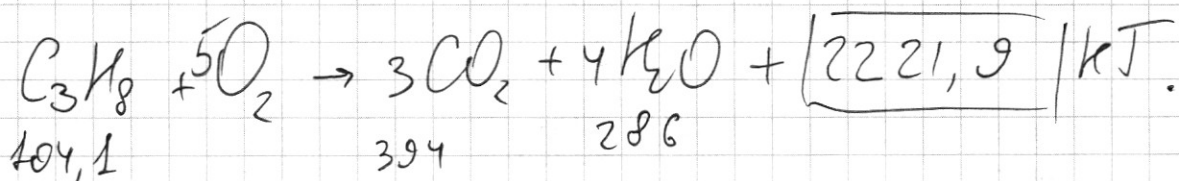
~~$Q_2 - Q_1 = Q_f(\text{H}_2\text{O}) - Q_{\text{алкан}}$~~

$Q_2 - Q_1 = 3Q_f(\text{CO}_2) - 3Q_f(\text{CO}_2) + 4Q_f(\text{H}_2\text{O}) - 3Q_f(\text{H}_2\text{O}) - Q_{\text{алкан}} + Q_{\text{алкен}} = Q_f(\text{H}_2\text{O}) - Q_{\text{алкан}} + 244,5 \text{ kJ} + Q_{\text{алкан}}$

$$\begin{aligned}
 Q_2 - Q_1 &= \cancel{3Q_f(\text{CO}_2)} Q_f(\text{H}_2\text{O}) - Q_f(\text{алкан}) + Q_f(\text{алкен}) = \\
 &= Q_f(\text{H}_2\text{O}) - (124,5 + Q_f(\text{алкен})) + Q_f(\text{алкен}) = \\
 &= Q_f(\text{H}_2\text{O}) - 124,5 - \cancel{Q_f(\text{алкен})} + \cancel{Q_f(\text{алкен})} = \\
 &= Q_f(\text{H}_2\text{O}) - 124,5.
 \end{aligned}$$



$$Q_f(\text{алкан}) = 124,5 + Q_f(\text{алкен}) = 124,5 - 20,4 = 104,1$$



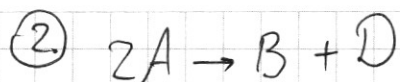
$$3) \quad Q = cm(100 - 0) = 100 \text{ cm}$$

$$\begin{aligned}
 Q &= Q_{\text{Al}} + Q_{\text{H}_2\text{O}} = 0,4 \cdot 897 \cdot 100 + 1 \cdot 4182 \cdot 100 = \\
 &= 454080 \text{ Дж} \approx 454 \text{ kJ}.
 \end{aligned}$$

$$n(\text{пропан}) = \frac{2221,9}{\cancel{454} 454} = \frac{454}{2221,9} = 0,2 \text{ моль}$$

$$V(\text{пропан}) = [4,48 \text{ л}]$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА



$[A]_0 = 5$

$k_1 = \frac{1}{t} \ln \frac{[A]_0}{[A]} \quad \alpha \neq 1$

$30^\circ\text{C}: t_{0,5} = \frac{\ln 2}{k} = 2 \text{ мин}$

$t = 2; t = 6$

$k = \frac{1}{2} \ln \frac{5}{2,5} = 0,34657$

$k = \frac{\ln 2}{2} = 0,34657$

г) $v_0 = 0,1 \cdot [A]_0^2 = 0,1 \cdot 25 = 2,5$

$v_4 = 0,1 \cdot [A]_4^2 = 0,1 \cdot 1,667^2 = 0,278$

$k = \frac{1}{6} \ln \frac{5}{1,25} = 1,3863$

Тем 50°C :

$k_2 = \frac{1}{t} \left(\frac{1}{[A]} - \frac{1}{[A]_0} \right) \quad \boxed{\alpha = 2}$

$k = \frac{1}{t} \left(\frac{1}{[A]} - \frac{1}{[A]_0} \right) =$

$= \frac{1}{4} \left(\frac{1}{0,264} - \frac{1}{5} \right) = 0,9$

$k = \frac{1}{2} \left(\frac{1}{2,5} - \frac{1}{5} \right) = 0,1$

$k = \frac{1}{6} \left(\frac{1}{1,25} - \frac{1}{5} \right) = 0,1$

$\frac{v_2}{v_1} = \gamma \frac{T_2 - T_1}{10}$

$k = \frac{1}{4} \left(\frac{1}{1,667} - \frac{1}{5} \right) = 0,1$

Тем $30^\circ\text{C} \quad k = 0,1$

$\frac{k_2 [A]^2}{k_1 [A]^2} = \gamma \frac{50-30}{10}$

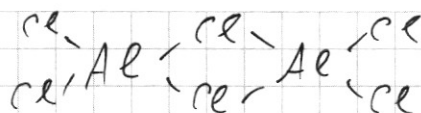
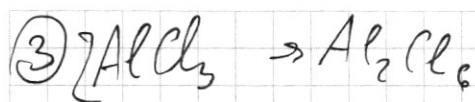
$\frac{5^2 \cdot 0,9}{5^2 \cdot 0,1} = \gamma^2$

$9 = \gamma^2 \Rightarrow \boxed{\gamma = 3}$

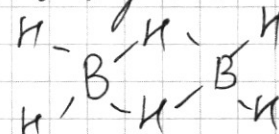
$30: t_{0,5} = \frac{1}{k} \left(\frac{1}{[A]} - \frac{1}{[A]_0} \right) =$

$= \frac{1}{0,1} \left(\frac{1}{1} - \frac{1}{5} \right) = 4 \text{ мин.}$

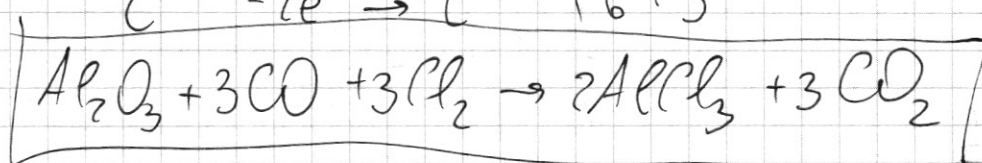
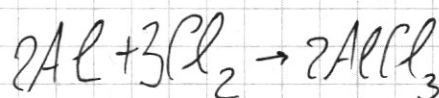
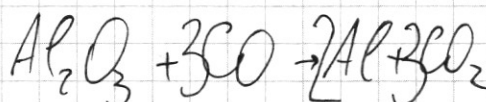
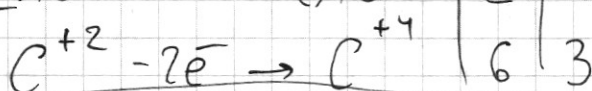
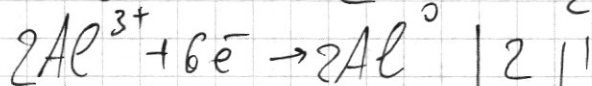
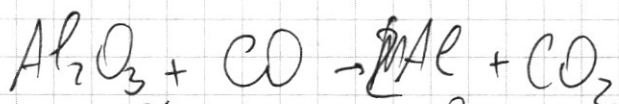
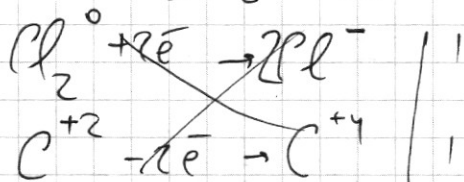
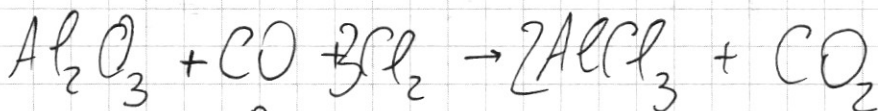
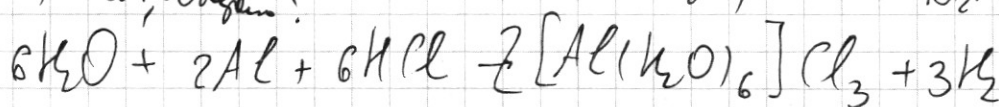
$50: t_{0,5} = \frac{1}{0,9} \left(\frac{1}{2,5} - \frac{1}{5} \right) = 0,22 \text{ мин.}$



Примеры того же явления
связи, как в B_2H_6



2) Тем, вероятно:



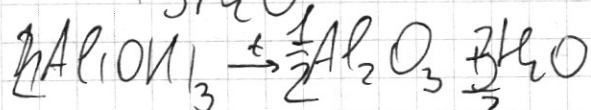
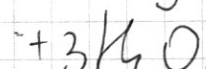
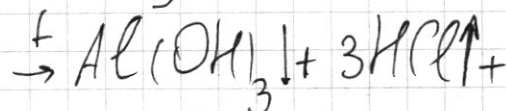
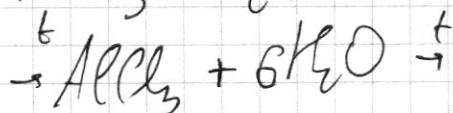
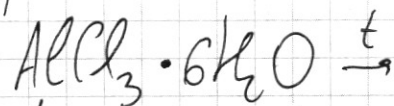
3) $S_{25^\circ C} = \frac{44,4}{100}$

$w_{25} = 30\%$

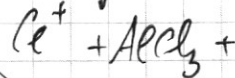
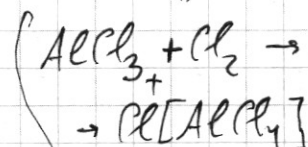
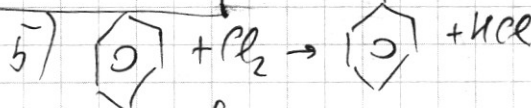
$$\left\{ \begin{array}{l} AlCl_3 \text{ (x моль)} \\ H_2O \text{ (y моль)} \end{array} \right\}$$

$$\frac{133,5x}{133,5x + 18y} = \frac{0,3}{1}$$

4)



$$\frac{133,5x}{100} = 0,3 \quad Al(OH)_3$$



Температура
разрыв связи
Cl-Cl.

$$133,5x = 0,3(133,5x + 18y)$$

$$133,5x = 40,05x + 5,4y$$

$$93,45x = 5,4y$$

$$\begin{cases} 17,3x = y \\ 133,5x + 18y = 100 \end{cases}$$

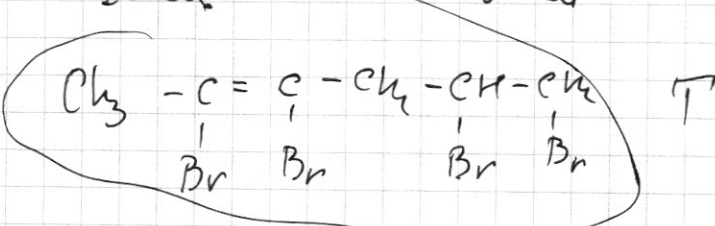
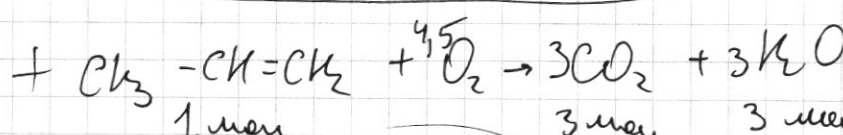
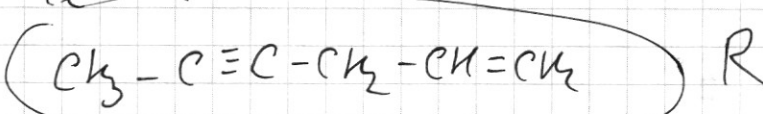
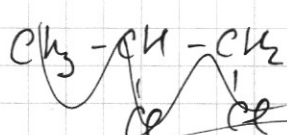
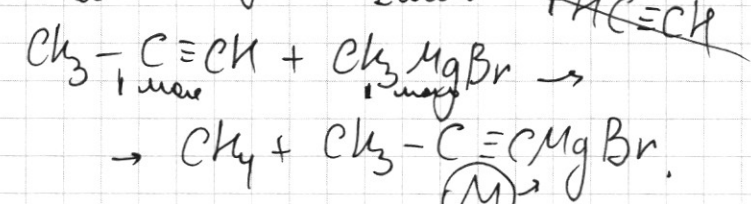
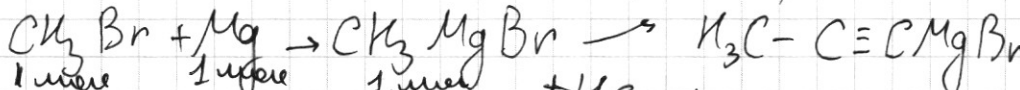
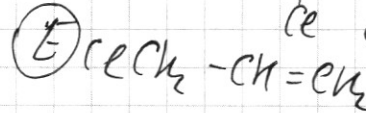
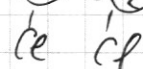
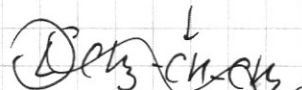
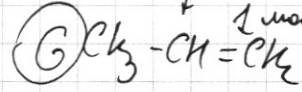
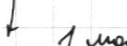
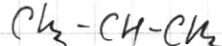
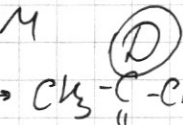
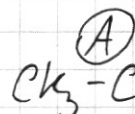
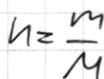
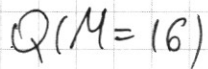
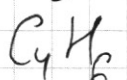
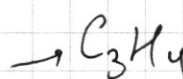
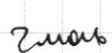
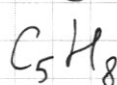
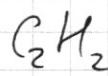
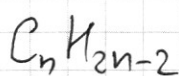
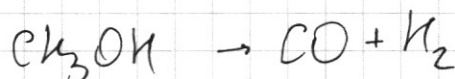
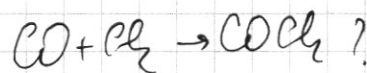
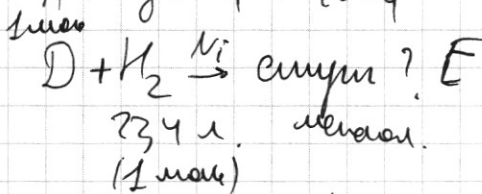
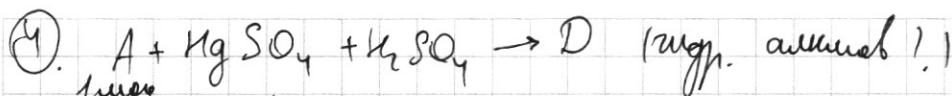
$$133,5x + 18y = 100$$

$$133,5x + 17,3x = 100$$

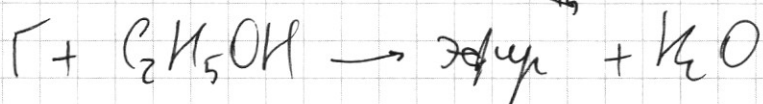
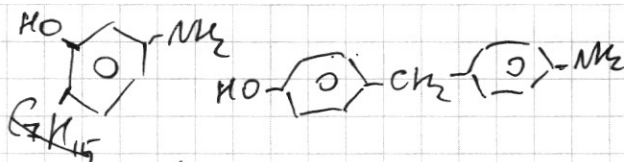
$$150,8x = 100$$

$$x = 0,663 \text{ моль (88,5\%.)}$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА



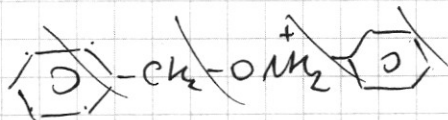
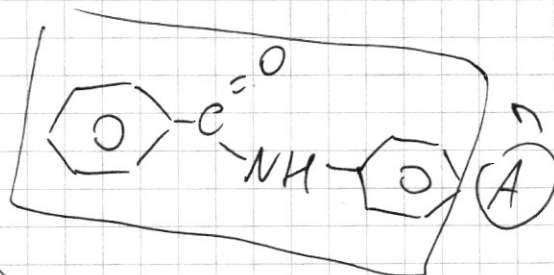
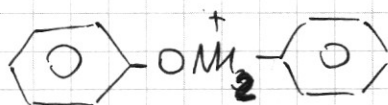
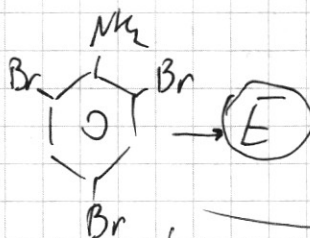
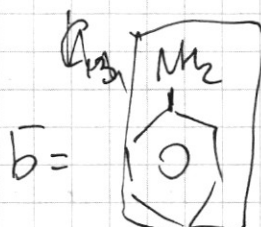
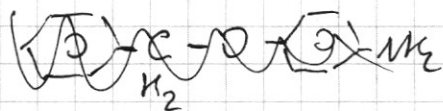
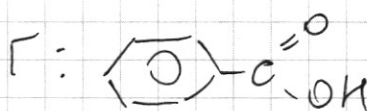
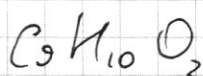
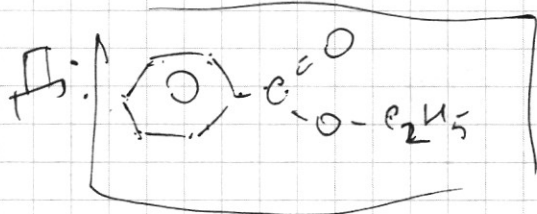
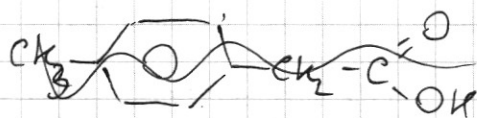
5) $C_{13}H_{11}NO$



эфир: $w(C) = 72\%$; $w(H) = 6,67\%$; $w(O) = 21,33\%$

$$\frac{72}{12} : \frac{6,67}{1} : \frac{21,33}{16} = 6 : 6,67 : 1,333$$

$$\begin{matrix} 18 & 20 & 4 \\ 9 & 10 & 2 \end{matrix}$$



$$\frac{222}{1000} = \frac{x}{60} \Rightarrow 16,667$$

$$k_3 = \frac{1}{2t} \left(\frac{1}{c_t^2} - \frac{1}{c_0^2} \right)$$

$$k_3 = \frac{1}{2 \cdot 2} \left(\frac{1}{25^2} - \frac{1}{5^2} \right) = 0,03$$

$$k_3 = \frac{1}{2 \cdot 4} \left(\frac{1}{0,264^2} - \frac{1}{5^2} \right) = 1,788$$

⇒ не сов.