



Периодическая система элементов Д.И. Менделеева

		VIII									
I	II	III	IV	V	VI	VII				2	
1 1 H 1,00797 Водород										He 4,0026 Гелий	
2 Li 6,939 Литий	3 Be 9,0122 Бериллий	4 B 10,811 Бор	5 C 12,01115 Углерод	6 N 14,0067 Азот	7 O 15,9994 Кислород	8 F 18,9984 Фтор				Ne 20,183 Неон	
3 Na 22,9898 Натрий	11 Mg 24,312 Магний	12 Al 26,9815 Алюминий	13 Si 28,086 Кремний	14 P 30,9738 Фосфор	15 S 32,064 Сера	16 Cl 35,453 Хлор				Ar 39,948 Аргон	
4 K 39,102 Калий	19 Ca 40,08 Кальций	20 Sc 44,956 Скандий	21 Ti 47,90 Титан	22 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	
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	
5 Rb 85,47 Рубидий	37 Sr 87,62 Стронций	38 Y 88,905 Иттрий	39 Zr 91,22 Цирконий	40 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	
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				54 Xe 131,30 Ксенон	
6 Cs 132,905 Цезий	55 Ba 137,34 Барий	56 La * 138,81 Лантан	57 Hf 178,49 Гафний	58 Ta 180,948 Тантал	59 W 183,85 Вольфрам	60 Re 186,2 Рений	61 Os 190,2 Осмий	62 Ir 192,2 Иридий	63 Pt 195,09 Платина	64	
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	90 Db [261] Дубний	91 Jl [262] Жолотий	92 Rf [263] Резерфордий	93 Bh [262] Борий	94 Hn [265] Ганий	95 Mt [266] Мейтнерий	110		

*.ЛАНТАНОИДЫ

**.АКТИНОИДЫ

58 Ce 140,12 Церий	59 Pr 140,907 Празеодим	60 Nd 144,24 Неодим	61 Pm [145] Прометий	62 Sm 150,35 Самарий	63 Eu 151,96 Европий	64 Gd 157,25 Гадолиний	65 Tb 158,924 Тербий	66 Dy 162,50 Диспрозий	67 Ho 164,930 Гольмий	68 Er 167,26 Эрбий	69 Tm 168,934 Тулий	70 Yb 173,04 Иттербий	71 Lu 174,97 Лютеций
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] Берклий	98 Cf [249] Калифорний	99 Es [254] Эйнштейний	100 Fm [253] Фермий	101 Md [256] Менделеев	102 No [255] Нобелий	103 Lr [257] Лоренций

Примечание: Образец таблицы напечатан из современного курса для поступающих в ВУЗы П.Е. Кузьменко и др. «Начала химии» М., «Экспер», 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	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	?	?
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)



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 $C_p(\text{H}_2\text{O}) = 4182 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}\cdot\text{K}}$, алюминия $C_p(\text{Al}) = 897 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}\cdot\text{K}}$

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 Cl_2 на обезвоженный каолин или боксит в шахтных печах.

В отличие от хлоридов других активных металлов, безводный AlCl_3 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: $S_{25^{\circ}\text{C}}(\text{AlCl}_3) = \frac{44,4\text{г}}{100\text{ г}(\text{H}_2\text{O})}$. 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 95г 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.

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$$\bar{D} \approx 5$$

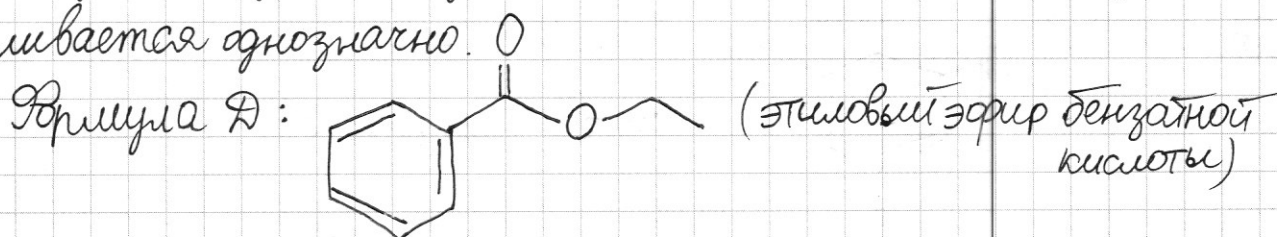
1. Решение задачи предлагают начать с установления состава вещества D: Пусть $m(D) = 100$ г, тогда $m(C) = 72$ г, $m(H) = 6,67$ г, а третий компонент наиболее вероятно является кислородом (т.к. азот по условию не входит), т.е. $m(O) = 100 - 72 - 6,67 = 21,33$ г

Пусть формула в-ва D $C_xH_yO_z$, откуда

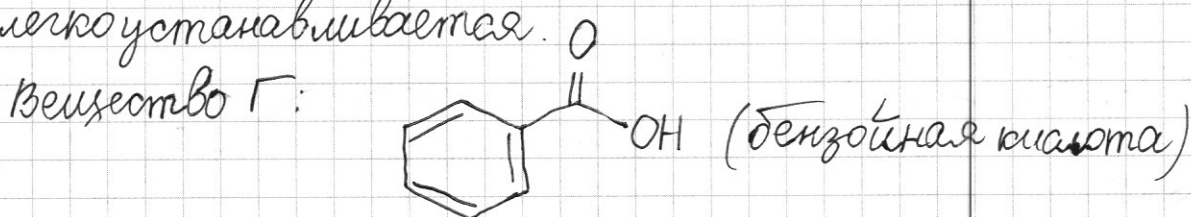
$$x:y:z = \nu(C):\nu(H):\nu(O) = \frac{72}{12} : \frac{6,67}{1} : \frac{21,33}{16} = 6:6,67:1,33 = 9:10:2$$

Судя по способу получения D (кипячение с отгонкой воды в присутствии каталитических количеств H_2SO_4), нетрудно понять, что D — сложный эфир (кроме того, зачастую приятный цветочный запах имеет именно этот класс органических соединений).

Тогда формула D (с учетом кипячения Г с этанолом) устанавливается однозначно.

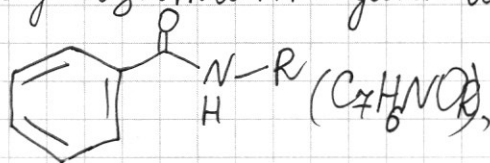


Таким образом, формула ароматической кислоты Г также легко устанавливается.



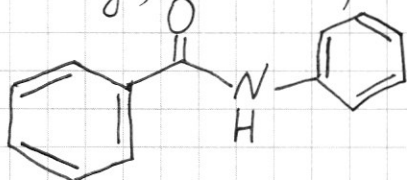
Так как органическое вещество Б, являющееся основанием, можно перевести в соль, то логично предположить, что Б-амин.

Таким образом, согласно условию, при кислотном гидролизе соединения А выделяется кислота и амин соответственно, поэтому А-амид, в котором содержится как минимум одно бензальное кольцо, т.к. в результате гидролиза получается Г-бензойная кислота, т.е. формулу вещества А на данном этапе можно представить в виде:



т.е. на радикал R приходится C_6H_5- , откуда делаем вывод, что R-фенилрадикал.

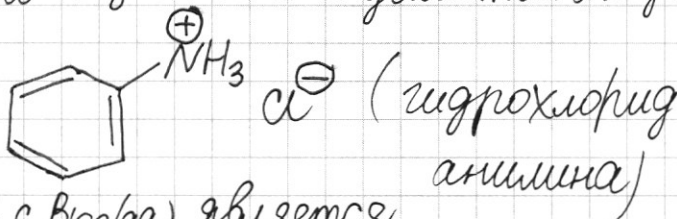
Вещество А:



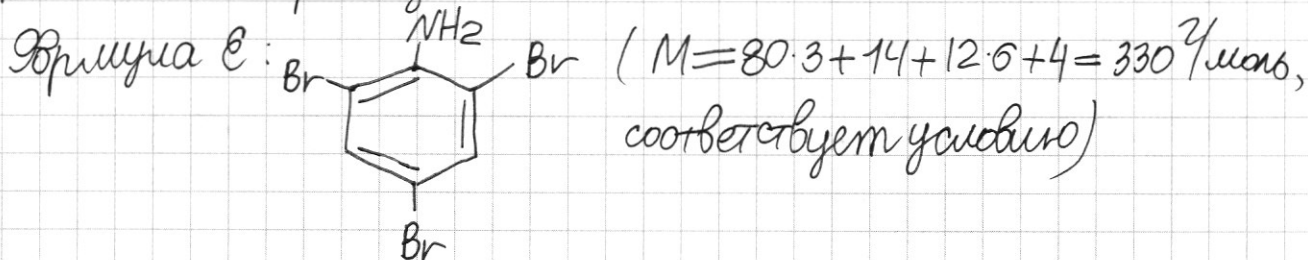
Название А:

фениламин бензойной кислоты

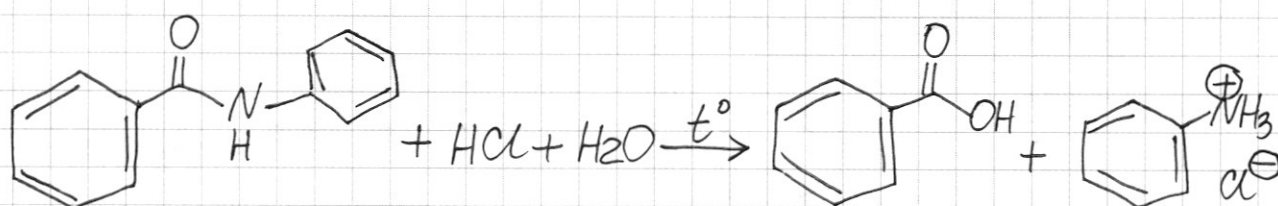
Отсюда, легко понять, что вещество Б выделяется в виде хлорида: Формула Б:



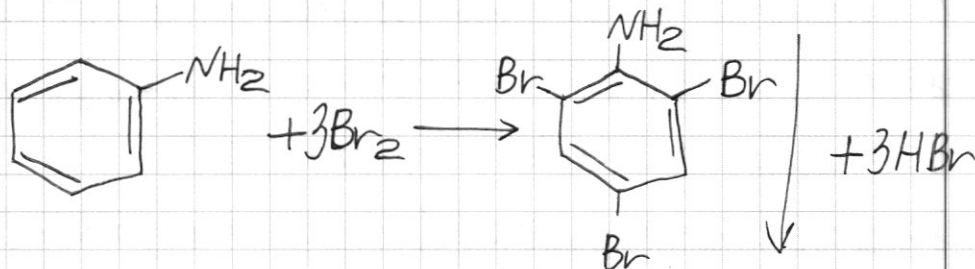
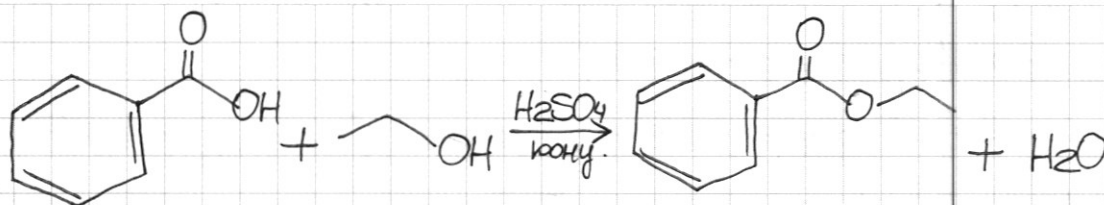
Образование белого осадка Е с $Br_2(aq)$ является качественной реакцией на амин:



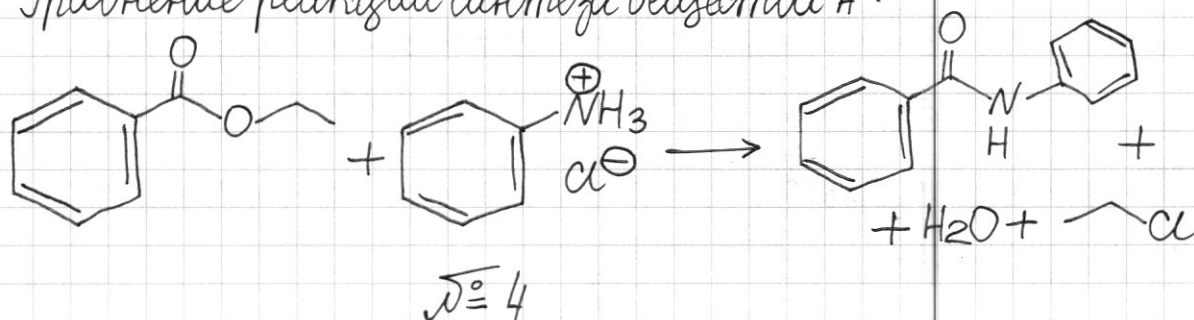
2. Уравнения реакций:



ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА



3. Уравнение реакции синтеза вещества А:



1. Определим формулу газа G:

$$V(\text{C}) = V(\text{CO}_2) = \frac{67,2}{22,4} = 3 \text{ моль}$$

$$V(\text{H}) = 2V(\text{H}_2\text{O}) = 2 \cdot \frac{54 \cdot 10^{-3} \cdot 1000}{18} = 6 \text{ моль, т.к. } \rho(\text{H}_2\text{O}) = 1000 \text{ г/л}$$

Теперь обратимся к условию задачи и поймём, что в-во Д – карбо-
кислотное соединение (получается при пропускании вещества через
раствор H_2SO_4 и HgSO_4 – реакция Кучерова), далее в-во Е – спирт
(жидкость, полученная восстановлением водорода на Ni карбо-
кислотного соединения), тогда газ G – алкен (получается при дегид-
ратации спирта в присутствии серной кислоты).

$$\text{С учётом этого, } V(\text{G}) = V(\text{E}) = V(\text{H}_2) = \frac{22,4}{22,4} = 1 \text{ моль, } \Rightarrow$$

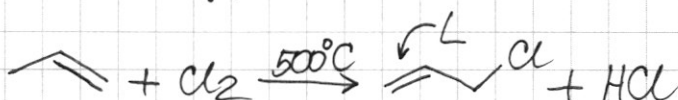
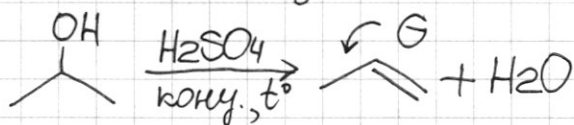
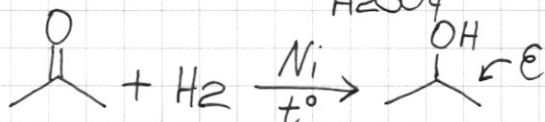
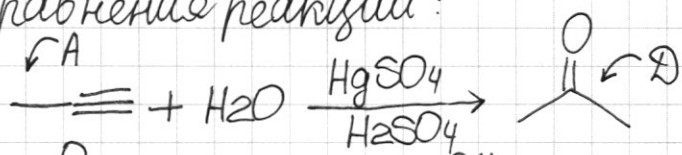
$\Rightarrow$ если формула углеводорода G: C_xH_y , $\Rightarrow x = \frac{3}{1} = 3$, а $y = \frac{6}{1} = 6$, то есть G – пропен.

Тогда мы понимаем, что $\nu(A) = \nu(D) = \nu(E) = \frac{22,4}{22,4} = 1$ моль, а $M(A) = \frac{m(A)}{\nu(A)}$, $\Rightarrow M(A) = \frac{40}{1} = 40$ г/моль ($m(A) = \frac{80}{2} = 40$ г, т.к. разделили на две равные части).

Определить в-во А нам поможет реакция, в которую оно вступает: реакция Кучерова (получение карбонильных соединений из алкинов), кроме того в схеме превращений из А в G число атомов углерода измениться не может, $\Rightarrow A - C_3H_4$ (пропин), $M(A) = 12 \cdot 3 + 4 = 40$ г/моль – прекрасно совпадает с рассчитанным ранее значением. Таким образом, вещество D – ацетон;

E – изопропиловый спирт; L – пропанал или хлорид (т.к. взаимодействие алкенов с Cl_2 1:1 ($\nu(G) = \nu(Cl_2) = \frac{22,4}{22,4} = 1:1$) при $500^\circ C$ – реакция Львова – галогенирование в α -положение).

Уравнение реакций:



Далее, взаимодействие $\nu(Mg) = \frac{24}{24} = 1$ моль Mg с n -хорошей точностью $\nu(C_3H_7Br) = \frac{95}{12+3+80} \approx 0,99 = 1$ моль C_3H_7Br , как известно, даёт реактив Фримьяра – метилмагнийбромид, который, выступая в роли основания, может отрывать от $\nu(A) = \frac{40}{40} = 1$ моль пропина самый кислый протон,

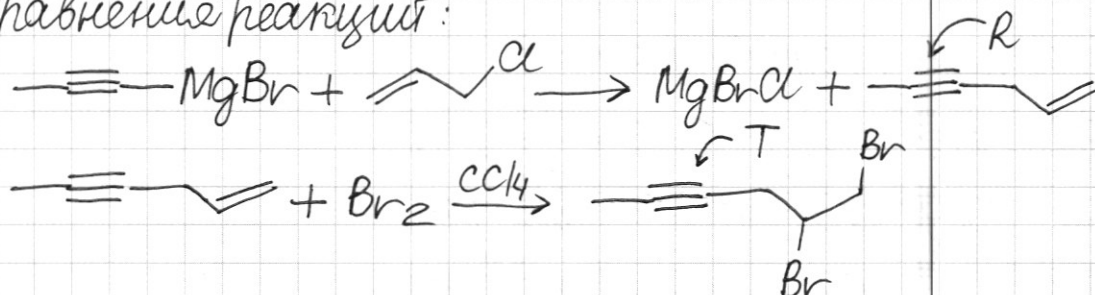
ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

образуя кроме основного в-ва М, газообразный продукт Q, $M(Q) = 8 \cdot 2 = 16$ ч.м.а., что соответствует метану.

Уравнение реакции: $\text{—}\equiv\text{—} + \text{Mg} + \text{—Br} \xrightarrow{\text{Et}_2\text{O}} \underset{\uparrow Q}{\text{CH}_4} + \underset{\uparrow M}{\text{—}\equiv\text{—MgBr}}$

Вещество М, реагируя с L, образует продукт R в количестве $\nu(R) = \nu(M) = \nu(L) = 1$ моль, которое затем реагирует с $\nu(\text{Br}_2) = \frac{160}{80 \cdot 2} = 1$ моль брома в CCl_4 , образуя Т.

Уравнение реакций:



2. Продукт Т является продуктом присоединения одной молекулы брома к R, $\Rightarrow \nu(T) = \nu(R) = 1$ моль, т.е.

$$M(T) = (80 \cdot 2 + 12 \cdot 6 + 8 \cdot 1) \cdot 1 = 240 \text{ ч.м.а.}$$

Название R по ИЮПАК: ~~гексен-1,2-ин-4,5~~ гексен-1-ин-4.

Название Т по ИЮПАК: 5,6-дибромгексин-2.

$\delta \approx 2$

а) Очевидно, согласно данным таблицы из условия, данная реакция не имеет нулевого порядка, т.к. скорость зависит от концентрации. Следовательно (с учётом целочисленности порядка), выбирать осталось из первого, второго или третьего порядков.

Выбор будет основан на том, что при данной температуре константа скорости постоянна: т.е. взяв две соседние концентрации реагента А (через каждые 2 минуты) и подставив их в соответствующее уравнение, найдём константу скорости (какое-то число), и если полученные числа совпадут, то мы однозначно можем утверждать, что реакция имеет такой порядок:

Рассчитаем начнём с предположения, что порядок по А - первый:

$$k_1 = \frac{1}{2-0} \cdot \ln \frac{5}{2,5} = 0,347 \text{ мин}^{-1} \quad k_3 = \frac{1}{6-4} \cdot \ln \frac{1,667}{1,25} = 0,144 \text{ мин}^{-1}$$

$$k_2 = \frac{1}{4-2} \cdot \ln \frac{2,5}{1,667} = 0,203 \text{ мин}^{-1} \quad k_4 = \frac{1}{8-6} \cdot \ln \frac{1,25}{1} = 0,112 \text{ мин}^{-1}$$

Как видно, ни одно значение не совпало, $\Rightarrow$ реакция не первого порядка.

Далее проверим третий порядок:

$$k_1 = \frac{1}{2(2-0)} \cdot \left(\frac{1}{2,5^2} - \frac{1}{5^2} \right) = 0,03 \frac{\text{л}^2}{\text{моль}^2 \cdot \text{мин}}$$

$$k_2 = \frac{1}{2(4-2)} \cdot \left(\frac{1}{1,667^2} - \frac{1}{2,5^2} \right) = 0,05 \frac{\text{л}^2}{\text{моль}^2 \cdot \text{мин}}$$

$$k_3 = \frac{1}{2(6-4)} \cdot \left(\frac{1}{1,25^2} - \frac{1}{1,667^2} \right) = 0,07 \frac{\text{л}^2}{\text{моль}^2 \cdot \text{мин}}$$

$$k_4 = \frac{1}{2(8-6)} \cdot \left(\frac{1}{1^2} - \frac{1}{1,25^2} \right) = 0,09 \frac{\text{л}^2}{\text{моль}^2 \cdot \text{мин}}$$

И снова, все полученные значения константы скорости разные, $\Rightarrow$ реакция не имеет третий порядок.

Остается одна надежда - реакция второго порядка:

$$k_1 = \frac{1}{2-0} \cdot \left(\frac{1}{2,5} - \frac{1}{5} \right) = 0,1 \frac{\text{л}}{\text{моль} \cdot \text{мин}}$$

$$k_2 = \frac{1}{4-2} \cdot \left(\frac{1}{1,667} - \frac{1}{2,5} \right) = 0,1 \frac{\text{л}}{\text{моль} \cdot \text{мин}}$$

$$k_3 = \frac{1}{6-4} \cdot \left(\frac{1}{1,25} - \frac{1}{1,667} \right) = 0,1 \frac{\text{л}}{\text{моль} \cdot \text{мин}}$$

$$k_4 = \frac{1}{8-6} \cdot \left(\frac{1}{1} - \frac{1}{1,25} \right) = 0,1 \frac{\text{л}}{\text{моль} \cdot \text{мин}}$$

Как видим абсолютно все значения константы скорости совпали, значит реакция $2A \rightarrow B + D$ имеет второй порядок

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

б) В пункте а уже была определена константа скорости реакции при 30°C : $k = 0,1 \frac{1}{\text{мин}}$

Определить k при 50°C поможет уравнение из условия задачи (для 2-го порядка): $k = 2 \cdot 0,1 \cdot \left(\frac{1}{0,5} - \frac{1}{1} \right) = 0,9 \frac{1}{\text{мин}}$

в) Для определения значения γ воспользуемся законом Вант-Гоффа: $\frac{k_2}{k_1} = \gamma^{\frac{T_2 - T_1}{10}}$

Подставляя известные числа: $\frac{0,9}{0,1} = \gamma^{\frac{50 - 30}{10}}$

$$9 = \gamma^2$$

$\gamma = 3$ — действительное значение удовлетворяет закону, т.к. $\in [2; 4]$.

г) $\tau_{1/2}(A) = 2 \text{ мин}$ — по определению, т.к. $[A]$ уменьшилась в 2 раза. ↖ при 30°C

Для определения периода полупревращения A при 50°C преобразуем уравнение константы, с учётом того, что

$C_0 = \frac{C_0}{2}$ (половина прореагировала) и $\tau_{1/2}$ — время полураспада

$$k = \frac{1}{\tau_{1/2}} \left(\frac{1}{C_0/2} - \frac{1}{C_0} \right) = \frac{1}{\tau_{1/2}} \left(\frac{2}{C_0} - \frac{1}{C_0} \right) = \frac{1}{\tau_{1/2} \cdot C_0}$$

$$\tau_{1/2} = \frac{1}{k \cdot C_0}, \Rightarrow \tau_{1/2}(A) = \frac{1}{0,9 \cdot 5} = 0,22 \text{ мин}$$

↖ при 50°C

д) Зная, что реакция $2A \rightarrow B + D$ имеет второй порядок, выражение для скорости в момент времени t имеет вид:

$v_{\gamma} = k \cdot C_{\gamma}^2$, где C_{γ} — концентрация реагента, оставшаяся по истечении времени γ .

При 30°C : $v_0 = k \cdot C_0^2$ — начальная скорость

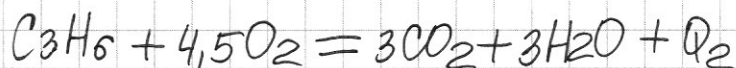
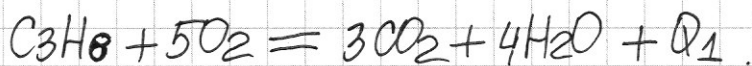
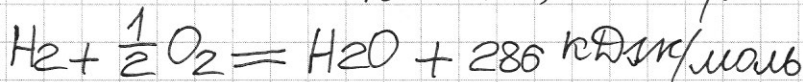
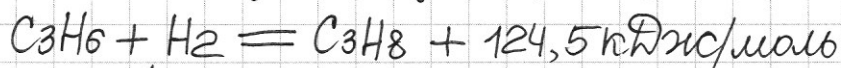
$v_4 = k \cdot C_4^2$ — через 4 минуты скорость

$$\frac{v_4}{v_0} = \frac{C_4^2}{C_0^2} = \left(\frac{C_4}{C_0}\right)^2 = \frac{1,667^2}{5^2} = \frac{1}{9}, \Rightarrow$$

$\Rightarrow$ реак. скорость реакции при 30°C уменьшилась в 9 раз по сравнению с начальной.

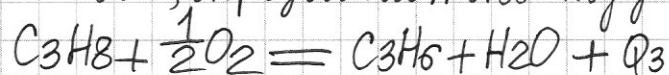
$$\bar{D} \approx 1$$

1) Запишем все упомянутые реакции:



Введённые мною буквы Q_1 и Q_2 , означают количества выделяющейся теплоты при сгорании 1 моль пропана и пропена соответственно.

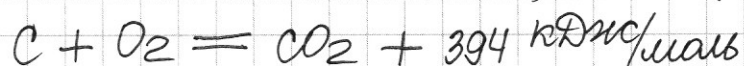
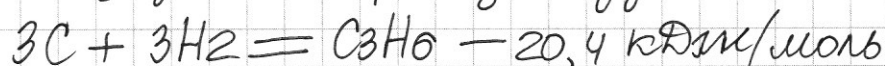
Применив закон Гесса, определим теплоту данной реакции:



$$Q_3 = 286 - 124,5 = 161,5 \text{ кДж/моль}$$

Но, заметим, что $Q_1 = Q_2 + Q_3$ (опять же согласно закону Гесса), $\Rightarrow Q_1 = Q_2 + 161,5 \text{ кДж/моль}$, т.е. теплота сгорания ^{1 моль} пропана на $161,5 \text{ кДж}$ больше теплоты сгорания 1 моль пропена, что и требовалось доказать.

2) Запишем ещё две новые реакции из условия:



ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$Q_2 = 286 \cdot 3 + 394 \cdot 3 - (-20,4) = 2060,4 \text{ кДж/моль}$ —
теплота сгорания пропана

$Q_1 = 2060,4 + 161,5 = 2221,9 \text{ кДж/моль}$ (по доказанному
в пункте 1) — теплота сгорания пропана.

3) Запишем уравнение, требующееся для решения данной
пункта: $(\rho_{\text{в}} + C_{\text{в}} m_{\text{в}}) \Delta T = Q$, где $C_{\text{в}}$ — теплоёмкость воды;
 $C_{\text{ал}}$ — теплоёмкость алюминия; $m_{\text{в}}$ — масса воды;
 $m_{\text{ал}}$ — масса алюминия; ΔT — изменение температуры;
 Q — количество затраченной теплоты, откуда

$$Q = (4182 \cdot 1 + 897 \cdot 0,4) \cdot 100 = 454080 \text{ Дж} = 454,08 \text{ кДж}$$

Составим пропорцию: 1 моль C_3H_8 — 2221,9 кДж
 x моль C_3H_8 — 454,08 кДж

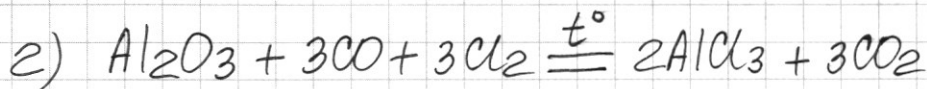
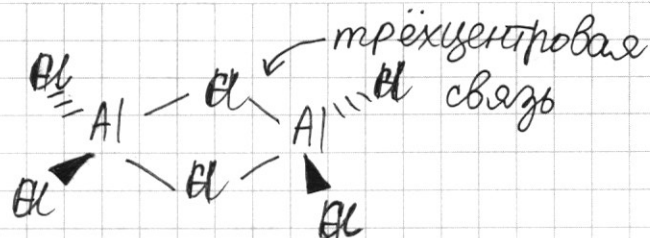
$$\text{Откуда } x = \frac{1 \cdot 454,08}{2221,9} = 0,204 \text{ моль} = \bar{V}(\text{C}_3\text{H}_8)$$

$$V(\text{C}_3\text{H}_8) = 22,4 \cdot 0,204 = 4,57 \text{ л} — \text{min объём}$$

$\bar{N} \approx 3$

1) Для хлоридов активных металлов характерна ионная
связь, т.е. преобладание процесса плавления при повышении
температуры — существование преимущественно в твердом и
жидком виде), а в AlCl_3 связь значительный вклад вносит
ковалентная связь, для представителей которых характерно
существование в газовой фазе при больших температурах.
Согласно условию, AlCl_3 существует в газовой фазе в виде димера

Al_2Cl_6 , формула которого:

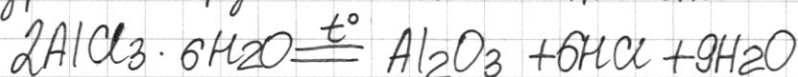


Образование безводного $AlCl_3$ путём растворения алюминия в соляной кислоте невозможно, т.к. 100% (т.е. безводной) соляной кислоты не существует, просто потому что это будет газ-хлороводород.

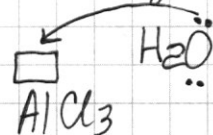
3) Рассчитаем массовую долю $AlCl_3$ в его насыщенном р-ре при $25^\circ C$: $\omega(AlCl_3) = \frac{44,4}{44,4 + 100} = \frac{44,4}{144,4}$

Тогда $m(AlCl_3) = m(p-p) \cdot \omega(AlCl_3) = \frac{100 \cdot 44,4}{144,4} = 30,75 \text{ г}$

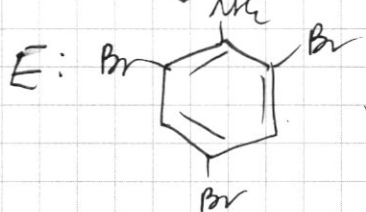
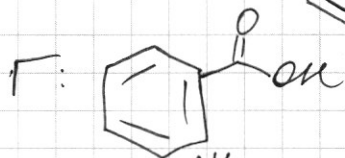
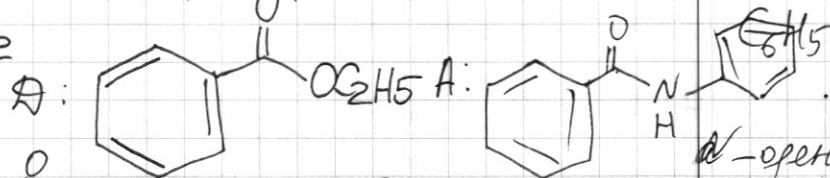
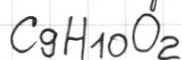
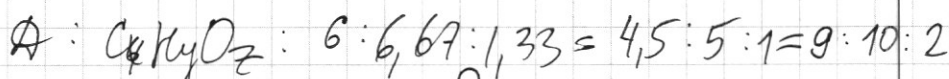
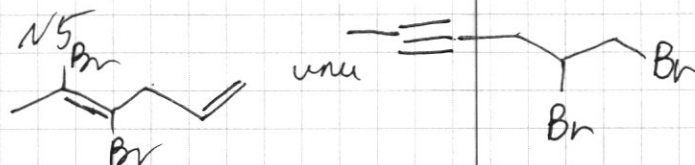
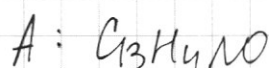
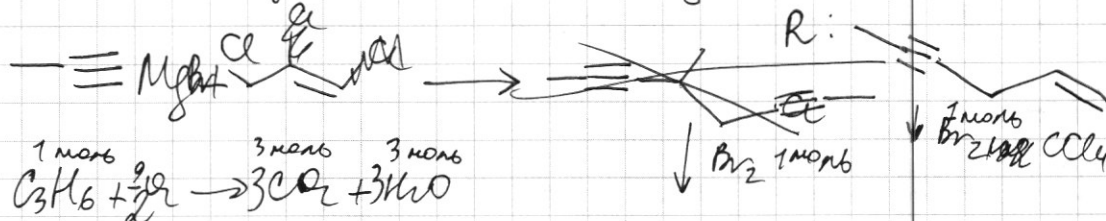
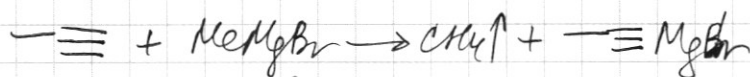
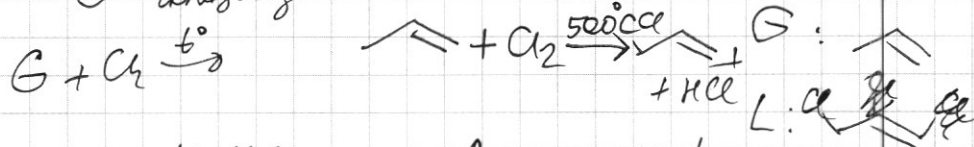
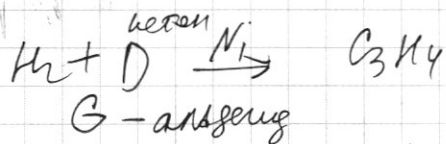
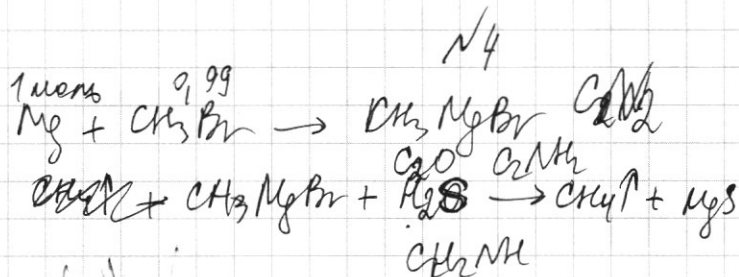
4) В воде катион Al может гидратизоваться (т.е. при попытке осушить гексагидрат - удалить всю кристаллизационную воду, получатся продукты гидролиза Al^{3+} - оксиды, основные соли, гидроксид и т.д.). Вобщем виде при высокой температуре в твёрдом остатке останется оксид:



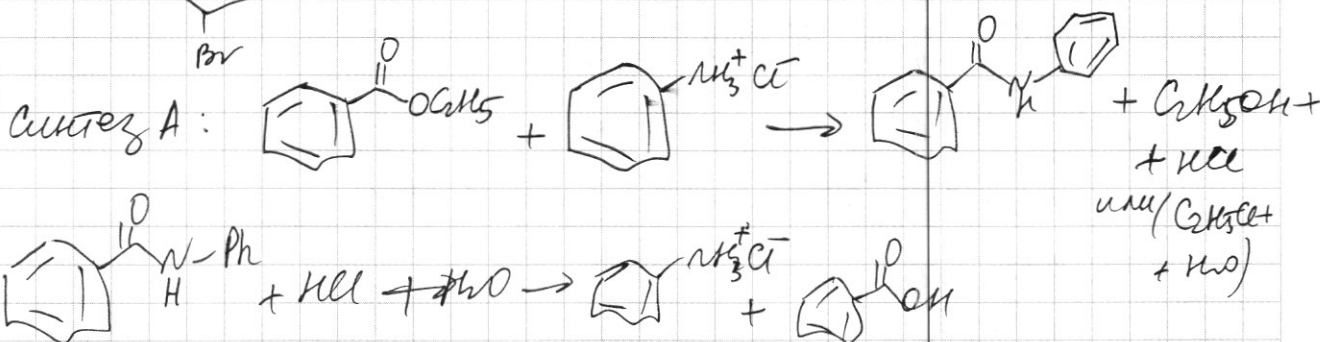
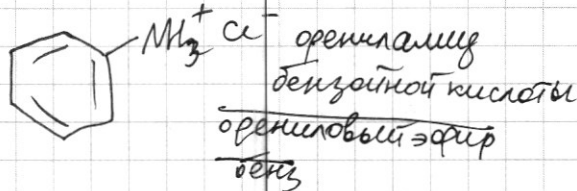
5) $AlCl_3$, как кислота Льюиса до содержит вакантную орбиталь, на которую идут электроны молекулы хлора, образуя ионный электрарий атакует бензальное кольцо, образуя требуемый хлорбензол: $AlCl_3 + Cl_2 \rightarrow [AlCl_4]^+ [Cl]^-$



6) В случае гексагидрата вакантная орбиталь $AlCl_3$ будет занята НЭП (неподелённой электронной парой O из воды), поэтому уже никаким катализатором $AlCl_3$ уже быть не может.

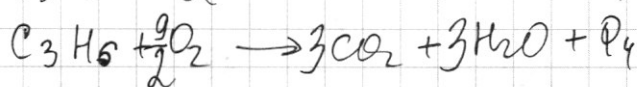
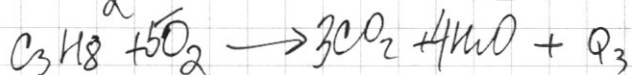
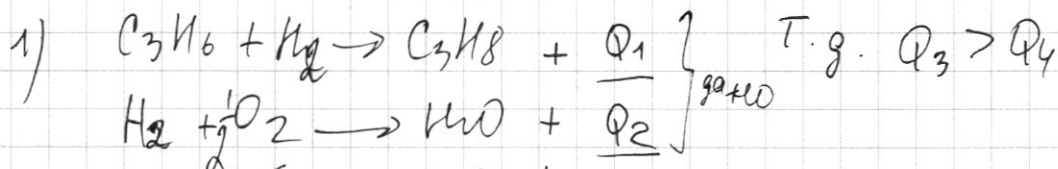
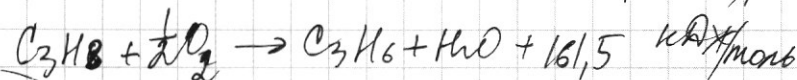
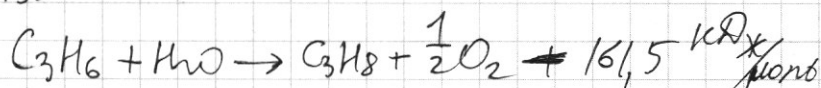
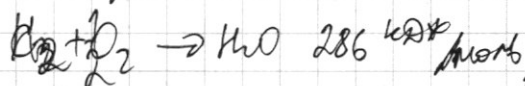
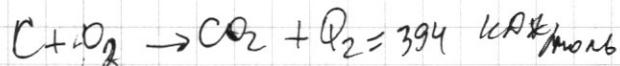
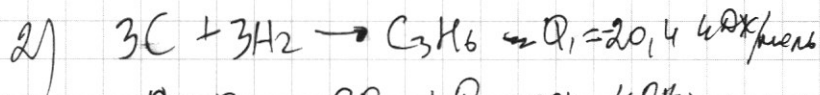


Б:



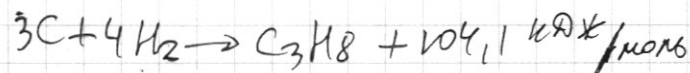
ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

№1


 $Q_3 =$

 ~~C_3H_6~~


$$Q_4 = 3 \cdot 394 + 286 \cdot 3 + 20,4 = 2060,4 \text{ кДж/моль}$$

$$Q_3 = 3 \cdot 394 + 286 \cdot 4 - 104,1 = 2221,9 \text{ кДж/моль}$$



$$3) \quad C_m \Delta T = Q$$

$$C_{\text{мет}} \Delta T + C_{\text{ал}} m_{\text{ал}} \Delta T = V \cdot Q_{\text{сгор}}$$

$$\Delta T (C_{\text{мет}} + C_{\text{ал}} m_{\text{ал}}) = V Q_{\text{сгор}}$$

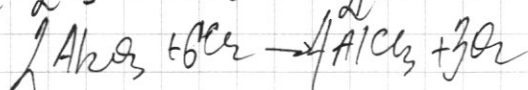
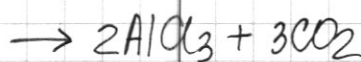
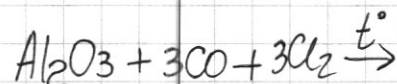
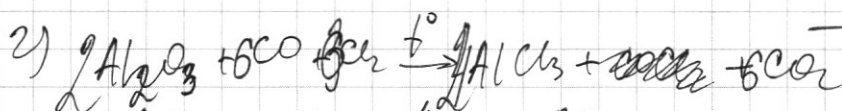
$$\downarrow \quad V_{C_3H_8} = 0, \frac{373}{373} \text{ моль}, \Rightarrow V_{\text{нрон}} = \frac{4,5}{2} \text{ л}$$

$$(373 - 273) = 100 \quad \downarrow \text{пересчитать}$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

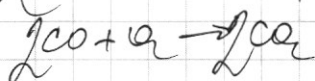


Хлориды активных Ме - ионная
связь



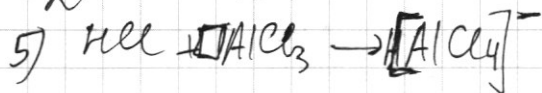
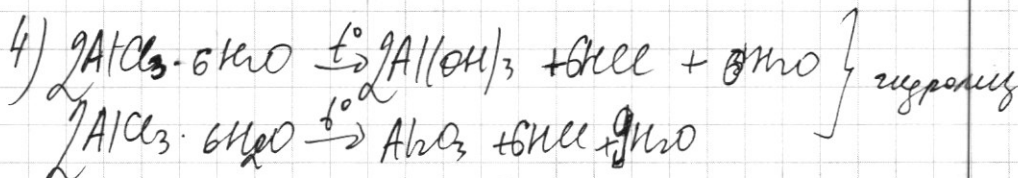
хоризонтальный

значительный вклад вносит
и ковалентная связь



3) $w(\text{H}_2\text{O}) = \frac{44,4}{44,4 + 100} = \frac{44,4}{144,4} \text{ при } 25^\circ\text{C}$

$$\cancel{w(\text{AlCl}_3) = \frac{100}{2}} \quad m(\text{AlCl}_3) = 100 \cdot \frac{44,4}{144,4} = \underline{30,752}$$



6) п.т.к. ~~В~~водная орбиталь A1 занята НП и перенос, в

N2

а) $T_H \approx 2$ мин - не первый порядок

$$k_2 = \frac{1}{r} \left(\frac{1}{c_1} - \frac{1}{c_0} \right) \quad \text{порезок по А - 2}$$

$$k = 0,1 \quad k_{30} = 0,1 \quad \gamma = \sqrt{\frac{k_{50}}{k_{30}}} = \sqrt{9} = 3$$

$$k = 0, \underline{1}$$

$$h \in (0, 1)$$

$$b) \frac{k_{50}}{T_{120}} = \tau^{\frac{T_2 - T_1}{\omega}} = \tau^{\frac{50 - 30}{10}} = \tau^2$$

$$b) \tau_{1/2}(A) = 2 \text{ мин} - \text{при } 30^\circ\text{C}$$

$$\tau_{1/2}(A) =$$

$$k_2 = \frac{1}{\tau_{1/2}} \left(\frac{1}{c} \right)$$

$$\ln \tau_{1/2} = \frac{2}{c_0} - \frac{1}{c_0} = \frac{1}{c_0}$$

$$\tau_{1/2} = \frac{1}{\ln c_0} = \frac{1}{0,9 \cdot 5} = 0,22 \text{ мин}$$

$$g) k_0 = 0,1 \quad v_0 = k \cdot [A]^2$$

$$v_4 = k \cdot [A]_4^2$$

$$\frac{v_0}{v_4} = \left(\frac{A_0}{A_4} \right)^2 = \left(\frac{5}{1,667} \right)^2 = 9 - \text{уменьшилась в 9 раз}$$

$$\text{III} \left\{ \begin{array}{l} k = 0,03 \\ k = 0,05 \\ k = 0,07 \\ k = 0,09 \end{array} \right. \text{порядок}$$

$$\text{I} \left\{ \begin{array}{l} k = 0,347 \\ k = 0,203 \\ k = 0,144 \\ k = 0,112 \end{array} \right. \text{порядок}$$

$$\text{II} \left\{ \begin{array}{l} k = 0,1 \\ k = 0,1 \\ k = 0,1 \\ k = 0,1 \end{array} \right. \text{порядок}$$

