

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.

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.

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 : $2Al + 6HCl \rightarrow 2AlCl_3 + 3H_2 \uparrow$?
- 3) Рассчитайте, какую массу б/в $AlCl_3$ следует взять, чтобы приготовить 100г насыщенного при 25⁰C 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 77⁰C, по окончании реакции получили жидкое вещество Е, которое прибавили к нагретой до 180⁰C серной кислоте, получив газ (н.у.) G. Газ G смешали с 22,4 л (н.у.) хлора, и, нагрев до 500⁰C, 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 М.

При взаимодействии всего вещества М 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 $C_{13}H_{11}NO$ 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

		VIII										
	I	II	III	IV	V	VI	VII				2	
1	1 H 1,00797 Водород										4,0026 He 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	9 F 18,9984 Фтор				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	54	
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 Йод				131,30 Xe 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	86	
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				110 Rn Радон	
	87 Fr [223] Франций	88 Ra [226] Радий	89 Ac ** [227] Актиний	104 Db [261] Дубний	105 Lr [262] Лоренций	106 Rf [263] Резерфордий	107 Bh [262] Борий	108 Hn [265] Ганний	109 Mt [266] Мейтнерий			

*.ЛАНТАНОИДЫ

**.АКТИНОИДЫ

58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71
Ce 140,12 Церий	Pr 140,907 Празеодим	Nd 144,24 Неодим	Pm [145] Прометий	Sm 150,35 Самарий	Eu 151,96 Европий	Gd 157,25 Гадолиний	Tb 158,924 Тербий	Dy 162,50 Диспрозий	Ho 164,930 Гольмий	Er 167,26 Эрбий	Tm 168,934 Тулий	Yb 173,04 Иттербий	Lu 174,97 Лютеций
90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100	101	102	103
Th 232,038 Торий	Pa [231] Протактиний	U 238,03 Уран	Np [237] Нептуний	Pu [242] Плутоний	Am [243] Америций	Cm [247] Кюрий	Bk [247] Берклий	Cf [249] Калифорний	Es [254] Эйнштейний	Fm [253] Фермий	Md [256] Менделевий	No [255] Нобелий	Lr [257] Лоуренсий

Примечание: Образцы таблицы напечатаны из современного курса для поступающих в ВУЗы Н.Е. Кузьменко и др. «Начала химии» М., «Жуанен», 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	?	?	?	?	?	?	?	?
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

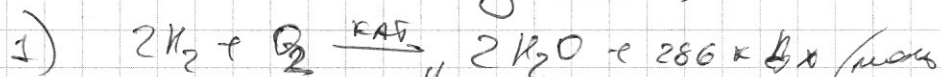
Примечание: Электрохимический ряд напряжений металлов и таблица «Растворимость кислот, солей и оснований в воде» напечатаны из современного курса для поступающих в ВУЗы Н.Е. Кузьменко и др. «Начала химии»

М., «Экзамен», 2000 (с. 241, форзац)

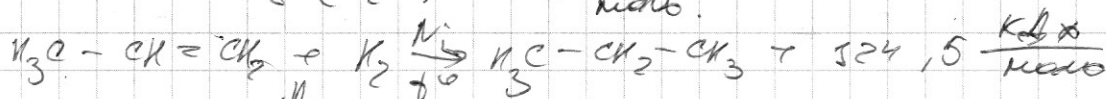


ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Задача 1

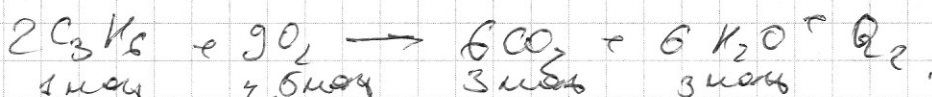


$$\Delta H_f^\circ(H_2O) = 286 \frac{\text{кДж}}{\text{моль}}$$



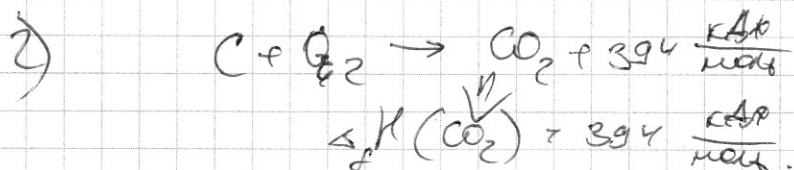
переходим из уравнения в $H_f^\circ(C_3H_8) - \Delta H_f^\circ(C_3H_6) = 124,5 \frac{\text{кДж}}{\text{моль}}$

Составим уравнение:



$$\begin{aligned} \Delta Q_1 - \Delta Q_2 &= 4 \text{ моль} \cdot \Delta H_f^\circ(H_2O) + 3 \text{ моль} \cdot \Delta H_f^\circ(CO_2) - 1 \text{ моль} \cdot H_f^\circ(C_3H_8) - \\ &- (3 \text{ моль} \cdot \Delta H_f^\circ(H_2O) + 3 \text{ моль} \cdot \Delta H_f^\circ(CO_2) - 1 \text{ моль} \cdot \Delta H_f^\circ(C_3H_6)) \\ &= 1 \text{ моль} \cdot \Delta H_f^\circ(H_2O) - 1 \text{ моль} \cdot \Delta H_f^\circ(C_3H_8) + 1 \text{ моль} \cdot \Delta H_f^\circ(C_3H_6) \\ &= 1 \text{ моль} \cdot \Delta H_f^\circ(H_2O) - (1 \text{ моль} \cdot \Delta H_f^\circ(C_3H_8) - 1 \text{ моль} \cdot \Delta H_f^\circ(C_3H_6)) \\ &= 1 \text{ моль} \cdot \Delta H_f^\circ(H_2O) - 1 \text{ моль} \cdot 124,5 \frac{\text{кДж}}{\text{моль}} = 286 \text{ кДж} - 124,5 \text{ кДж} = \\ &= 161,5 \text{ кДж} \end{aligned}$$

$\Delta Q_1 (Q \text{ сгорания } \underset{1 \text{ моль}}{C_3H_8}) > \Delta Q_2 (Q \text{ сгор. } \underset{1 \text{ моль}}{C_3H_6})$ выделяется
на 161 кДж больше тепла

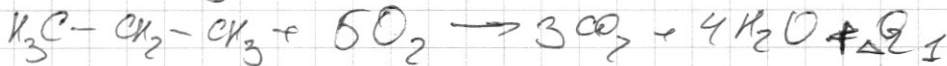


$Q_A \Delta H_f^\circ(C_3H_6) = -80,4 \text{ кДж}$

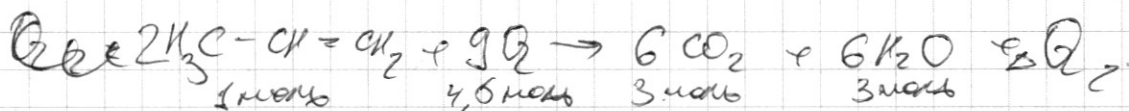
$$\text{Т.к. } \Delta H_f(C_3H_6) = -20,4 \text{ кДж/моль},$$

$$\Delta H_f(C_3H_8) = 124,5 \text{ кДж/моль} - 20,4 \text{ кДж/моль} = 104,1 \frac{\text{кДж}}{\text{моль}}$$

Искать из уравнений:



$$\begin{aligned} \Delta Q_1 &= 3 \text{ моль} \cdot \Delta H_f(CO_2) + 4 \text{ моль} \cdot \Delta H_f(H_2O) - 5 \text{ моль} \cdot \Delta H_f(O_2) - \\ &- \Delta H_f(C_3H_8) = 3 \text{ моль} \cdot 394 \frac{\text{кДж}}{\text{моль}} + 4 \cdot 286 \frac{\text{кДж}}{\text{моль}} - 5 \text{ моль} \cdot 0 \frac{\text{кДж}}{\text{моль}} - \\ &- 1 \text{ моль} \cdot 104,1 \frac{\text{кДж}}{\text{моль}} = 2221,9 \frac{\text{кДж}}{\text{моль}} \end{aligned}$$



$$\begin{aligned} \Delta Q_2 &= 6 \text{ моль} \cdot \Delta H_f(CO_2) + 6 \text{ моль} \cdot \Delta H_f(H_2O) - 9 \text{ моль} \cdot \Delta H_f(O_2) - \\ &- 2 \text{ моль} \cdot \Delta H_f(C_3H_8) = 6 \cdot 394 \frac{\text{кДж}}{\text{моль}} + 6 \cdot 286 \frac{\text{кДж}}{\text{моль}} - \\ &- 9 \cdot 0 \frac{\text{кДж}}{\text{моль}} - 2 \cdot 104,1 \frac{\text{кДж}}{\text{моль}} = 4540,8 \frac{\text{кДж}}{\text{моль}} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 3) Q_{\text{кастрюли}} &= C_p(A) \cdot m(A) \cdot \Delta T = 897 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot \text{К}} \cdot 0,4 \text{ кг} \cdot 100 \text{ К} = \\ &= 35880 \text{ Дж} = 35,88 \text{ кДж} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Q_{\text{воды}} &= C_p(H_2O) \cdot m(H_2O) \cdot \Delta T = 4182 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot \text{К}} \cdot 1 \text{ кг} \cdot 100 \text{ К} = \\ &= 418200 \text{ Дж} = 418,2 \text{ кДж} \end{aligned}$$

$$\Sigma Q = Q_{\text{кастрюли}} + Q_{\text{воды}} = 35,88 \text{ кДж} + 418,2 \text{ кДж} = 454,08 \text{ кДж}$$

$$P(C_3H_8) = \frac{\Sigma Q}{\Delta Q_1} = \frac{454,08 \text{ кДж}}{2221,9 \frac{\text{кДж}}{\text{моль}}} = 0,204365 \text{ моль}$$

$$V(C_3H_8) = V_m \cdot P(C_3H_8) = 22,4 \frac{\text{л}}{\text{моль}} \cdot 0,204365 \text{ моль} = 4,578 \text{ л}$$

$$\text{Ответ: } V(C_3H_8) = 4,578 \text{ л}$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Задание 2

- а) Т.к. при одной и той же температуре k скорости реакции одинаковы, то, подготовив данные из таблицы, узнаем порядок p -ый:

Исходя из данных p -ой $2A \rightarrow B + D$ — реакция 0 порядка

Если p -ая ($2A \rightarrow B + D$) — первого порядка, то (при $30^\circ C$)

$$C_1 = 2,5 \text{ М}, \tau_1 = 2 \text{ мин} \quad \text{и} \quad C_2 = 1,667 \text{ М} \quad \text{при} \quad \tau_2 = 4 \text{ мин}, \\ C_0 = 0 \text{ М} \quad \text{и} \quad \tau = 0 \text{ мин}$$

Если реакция ($2A \rightarrow B + D$) — первого порядка, то

$$k = \frac{1}{\tau} \cdot \ln \frac{C_0}{C_1} = \frac{1}{2} \cdot \ln 2 = 0,34657 \quad \left| \begin{array}{l} \text{т.к. константы не} \\ \text{равны, то} \end{array} \right. \Rightarrow \text{реакция } 2A \rightarrow B + D$$

$$k = \frac{1}{\tau} \cdot \ln \frac{C_0}{C_2} = \frac{1}{4} \cdot \ln 3 = 0,274653 \quad \left| \begin{array}{l} \text{НЕ реакция первого} \\ \text{порядка} \end{array} \right.$$

Если реакция ($2A \rightarrow B + D$) — второго порядка, то

$$k = \frac{1}{\tau} \left(\frac{1}{C_1} - \frac{1}{C_0} \right) = 0,1 \quad \left| \begin{array}{l} \text{т.к. константы при } 30^\circ C \\ \text{равны, то реакция} \\ 2A \rightarrow B + D - \text{это реакция} \\ \text{второго порядка} \end{array} \right. \\ k = \frac{1}{\tau} \left(\frac{1}{1,667 \text{ М}} - \frac{1}{0 \text{ М}} \right) = 0,1$$

Итог: реакция $2A \rightarrow B + D$ — это реакция второго порядка.

- б) При $30^\circ C$ константа скорости реакции:

$$k = \frac{1}{\tau} \cdot \left(\frac{1}{C_1} - \frac{1}{C_0} \right) = \frac{1}{2 \text{ мин}} \cdot \left(\frac{1}{2,5 \frac{\text{моль}}{\text{л}}} - \frac{1}{0 \frac{\text{моль}}{\text{л}}} \right) = 0,1 \left[\frac{1}{\text{моль} \cdot \text{мин}} \right]$$

При $50^\circ C$ константа скорости реакции:

$$k = \frac{1}{\tau} \cdot \left(\frac{1}{C_1} - \frac{1}{C_0} \right) = \frac{1}{2 \text{ мин}} \cdot \left(\frac{1}{0,5 \frac{\text{моль}}{\text{л}}} - \frac{1}{0 \frac{\text{моль}}{\text{л}}} \right) = 0,9 \left[\frac{1}{\text{моль} \cdot \text{мин}} \right]$$

- в) Исходя из уравнения $V_2 = V_1 \cdot \delta^{\frac{T_2 - T_1}{T_0}}$

Мы можем найти δ , зная V_2 и V_1 ; где V_2 — скорость при $50^\circ C$,
а V_1 — скорость при $30^\circ C$

$$V_2 = K_{50^\circ\text{C}} \cdot [A]^2 = 0,9 \left[\frac{1}{\text{моль} \cdot \text{мин}} \right] \cdot \left(5 \frac{\text{моль}}{\text{л}} - 0,5 \frac{\text{моль}}{\text{л}} \right)^2 =$$

$$= 0,9 \frac{1}{\text{моль} \cdot \text{мин}} \cdot \left(4,5 \frac{\text{моль}}{\text{л}} \right)^2 = 0,9 \frac{1}{\text{моль} \cdot \text{мин}} \cdot 20,25 \frac{\text{моль}^2}{\text{л}^2} =$$

$$= 18,225 \frac{\text{моль}}{\text{л} \cdot \text{мин}}$$

$$V_1 = K_{30^\circ\text{C}} \cdot [A]^2 = 0,1 \left[\frac{1}{\text{моль} \cdot \text{мин}} \right] \cdot \left(5 \frac{\text{моль}}{\text{л}} - 2,5 \frac{\text{моль}}{\text{л}} \right)^2 =$$

$$= 0,1 \left[\frac{1}{\text{моль} \cdot \text{мин}} \right] \cdot \left(2,5 \frac{\text{моль}}{\text{л}} \right)^2 = 0,1 \frac{1}{\text{моль} \cdot \text{мин}} \cdot 6,25 \frac{\text{моль}^2}{\text{л}^2} =$$

$$= 0,625 \frac{\text{моль}}{\text{л} \cdot \text{мин}}$$

Исходя из уравнения, $T_2 = 273,15 + 50^\circ\text{C} = 323,15 \text{ K}$

$T_1 = 273,15 + 30^\circ\text{C} = 303,15 \text{ K}$

Исходя из уравнения, $V_2 = V_1 \cdot \delta^{\frac{T_2 - T_1}{10}}$

$$\delta^{\frac{323,15 \text{ K} - 303,15 \text{ K}}{10}} = \frac{V_2}{V_1}$$

$$\delta^2 = 29,16$$

$$\delta = 5,4 \Rightarrow \text{Ответ: } \delta = 5,4$$

г) При 30°C период полупревращения

$$K = \frac{1}{t_{1/2}} \cdot \left(\frac{1}{C_T} - \frac{1}{C_0} \right) \Rightarrow t_{1/2} = \frac{1}{K} \cdot \left(\frac{1}{C_{1/2}} - \frac{1}{C_0} \right); C_{1/2} = \frac{C_0}{2} = 2,5 \frac{\text{моль}}{\text{л}}$$

При 30°C период полупревращения:

$$t_{1/2} = \frac{1}{0,1 \frac{1}{\text{моль} \cdot \text{мин}}} \cdot \left(\frac{1}{2,5 \frac{\text{моль}}{\text{л}}} - \frac{1}{5 \frac{\text{моль}}{\text{л}}} \right) = 2 \text{ мин}$$

При 50°C период полупревращения:

$$t_{1/2} = \frac{1}{K} \cdot \left(\frac{1}{C_{1/2}} - \frac{1}{C_0} \right) = \frac{1}{0,9 \frac{1}{\text{моль} \cdot \text{мин}}} \cdot \left(\frac{1}{2,5 \frac{\text{моль}}{\text{л}}} - \frac{1}{5 \frac{\text{моль}}{\text{л}}} \right) =$$

$$= 0,2222 \text{ мин}$$

з) Исходная скорость реакции при $T = 0 \text{ мин} \Rightarrow V = 0 \frac{\text{моль}}{\text{л} \cdot \text{мин}}$
через 4 минуты; при 30°C

$$V_2 = K_{30^\circ\text{C}} \cdot [A]^2 = 0,1 \left[\frac{1}{\text{моль} \cdot \text{мин}} \right] \cdot \left(5 \frac{\text{моль}}{\text{л}} - 1,667 \frac{\text{моль}}{\text{л}} \right)^2 = 10 \frac{\text{моль}}{\text{л} \cdot \text{мин}}$$

$$V_2 - V_1 = 10 \frac{\text{моль}}{\text{л} \cdot \text{мин}} - 0 \frac{\text{моль}}{\text{л} \cdot \text{мин}} = 10 \frac{\text{моль}}{\text{л} \cdot \text{мин}} \Delta V$$

Ответ: скорость реакции увеличилась на $10 \frac{\text{моль}}{\text{л} \cdot \text{мин}}$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Задача 3

- 1) $AlCl_3$ способен к возгонке, т.к. в газовой фазе при $t^\circ = 183^\circ C$ б/в $AlCl_3$ молекулы образуют димер газобразный состава Al_2Cl_6 .
- Связи $(Al-Cl-Al) = 2 \text{ } \sigma$ электро
связи $(Al-Cl) = 2 \text{ } \sigma$ электроны.

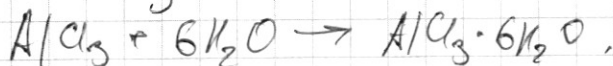
- 2) Получение б/в $AlCl_3$ из боксита, уравнение:
- $$Al_2O_3 + 3CO + 3Cl_2 \rightarrow 2AlCl_3 + 3CO_2$$

Получение б/в $AlCl_3$ по реакции по реакции $2Al + 6HCl \rightarrow 2AlCl_3 + 3H_2$ невозможно!

т.к. Al способен реагировать только лишь с раствором кислоты HCl , вл. ~~образуется не твердая и не газобразная~~ HCl при реакции с газобразной и жидкой концентриров. HCl окисляется, образуя оксидную пленку.

При реакции Al с водой в растворе HCl образуется раствор соли $AlCl_3$, а т.е. не твердого HCl .

А при попытке выпаривание H_2O из раствора, а целью получить твердую безводный HCl образуется кристаллическая форма кристаллогидрат состава $AlCl_3 \cdot 6H_2O$; или безводный $AlCl_3$.



- 3) При $65^\circ C$ насыщенный раствор $AlCl_3$ $325^\circ C$ $(AlCl_3) = \frac{44,45}{100 \text{ г } (H_2O)}$

$$w(AlCl_3) = \frac{m(AlCl_3)}{m(AlCl_3) + m(H_2O)} = \frac{44,45}{44,45 + 100 \text{ г}} = \frac{44,45}{144,45} \approx 0,307479$$

Т.к. масса насыщенного раствора равна 100 г:

$$m(AlCl_3)_{\text{б/в}} = w(AlCl_3) \cdot m(\text{нас. р-ра}) = 0,307479 \cdot 100 \text{ г} = 30,7479 \text{ г}$$

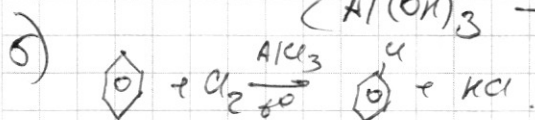
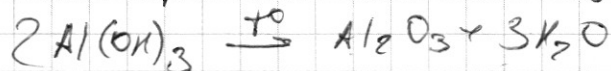
4) При прокаливании гексагидрата $AlCl_3 \cdot 6H_2O$ внешнесферические воды ~~отделяются~~ отцепляются от молекулы $AlCl_3$ и тут же эта вода реагирует с молекулами $AlCl_3$ (т.е. происходит реакция гидролиза твердого безводного $AlCl_3$ с помощью образующегося при разложении $AlCl_3 \cdot 6H_2O$ водяного пара).

В результате реакции образуется $Al(OH)Cl_2$ и $Al(OH)_3$, который, как твердый аморфный осадок способен разлагаться при высокой температуре до Al_2O_3 и H_2O , но $Al(OH)_3$ не способен возгореться.

Общее уравнение процесса прокаливания $AlCl_3 \cdot 6H_2O$:

$$AlCl_3 \cdot 6H_2O \xrightarrow{+500^\circ C} Al(OH)_3 + 3HCl + 3H_2O \uparrow$$

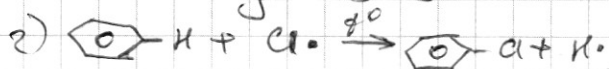
При очень высокой t° и дальнейшем ее повышении возможно разложение $Al(OH)_3$:



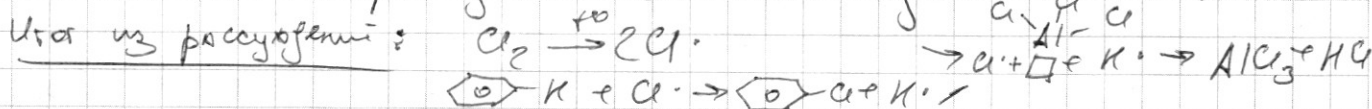
Т.к. $AlCl_3$ является металлом Льюиса $\Rightarrow AlCl_3$ имеет вакантную орбиталь, незаполненную электронами ($\square Al \leq Cl$)

При действии t° молекула Cl_2 распадается так: $Cl_2 \xrightarrow{t^\circ} 2Cl^\cdot$

Образовавшиеся радикалы $Cl^\cdot$ вступают в атом $H^\cdot$ из молекулы бензола по следующему механизму:



А как оставшиеся радикалы $Cl^\cdot$ (из ф. реакции) и $H^\cdot$ (из 2 реакции) образуют в вакуумной орбитали HCl ~~и~~ $K[AlCl_4]$, которые, видимо, при действии высокой t° распадаются до $AlCl_3$ (линейного катализатора) и HCl :



Итоговое, общее уравнение: $\text{C}_6\text{H}_6 + Cl_2 \xrightarrow[50^\circ]{AlCl_3} \text{C}_6\text{H}_5Cl + HCl$

б) ~~Для~~ При низких t° и использовании $AlCl_3 \cdot 6H_2O$ в органическом синтезе невозможно, т.к. при низких t° внешнесферические молекулы H_2O не отщепляются до вакантной орбитали различных радикалов, образующихся при катализаторе p - или b/v $AlCl_3$ реагируют друг с другом до образования молекул-продуктов реакции.

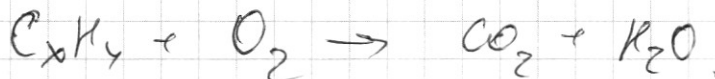
При высоких t° отщепленная вода из $AlCl_3 \cdot 6H_2O$ тут же реагирует с $AlCl_3$ до образования $Al(OH)_3$, как было описано в пункте 4.

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Задача 4

Задача 4

1) Установим состав газа G:

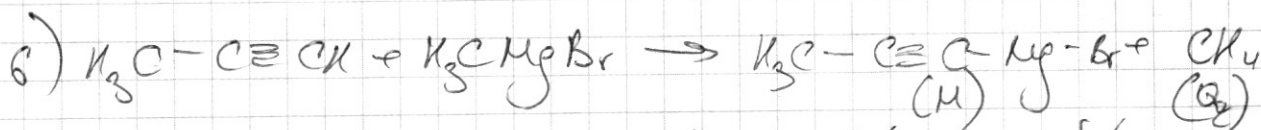
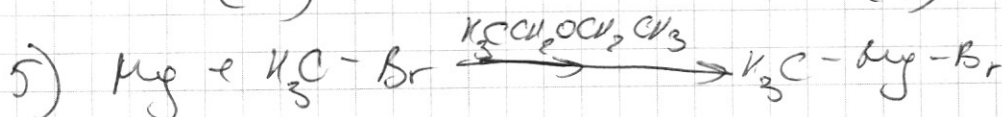
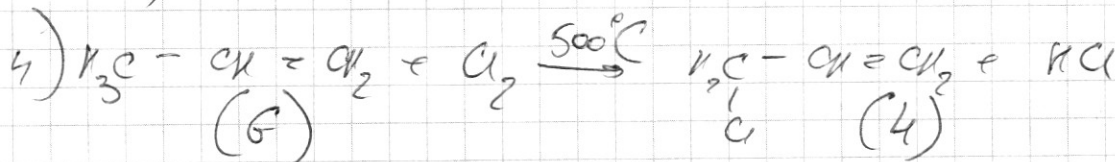
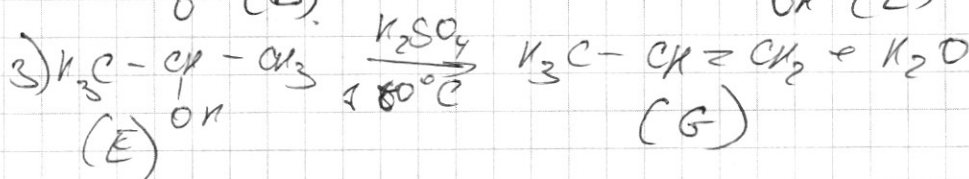
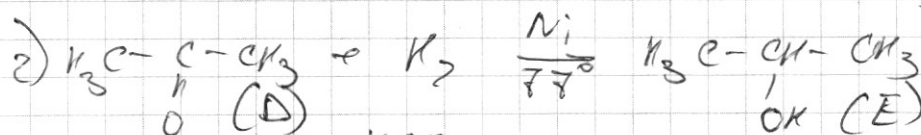
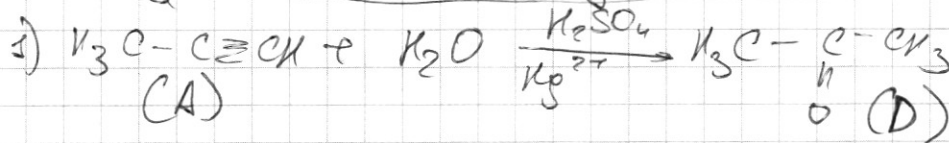


$$V(C) : V(H) = V(CO_2) : (2 \cdot V(H_2O)) = \frac{m(CO_2)}{M(CO_2)} : \frac{2 \cdot m(H_2O)}{M(H_2O)} =$$

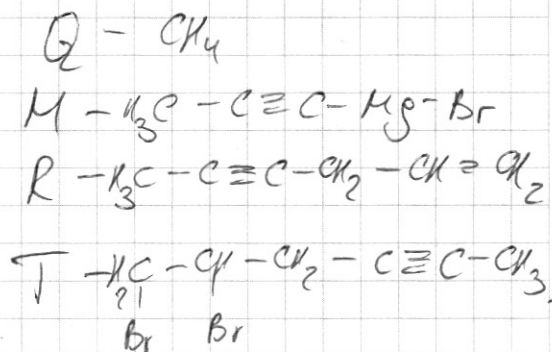
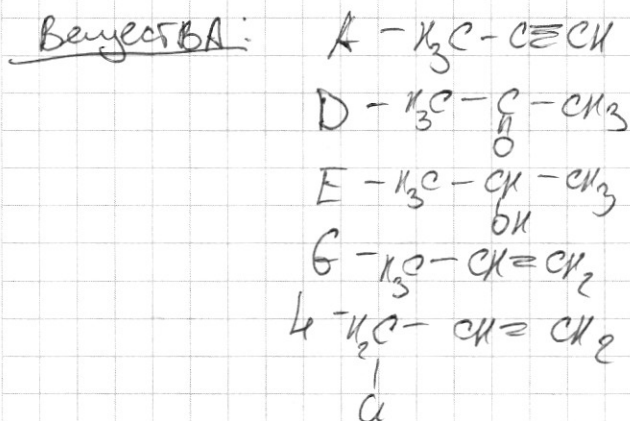
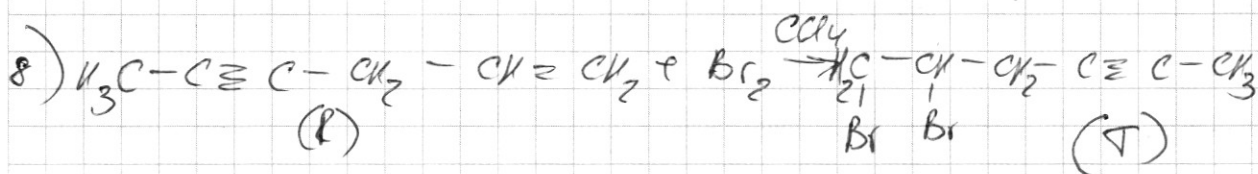
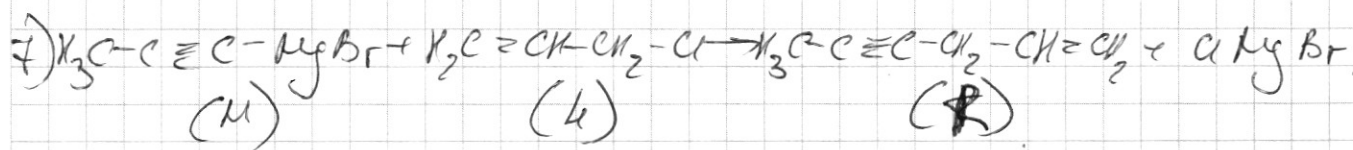
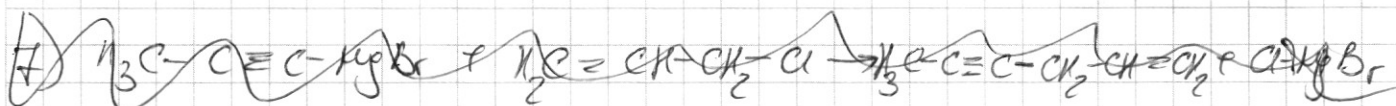
$$= \frac{67,24}{22,4 \text{ л/моль}} : \frac{8,548}{18 \text{ г/моль}} = 3 \text{ моля} : 6 \text{ моля} = 3:6$$

т.к. G - газ $\Rightarrow$ единственной барьерной его формулы C_3H_6 т.к. он получается реакцией дегидратации $C_3H_5OH \rightarrow C_3H_6 + H_2O$ $\Rightarrow$ G - ~~пропан~~ пропен $C_3H_5-C=C-C_3H_5$

Задача 5 Составим все уравнения и напишем реакции:



$$M(Q) = D(Q) \cdot M(H_2) = 8 \frac{\text{г/моль}}{\text{моль}} \cdot 2 \frac{\text{г/моль}}{\text{моль}} = 16 \frac{\text{г/моль}}{\text{моль}} \Rightarrow O_2 - C_3H_5$$



Исходя из уравнений (1-4), $\nu(A) = \nu(L)$, т.к. все вещества газы добавились в автолав в количестве = 1 моль

$$\nu(A) = \frac{m(A)}{M(A)} = \frac{40\text{г}}{40\text{г/моль}} = 1 \text{ моль} = \nu(L)$$

т.к. $m(A)_2 = m(A)_1 = 40\text{г} \Rightarrow \nu(A)_2 = 1 \text{ моль}$

По 5-му уравнению:

$$\nu(\text{Mg}) = \frac{24\text{г}}{24\text{г/моль}} = 1 \text{ моль}; \quad \nu(\text{H}_3\text{C}-\text{Br}) = \frac{94\text{г}}{94\text{г/моль}} = 1 \text{ моль}$$

$$\nu(\text{CH}_3\text{Br}) = \nu(\text{Mg}) = 1 \text{ моль} = \nu(\text{H}_3\text{C}-\text{MgBr}) = \nu(M)$$

$$\nu(M) = \nu(L) = 1 \text{ моль} - \text{по 3-му закону}$$

$$\nu(R) = 1 \text{ моль} = \nu(T), \text{ можно прибавить только 1 моль Br}_2, \text{ т.к. } \nu(\text{Br}_2) = \frac{160\text{г}}{160\text{г/моль}} = 1 \text{ моль}$$

$$m(T) = M(T) \cdot \nu(T) = 240\text{г/моль} \cdot 1 \text{ моль} = 240\text{г}$$

T по номенклатуре ИЮПАК - 1,2-диформгексин-4

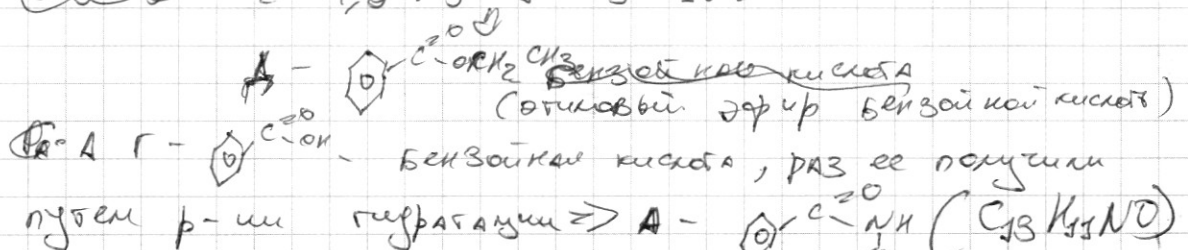
ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Задание 5

Установим общую формулу вещества А:

$$w(O) = 100\% - w(C) - w(H) = 100\% - 72\% - 6,67\% = 21,33\%$$

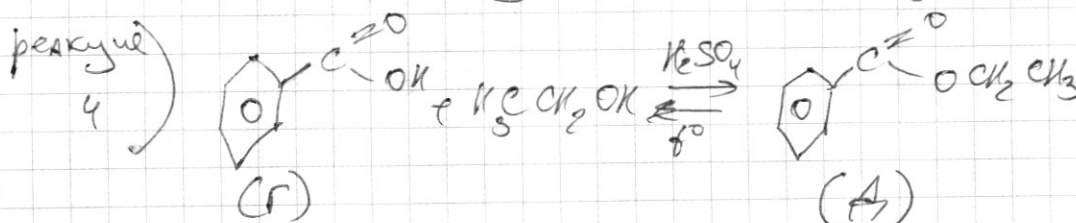
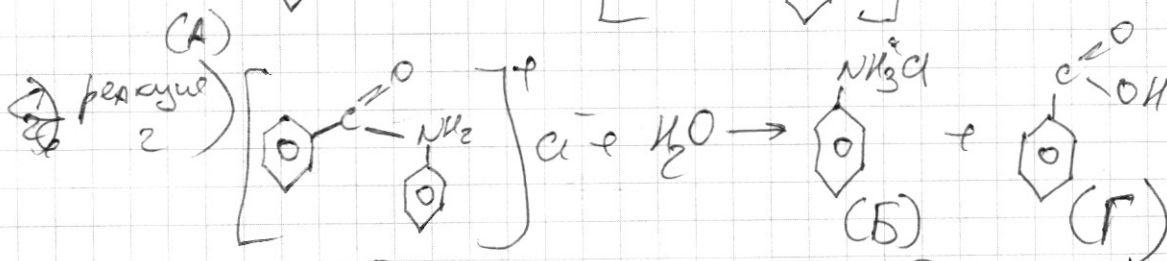
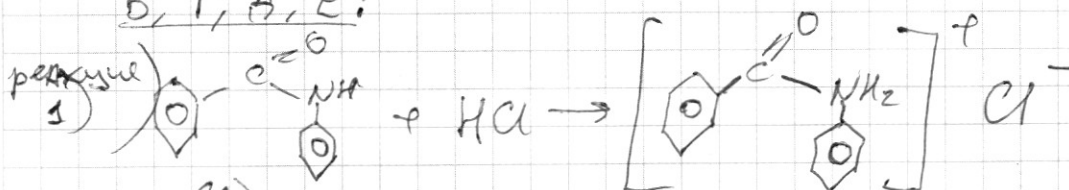
$$n(C) : n(H) : n(O) = \frac{72\%}{12 \text{ г/моль}} : \frac{6,67\%}{1 \text{ г/моль}} : \frac{21,33\%}{16 \text{ г/моль}} = 6 : 6,67 : 1,3335 = 8 : 8 : 2$$

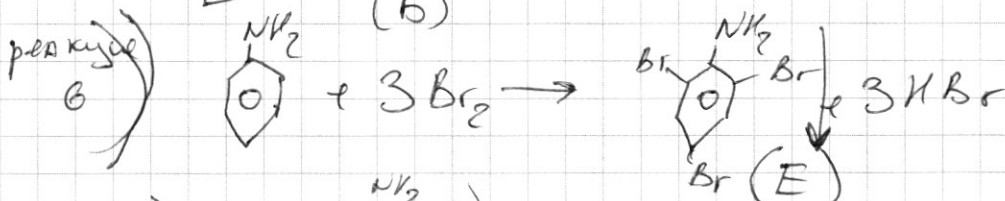
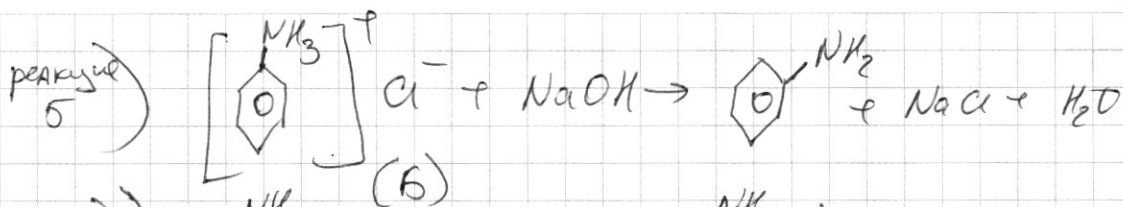


Теперь можем написать все уравнения и определить все исходные вещества

1) структурная формула вещества А - c1ccccc1C(=O)Nc2ccccc2
по номенклатуре ИЮПАК А - (?)

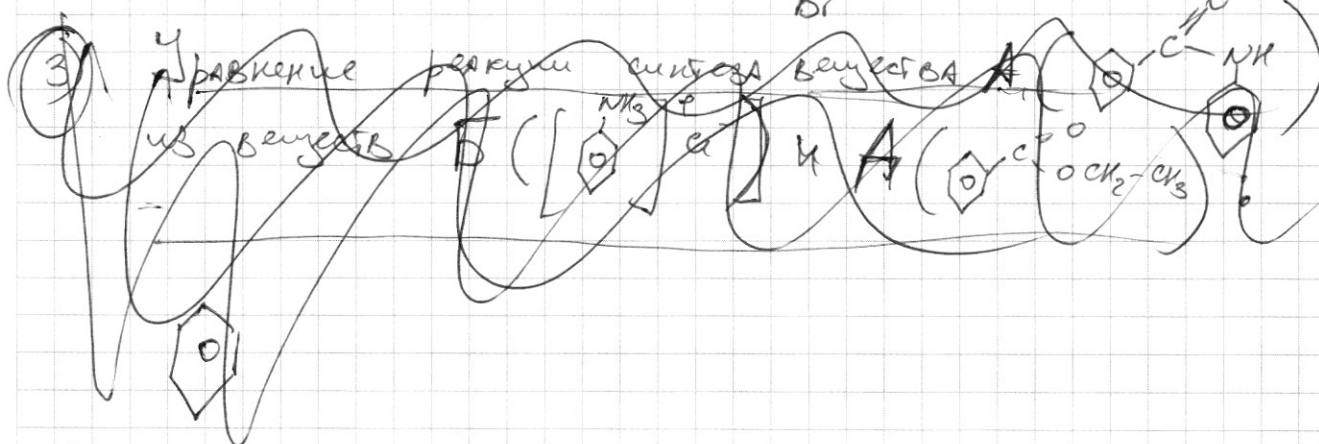
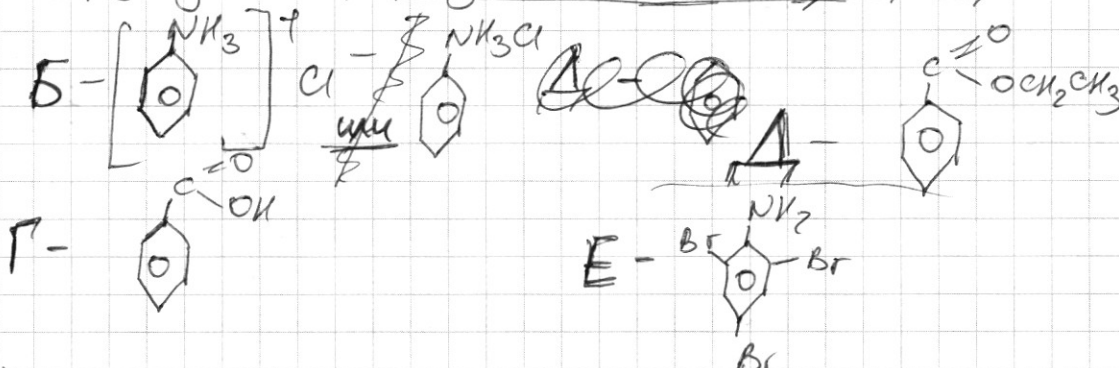
2) уравнение всех реакций и структурные формулы В, Г, А, Е:



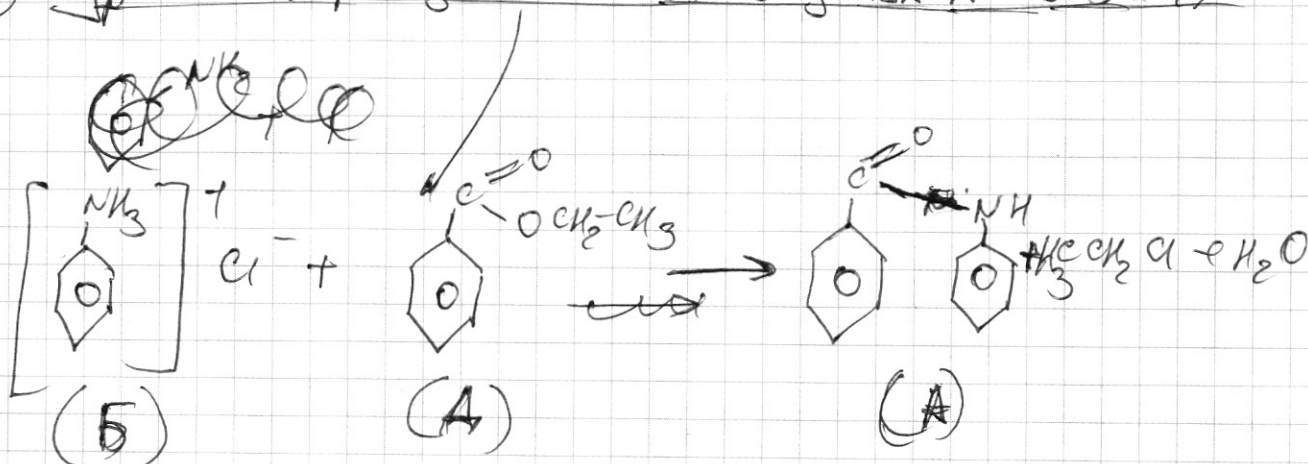


$M(\text{E}) = M(\text{Br}_2\text{C}_6\text{H}_2\text{Br}_2\text{NH}_2) = 330 \text{ г/моль} \Rightarrow$ вещество Е определено верно

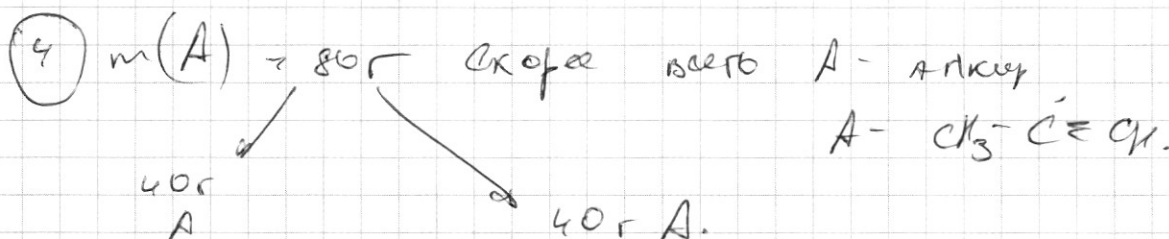
Структурные формулы веществ Б, Г, А, Е:



3) Уравнение реакции синтеза вещества А из Б и Г:



ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

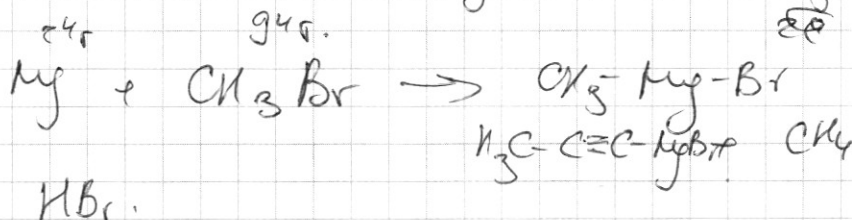


D — кетон / алдегид

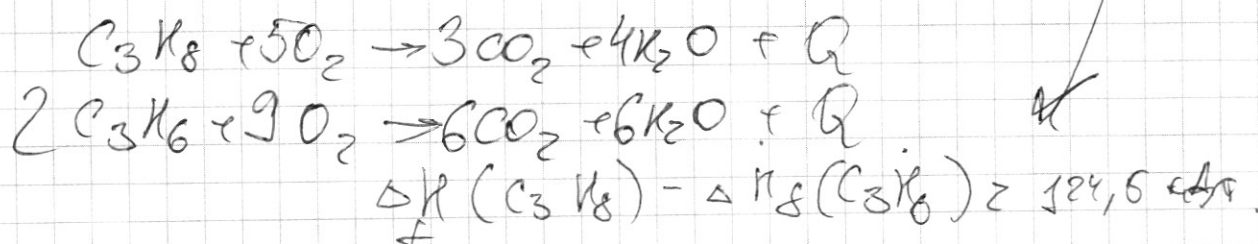
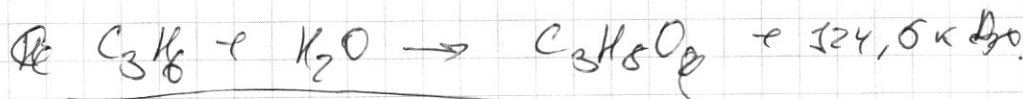
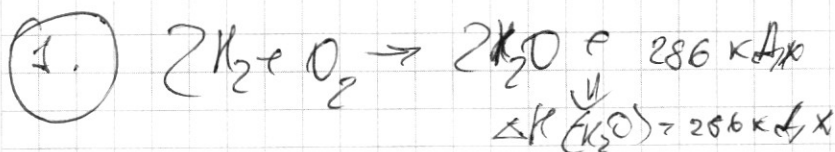
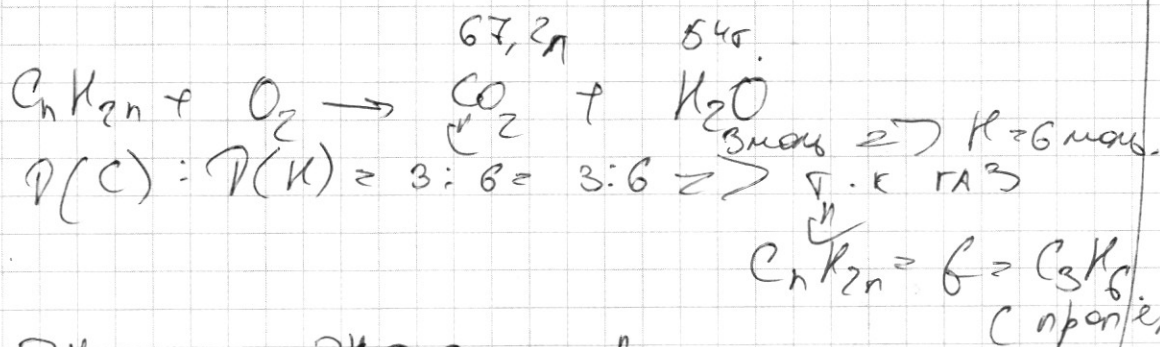
E — спирт
 OH

F — алкен

G — глицерин алк. $\text{H}_3\text{C} - \text{CH} - \text{CH}_2$
 OH OH OH

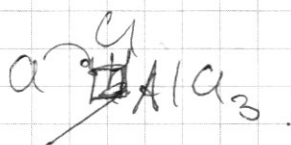
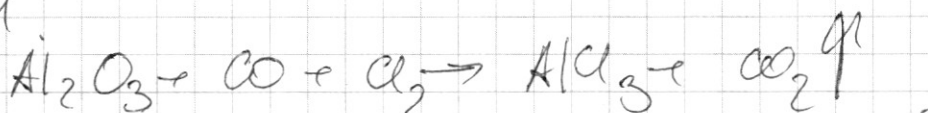
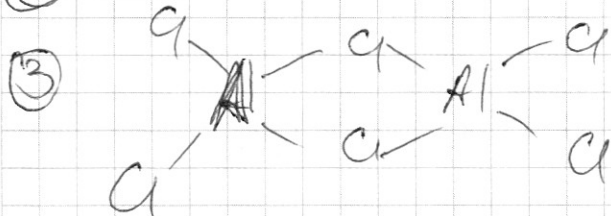


$\Delta H_f(\text{CO}_2) = 394 \text{ кДж/моль}$
 $\Delta H_f(\text{C}_3\text{H}_6) = 20,4 \text{ кДж/моль}$



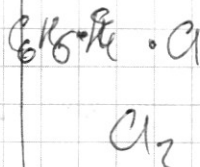
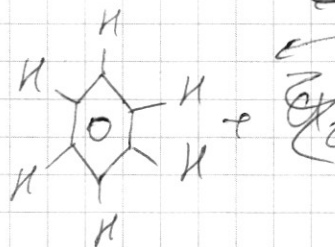
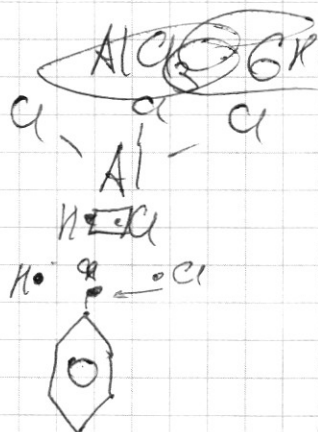
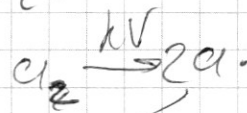
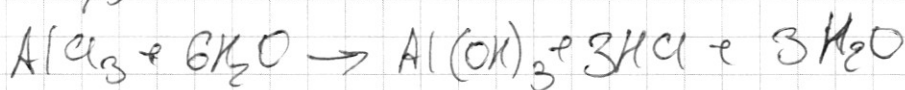


2) 2A → B + D.



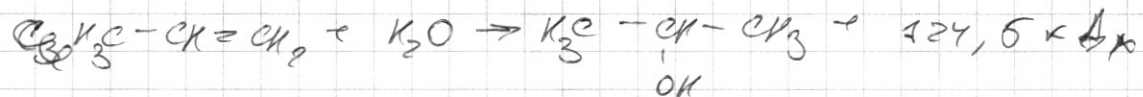
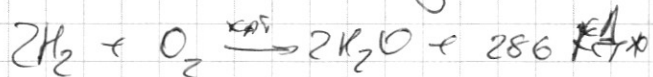
т.к. $S(\text{AlCl}_3) = \frac{64,4\text{г}}{100\text{г}(\text{K}_2\text{O})} \Rightarrow w(\text{AlCl}_3) = 0,307479$

$$m(\text{AlCl}_3) = 100\text{г} \cdot 0,307479 = 30,7479 \approx 30,748\text{г}$$

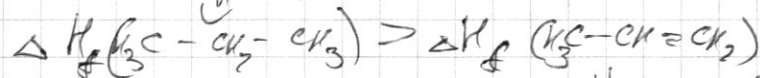
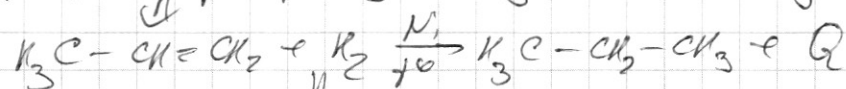


ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Задача 1

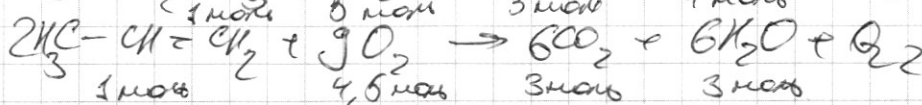
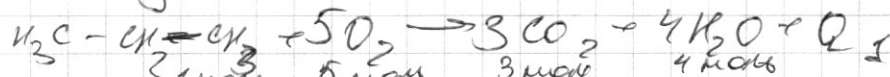


~~Решение~~ Т.к. при реакции гидрирования выделяется тепло



ур - и гидр - уществ.

Составим уравнение:



$$Q_2 + Q_1 \in \mathbb{R} \quad Q_1 - Q_2 = 4 \text{ моль} \cdot \Delta H_f(H_2O) + 3 \text{ моль} \cdot \Delta H_f(CO_2) -$$

$$- 1 \text{ моль} \cdot \Delta H_f(C_3H_8) - (3 \text{ моль} \cdot \Delta H_f(H_2O) + 3 \text{ моль} \cdot \Delta H_f(CO_2) -$$

$$- 1 \text{ моль} \cdot \Delta H_f(C_3H_8) = 1 \text{ моль} \cdot \Delta H_f(H_2O) - 1 \text{ моль} \cdot \Delta H_f(C_3H_8) +$$

$$+ 1 \text{ моль} \cdot \Delta H_f(C_3H_8) = 286 \frac{\text{кДж}}{\text{моль}} - 124,5 \frac{\text{кДж}}{\text{моль}} = 161,5 \frac{\text{кДж}}{\text{моль}}$$

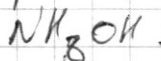
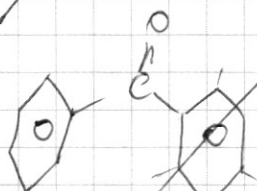
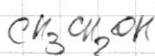
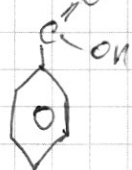
$$Q_1 > Q_2 \text{ на } 161,5 \text{ кДж}$$

$$x + 20,4 = 124,5$$

$$x =$$

6) состав вещества A:

$$\nu(C) : \nu(H) : \nu(O) \approx 6 : 6,67 : 0,666 \approx 9 : 10 : 1$$



$$M(C_{12}H_{14}NO) = 197 + 133 = 330$$

$$197 + 133 = 330$$

3) За 2 мин [A]

$$K_{100} \Rightarrow K_{30^\circ C} = K_{60^\circ C}$$

$$K = \frac{1}{2} \cdot \ln \frac{5}{2,5} = \frac{1}{2}$$

$$K = \frac{1}{4} \cdot \ln 3 = 0,2747$$

это не
реакция
1-го
порядка

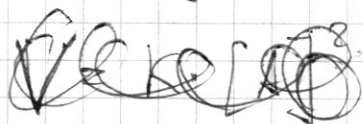
0; 1; 2; 3

р-н второго порядка.

$$K_2 = \frac{1}{2} \left(\frac{1}{2,5} - \frac{1}{5} \right) = 0,1$$

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

$$V_2 = V_1 \cdot \gamma^{\frac{T_2 - T_1}{10}}$$



$$V_2 = K \cdot [A]^2 = \frac{\text{моль} \cdot \text{л}}{2 \text{ мин}}$$

$$V_1 = K \cdot [A]^2 = \frac{\text{моль} \cdot \text{л}}{2 \text{ мин}}$$

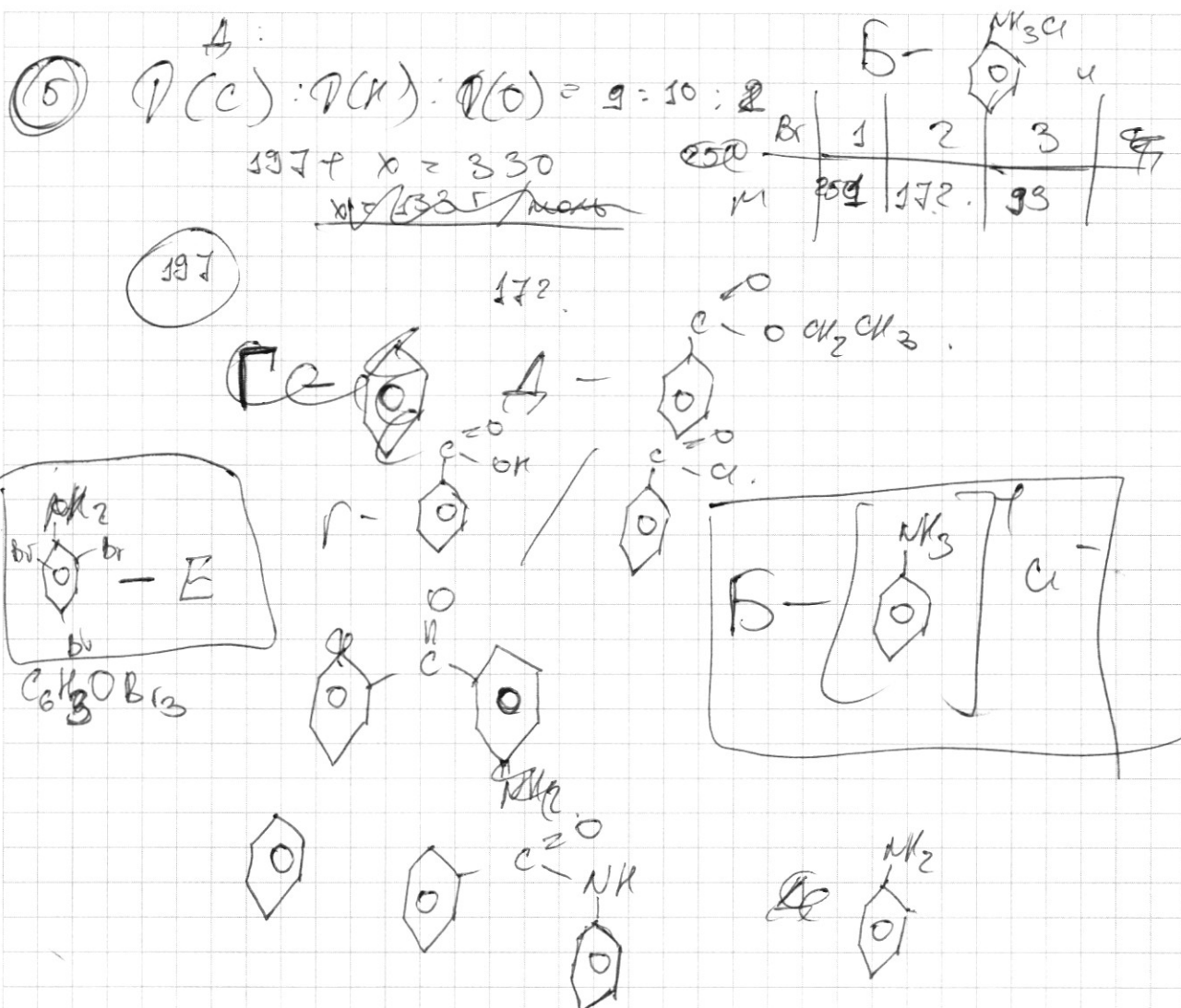
$$\gamma^2 = \sqrt{\frac{V_2}{V_1}}$$

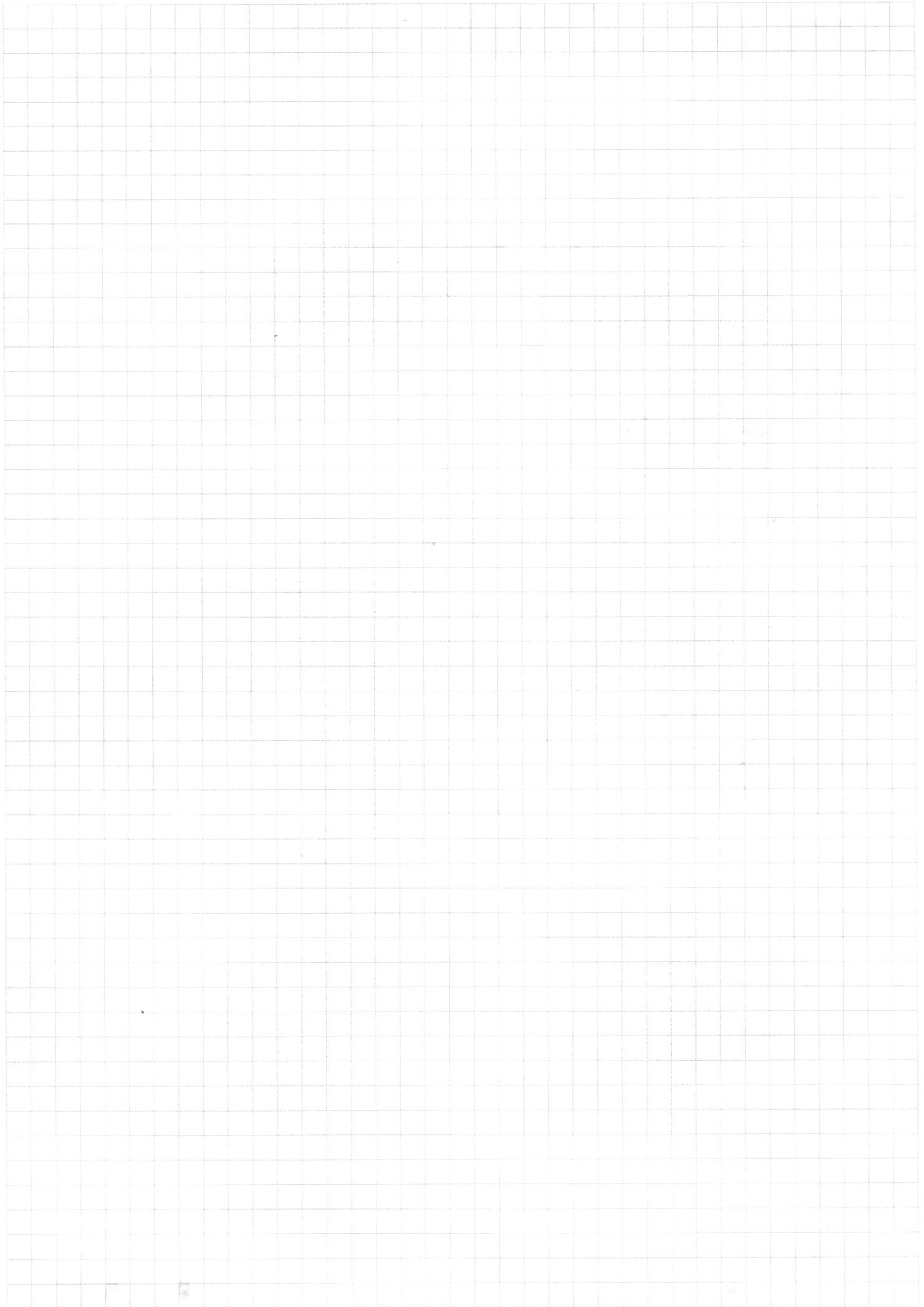
$$\frac{1}{\text{моль} \cdot \text{мин}} \rightarrow$$

$$\frac{\text{моль}}{\text{л} \cdot \text{мин}}$$

$$V = \frac{\text{моль} \cdot \text{л}}{\text{мин}} = \frac{1}{\text{моль} \cdot \text{мин}} : \frac{\text{моль}^2}{\text{л}^2} = \frac{\text{л} \cdot \text{моль}}{\text{мин}}$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА





☒ черновик ☐ чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница № ____
(Нумеровать только чистовики)