

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 А и В.

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

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 А 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 А 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.

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 прокалывания 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 E, 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 T. 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 T. Приведите структурную формулу вещества T 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				2	
1	1 H 1,00797 Водород																			He 4,0026 Гелий	
2	Li 6,939 Литий	Be 9,0122 Бериллий		5	B 10,811 Бор	6	C 12,01115 Углерод	7	N 14,0067 Азот	8	O 15,9994 Кислород	9	F 18,9984 Фтор							10	Ne 20,183 Неон
3	Na 22,9898 Натрий	Mg 24,312 Магний	12	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	K 39,102 Калий	Ca 40,08 Кальций	20	Sc 44,956 Скандий	21	Ti 47,90 Титан	V 50,942 Ванадий	23	Cr 51,996 Хром	24	Mn 54,938 Марганец	25	Fe 55,847 Железо	26	Co 58,9332 Кобальт	27	Ni 58,71 Никель	28			
5	Rb 85,47 Рубидий	Sr 87,62 Стронций	38	Y 88,905 Иттрий	39	Zr 91,22 Цирконий	Nb 92,906 Ниобий	41	Mo 95,94 Молибден	42	Tc [99] Технеций	43	Ru 101,07 Рутений	44	Rh 102,905 Родий	45	Pd 106,4 Палладий	46		54	Kr 83,80 Криптон
	47	48		49		50		51		52		53									
	Ag 107,868 Серебро	Cd 112,40 Кадмий		In 114,82 Индий	57	Sn 118,69 Олово	Sb 121,75 Сурьма	73	Te 127,60 Теллур	74	I 126,9044 Йод									131,30	Xe Ксенон
6	Cs 132,905 Цезий	Ba 137,34 Барий	56	La * 138,81 Лантан		Hf 178,49 Гафний	Ta 180,948 Тантал	73	W 183,85 Вольфрам	74	Re 186,2 Рений	75	Os 190,2 Осмий	76	Ir 192,2 Иридий	77	Pt 195,09 Платина	78			
	79	80		81		82		83		84		85								86	Rn Радон
7	Au 196,967 Золото	Hg 200,59 Ртуть		204,37 Таллий		207,19 Свинец		208,980 Висмут		[210] Полоний		210 Астат								[222]	
	Fr [223] Франций	Ra [226] Радий	88	Ac ** [227] Актиний	89	Db [261] Дубний		105 Жолотий		Rf [263] Резерфордий		Bh [262] Борий		Hn [265] Ганний	108	Mt [266] Мейтнерий	109				110

**АКТИНОИДЫ

90	Th 232,038 Торий	91	Pa [231] Протактиний	92	U 238,03 Уран	93	Np [237] Нептуний	94	Pu [242] Плутоний	95	Am [243] Америций	96	Cm [247] Кюрий	97	Bk [247] Беркелий	98	Cf [249] Калифорний	99	Es [254] Эйнштейний	100	Fm [253] Фермий	101	Md [256] Менделеев	102	No [255] Нобелий	103	Lr [257] Лоуренсий
----	------------------------	----	----------------------------	----	---------------------	----	-------------------------	----	-------------------------	----	-------------------------	----	----------------------	----	-------------------------	----	---------------------------	----	---------------------------	-----	-----------------------	-----	--------------------------	-----	------------------------	-----	--------------------------

Примечание: Образец таблицы напечатан из современного курса для поступающих в ВУЗы Н.Е. Кузьменко и др. «Начала химии» М., «Ужамен», 2000





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
HS ⁻	P	P	P	P	P	P	P	P	P	?	?	?	?	?	H	H	?	?	?	?	?	?	?
SO ₃ ²⁻	P	P	P	P	P	H	H	M	H	?	-	H	?	H	H	H	?	M	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	?	?	?	?	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 ₂ 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

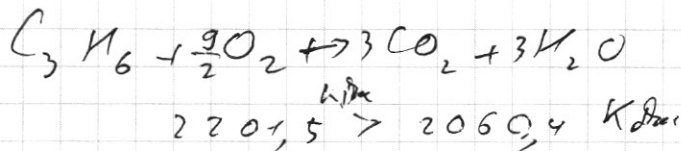
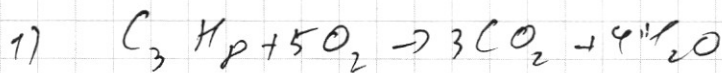
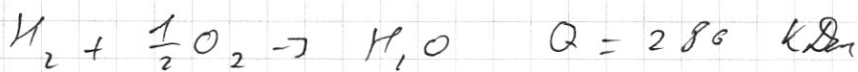
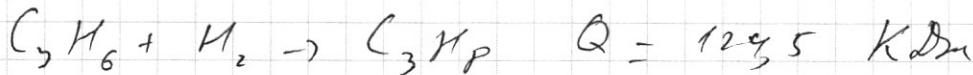
Примечание: Электрохимический ряд напряжений металлов и таблица «Растворимость кислот, солей и оснований в воде» напечатаны из современного курса для поступающих в ВУЗы Н.Е. Кузьменко и др. «Начала химии» М., «Экзамен», 2000 (с. 241, форзац)



ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

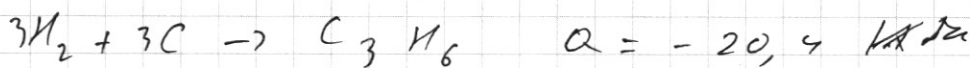
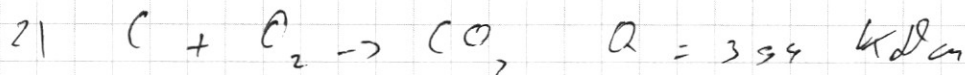
Задание 1

Ответы



$$2201,5 > 2060,4 \text{ КДж}$$

$$Q_{сгор} C_3H_8 > Q_{сгор} C_3H_6$$



$$Q_{сгор} (C_3H_6) = 394 \cdot 3 + 286 \cdot 3 + 20,4 = 2060,4 \text{ КДж}$$

$$Q_{сгор} (C_3H_8) = 2201,5 \text{ КДж}$$

$$2201,5 > 2060,4$$

$$Q_{сгор} C_3H_8 > Q_{сгор} C_3H_6$$

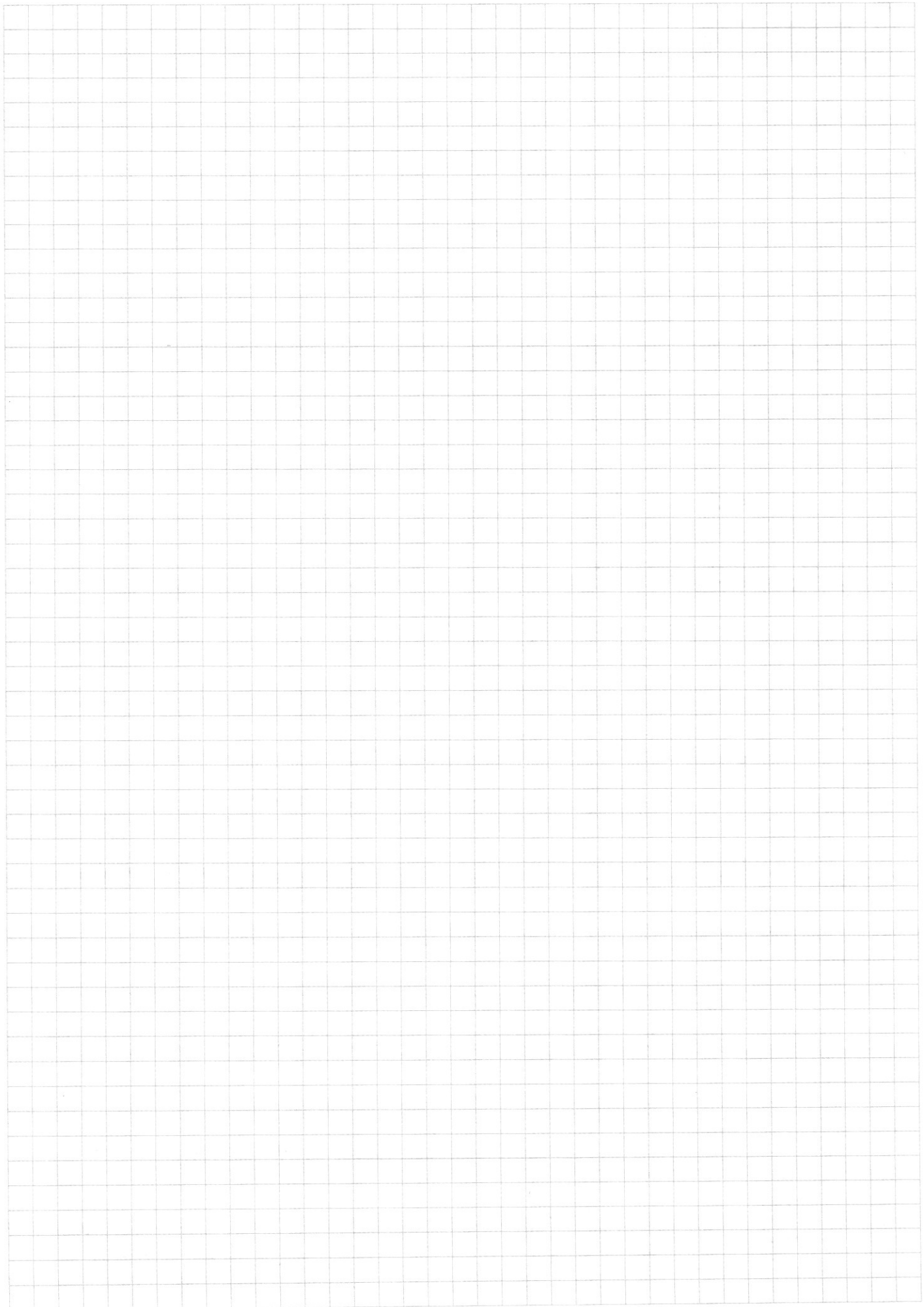
$$3) \quad \frac{4182 \cdot 373,1 + 897 \cdot 373,0,4}{1000} = 1693,72 \text{ КДж}$$

$$1 - 2201,5 \text{ КДж}$$

$$x - 1693,72 \text{ КДж}$$

$$x = 0,34 \text{ моль} = n(C_3H_8)$$

$$V(C_3H_8) = 0,34 \cdot 22,4 \approx 7,62 \text{ л}$$



ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Задание 2

Ответы.

а) По расписку [А] можно сделать вывод, что порядок реакции точно не нулевой.

Предположим, что порядок равен 1, тогда через ^{сек} 2 минуты

$$K_{30^\circ} = \frac{1}{2} \cdot \ln \frac{5}{2,5} = 0,346574$$

$$K_{50^\circ} = \frac{1}{2} \cdot \ln \frac{5}{0,5} = 1,151$$

Чтобы убедиться, в том что этот порядок не подходит, надо подставить грузовое время в к. Каннингем, Найфетт C_n через 4 минуты

$$0,346574 = \frac{1}{4} \cdot \ln \left(\frac{5}{C_n} \right) \quad C_n = 1,25 \neq 1,667$$

Значит порядок не первый, проводя те же самые действия с другими порядками, условию удовлетворяет второй порядок

$$б) K_{30^\circ} = \frac{1}{2} \cdot \left(\frac{1}{2,5} - \frac{1}{5} \right) = 0,1$$

$$K_{50^\circ} = \frac{1}{2} \cdot \left(\frac{1}{0,5} - \frac{1}{5} \right) = 0,9$$

$$в) \frac{0,9}{0,1} = Y^{t_2 - t_1} \Rightarrow Y = 1,16$$

$$2) 0,1 = \frac{1}{t_1} \cdot \left(\frac{1}{2,5} - \frac{1}{5} \right) \Rightarrow t_1 = 2$$

$$3) 0,9 = \frac{1}{t_2} \cdot \left(\frac{1}{2,5} - \frac{1}{5} \right) \Rightarrow t_2 = 0,222$$

$$g) \frac{(5 - 2,5)}{2 \cdot n} = \frac{(1,667 - 1,25)}{2}$$

$$n = 6$$

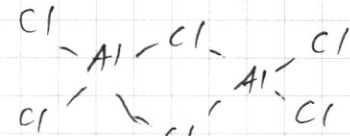
уменьшилась в шесть раз

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Задание 3

Ответы.

1) $AlCl_3$ переходит в Al_2Cl_6 , увеличивая молярную массу в два раза.

$$2AlCl_3 \rightarrow Al_2Cl_6$$


2) $Al_2O_3 + 3CO + 3Cl_2 \rightarrow 2AlCl_3 + 3CO_2$

Нет, невозможно так как концентрированный р-р HCl содержит воду. Тогда $AlCl_3$ будет гидролизываться

$$3) \int_{25^\circ} [AlCl_3] = \frac{44,4}{100} \cdot 2(H_2O)$$

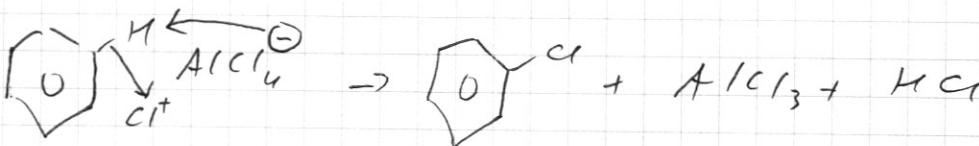
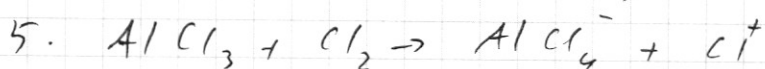
Пусть $m(AlCl_3) = x$, а $m(H_2O) = y$, тогда

$$\begin{cases} x + y = 100 \\ 100x = 44,4y \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} x = 30,75 \quad (2) \\ y = 69,25 \quad (2) \end{cases}$$

$$m(AlCl_3) = 30,75 \quad (2)$$

$$m(H_2O) = 69,25 \quad (2)$$

4) Так как происходит гидролиз $AlCl_3$

$$AlCl_3 \cdot 6H_2O \rightarrow Al(OH)_3 \downarrow + 3HCl + 3H_2O$$


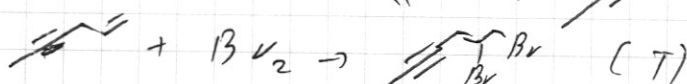
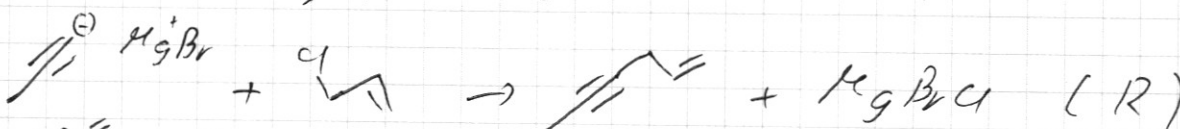
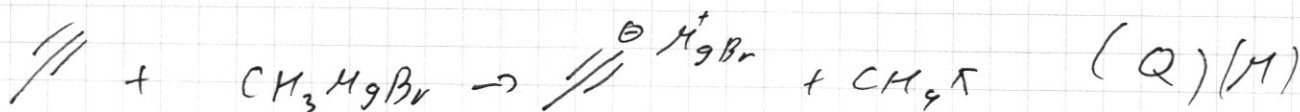
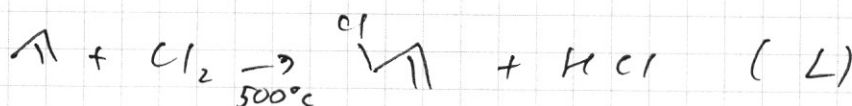
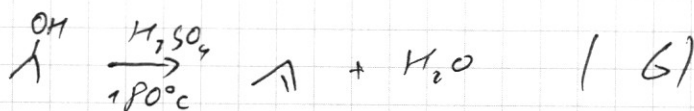
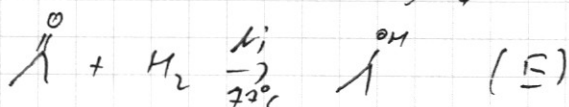
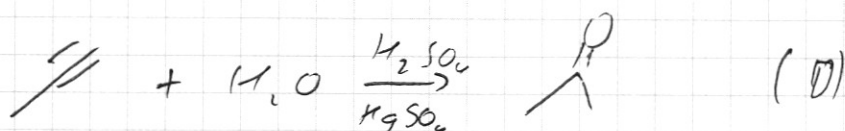
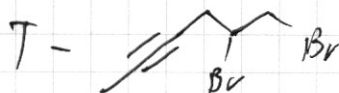
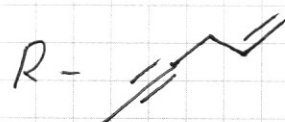
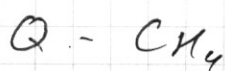
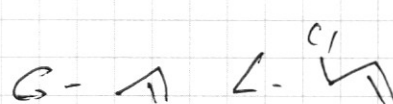
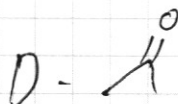
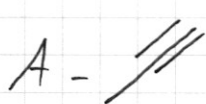
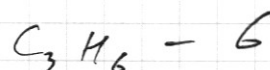
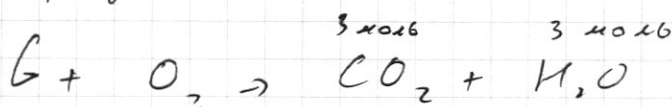
6. ^{Нет} ~~Да~~, так как происходит гидролиз $AlCl_3$, с образованием $Al(OH)_3$, который выпадает в осадок, а HCl улетучивается.

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Задание 4

Ответы

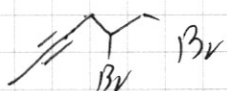
Определим G



$$m(T) = m(C_6H_8Br_2) = 240 \cdot 1 = 240 \text{ г}$$

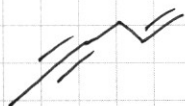
$$\hookrightarrow n(C_6H_8Br_2)$$

T -



(5,6-дибромгексен-2)

R -

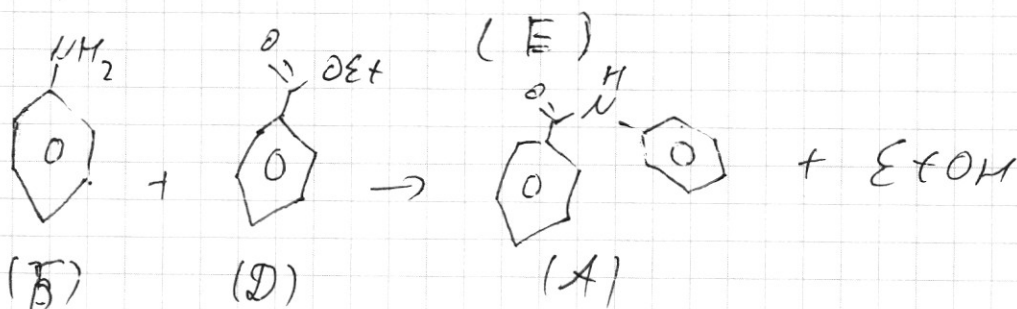
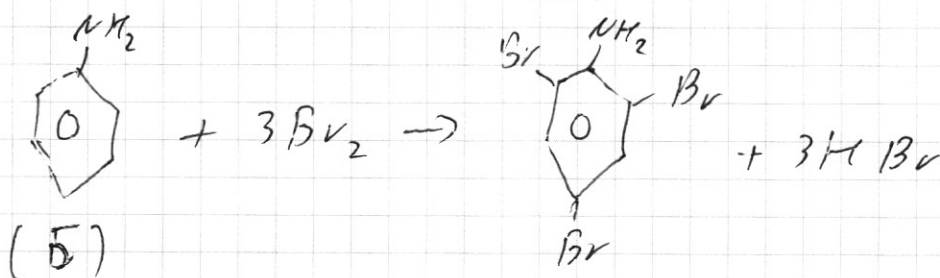
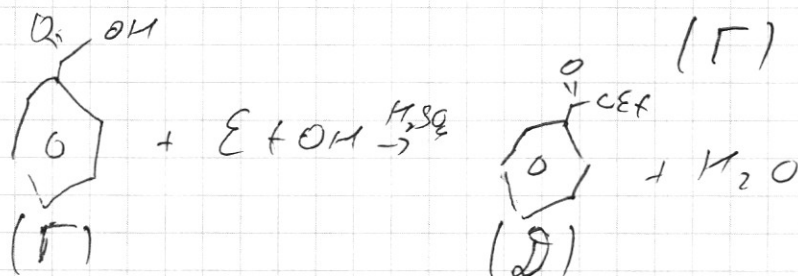
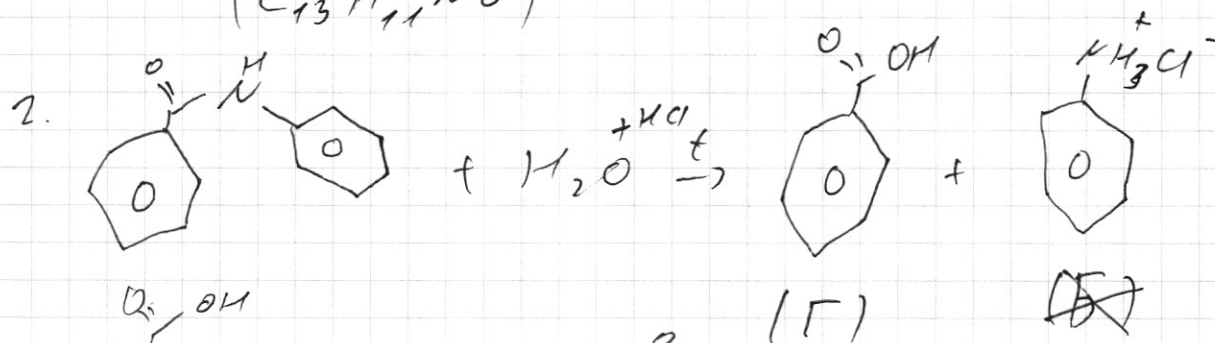
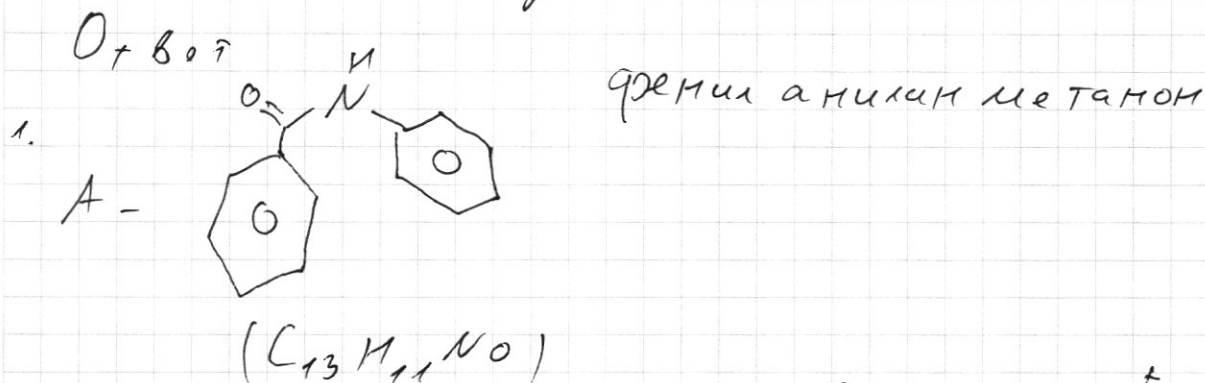


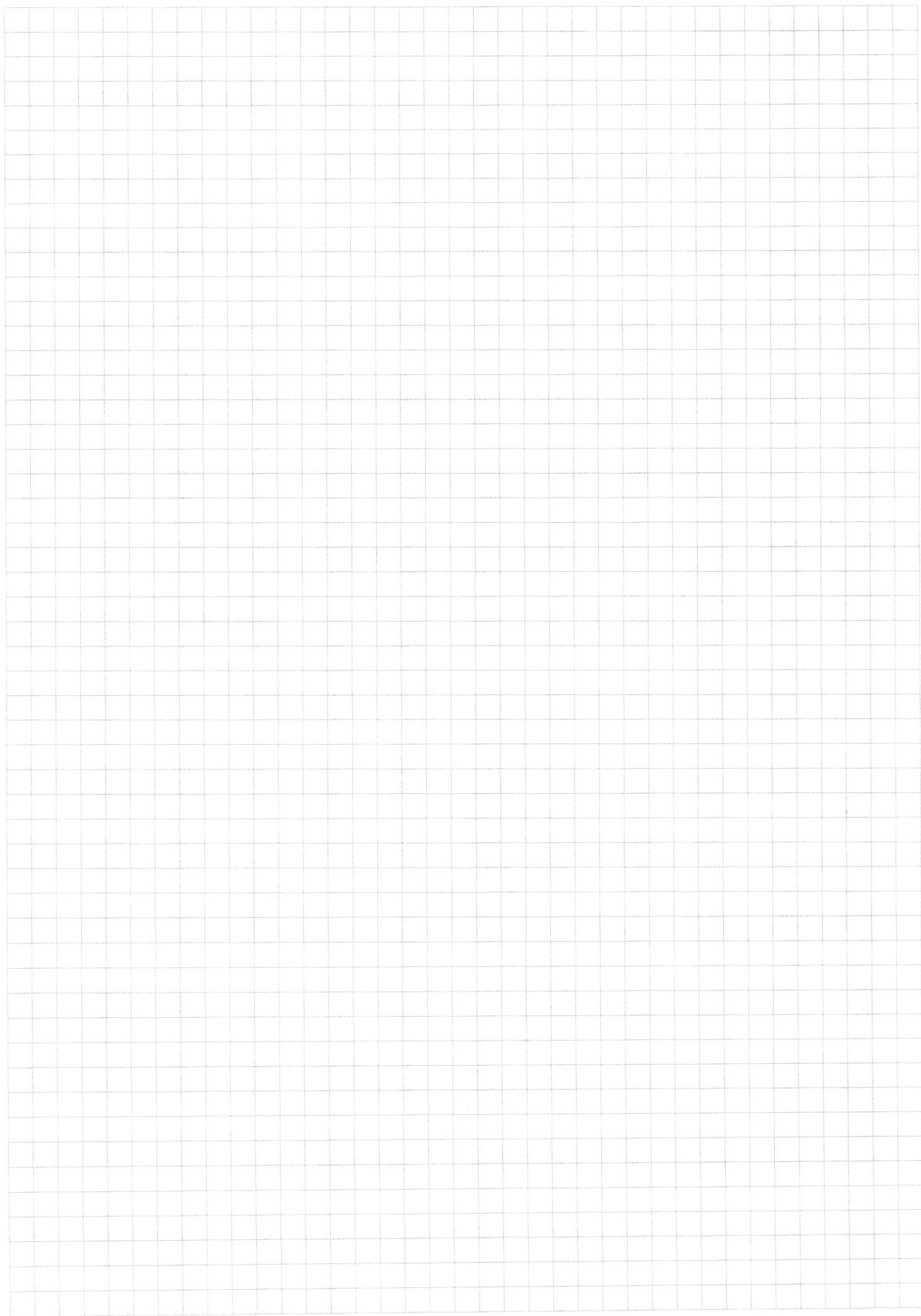
~~гексен~~

гексен-2-ен-5

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Задание 5



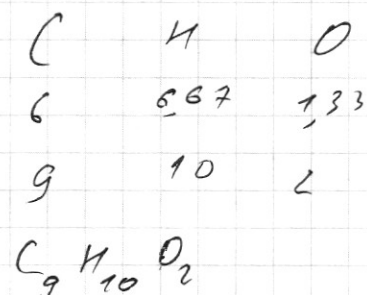
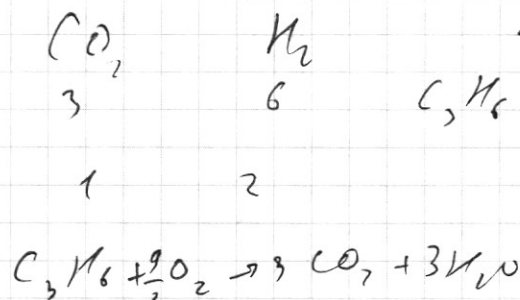


☐ черновик ☐ чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__
(Нумеровать только чистовики)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

4 1 1 1 1 1 1 1 1 1



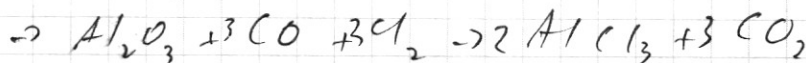
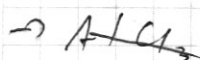
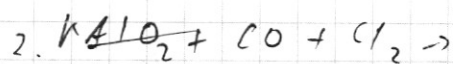
Задача 3

$$S_{25}(\text{AlCl}_3) = \frac{44,4}{100(1,0)}$$

Ответ:

1) AlCl_3 переходит в Al_2Cl_6 , увеличивая свою молярную массу в два раза и 2) уменьшилась в шесть раз

$$2\text{AlCl}_3 \xrightarrow{t} \text{Al}_2\text{Cl}_6$$



Нет, невозможно так как самый концентрированный р-р HCl , содержит воду. Тогда AlCl_3 будет гидролизываться

$$\begin{aligned} 0) & \quad V_p = k_0 \\ 1) & \quad k_1 = \frac{1}{\tau} \ln \frac{c_0}{c} \\ 2) & \quad k_2 = \frac{1}{\tau} \cdot \left(\frac{1}{c} - \frac{1}{c_0} \right) \\ 3) & \quad k_3 = \frac{1}{2\tau} \cdot \left(\frac{1}{c} - \frac{1}{c_0} \right) \end{aligned}$$

Ответ

$$a) \quad k_1 = 0,3465 \text{ л/с}$$

или первый

$$k_1 = 1,15$$

$$a) \quad k_2 = 0,1$$

второй порядок

$$k_2 = 0,9$$

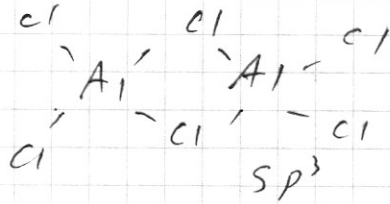
$$b) \quad k_{30} = 0,1$$

$$k_{50} = 0,9$$

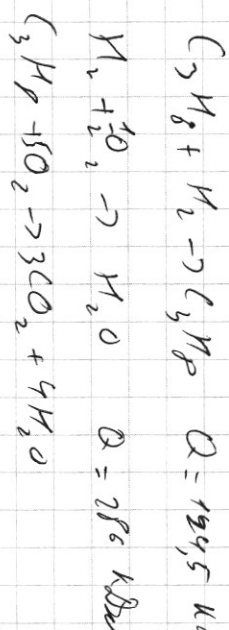
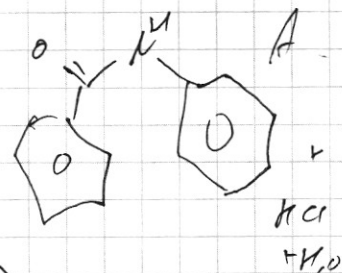
$$b) \quad \frac{k_{50}}{k_{30}} = 9$$

50-30

$$\frac{0,9}{0,1} = 9^{20}$$



$$AIC_1 \quad 999 - 100 = 144,9$$



$$x = 5 \quad 100$$

$$y + x = 100$$

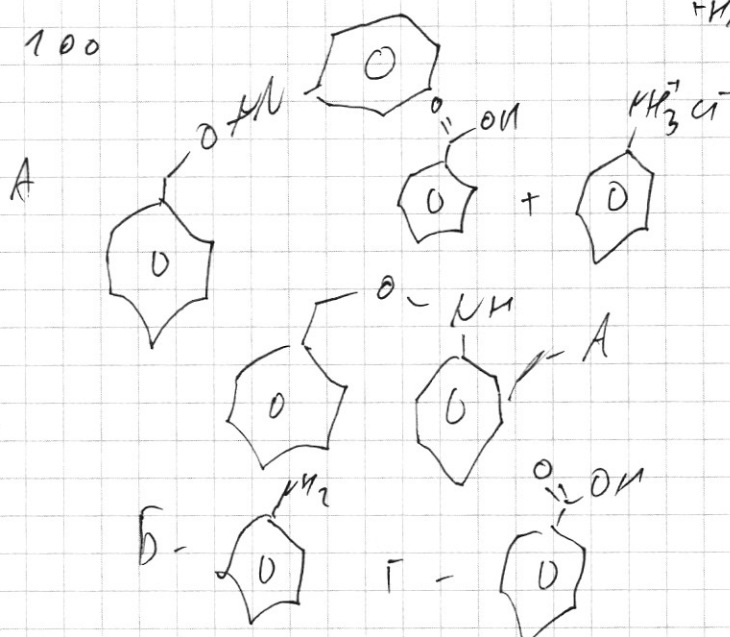
$$\frac{444.4}{100} = x$$

$$0,444y = x$$

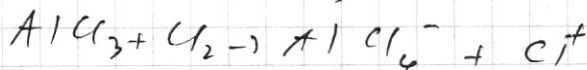
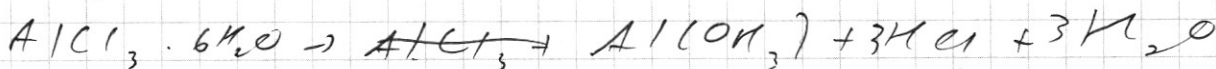
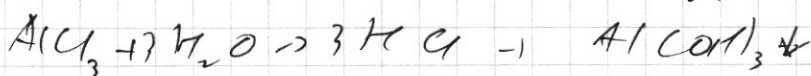
$$x - 0,444 y = 0$$

$$u = 30,75 \text{ t}$$

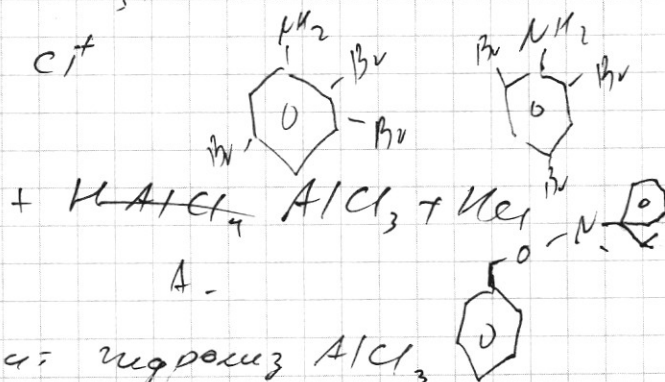
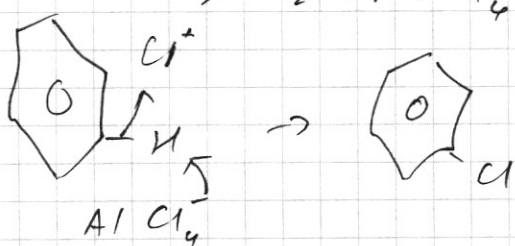
$y = 69,25 \text{ ~r}$



б) Так как происходит гидролиз $AlCl_3$,



5.



б. ~~Вот~~. так как происходит гидролиз $AlCl_3$

Образуются АТСОМ, которые тоже вступают

рога основания

