



Периодическая система элементов Д.И. Менделеева

| VIII                                |                                      |                                        |                                      |                                     |                                      |                                   |                                   |                                    |  |
|-------------------------------------|--------------------------------------|----------------------------------------|--------------------------------------|-------------------------------------|--------------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|------------------------------------|--|
| I                                   | II                                   | III                                    | IV                                   | V                                   | VI                                   | VII                               |                                   |                                    |  |
| 1<br><b>H</b><br>1,00797<br>Водород |                                      |                                        |                                      |                                     |                                      |                                   | 2<br><b>He</b><br>4,0026<br>Гелий |                                    |  |
| 2<br><b>Li</b><br>6,939<br>Литий    | 3<br><b>Be</b><br>9,0122<br>Бериллий | 4<br><b>B</b><br>10,811<br>Бор         | 5<br><b>C</b><br>12,01115<br>Углерод | 6<br><b>N</b><br>14,0067<br>Азот    | 7<br><b>O</b><br>15,9994<br>Кислород | 8<br><b>F</b><br>18,9984<br>Фтор  | 9<br><b>Ne</b><br>20,183<br>Неон  | 10<br><b>Ar</b><br>39,948<br>Аргон |  |
| 3<br><b>Na</b><br>22,9898<br>Натрий | 11<br><b>Mg</b><br>24,312<br>Магний  | 12<br><b>Al</b><br>26,9815<br>Алюминий | 13<br><b>Si</b><br>28,086<br>Кремний | 14<br><b>P</b><br>30,9738<br>Фосфор | 15<br><b>S</b><br>32,064<br>Сера     | 16<br><b>Cl</b><br>35,453<br>Хлор |                                   |                                    |  |

|                                       |                                      |                                       |                                      |                                      |                                      |                                       |                                      |                                       |                                      |                                     |
|---------------------------------------|--------------------------------------|---------------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|---------------------------------------|--------------------------------------|---------------------------------------|--------------------------------------|-------------------------------------|
| 4<br><b>K</b><br>39,102<br>Калий      | 19<br><b>Ca</b><br>40,08<br>Кальций  | 20<br><b>Sc</b><br>44,956<br>Скандий  | 21<br><b>Ti</b><br>47,90<br>Титан    | 22<br><b>V</b><br>50,942<br>Ванадий  | 23<br><b>Cr</b><br>51,996<br>Хром    | 24<br><b>Mn</b><br>54,938<br>Марганец | 25<br><b>Fe</b><br>55,847<br>Железо  | 26<br><b>Co</b><br>58,9332<br>Кобальт | 27<br><b>Ni</b><br>58,71<br>Никель   | 28<br><b>Kr</b><br>83,80<br>Криптон |
| 29<br><b>Cu</b><br>63,546<br>Медь     | 30<br><b>Zn</b><br>65,37<br>Цинк     | 31<br><b>Ga</b><br>69,72<br>Галлий    | 32<br><b>Ge</b><br>72,59<br>Германий | 33<br><b>As</b><br>74,9216<br>Мышьяк | 34<br><b>Se</b><br>78,96<br>Селен    | 35<br><b>Br</b><br>79,904<br>Бром     |                                      |                                       |                                      |                                     |
| 5<br><b>Rb</b><br>85,47<br>Рубидий    | 37<br><b>Sr</b><br>87,62<br>Стронций | 38<br><b>Y</b><br>88,905<br>Итрий     | 39<br><b>Zr</b><br>91,22<br>Цирконий | 40<br><b>Nb</b><br>92,906<br>Ниобий  | 41<br><b>Mo</b><br>95,94<br>Молибден | 42<br><b>Tc</b><br>[99]<br>Технеций   | 43<br><b>Ru</b><br>101,07<br>Рутений | 44<br><b>Rh</b><br>102,905<br>Родий   | 45<br><b>Pd</b><br>106,4<br>Палладий | 54<br><b>Xe</b><br>131,30<br>Ксенон |
| 47<br><b>Ag</b><br>107,868<br>Серебро | 48<br><b>Cd</b><br>112,40<br>Кадмий  | 49<br><b>In</b><br>114,82<br>Индий    | 50<br><b>Sn</b><br>118,69<br>Олово   | 51<br><b>Sb</b><br>121,75<br>Сурьма  | 52<br><b>Te</b><br>127,60<br>Теллур  | 53<br><b>I</b><br>126,9044<br>Йод     |                                      |                                       |                                      |                                     |
| 6<br><b>Cs</b><br>132,905<br>Цезий    | 55<br><b>Ba</b><br>137,34<br>Барий   | 56<br><b>La *</b><br>138,81<br>Лантан | 72<br><b>Hf</b><br>178,49<br>Гафний  | 73<br><b>Ta</b><br>180,948<br>Тантал | 74<br><b>W</b><br>183,85<br>Вольфрам | 75<br><b>Re</b><br>186,2<br>Рений     | 76<br><b>Os</b><br>190,2<br>Осмий    | 77<br><b>Ir</b><br>192,2<br>Иридий    | 78<br><b>Pt</b><br>195,09<br>Платина |                                     |
| 79<br><b>Au</b><br>196,967<br>Золото  | 80<br><b>Hg</b><br>200,59<br>Ртуть   | 81<br><b>Tl</b><br>204,37<br>Таллий   | 82<br><b>Pb</b><br>207,19<br>Свинец  | 83<br><b>Bi</b><br>208,980<br>Висмут | 84<br><b>Po</b><br>[210]<br>Полоний  | 85<br><b>At</b><br>210<br>Астат       |                                      |                                       |                                      | 86<br><b>Rn</b><br>[222]<br>Радон   |
| Fr<br>[223]<br>Франций                | Ra<br>[226]<br>Радий                 | Ac **<br>[227]<br>Актиний             | Db<br>[261]<br>Дубний                | Jl<br>[262]<br>Жолотий               | Rf<br>[263]<br>Резерфордий           | Bh<br>[262]<br>Борий                  | Nh<br>[265]<br>Танй                  | Mt<br>[266]<br>Мейтнерий              |                                      | 110                                 |

\*.ЛАНТАНОИДЫ

|                                    |                                          |                                     |                                      |                                      |                                      |                                        |                                      |                                        |                                       |                                    |                                     |                                       |                                      |
|------------------------------------|------------------------------------------|-------------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|----------------------------------------|--------------------------------------|----------------------------------------|---------------------------------------|------------------------------------|-------------------------------------|---------------------------------------|--------------------------------------|
| 58<br><b>Ce</b><br>140,12<br>Церий | 59<br><b>Pr</b><br>140,907<br>Прозеродим | 60<br><b>Nd</b><br>144,24<br>Неодим | 61<br><b>Pm</b><br>[145]<br>Прометий | 62<br><b>Sm</b><br>150,35<br>Самарий | 63<br><b>Eu</b><br>151,96<br>Европий | 64<br><b>Gd</b><br>157,25<br>Гадолиний | 65<br><b>Tb</b><br>158,924<br>Тербий | 66<br><b>Dy</b><br>162,50<br>Диспрозий | 67<br><b>Ho</b><br>164,930<br>Гольмий | 68<br><b>Er</b><br>167,26<br>Эрбий | 69<br><b>Tm</b><br>168,934<br>Тулий | 70<br><b>Yb</b><br>173,04<br>Иттербий | 71<br><b>Lu</b><br>174,97<br>Лютеций |
|------------------------------------|------------------------------------------|-------------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|----------------------------------------|--------------------------------------|----------------------------------------|---------------------------------------|------------------------------------|-------------------------------------|---------------------------------------|--------------------------------------|

\*\*.АКТИНОИДЫ

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

Примечание: Образец таблицы напечатан из современного курса для поступающих в ВУЗы П.Е. Кузьменко и др. «Начала химии» М., «Хемченко», 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 <sup>+</sup> | Li <sup>+</sup> | K <sup>+</sup> | Na <sup>+</sup> | NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> | Ba <sup>2+</sup> | Ca <sup>2+</sup> | Mg <sup>2+</sup> | Sr <sup>2+</sup> | Al <sup>3+</sup> | Cr <sup>3+</sup> | Fe <sup>2+</sup> | Fe <sup>3+</sup> | Ni <sup>2+</sup> | Co <sup>2+</sup> | Mn <sup>2+</sup> | Zn <sup>2+</sup> | Ag <sup>+</sup> | Hg <sup>2+</sup> | Pb <sup>2+</sup> | Sn <sup>2+</sup> | Cu <sup>2+</sup> |   |
|---------------------------------------------|----------------|-----------------|----------------|-----------------|------------------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|-----------------|------------------|------------------|------------------|------------------|---|
| OH <sup>-</sup>                             |                | P               | P              | P               | P                            | P                | M                | H                | M                | H                | H                | H                | H                | H                | H                | H                | H                | H               | -                | -                | H                | H                | H |
| F <sup>-</sup>                              | P              | M               | P              | P               | P                            | M                | H                | H                | H                | M                | H                | H                | H                | P                | P                | P                | P                | P               | P                | -                | H                | P                | P |
| Cl <sup>-</sup>                             | P              | P               | P              | P               | P                            | P                | P                | P                | P                | P                | P                | P                | P                | P                | P                | P                | P                | P               | H                | P                | M                | P                | P |
| Br <sup>-</sup>                             | P              | P               | P              | P               | P                            | P                | P                | P                | P                | P                | P                | P                | P                | P                | P                | P                | P                | P               | H                | M                | M                | P                | P |
| I <sup>-</sup>                              | P              | P               | P              | P               | P                            | P                | P                | P                | P                | P                | ?                | P                | ?                | P                | P                | P                | P                | P               | H                | H                | H                | M                | ? |
| S <sup>2-</sup>                             | P              | P               | P              | P               | P                            | -                | -                | -                | H                | -                | -                | H                | -                | H                | H                | H                | H                | H               | H                | H                | H                | H                | H |
| HS <sup>-</sup>                             | P              | P               | P              | P               | P                            | P                | P                | P                | P                | ?                | ?                | ?                | ?                | ?                | H                | H                | ?                | ?               | ?                | ?                | ?                | ?                | ? |
| SO <sub>3</sub> <sup>2-</sup>               | P              | P               | P              | P               | P                            | H                | H                | M                | H                | ?                | -                | H                | ?                | H                | H                | H                | ?                | M               | H                | H                | H                | ?                | ? |
| HSO <sub>3</sub> <sup>-</sup>               | P              | ?               | P              | P               | P                            | P                | P                | P                | P                | ?                | ?                | ?                | ?                | ?                | ?                | ?                | ?                | ?               | ?                | ?                | ?                | ?                | ? |
| SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>               | P              | P               | P              | P               | P                            | H                | M                | P                | H                | P                | P                | P                | P                | P                | P                | P                | P                | P               | M                | -                | H                | P                | P |
| HSO <sub>4</sub> <sup>-</sup>               | P              | P               | P              | P               | P                            | ?                | ?                | ?                | -                | ?                | ?                | ?                | ?                | ?                | ?                | ?                | ?                | ?               | ?                | ?                | H                | ?                | ? |
| NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>                | P              | P               | P              | P               | P                            | P                | P                | P                | P                | P                | P                | P                | P                | P                | P                | P                | P                | P               | P                | P                | P                | -                | P |
| NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>                | P              | P               | P              | P               | P                            | P                | P                | P                | P                | ?                | ?                | ?                | ?                | P                | M                | ?                | ?                | ?               | M                | ?                | ?                | ?                | ? |
| PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup>               | P              | H               | P              | P               | -                            | H                | H                | H                | H                | H                | H                | H                | H                | H                | H                | H                | H                | H               | H                | H                | H                | H                | H |
| HPO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>              | P              | ?               | P              | P               | P                            | H                | H                | M                | H                | ?                | ?                | H                | ?                | ?                | ?                | ?                | H                | ?               | ?                | ?                | M                | H                | ? |
| H <sub>2</sub> PO <sub>4</sub> <sup>-</sup> | P              | P               | P              | P               | P                            | P                | P                | P                | P                | ?                | ?                | P                | ?                | ?                | ?                | ?                | P                | P               | P                | ?                | -                | ?                | ? |
| CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup>               | P              | P               | P              | P               | P                            | H                | H                | H                | H                | ?                | ?                | H                | -                | H                | H                | H                | H                | H               | H                | H                | H                | ?                | H |
| HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>               | P              | P               | P              | P               | P                            | P                | P                | P                | P                | ?                | ?                | P                | ?                | ?                | ?                | ?                | ?                | ?               | ?                | ?                | P                | ?                | ? |
| CH <sub>3</sub> COO <sup>-</sup>            | P              | P               | P              | P               | P                            | P                | P                | P                | P                | -                | P                | P                | -                | P                | P                | P                | P                | P               | P                | ?                | P                | -                | P |
| SiO <sub>3</sub> <sup>2-</sup>              | H              | H               | P              | P               | ?                            | H                | H                | H                | H                | ?                | ?                | H                | ?                | ?                | ?                | ?                | H                | H               | ?                | ?                | H                | ?                | ? |

“P” – растворяется (> 1 г на 100 г H<sub>2</sub>O)

“M” – мало растворяется (от 0,1 г до 1 г на 100 г H<sub>2</sub>O)

“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.

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

## 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  $\tau$ .

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  $2A \rightarrow B + D$   ~~$2A \rightarrow B + D$~~ , 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  $\gamma$ .
- 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 СО и Cl<sub>2</sub> на обезвоженный каолин или боксит в шахтных печах.

В отличие от хлоридов других активных металлов, безводный AlCl<sub>3</sub> 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  $\text{AlCl}_3$  возгоняться. Составьте структурную формулу этого соединения в газовой фазе и объясните характер химических связей.
- 2) Напишите уравнение описанного промышленного процесса получения б/в  $\text{AlCl}_3$ . Возможно ли получение б/в  $\text{AlCl}_3$  по реакции :  $2\text{Al} + 6\text{HCl} \rightarrow 2\text{AlCl}_3 + 3\text{H}_2 \uparrow$  ?
- ↑ 3) Рассчитайте, какую массу б/в  $\text{AlCl}_3$  следует взять, чтобы приготовить 100г насыщенного при  $25^\circ\text{C}$  раствора?
- 4) Объясните, почему гексагидрат  $\text{AlCl}_3$  при прокаливании не возгоняется подобно б/в  $\text{AlCl}_3$ , а дает твердый остаток? Составьте общее уравнение процесса прокалывания гексагидрата  $\text{AlCl}_3$ .
- 5) Объясните механизм действия  $\text{AlCl}_3$  как катализатора при хлорировании бензола.
- † 6) Возможно ли в органическом синтезе использование гексагидрата  $\text{AlCl}_3$  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  $77^\circ\text{C}$ , по окончании реакции получили жидкое вещество Е, которое прибавили к нагретой до  $180^\circ\text{C}$  серной кислоте, получив газ (н.у.) G. Газ G смешали с 22,4 л (н.у.) хлора, и, нагрев до  $500^\circ\text{C}$ , получили после прохождения реакции и охлаждения жидкое вещество L, обладающее резким запахом и раздражающими свойствами.

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

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

#### Задание

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

#### † Задание 5

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

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

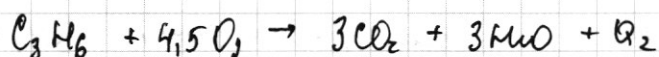
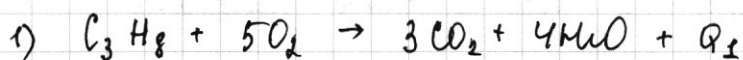
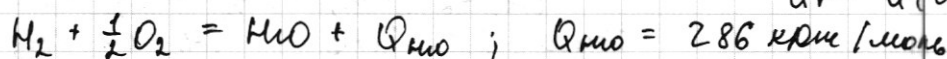
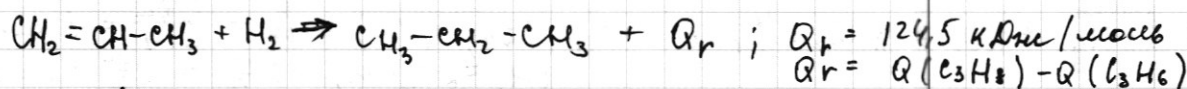
#### Задание

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



# ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

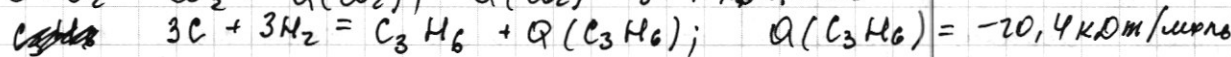
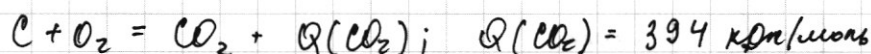
Задача 1.



$$\begin{aligned} Q_1 &= 3Q(\text{CO}_2) + 4Q(\text{H}_2\text{O}) - Q(\text{C}_3\text{H}_8) \\ Q_2 &= 3Q(\text{CO}_2) + 3Q(\text{H}_2\text{O}) - Q(\text{C}_3\text{H}_6) \end{aligned} \Rightarrow Q_1 - Q_2 = Q(\text{H}_2\text{O}) + Q(\text{C}_3\text{H}_6) -$$

$$- Q(\text{C}_3\text{H}_8) = Q(\text{H}_2\text{O}) - Q_r = 286 - 124,5 = 161,5 \text{ кДж/моль} > 0 \Rightarrow Q_1 > Q_2$$

2)



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

$$Q_1 = 3Q(\text{CO}_2) + 4Q(\text{H}_2\text{O}) - Q(\text{C}_3\text{H}_8) = 3 \cdot 394 + 4 \cdot 286 - 104,1 = 2221,9 \text{ кДж/моль}$$

$$Q_2 = 3Q(\text{CO}_2) + 3Q(\text{H}_2\text{O}) - Q(\text{C}_3\text{H}_6) = 3 \cdot 394 + 3 \cdot 286 + 20,4 = 2060,4 \text{ кДж/моль}$$

ответ:  $Q_1 = 2221,9 \text{ кДж/моль}$  - теплота сгорания пропана  
 $Q_2 = 2060,4 \text{ кДж/моль}$  - теплота сгорания пропена

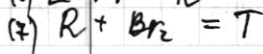
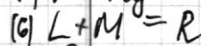
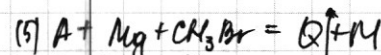
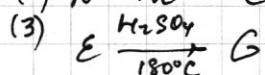
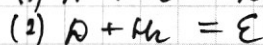
$$3) Q_{\text{использованное}} = Q_{\text{нагр. воды}} + Q_{\text{нагр. в. H}_2\text{O}} = c_1 m_1 \Delta t + c_2 m_2 \Delta t = 897 \cdot 0,4 \cdot 100 + 4182 \cdot 1 \cdot 100 = 454080 \text{ Дж} = 4540,8 \text{ кДж}$$

$$\begin{aligned} 22,4 \text{ л пропана} &- 2221,9 \text{ кДж} \\ x \text{ л} &- 4540,8 \text{ кДж} \end{aligned} \Rightarrow x = 45,78 \text{ л}$$

ответ: 45,78 л

Задача 4.

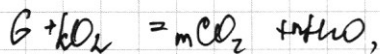
Дана схема превращений: (1)  $\text{A} + \text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\text{H}_2\text{SO}_4} \text{D}$  (4)  $\text{G} + \text{Cl}_2 \xrightarrow{500^\circ\text{C}} \text{L}$



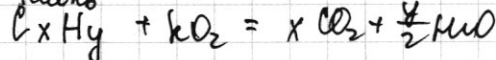
# Задача 4 (продолжение):

Из р-ции 1 предполагаем, что D-карбонильное соединение, тогда A-алкин, E-спирт, G-алкен, L получается хлорированием алкена в аллиловое положение.

$$V(H_2) \text{ в р-ции (2)} = \frac{V}{V_m} = \frac{22,4}{22,4} = 1 \text{ моль} \Rightarrow \text{всех в.в по 1 моль.}$$



т.е.

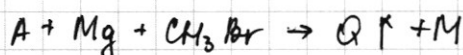


$$V(CO_2) = V(C) = \frac{V}{V_m} = \frac{67,2}{22,4} = 3 \text{ моль}$$

$$V(H) = 2V(H_2O) = 2 \frac{m}{M} = 2 \cdot \frac{54}{18} = 6 \text{ моль}$$

Тогда G -  $C_3H_6$   $CH_2=CH-CH_3$

Во всех в-вах в р-циях 1, 2, 3, 4, 5 по 3 атома углерода.  
Рассмотрим 5 р-ции:



A алкин при известно:  $C_3H_4$ :  
 $HC \equiv C-CH_3$

$$V(A) = \frac{m}{M} = \frac{40}{40} = 1 \text{ моль}$$

$$V(Mg) = \frac{m}{M} = \frac{24}{24} = 1 \text{ моль}$$

$$V(CH_3Br) = \frac{94}{94} = 1 \text{ моль}$$

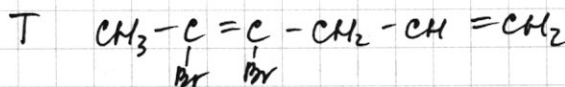
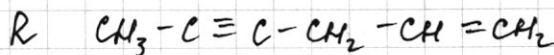
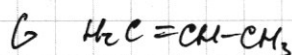
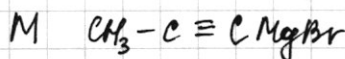
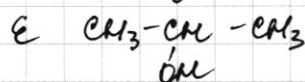
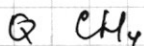
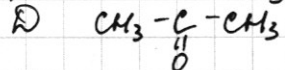
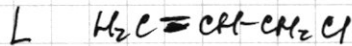
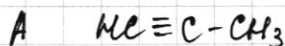
$\Rightarrow V(Q) = V(M) = 1 \text{ моль}$ . Ви в-ва и даные в кон-ве 1 моль.

$$M(Q) = D_{H_2}^Q \cdot M_{H_2} = 8 \cdot 2 = 16 \text{ г/моль. Тогда Q } CH_4$$

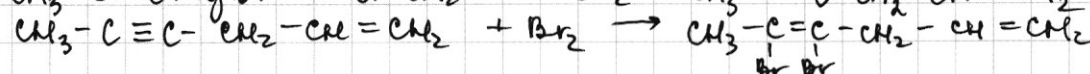
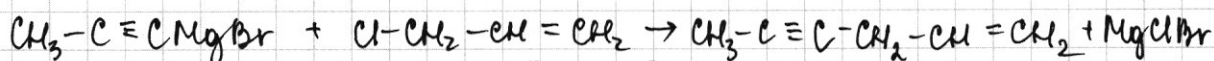
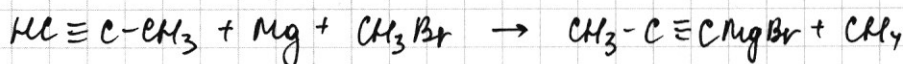
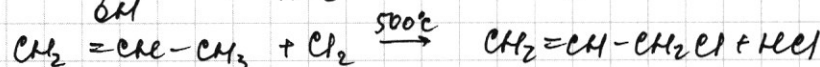
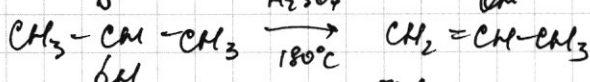
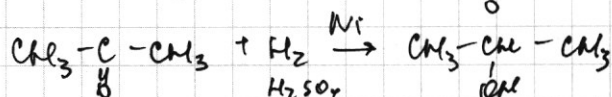
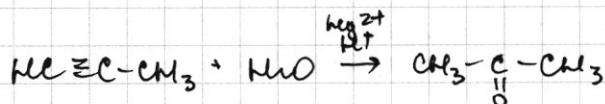
$$\text{в р-ции (7)} \quad V(Br_2) = \frac{m}{M} = \frac{160}{160} = 1 \text{ моль.}$$

Тогда можно установить все в-ва и написать р-ции:

1. Ответ



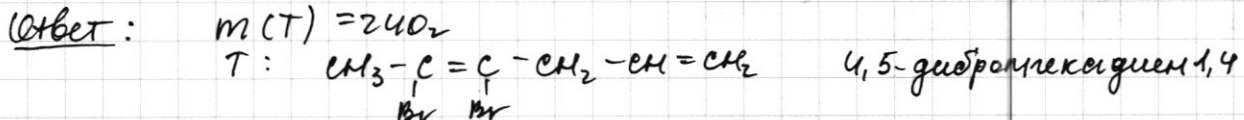
Р-ции:



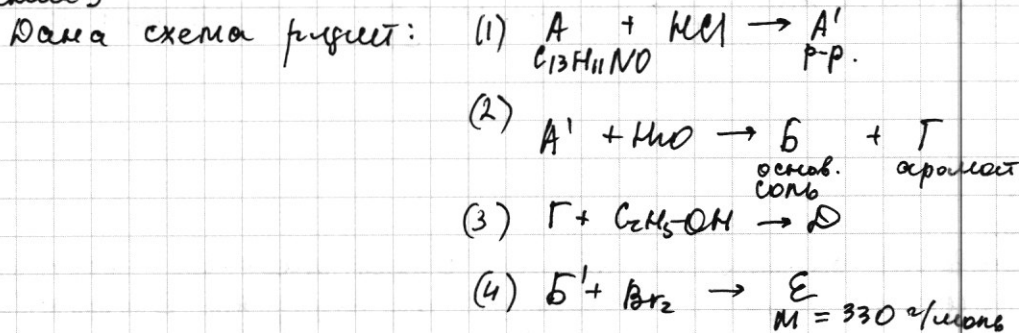
## ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

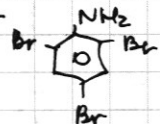
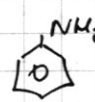
Задача 4 (продолжение)

2.  $\nu(T) = 1 \text{ моль (см н.л.)}$   
 $m(T) = \nu M = 1 \cdot 240 = 240 \text{ г}$



Задача 5.

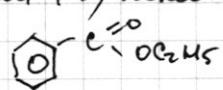


Известно, что  $B'$  — ароматическое, скорее всего ароматическое.  
 $M(E) = 330 \text{ г/моль}$ . Тогда  $E$  —   $\Rightarrow B'$  — 

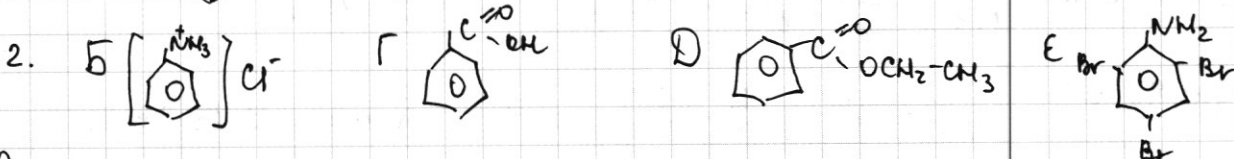
Исходя из элементного состава, установим  $D$ :

$$\text{C} : \text{H} : \text{O} = \frac{0,72}{12} : \frac{0,0667}{1} : \frac{0,2133}{16} = 0,06 : 0,0667 : 0,0133 \approx 9 : 10 : 2$$

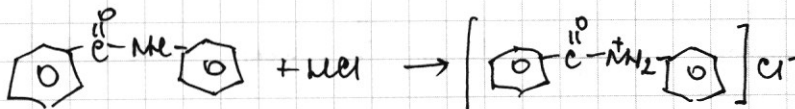
Также из реакции (3) известно, что  $D$  — сложный эфир:

формулы в в и установим реакцию: . Можно установить все неизвестные

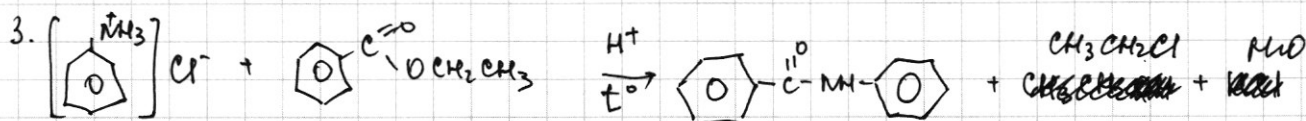
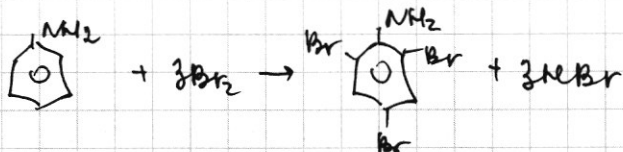
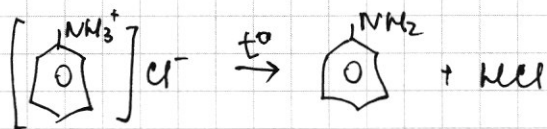
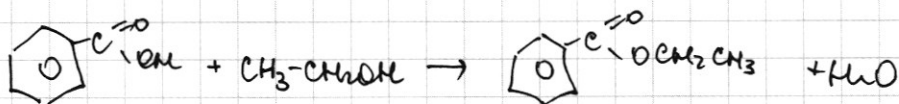
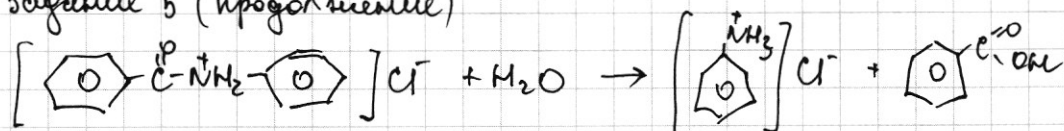
Ответы:



Реакции:



Задача 5 (продолжение)



Задача 2.

а) Ответ: 2

Решение:

Будем подставлять данные из таблицы в предположаемую формулу для расчета константы реакции. Используя формулу для 2 порядка, получим:

$$k = \frac{1}{2} \left( \frac{1}{2,5} - \frac{1}{5} \right) = \frac{1}{4} \left( \frac{1}{1,667} - \frac{1}{5} \right) = 0,1 \text{ - мин}^{-1}$$

$$\text{б) при } 30^\circ\text{C} : k_1 = \frac{1}{2} \left( \frac{1}{2,5} - \frac{1}{5} \right) = 0,1 \frac{1}{\text{мин}}$$

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

Ответ: при  $30^\circ\text{C}$   $k = 0,1 \frac{1}{\text{мин}}$   
при  $50^\circ\text{C}$   $k = 0,9 \frac{1}{\text{мин}}$ .

в)  $\gamma = 3$  - ответ

Решение:

из уравн. Вант. Гоффа:  $\frac{k_2}{k_1} = \gamma^{\frac{\Delta T}{2}}$ . Подставим данные из табл)

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

г) За время полупревр. в-ва А израсходуется половина в-ва А.

$$\text{при } 30^\circ\text{C} : 0,1 = \frac{1}{t} \left( \frac{1}{2,5} - \frac{1}{5} \right) \Rightarrow t = 2 \text{ мин}$$

$$\text{при } 50^\circ\text{C} : 0,9 = \frac{1}{t} \left( \frac{1}{2,5} - \frac{1}{5} \right) \Rightarrow t = \frac{2}{9} \text{ мин} \approx 13,3 \text{ сек}$$

Ответ: при  $30^\circ\text{C}$  2 мин; при  $50^\circ\text{C}$   $\frac{2}{9}$  мин или 13,3 сек

д) Ответ:

$$\gamma = k_2/k_1 = 0,9$$

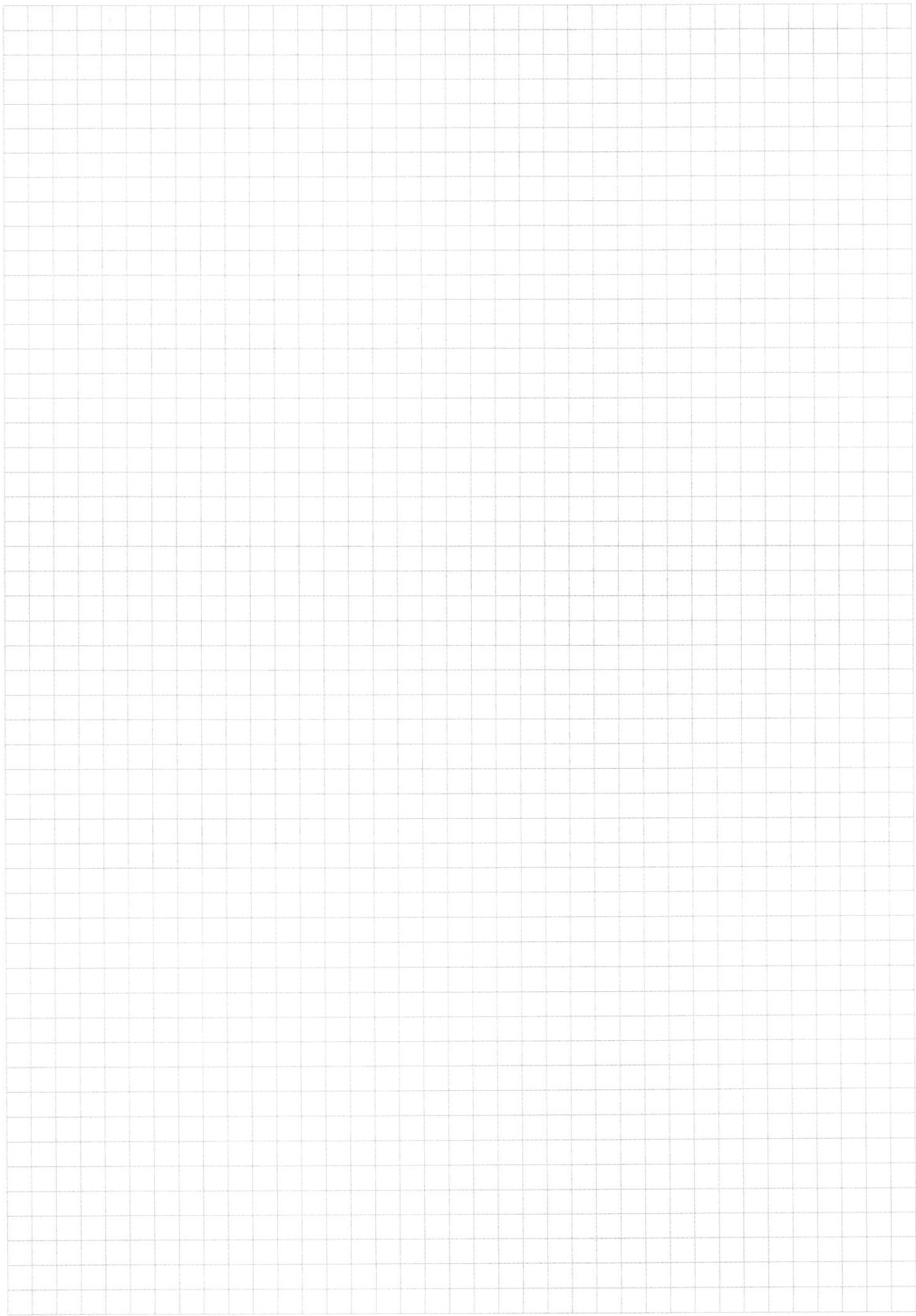


## ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

### Задание 3

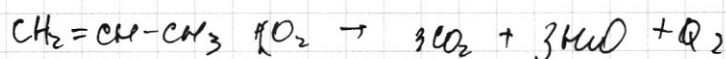
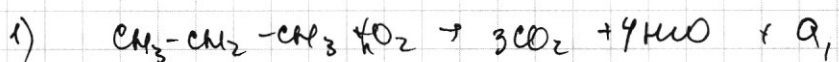
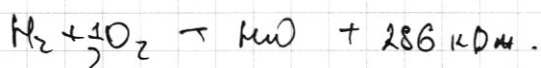
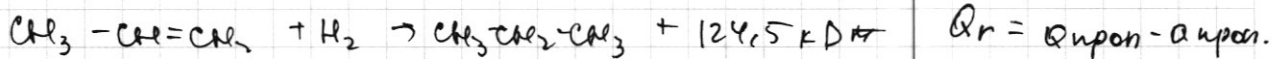
- 1)  $AlCl_3$  способен возгоняться, т.к. образуете устойчивый димер  $Al_2Cl_6$ 

$$\begin{array}{c}
 Cl & & Cl \\
 & \diagdown & / \\
 Cl - Al & - & Al - Cl \\
 & / & \diagdown \\
 Cl & & Cl
 \end{array}$$
 связь  $Al-Al$  образуете димерно-акцепторно-механизму при этом у одного из атомов  $\delta^+$ , у другого -  $\delta^-$ .
- 2)  $Al_2O_3 + 3CO + 3Cl_2 = 2AlCl_3 + 3CO_2$ 
 Нет, так полностью  $\delta^+$  в  $AlCl_3$  получить нельзя.
- 3) Ответ: 30,75 г.  
 Решение:  
 $w(AlCl_3)_{\text{в вые. р-ре}} = \frac{44,4}{144,4} = 0,3075$ . Тогда для приготовления 100-г р-ра необходимо  $100 \cdot 0,3075 = 30,75$  г.
- 4)  $AlCl_3 \cdot 6H_2O \xrightarrow{+} Al(OH)Cl_2 + HCl + 5H_2O$
- 5)  $AlCl_3$  к-та Льюиса, значит, способен отдавать протоны. Молекула  $Cl_2$  превращается в  $\delta^+$  атом  $Cl$  с  $\delta^+$  зарядом, а  $\delta^-$  атом  $AlCl_3$  переходит в  $AlCl_4^-$ . атом хлора вытесняет атом водорода и получается хлорбензол, хлор-водород (атом хлора из  $AlCl_4^-$ ) и  $AlCl_3$ .
- 6) Нет, т.к. кристаллоиды содержат воду, а  $\alpha$ -про-манические соединения не реагируют с хлором в жидком виде.



# ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

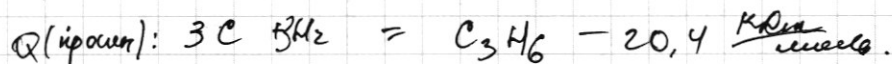
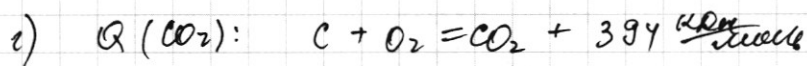
Заг 1.



$$Q_1 = 3Q(\text{CO}_2) + 4Q(\text{H}_2\text{O}) - Q_{\text{пропан}}$$

$$Q_2 = 3Q(\text{CO}_2) + 3Q(\text{H}_2\text{O}) - Q_{\text{пропен}}$$

$$\begin{aligned} Q_1 - Q_2 &= 4Q(\text{H}_2\text{O}) - 3Q(\text{H}_2\text{O}) - Q_{\text{пропан}} + Q_{\text{пропен}} = \\ &= Q(\text{H}_2\text{O}) + Q_{\text{пропен}} - Q_{\text{пропан}} = Q(\text{H}_2\text{O}) + (-Q_r) = \\ &= 286 - 124,5 = 161,5 \text{ кДж. моль} > 0. \Rightarrow Q_1 > Q_2. \end{aligned}$$



$$Q_2 = 3Q(\text{CO}_2) + 4Q(\text{H}_2\text{O}) - Q_{\text{C}_3\text{H}_8} = 1182 + 1144 - 104,1 = 2221,9$$

$$Q_1 = 1182 + 858 + \frac{Q_{\text{C}_3\text{H}_8}}{20,4} = 2060,4$$

$$Q_{\text{C}_3\text{H}_8} = Q_r + Q_{\text{пропан}} = 124,5 - 20,4 = 104,1$$

$$3) \quad Q_H = c_1 m_1 \Delta t + c_2 m_2 \Delta t = \frac{887 \cdot 0,4 \cdot 100}{3580} + \frac{4182 \cdot 1 \cdot 100}{418200} = \frac{4540800}{4540,8 \text{ кДж}}$$

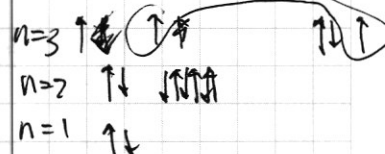
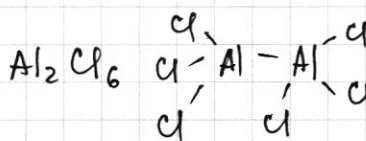
$$\begin{array}{r} 1 \text{ моль} \quad 2060,4 \\ \times \quad 4540,8 \\ \hline \end{array}$$

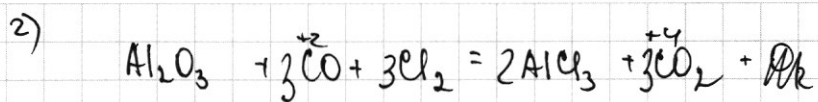
$$2,204 \text{ моль} \Rightarrow V = 49,37 \text{ л.}$$

|| || ||

Заг 3.

1) образование галлюцинации





3) 100 гр. мас  $25^{\circ}\text{C}$  гра

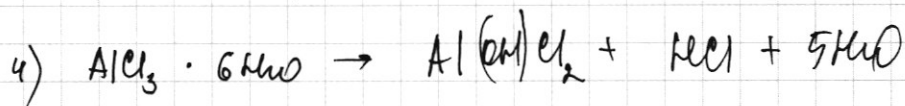
$$\omega \text{ AlCl}_3 \text{ в масс \%} = \frac{44,4}{144,4} = 0,3075$$

Тогда получим  $30,75 \text{ yr.}$

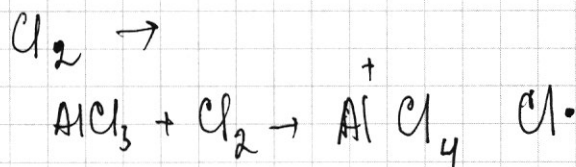
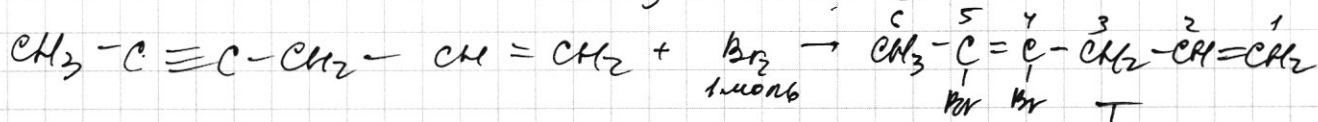
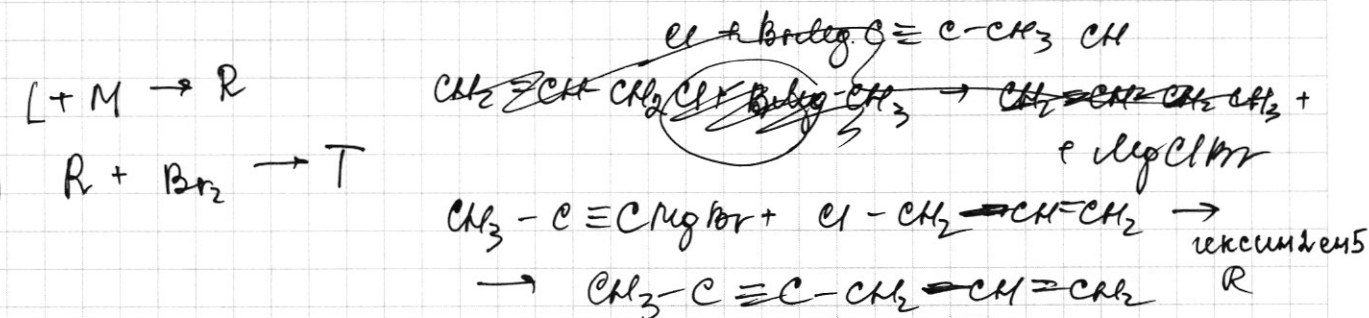
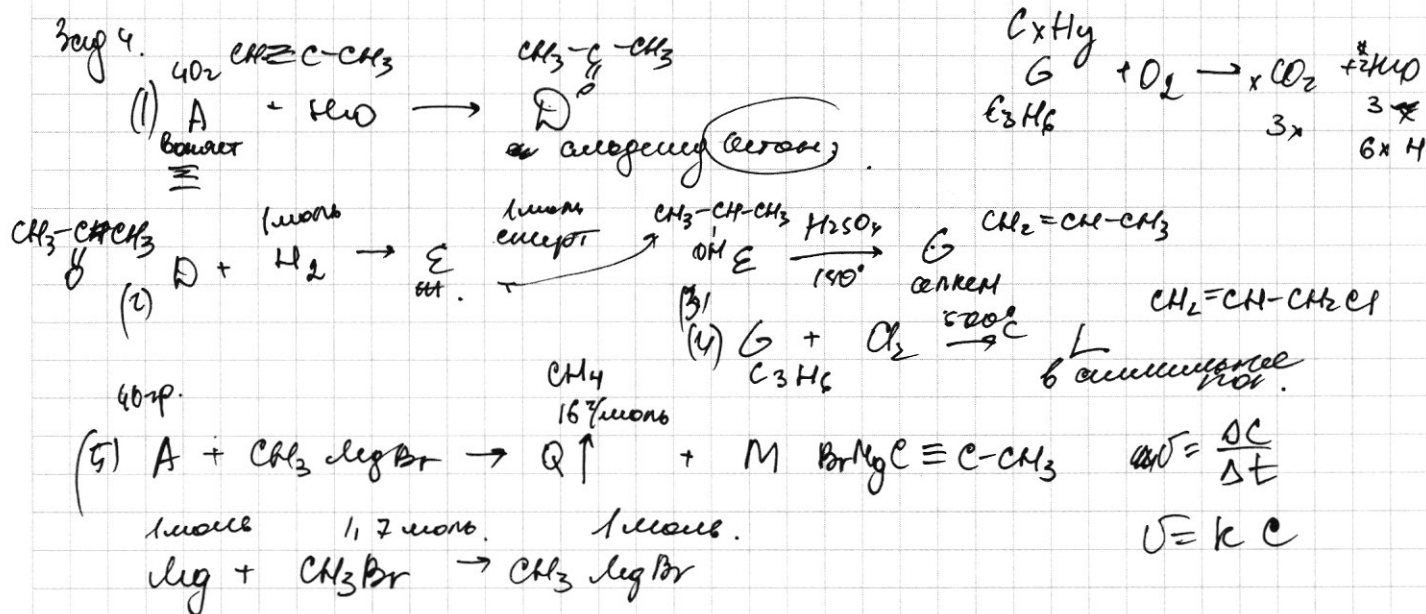
$$0,1 = \frac{1}{2} \left( 4 - \frac{1}{x} \right)$$

$$0,2 = 1 - \frac{1}{x}$$

$$\frac{1}{x} = 0,8$$



8)  $\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{H}_2$  при  $T$  и  $P$  окис.  $\Rightarrow$  окисляется  $\text{H}_2$ , а  $\text{H}_2\text{O}$  не окисляется. Ср.  $\text{H}_2\text{O} \rightarrow \dots$





3.2

a) не 0, тк. 5 эгм на пол...

$$1: \frac{1}{2} \ln \frac{2,5}{2,5} = \frac{1}{4} \ln \frac{1,667}{5}$$

-0,1386                      -0,2740

2)  $\frac{1}{2} \left( \frac{1}{2,5} - \frac{1}{5} \right) = \frac{1}{4} \left( \frac{1}{1,667} - \frac{1}{5} \right)$

0,1                      0,1

3:  $\frac{1}{4} \left( \frac{1}{2,5^2} - \frac{1}{5^2} \right) = \frac{1}{8} \left( \frac{1}{1,667^2} - \frac{1}{5^2} \right)$

6,25                      2,779

0,03                      0,04

б) К при 30°C :  $k_1 = \frac{1}{2} \left( \frac{1}{2,5} - \frac{1}{5} \right) = 0,1 \frac{\Lambda}{\text{моль} \cdot \text{мин}}$

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

б)  $\frac{v_1}{v_2} = \gamma^{\frac{\Delta T}{10}}$

$\frac{k_2}{k_1} = \gamma^2 \Rightarrow \gamma = 3.$

в)  $\frac{g}{2}$

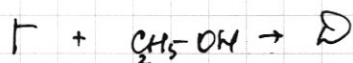
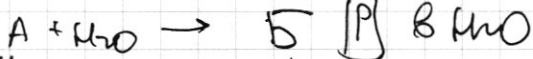
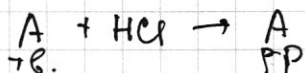
$v = c \cdot \Delta t$

$\left| \frac{\Delta c}{\Delta t} \right| = \gamma$

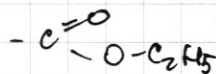
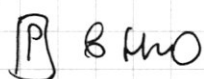
$\frac{3,333}{4} = 0,83325 \frac{\text{моль}}{\Lambda^2}$

## ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

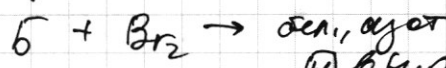
Загб.



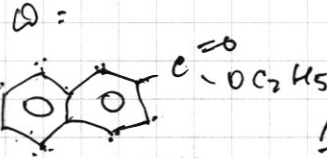
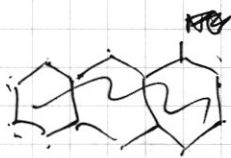
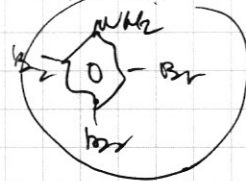
соединение орг.



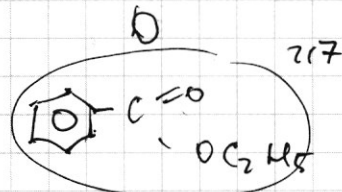
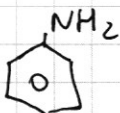
|         |        |     |    |    |
|---------|--------|-----|----|----|
| C 72%   | 0,06   | 4,6 | 13 | 9  |
| H 6,67% | 0,0667 | 5,1 | 30 | 10 |
| O 21,33 | 0,013  | 1   | 3  | 2  |



$M = 330$



$$\frac{156}{156 + 32 + 5 + 12} = \frac{156}{205}$$



$$\frac{108}{150}$$

