

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.

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 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 $C_{13}H_{11}NO$ 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.

[illegible]

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

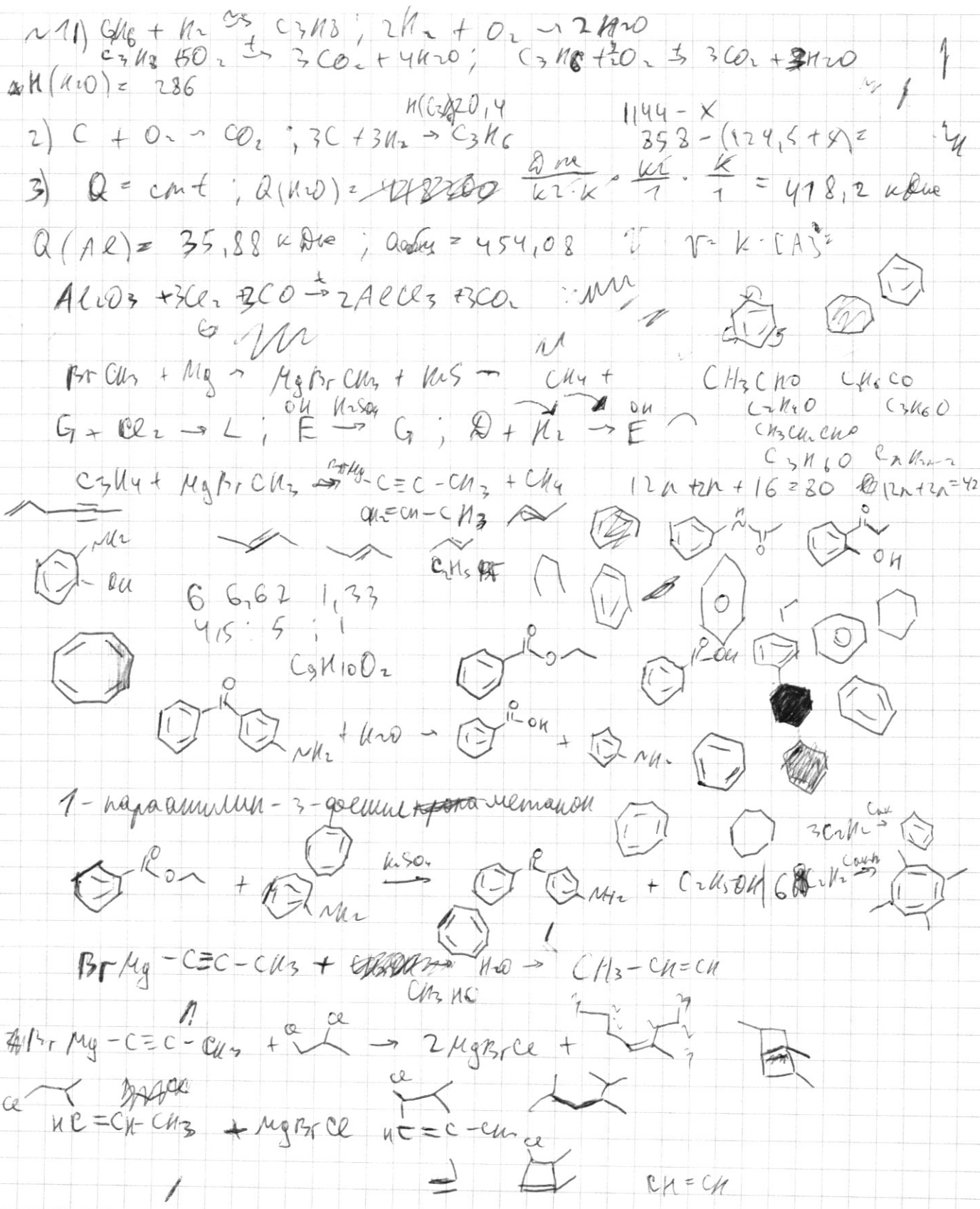
“-” – в водной среде разлагается

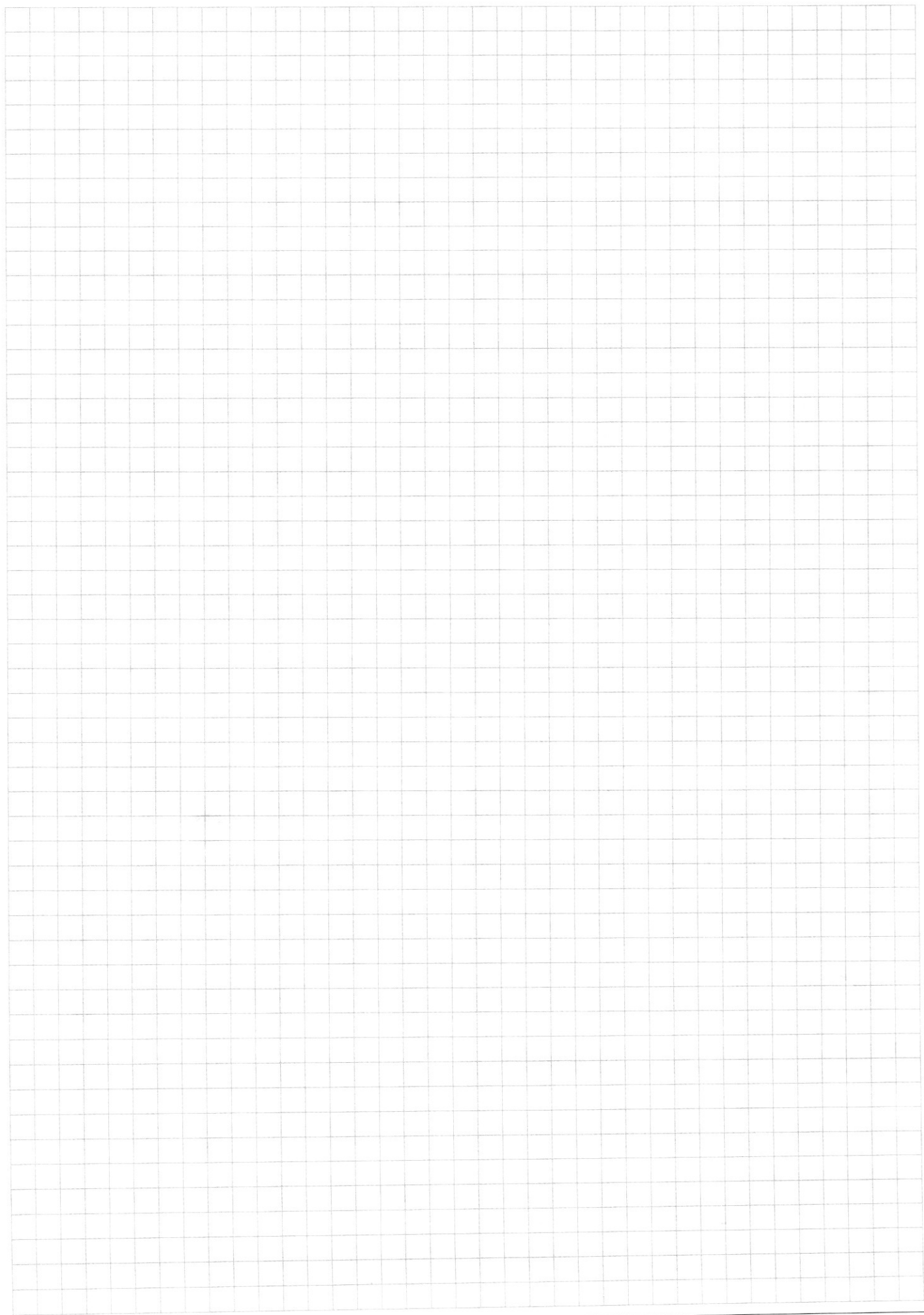
“?” – нет достоверных сведений о существовании соединений

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



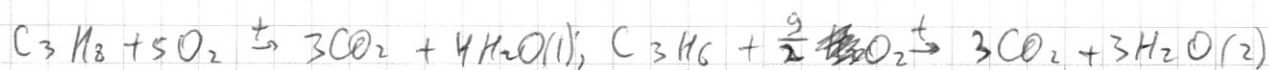
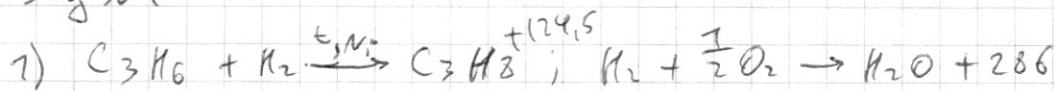


☐ черновик ☐ чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №
(Нумеровать только чистовики)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Заг ~ 1



Рез при сгорании пропана энергия выделяется, $\Delta H^\circ(\text{H}_2) = 0$

$$\Rightarrow \Delta H^\circ(\text{C}_3\text{H}_8) > \Delta H^\circ(\text{C}_3\text{H}_6); \quad \Delta H^\circ(\text{C}_3\text{H}_8) - \Delta H^\circ(\text{C}_3\text{H}_6) = 124,5 \text{ кДж/моль}$$

$$\Delta H^\circ(\text{H}_2\text{O}) = 286 \text{ кДж (т.к. } \Delta H^\circ(\text{H}_2) \text{ и } \Delta H^\circ(\text{O}_2) \text{ равны нулю)}$$

$$\Delta H^\circ(1) = (3\Delta H^\circ(\text{CO}_2) + 4\Delta H^\circ(\text{H}_2\text{O})) - \Delta H^\circ(\text{C}_3\text{H}_8)$$

$$\Delta H^\circ(2) = (3\Delta H^\circ(\text{CO}_2) + 3\Delta H^\circ(\text{H}_2\text{O})) - \Delta H^\circ(\text{C}_3\text{H}_6)$$

При сгорании C_3H_8 и C_3H_6 выделяется одинаковое кол-во

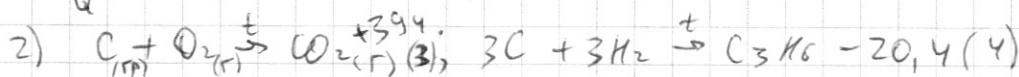
$\text{CO}_2 \Rightarrow \Delta H^\circ(\text{CO}_2)$ можно пренебречь

Пусть $\Delta H^\circ(\text{C}_3\text{H}_6) = x \text{ кДж/моль}$, тогда $\Delta H^\circ(\text{C}_3\text{H}_8) = (x + 124,5) \text{ кДж/моль}$

$$\Delta H^\circ(1) = 4 \cdot 286 - (x + 124,5) = (1019,5 - x) \text{ кДж}$$

$$\Delta H^\circ(2) = 3 \cdot 286 - x = (858 - x) \text{ кДж}$$

$$\left. \begin{array}{l} Q(1) > Q(2) \\ \text{и т.д.} \end{array} \right\}$$



$$\Delta Q(3) = 394 \text{ кДж} \approx Q(\text{CO}_2) = 394; \quad \Delta Q(4) = -20,4 \text{ кДж} \approx Q(\text{C}_3\text{H}_6) = -20,4$$

$$Q(\text{C}_3\text{H}_8) = Q(\text{C}_3\text{H}_6) + 124,5 = -20,4 + 124,5 = 104,1 \text{ кДж/моль}$$

$$Q(1) = (3 \cdot 394 + 4 \cdot 286) - 104,1 = 2221,9 \text{ кДж}$$

$$Q(2) = (3 \cdot 394 + 3 \cdot 286) + 20,4 = 2060,4 \text{ кДж}$$

Ответ: $Q_1 = 2221,9 \text{ кДж}$ (сгорание C_3H_8); $Q_2 = 2060,4 \text{ кДж}$ (сгорание C_3H_6)

$$3) Q = c_{\text{масс}} \cdot 1 \cdot 100 = 418,2 \text{ кДж (H}_2\text{O)}$$

$$Q = 897 \cdot 0,4 \cdot 100 = 35,88 \text{ кДж (AP)}; \quad Q_{\text{обж}} = 35,88 + 418,2 = 454,08 \text{ кДж}$$

$$1 - 2221,9$$

$$x - 454,08$$

$$x = 0,2 \text{ моль (C}_3\text{H}_8); \quad U = V_{\text{м}} \cdot n \cdot 0,2 \cdot 22,4 = 4,6 \text{ л (C}_3\text{H}_8)$$

Ответ: 4,6 л (C_3H_8)

Заг ~ 2

а) Чтобы определить порядок r -ции, необходимо убедиться в том, что вне зависимости от времени k всегда будет одинаковым. В данном случае неважно при какой t , т.к. k должен совпадать ~~при~~ ^{при одной t} .

Определим: в данном случае скорость r -ции зависит от концентрации $b-b \Rightarrow$ не удов.

1 порядок: при $t=2$: $k_1 = \frac{1}{2} \ln \frac{5}{2.5} = 0,3466$ } значения разные $\Rightarrow$
при $t=4$: $k_1 = \frac{1}{4} \ln \frac{5}{1,667} = 0,2746$ } $\Rightarrow$ не удов.

3 порядок: при $t=2$: $\frac{1}{4} \left(\frac{1}{2,5^2} - \frac{1}{5^2} \right) = 0,03$ } значение не совпадает
при $t=4$: $\frac{1}{8} \left(\frac{1}{1,667^2} - \frac{1}{5^2} \right) = 0,04$ } $\Rightarrow$ не удов.

2 порядок: при $t=2$: $\frac{1}{2} \left(\frac{1}{2,5} - \frac{1}{5} \right) = 0,1$ } значение совпадает $\Rightarrow$
при $t=4$: $\frac{1}{4} \left(\frac{1}{1,667} - \frac{1}{5} \right) = 0,1$ } $\Rightarrow$ удов.
при $t=6$: $\frac{1}{6} \left(\frac{1}{1,25} - \frac{1}{5} \right) = 0,1$

Ответ: 2 порядок r -ции

б) при 30°C : $k_2 = 0,1$ (из предыдущего пункта)

при 50°C : $k_2 = \frac{1}{2} \left(\frac{1}{0,5} - \frac{1}{5} \right) = 0,9$

Ответ: при $30^\circ\text{C} = 0,1$; при $50^\circ\text{C} = 0,9$

в) $\frac{k_{22}}{k_{11}} = \frac{0,9}{0,1} = 9$ Ответ: 9

г) при 30°C : $0,1 = \frac{1}{t_1} \left(\frac{1}{2,5} - \frac{1}{5} \right)$; $t_1 = 2$ мин

при 50°C : $0,9 = \frac{1}{t_2} \left(\frac{1}{2,5} - \frac{1}{5} \right)$; $t_2 = 0,222$ мин = 13,33 сек.

Ответ: при $30^\circ\text{C} = 2$ мин; при $50^\circ\text{C} = 13,33$ с

д) $v_0 = k_2 [A]_0^2 = 0,1 \cdot 5^2 = 2,5 \frac{\text{моль}}{\text{л} \cdot \text{мин}}$

$v_4 = k_2 [A]^2 = 0,1 \cdot 1,667^2 = 0,278 \frac{\text{моль}}{\text{л} \cdot \text{мин}}$

$\frac{v_0}{v_4} = \frac{2,5}{0,278} = 9$ Ответ: она уменьшилась в 9 раз

Заг ~ 3

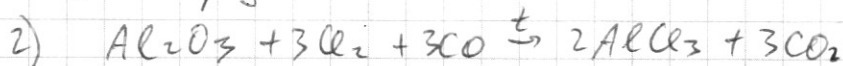
1) Дело в том, что при повышении t AlCl_3 начинает димеризоваться, из-за чего повышается ковалентность связей, а следовательно и летучесть.

$\begin{array}{c} \text{Cl} & & \text{Cl} \\ & \diagdown & / \\ & \text{Al} & \\ & / & \diagdown \\ \text{Cl} & & \text{Cl} \end{array} \quad \begin{array}{c} \text{Cl} & & \text{Cl} \\ & \diagdown & / \\ & \text{Al} & \\ & / & \diagdown \\ \text{Cl} & & \text{Cl} \end{array}$ - структурная формула Al_2Cl_6 в газовой фазе

Характер связей в Al_2Cl_6 ~~характер~~ больше ковалентный.

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Заг ~ 3 продолжение



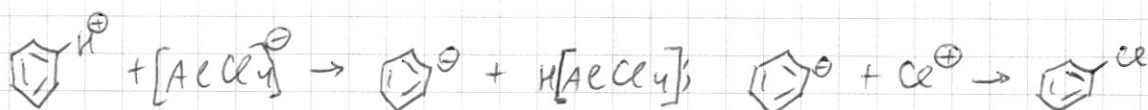
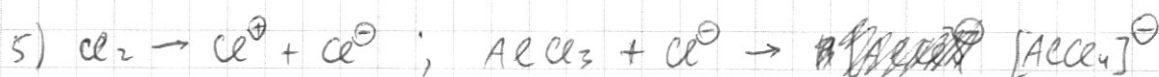
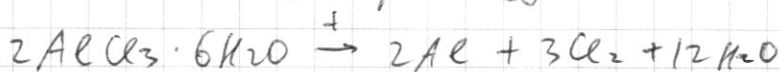
Получение б/в AlCe_3 по р-ции $2\text{Al} + 6\text{Ce} \rightarrow 2\text{AlCe}_3 + 3\text{H}_2$ возможно

$$3) m(\text{р-ра}) = 44,4 + 100 = 144,4$$

$$\frac{44,4 - 144,4}{x - 100}$$

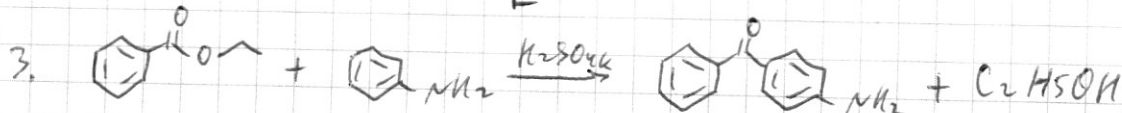
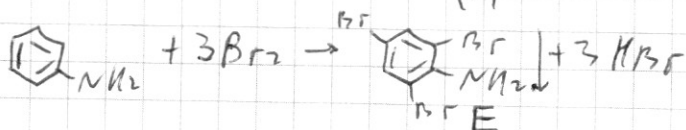
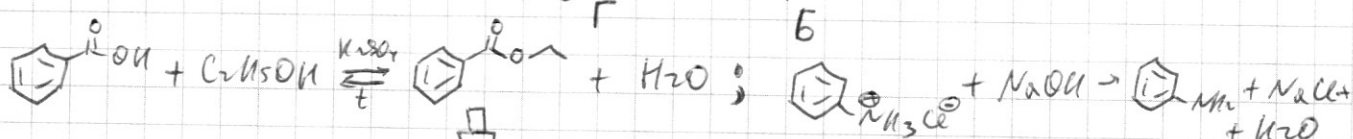
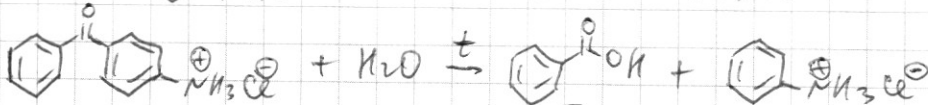
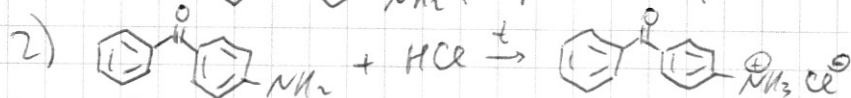
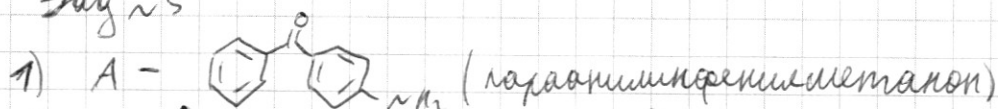
$$x = 30,7482 (\text{AlCe}_3) \text{ Ответ: } 30,7482 (\text{AlCe}_3)$$

4) Поскольку $\text{AlCe}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ неустойчив при t и разлагается на алюминий, цезий и воду.

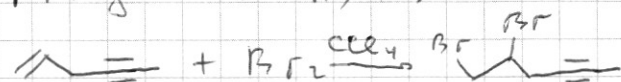
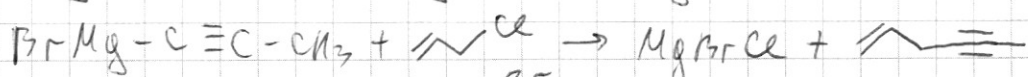
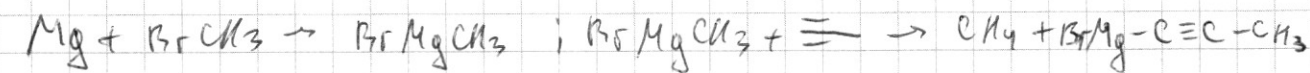
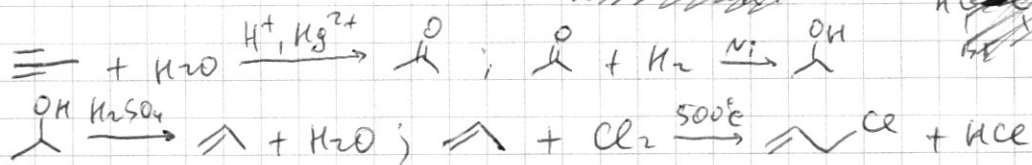
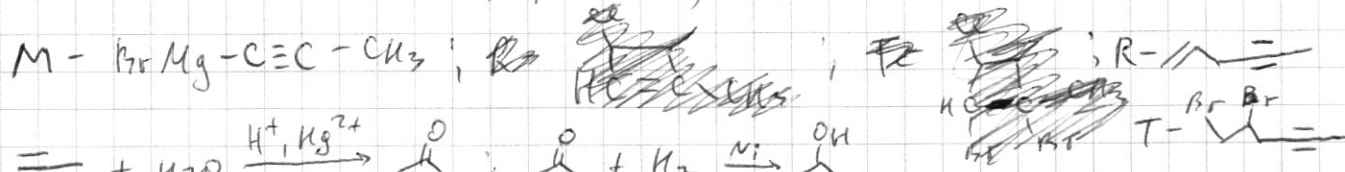
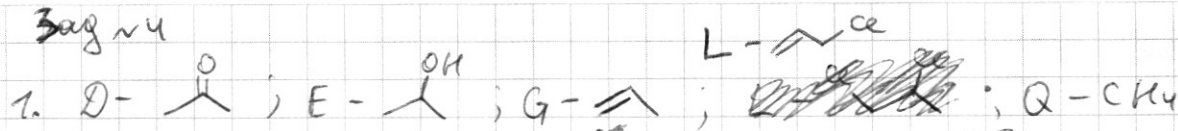


6) Невозможно, т.к. р-ции с использованным AlCe_3 проводят при такой t , при которой $\text{AlCe}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ уже разложится.

Заг ~ 5



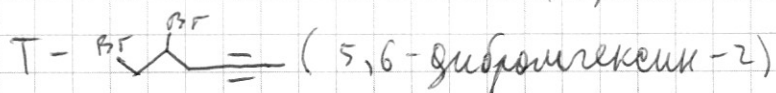
Загнч



2. $n(M) = n(Mg) = \frac{24}{24} = 1 \text{ моль}$; $n(R) = n(M) = n(L) = 1 \text{ моль}$

$n(T) = n(R) = n(Br) = \frac{160}{160} = 1 \text{ моль}$

$m = n \cdot M = 1 \cdot 240 = 240 \text{ г (T)}$ Ответ: 240 г (T)



R- эквен-1-ин-4



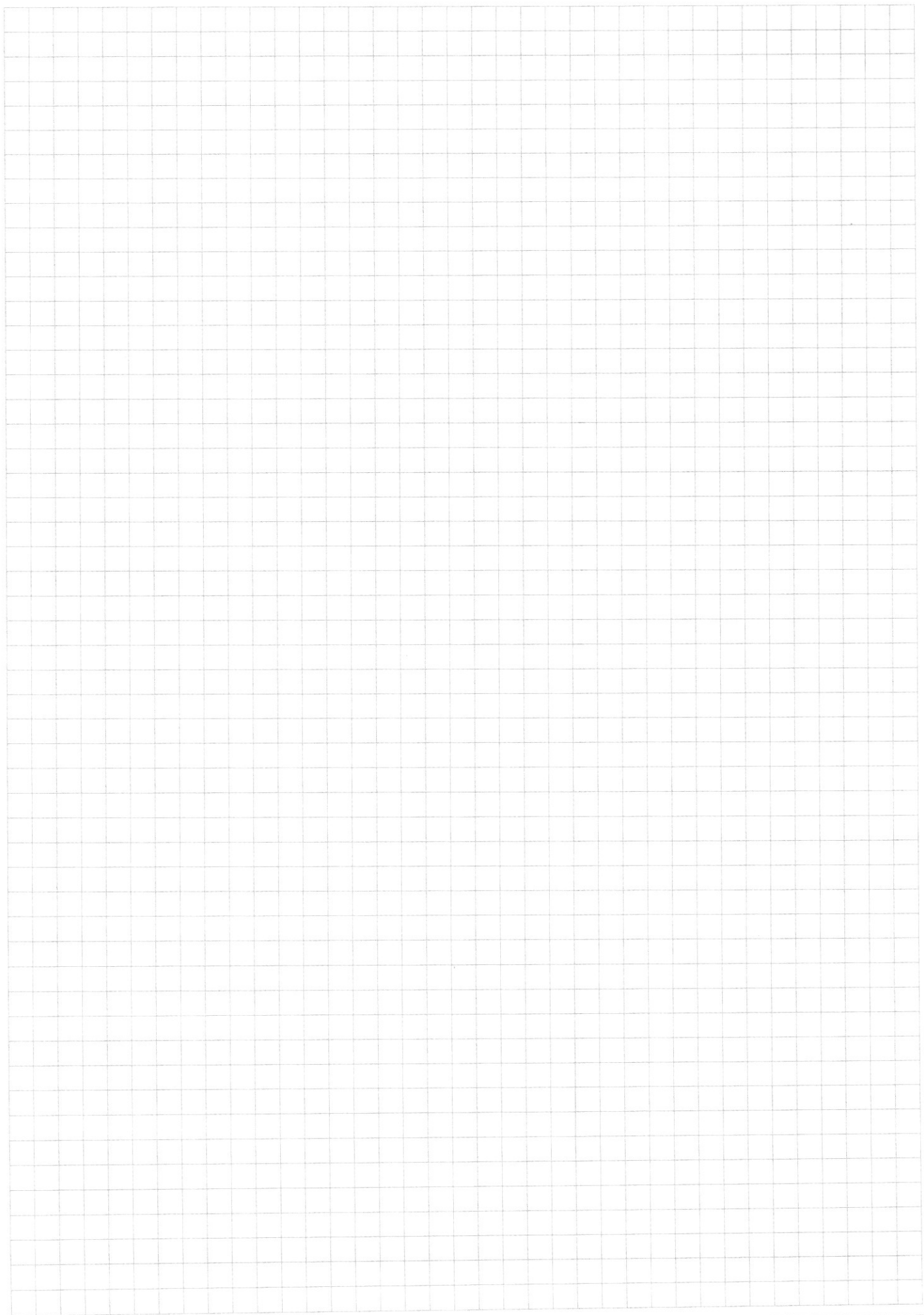
ШИФР

(заполняется секретарём)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

☐ черновик ☐ чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__
(Нумеровать только чистовики)



☐ черновик ☐ чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__
(Нумеровать только чистовики)



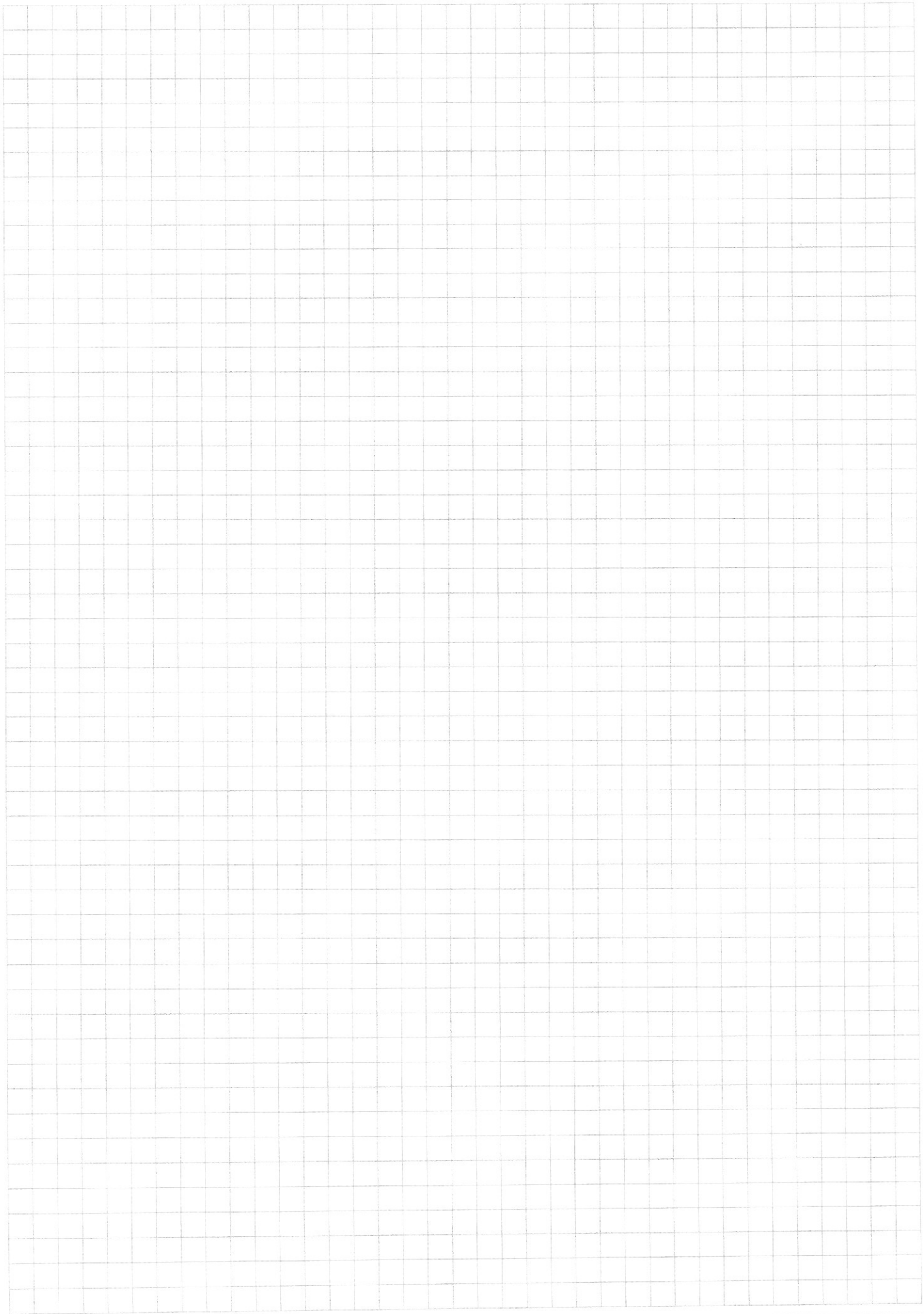
ШИФР (заполняется секретарём)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

--

☐ черновик ☐ чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__
(Нумеровать только чистовики)



☐ черновик ☐ чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__
(Нумеровать только чистовики)