

**Задание 1**

Превращение 1 моль формальдегида в метанол при взаимодействии с водородом сопровождается выделением 131,9 кДж теплоты, тогда как при образовании 1 моль воды из простых веществ выделяется 286 кДж.

- 1) Докажите, что при сгорании 1 моль метанола выделяется больше теплоты, чем при сгорании 1 моль формальдегида.
- 2) Рассчитайте тепловые эффекты сгорания метанола и формальдегида, учитывая, что при сгорании 1 моль графита выделяется 394 кДж, а при образовании 1 моль формальдегида из простых веществ выделяется 116 кДж.
- 3) Некоторое количество метанола сожгли в калориметрической бомбе, помещенной в калориметр с водой, масса которой 4 кг. Температура воды при этом увеличилась на 58°. Определите массу сожженного метанола, если постоянная калориметра равна  $C_{const} = 1784,3 \frac{\text{Дж}}{\text{град}}$ , а удельная теплоемкость воды составляет  $C_p(H_2O) = 4182 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot \text{К}}$ .

**Задание 2**

В химической кинетике принято классифицировать реакции по величине общего порядка реакции.

Физический смысл порядка реакции – это число одновременно изменяющихся в процессе концентраций.

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.

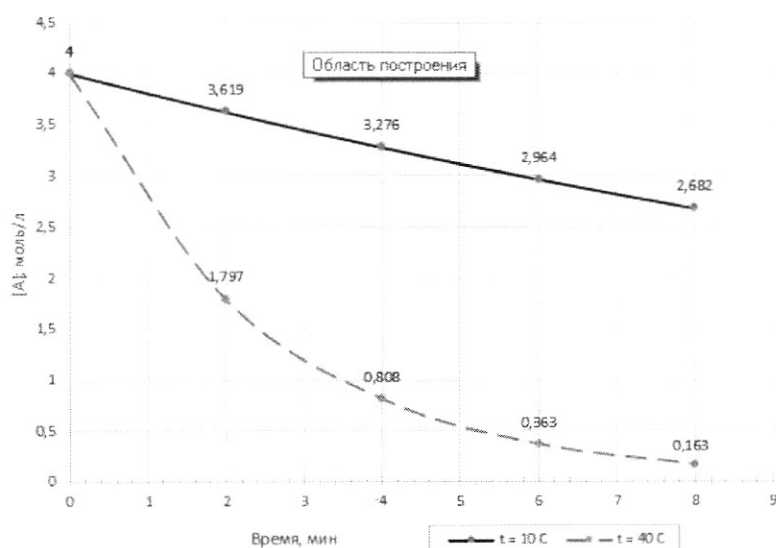
Выражение для константы скорости первого порядка:  $k_1 = \frac{1}{\tau} \ln \frac{C_0}{C_\tau}$ ; [ $\text{мин}^{-1}$ ], где  $\tau$  – время превращения,

$C_0$  – исходная концентрация реагента,  $C_\tau$  – концентрация реагента, оставшегося в реакции по истечении времени  $\tau$

Скорость реакций *второго порядка* пропорциональна произведению концентраций А и В. Выражение для константы скорости второго порядка:  $k_2 = \frac{1}{\tau} \left( \frac{1}{C_\tau} - \frac{1}{C_0} \right)$ ; [ $\frac{\text{л}}{\text{моль} \cdot \text{мин}}$ ]. Выражение константы скорости *третьего порядка* при равенстве начальных концентраций реагентов:  $k_3 = \frac{1}{2\tau} \left( \frac{1}{C_\tau^2} - \frac{1}{C_0^2} \right)$ ; [ $\frac{\text{л}^2}{\text{моль}^2 \cdot \text{мин}}$ ]

Время, за которое расходуется половина вещества А называют периодом полураспада (полупревращения)  $\tau_{1/2}$ .

Зависимость концентрации вещества А от времени

**Задание**

Реакцию целого порядка, описываемую уравнением  $A \rightarrow B + D$ , провели при двух температурах – при 10°C и 40°C – и получили следующие кинетические данные, представленные на графике.

Определите:

- а) порядок реакции;
- б) константы скорости реакции при 10°C и 40°C;
- в) температурный коэффициент реакции  $\gamma$ .
- г) период полупревращения А при заданной исходной концентрации 4 моль/л при двух температурах;
- д) как изменилась скорость реакции при 40°C через четыре минуты после начала реакции по сравнению с исходной скоростью реакции?

**Задание 3**

Циановодород или синильная кислота HCN – яд, вызывающий кислородное голодание тканевого типа. Однако, это вещество очень востребовано в химической промышленности: при взаимодействии с карбонильными соединениями образует циангидрины, использующиеся в производстве замещенных и непредельных карбоновых кислот, является сырьем для получения акрилонитрила, метилметакрилата, химических волокон и пр.

В настоящий момент одним из распространенных методов получения циановодорода является метод Андрусова: прямой синтез из метана и аммиака в присутствии воздуха на платиновом катализаторе. Также HCN можно получить из аммиака и угарного газа в присутствии диоксида тория в качестве катализатора.

Известно, что молекулы циановодорода существует в виде двух таутомеров. Продолжение на обороте →

Анион  $CN^-$  образует прочные координационные связи с металлами, и это его свойство используется в реакции Эльснера при добыче золота для его отделения от пустой породы: золотосодержащую породу перемешивают в растворе цианида натрия, пропуская через этот раствор воздух. Элементарное золото растворяется вследствие образования комплекса, в котором координационное число металла-комплексобразователя равно двум.

#### Задание

- 1) Составьте структурные формулы таутомеров циановодорода. Какая геометрическая форма характерна для молекул этих изомеров? Каков характер связей и механизм их образования в этих молекулах? Какова степень окисления и валентность атома углерода в этих молекулах? Какой из изомеров, на ваш взгляд, является более устойчивым?
- 2) Составьте уравнения обоих описанных способов получения HCN.
- 3) Составьте уравнение реакции Эльснера. Какие типы химических связей присутствуют в полученном комплексном соединении?
- 4) Составьте уравнение взаимодействия циановодорода с ацетоном. Какие кислоты можно получить из образовавшегося циангидрина? Составьте схему превращения (или уравнения реакций) и дайте названия кислотам по номенклатуре ИЮПАК.

#### **Задание 4**

К веществу А – бесцветной жидкости с характерным запахом массой 138 г прибавили 813 г бромид фосфора (III). Образовавшееся жидкое (н.у.), но легкокипящее органическое вещество D отогнали из реакционной смеси и разделили на три равные части, второй продукт реакции (фосфористую кислоту) отбросили.

Первую часть вещества D нагрели с избытком спиртового раствора щелочи, в результате чего образовалось газообразное (н.у.) органическое вещество E. Весь газ E пропустили через разогретую до 1200 °С трубчатую печь, в результате чего получили смесь двух газов (н.у.) – водорода и органического газа G. Газ G пропустили при интенсивном перемешивании через нагретый до 55 °С водный раствор смеси хлорида меди (I) с хлоридом аммония, в результате получили газообразное (н.у.) вещество L, которое отделили и тщательно высушили.

Вторую часть вещества D растворили в диэтиловом эфире и прибавили к полученному раствору 24 г магния (в виде стружки), по окончании растворения магния в реакционную смесь прибавили все количество вещества L, которое полностью прореагировало, в результате чего образовался и улетучился (н.у.) горючий газ Q с плотностью по водороду равной 15, а в колбе осталось полученное вещество M.

К оставшемуся полученному веществу M прибавили третью часть вещества D, в результате чего образовалось органическое вещество R. Вещество R 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 газа E образуется 44,8 л (н.у.) углекислого газа и 36 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**

Бесцветное кристаллическое органическое вещество А с брутто-формулой  $C_{13}H_{10}O_2$  внесли в реакционную колбу, добавили избыток раствора гидроксида натрия и прокипятили, в результате вещество А растворилось. После охлаждения в реакционную колбу прибавили по каплям соляную кислоту до слабокислой реакции по универсальной индикаторной бумаге, после чего прибавляли раствор гидрокарбоната натрия до прекращения выделения газа. Далее в реакционную колбу поместили барботер паровика и провели перегонку с водяным паром, дистиллят собрали и упарили, получив кристаллическое органическое ароматическое вещество Б с характерным запахом.

Остаток в реакционной колбе вновь подкислили соляной кислотой и охладили до примерно 4 °С, в результате чего на дне колбы выпали бесцветные кристаллы вещества органического ароматического вещества Г, не имеющего запаха, которые отделили фильтрованием. При взаимодействии натриевого производного вещества Б с бромметаном в водной среде получается жидкое кислородсодержащее органическое вещество Д, с приятным запахом, плохо растворимое в воде, элементный анализ которого показал следующее содержание углерода и водорода: С – 77,78%; Н – 7,41%.

При нагревании вещества Г с оксидом фосфора (V) получают фосфорную кислоту и кристаллическое органическое вещество Е, имеющее молярную массу 226 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 Е.



Периодическая система элементов Д.И. Менделеева

|   |                                     | I                               |    | II                               | III                              |                                | IV                                | V                               | VI                             | VII                             | VIII                            |    |                             | 2                            |                               |
|---|-------------------------------------|---------------------------------|----|----------------------------------|----------------------------------|--------------------------------|-----------------------------------|---------------------------------|--------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|----|-----------------------------|------------------------------|-------------------------------|
| 1 | 1<br><b>H</b><br>1,00797<br>Водород |                                 |    |                                  |                                  |                                |                                   |                                 |                                |                                 |                                 |    |                             | <b>He</b><br>4,0026<br>Гелий |                               |
| 2 | <b>Li</b><br>6,939<br>Литий         | <b>Be</b><br>9,0122<br>Бериллий | 4  | 5                                | <b>B</b><br>12,01115<br>Углерод  | 6                              | <b>C</b><br>12,01115<br>Углерод   | 7                               | <b>N</b><br>14,0067<br>Азот    | 8                               | <b>O</b><br>15,9994<br>Кислород | 9  | <b>F</b><br>18,9984<br>Фтор | 10                           | <b>Ne</b><br>20,183<br>Неон   |
| 3 | <b>Na</b><br>22,9898<br>Натрий      | <b>Mg</b><br>24,312<br>Магний   | 12 | 13                               | <b>Al</b><br>26,9815<br>Алюминий | 14                             | <b>Si</b><br>28,086<br>Кремний    | 15                              | <b>P</b><br>30,9738<br>Фосфор  | 16                              | <b>S</b><br>32,064<br>Сера      | 17 | <b>Cl</b><br>35,453<br>Хлор | 18                           | <b>Ar</b><br>39,948<br>Аргон  |
| 4 | <b>K</b><br>39,102<br>Калий         | <b>Ca</b><br>40,08<br>Кальций   | 20 | <b>Sc</b><br>44,956<br>Скандий   | <b>Ti</b><br>47,90<br>Титан      | <b>V</b><br>50,942<br>Ванадий  | <b>Cr</b><br>51,996<br>Хром       | <b>Mn</b><br>54,938<br>Марганец | <b>Fe</b><br>55,847<br>Железо  | <b>Co</b><br>58,9332<br>Кобальт | <b>Ni</b><br>58,71<br>Никель    | 36 |                             |                              | <b>Kr</b><br>83,80<br>Криптон |
| 5 | <b>Rb</b><br>85,47<br>Рубидий       | <b>Sr</b><br>87,62<br>Стронций  | 38 | <b>Y</b><br>88,905<br>Иттрий     | <b>Zr</b><br>91,22<br>Цирконий   | <b>Nb</b><br>92,906<br>Ниобий  | <b>Mo</b><br>95,94<br>Молибден    | <b>Tc</b><br>[99]<br>Технеций   | <b>Ru</b><br>101,07<br>Рутений | <b>Rh</b><br>102,905<br>Родий   | <b>Pd</b><br>106,4<br>Палладий  | 54 |                             |                              | <b>Xe</b><br>131,30<br>Ксенон |
| 6 | <b>Cs</b><br>132,905<br>Цезий       | <b>Ba</b><br>137,34<br>Барий    | 56 | <b>La *</b><br>138,81<br>Лантан  | <b>Hf</b><br>178,49<br>Гафний    | <b>Ta</b><br>180,948<br>Тантал | <b>W</b><br>183,85<br>Вольфрам    | <b>Re</b><br>186,2<br>Рений     | <b>Os</b><br>190,2<br>Осмий    | <b>Ir</b><br>192,2<br>Иридий    | <b>Pt</b><br>195,09<br>Платина  | 86 |                             |                              | <b>Rn</b><br>[222]<br>Радон   |
| 7 | <b>Fr</b><br>[223]<br>Франций       | <b>Ra</b><br>[226]<br>Радий     | 88 | <b>Ac **</b><br>[227]<br>Актиний | <b>Db</b><br>[261]<br>Дубний     | <b>Lr</b><br>[262]<br>Лоренций | <b>Rf</b><br>[263]<br>Резерфордий | <b>Bh</b><br>[262]<br>Бергий    | <b>Hn</b><br>[265]<br>Ганний   | <b>Mt</b><br>[266]<br>Мейтнерий | 110                             |    |                             |                              |                               |

\*.ЛАНТАНОИДЫ

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

\*\*.АКТИНОИДЫ

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

Примечание: Образцы таблицы напечатан из современного курса для поступающих в ВУЗы Н.Е. Кузьменко и др. «Наталья химии» М., «Эксмо», 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                | ?                | ?                | ?               | ?                | ?                | ?                | ?                | ? |
| SO <sub>3</sub> <sup>2-</sup>               | P              | P               | P              | P               | P                            | H                | H                | M                | H                | ?                | -                | H                | ?                | H                | H                | ?                | M                | H               | 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                | ?                | ?                | ?                | ?                | ?                | ?               | ?                | ?                | 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

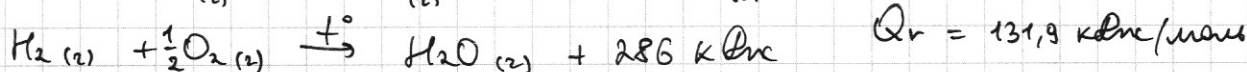
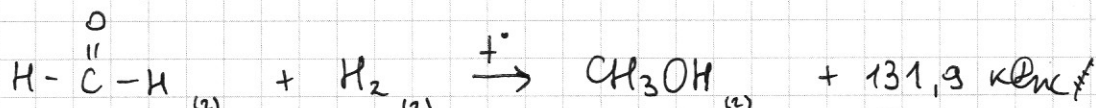
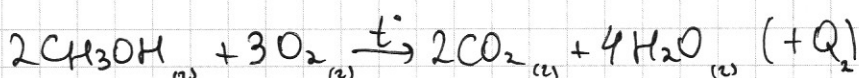
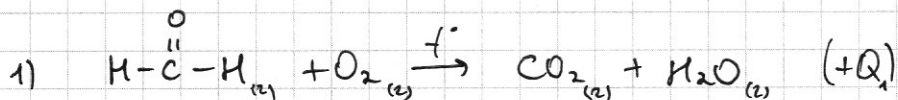
Примечание: Электрохимический ряд напряжений металлов и таблица «Растворимость кислот, солей и оснований в воде» напечатаны из современного курса для поступающих в ВУЗы Н.Е. Кузьменко и др. «Начала химии» М., «Экзамен», 2000 (с. 241, форзац)





## ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

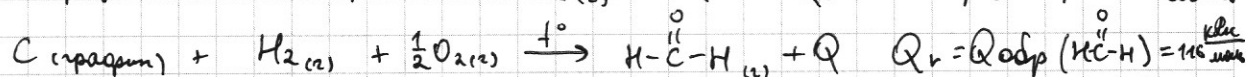
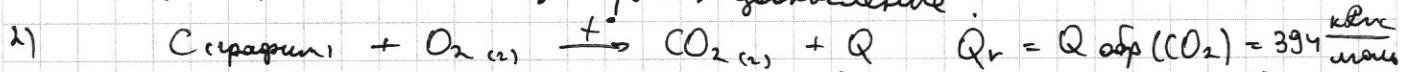
Задание 1.



$$Q_{r'} = Q_{обр}(\text{H}_2\text{O}) = 286 \text{ кДж/моль} \quad Q_{r'} = 286 \text{ кДж/моль}$$

При сгорании 1 моль  $\text{CH}_3\text{OH}$  выделится больше  $Q$ , чем при сгорании 1 моль  $\text{H}-\overset{\text{O}}{\underset{\text{||}}{\text{C}}}-\text{H}$ , т.к. атом углерода в метаноле имеет более низкую степень окисления (-2), чем в формальдегиде (0). Именно поэтому соединение с углеродом в менее окисленной форме  $\text{CH}_3\text{OH}$  способно выделить больше теплоты при окислении до  $\text{CO}_2$ .

Также, при окислении  $\text{CH}_3\text{OH}$  произойдет обратное образование  $\text{H}-\overset{\text{O}}{\underset{\text{||}}{\text{C}}}-\text{H}$ , что является еще одним фактом (реакции экзотермичны), затем идет дальнейшее окисление.



По закону  $Q_1 = Q_{обр} \text{H}_2\text{O} + Q_{обр} \text{CO}_2 - Q_{обр}(\text{H}-\overset{\text{O}}{\underset{\text{||}}{\text{C}}}-\text{H}) = 286 + 394 - 116 = 564 \frac{\text{кДж}}{\text{моль}}$

Реша:  $Q_{1 \text{ сгор}} = 564 \text{ кДж/моль}$  - теплота сгорания формальдегида

$$Q_2 = 4Q_{обр} \text{H}_2\text{O} + 2Q_{обр} \text{CO}_2 - 2Q_{обр} \text{CH}_3\text{OH} = 1932 - 2Q_{обр} \text{CH}_3\text{OH} = 1932 - 2 \cdot 116,9$$

$$Q_{обр} \text{CH}_3\text{OH} - Q_{обр} \text{H}-\overset{\text{O}}{\underset{\text{||}}{\text{C}}}-\text{H} = 131,9 \text{ кДж} \Rightarrow Q_{обр} \text{CH}_3\text{OH} = 247,9 \text{ кДж/моль}$$

$$Q_{2 \text{ сгор}} = 1932 - 2Q_{обр} \text{CH}_3\text{OH} = 1932 - 2 \cdot 247,9 = 1436,2 \text{ кДж/моль} = 718,1 \frac{\text{кДж}}{\text{моль}}$$

$$Q_{\text{сгор}} \text{CH}_3\text{OH} = 718,1 \frac{\text{кДж}}{\text{моль}}$$

$$3) Q_{\text{сгор}} = 58 \cdot 718,1 = 4182,98 \text{ кДж} = 4182,98 \text{ кДж}$$

$$Q = c m \Delta t \quad \Delta t = 58^\circ = 58 \text{ К} \quad Q_{\text{сгор}} = 4182 \frac{\text{кДж}}{\text{кг}} \cdot 4 \text{ кг} \cdot 58 \text{ К} = 970,224 \text{ кДж} = 970,224 \text{ кДж} - \text{выделяется при сгорании}$$

$$Q_{\text{пары воды}} = c m \Delta t = 4,58 \cdot 4182 = 970,224 \text{ кДж} - \text{напом. воды}$$

$$Q_{\text{калориметр}} = 58^\circ \cdot 1784,3 \frac{\text{Дж}}{\text{град}} = 103,4894 \text{ кДж} -$$

$$\Sigma Q = 1073,7134 \text{ кДж} - \text{выд. при сгорании CH}_3\text{OH}$$

$$1 \text{ моль CH}_3\text{OH} - 718,1 \text{ кДж}$$

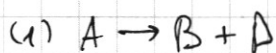
$$x \text{ моль CH}_3\text{OH} - 1073,7134 \text{ кДж}$$

$$x \text{ моль CH}_3\text{OH} \approx 1,5 \text{ моль} - \text{сгорело CH}_3\text{OH}$$

$$m_{\text{сгор (CH}_3\text{OH)}} = 1,5 \cdot 32 = 48 \text{ г} - \text{масса сгоревшего CH}_3\text{OH}$$

$$\text{Отв.: сгорело } \underline{48 \text{ г CH}_3\text{OH}}.$$

Задача 2.



$$v_{\text{ср}} = k \cdot [A]^{n_A} \quad n_A = n_{\text{р-ции}} - \text{Кингем порядок (а)}$$

Проверим реакцию на первый порядок

$$\text{Для } n_A = 1$$

$$C_A = C_{A0} \cdot e^{-kt}$$

↑  
исх. конц.

$$\text{Если по графику } C_{A0} = 3,613 \text{ М, а } C_A = 3,276 \text{ М, } \Delta t = 2 \text{ мин}$$

$$3,276 = 3,613 \cdot e^{-k \cdot 2} \Rightarrow e^{-2k} = 0,905 \Rightarrow \ln 0,905 = -2k \Rightarrow$$

$$\Rightarrow k = 0,05 \frac{1}{\text{мин}}$$

Для 2 групп точек  $k$  должна совпасть! (если  $n_p = 1$ )

$$C_{A0}' = 3,276 \text{ М} \quad C_A = 2,364 \text{ М} \quad \Delta t = 2 \text{ мин}$$

$$0,905 = e^{-2k} \quad \text{Всё тоже самое! } \underline{k \text{ самое!}}$$

а)  ~~$n_A$~~   $n_A = n_{\text{р-ции}} = 1$ . Порядок р-ции первый (она элементарна)

б)  $k_{10^\circ} = 0,05 \text{ мин}^{-1}$

$k_{40^\circ}$  определим также, зная порядок

По графику

$$C_{A0} = 1,737 \text{ М} \quad C_A = 0,808 \text{ М} \quad \Delta t = 2 \text{ мин}$$

$$0,808 = 1,737 \cdot e^{-2 \cdot k}$$

$$\Rightarrow 2k = 0,8 \Rightarrow k_{40^\circ} = 0,4 \text{ мин}^{-1}$$

$$0,496 = e^{-2k} \Rightarrow -2k \Rightarrow k_{40^\circ} = 0,4 \text{ мин}^{-1}$$

# ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

б) а)  $V(t_2) = V(t_1) \cdot \gamma^{\Delta t / 10}$  Работаем для небольших  $\Delta t$ !  
 $V_{\text{ср } 10^\circ} = \frac{2,613 - 2,682}{4 - 2,682} = 0,16475 \frac{\text{мкс}}{\text{н.с}}$

$V_{\text{ср } 40^\circ} = \frac{\Delta C}{\Delta t} = \frac{4 - 0,163}{8} = \frac{3,837}{8} = 0,479625 \frac{\text{мкс}}{\text{н.с}}$   
 $\Delta t = 30^\circ$

$0,479625 = 0,16475 \cdot \gamma^3$

$2,91123 = \gamma^3 \quad \log \gamma 2,91123 = 3 \quad \gamma \approx 1,4278 -$   
 температурный коэф. р-ции

2)  $C_{A0} = 4 \text{ М.}$

$\tau_{1/2}$  при 2 темп - ?

$k_1 = \frac{1}{\tau} \cdot \ln \frac{C_0}{C_\tau}$  . Для  $C_\tau = \frac{1}{2} C_0$   $k_1 = \frac{1}{\tau_{1/2}} \cdot \ln 2$

$\tau_{1/2} = \frac{\ln 2}{k_1}$   $\tau_{1/2} 10^\circ = \frac{\ln 2}{k_{10^\circ}} \approx 13,863 \text{ минут}$  -  
 + полугод при  $10^\circ$

$\tau_{1/2} 40^\circ = \frac{\ln 2}{k_{40^\circ}} = 1,733 \text{ минут}$  - тоже время полугод  
 при  $40^\circ$

3)  $W_{\text{при } 40^\circ}$  - на скорости

$W_{\text{при } 40^\circ} = 0,4 \cdot 4 \cdot k_{40^\circ} \cdot [A_0] = 0,4 \cdot 4 = 1 \frac{\text{мкс}}{\text{н.с}}$

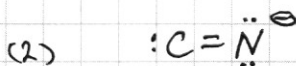
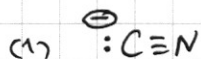
$W_{40^\circ} \text{ через 4 минуты} = k_{40^\circ} \cdot [A'] = 0,4 \cdot 0,808 = 0,3232 \frac{\text{мкс}}{\text{н.с}}$

$\frac{W_{\text{при } 40^\circ}}{W_{40^\circ} \text{ через 4 мин}} = \frac{1}{0,3232} \approx 3,094 \text{ раза}$

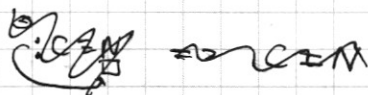
В  $\approx 3,094$  раза уменьшилась скорость р-ции (и при  $40^\circ$  через 4 минуты)

Ответ: в 3,094 раза уменьшилась скорость

### Задача 3.



Пара с углерода может перейти на азот, а не на азот по фен. акц. механизму

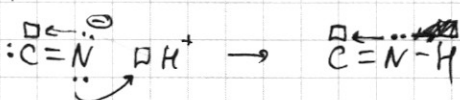
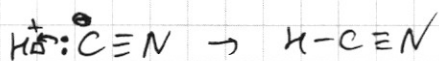


т.к. нарастают нас

$\text{H}-\text{C}\equiv\text{N}$  - линейная молекула (C в sp)  $\text{H}-\text{N}\equiv\text{C}$  также линейная

( $\text{H}-\ddot{\text{N}}^{\ominus}$ ) ~~линейная (угловая) молекула угловой геометрии~~

Характер связей - ковалентная полярная (C-H - ков. слабополярная). Есть донор-акц связь  $\text{C}=\ddot{\text{N}}-\text{H}$

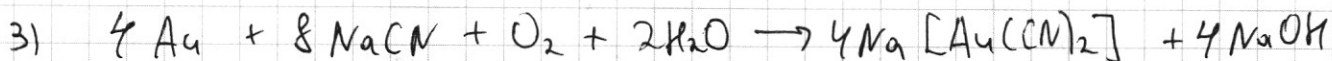
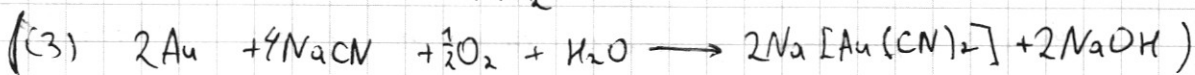
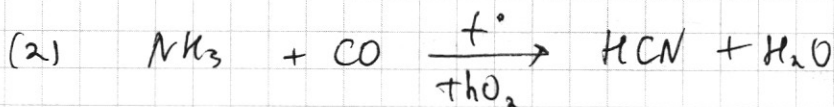
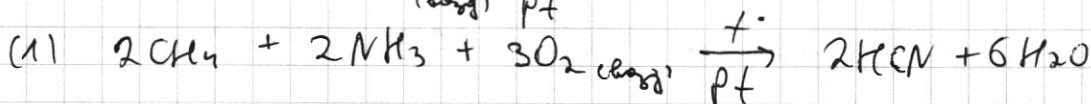
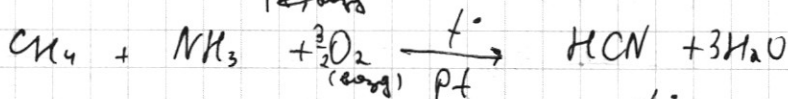
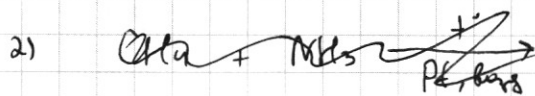


Механизм донорно-акцепторный (акт донор в  $\text{H}-\text{N}\equiv\text{C}$ )

$\text{H}-\text{C}\equiv\text{N}$  степень окисления C +2, валентность IV

$\text{H}-\text{N}\equiv\text{C}$  степ окисл C +2, валентность III

Изотмер  $\text{H}-\text{C}\equiv\text{N}$  будет более устойчив, т.к. валентность IV более характерна для углерода. Ков. пары на углероде не самое выгодное состояние.

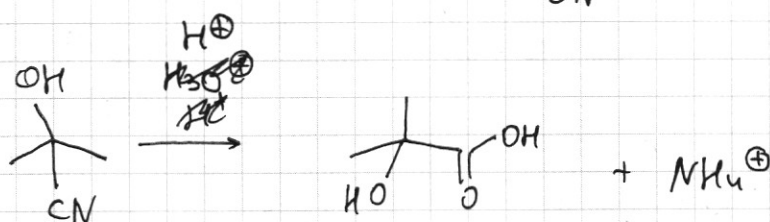
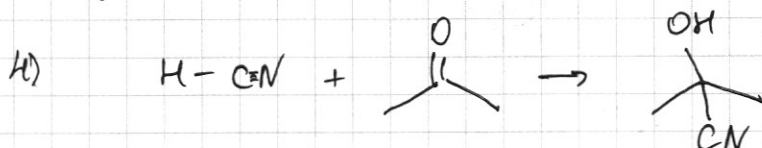


В конце комплексном соед. есть ионная связь  $\text{Na}^+ [\text{Au}(\text{CN})_2]^-$

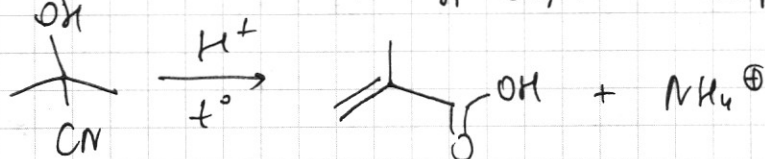


## ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Также есть ковал. полярная связь  $\text{Au}-\text{CN}$  и  
донорно акцепторная  $\text{Au} \leftarrow \text{CN}^+$ . Связь  $\text{C} \equiv \text{N}$  ковал. поляр.

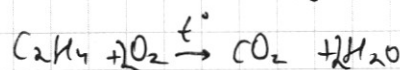
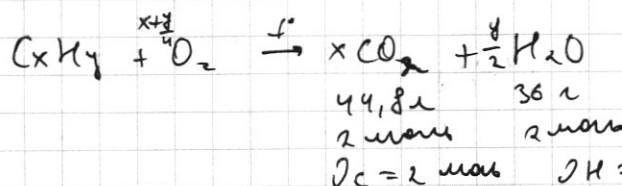
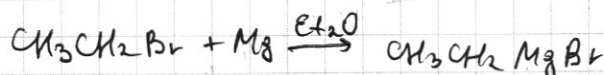
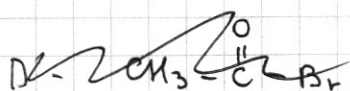
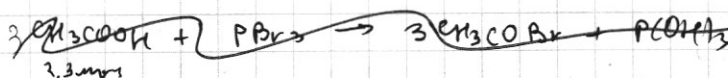


2-гидроксис, 2-метилпропановая кислота



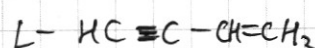
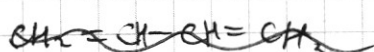
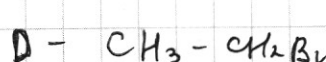
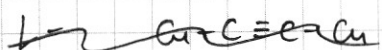
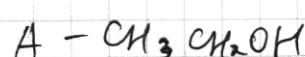
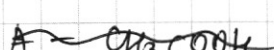
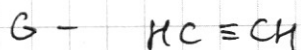
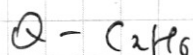
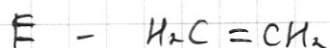
2-метилпропановая кислота

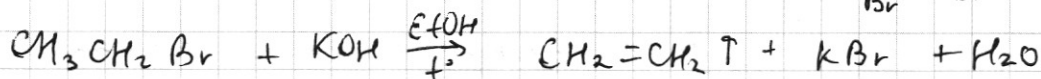
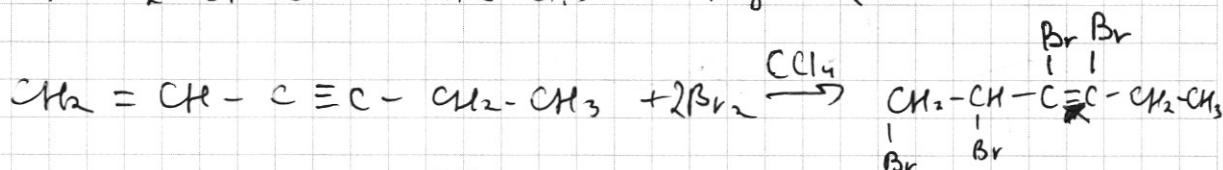
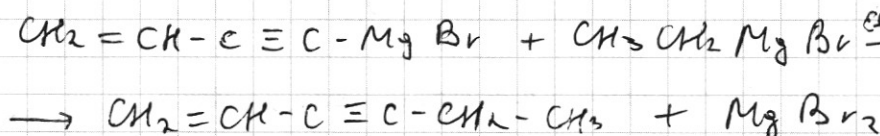
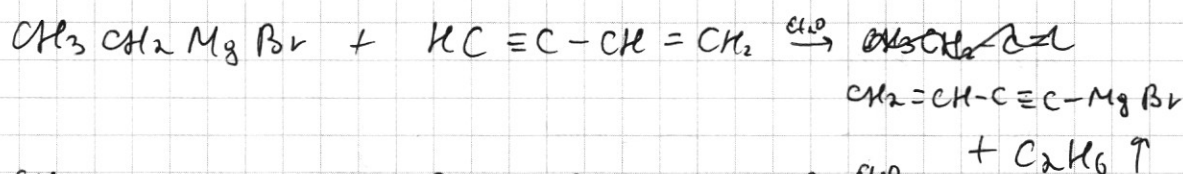
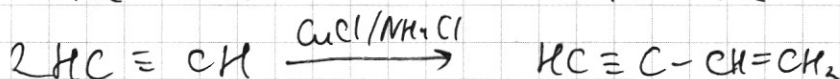
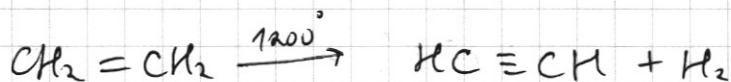
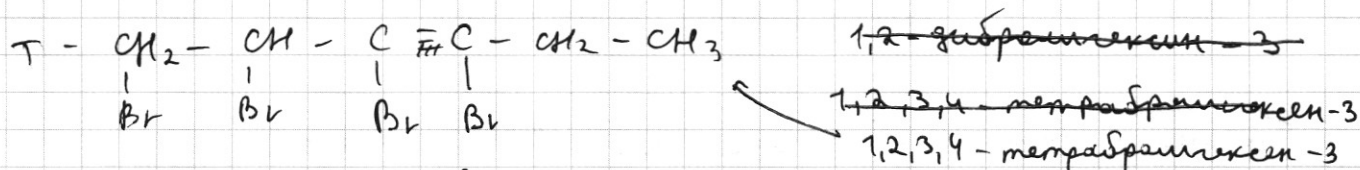
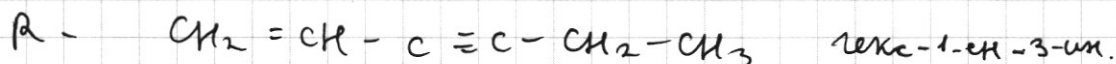
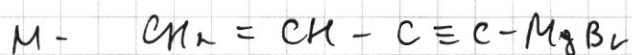
Задание 4.



Следовательно  $\text{C}:\text{H} = 1:2$

$\text{C}_2\text{H}_4$  углеводород





$\nu(\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}) = 3 \text{ мм}$

~~$\nu(\text{PBr}_3)$~~   $\nu(\text{PBr}_3) = 3 \text{ мм}$

$\nu(\text{CH}_3\text{CH}_2\text{Br}) = 3 \text{ мм}$

$\nu(\text{H}_2\text{C} = \text{CH} - \text{C} \equiv \text{CH}) = 0,5 \text{ мм}$

$\nu(\text{H}_2\text{C} = \text{CH} - \text{C} \equiv \text{C} - \text{MgBr}) = 0,5 \text{ мм}$

$\nu(\text{CH}_2(\text{Br}) - \text{CH}(\text{Br}) - \text{C}(\text{Br}) \equiv \text{C}(\text{Br}) - \text{CH}_2 - \text{CH}_3) = 0,5 \text{ мм}$

$m = 0,5 \cdot 401 = 200,52$

ответ: 200,52 Т.

Задача 5

$w(\text{C}) = 77,78\%$

$w(\text{H}) = 7,41\%$

$w(\text{O}) = 14,81\%$

Возьмем 100 г

$m(\text{C}) = 77,78 \text{ г}$

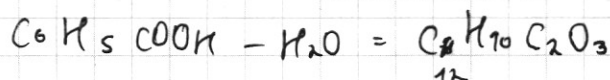
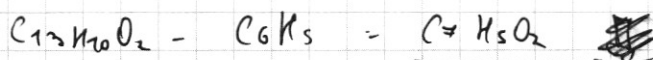
$m(\text{H}) = 7,41 \text{ г}$

$m(\text{O}) = 14,81 \text{ г}$

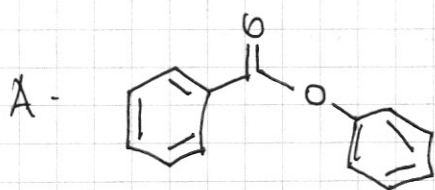
## ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$$\begin{aligned} \nu(C) &= 6,482 \text{ моль} \\ \nu(H) &= 7,41 \text{ моль} \\ \nu(O) &= 0,926 \text{ моль} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} C:H:O &= 6,482 : 7,41 : 0,926 = \\ &= 7 : 8 : 1 \quad C_7H_8O_1 - \underline{\underline{\square}} \end{aligned}$$

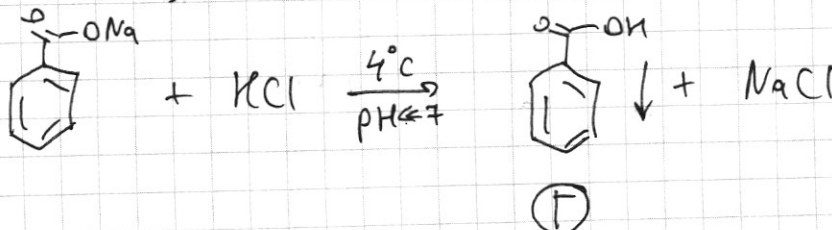
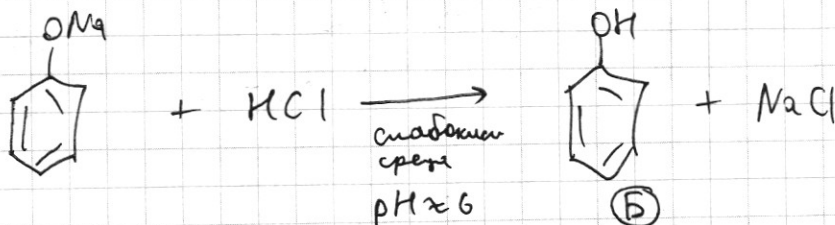
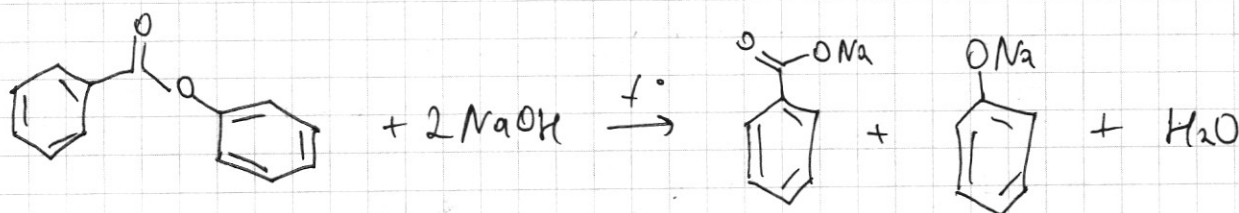


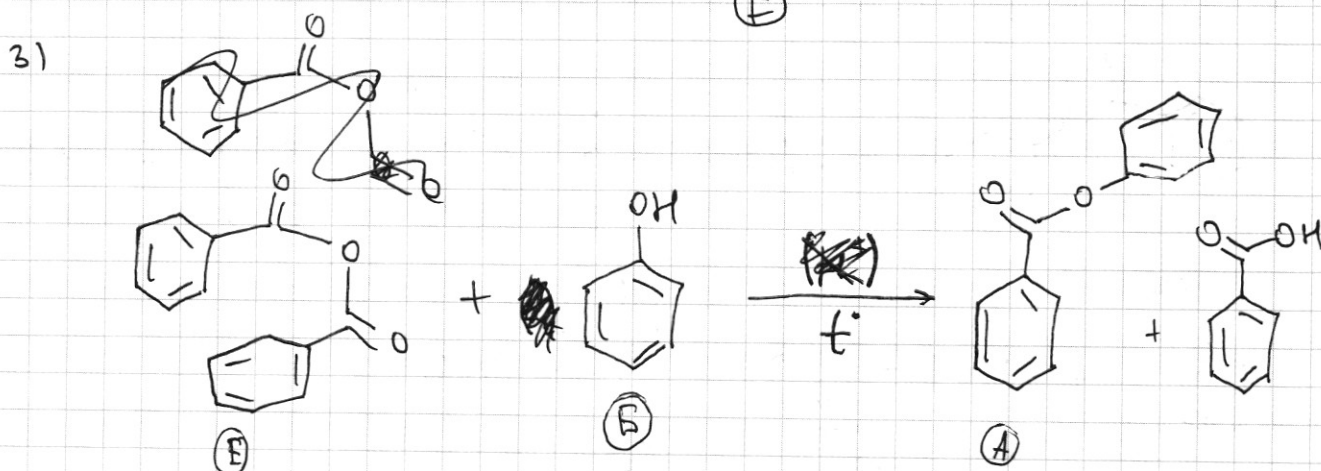
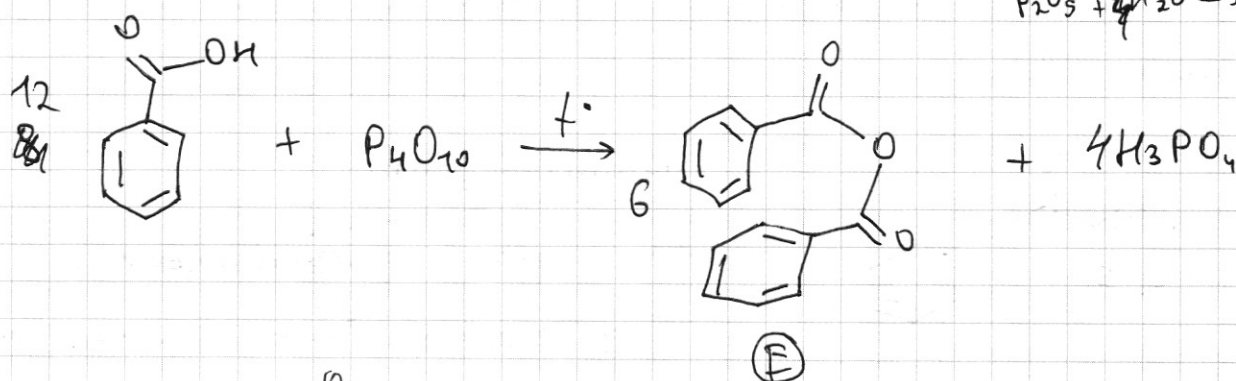
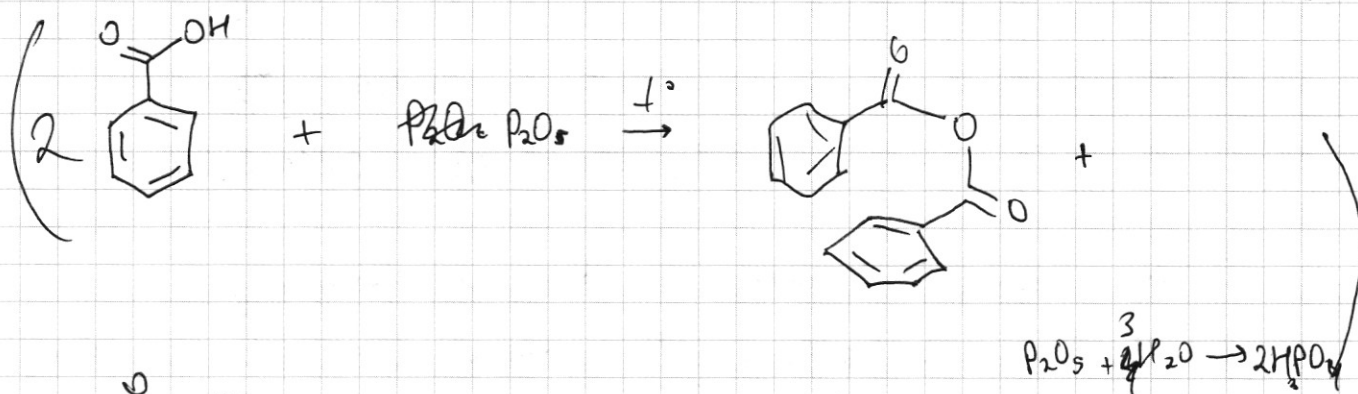
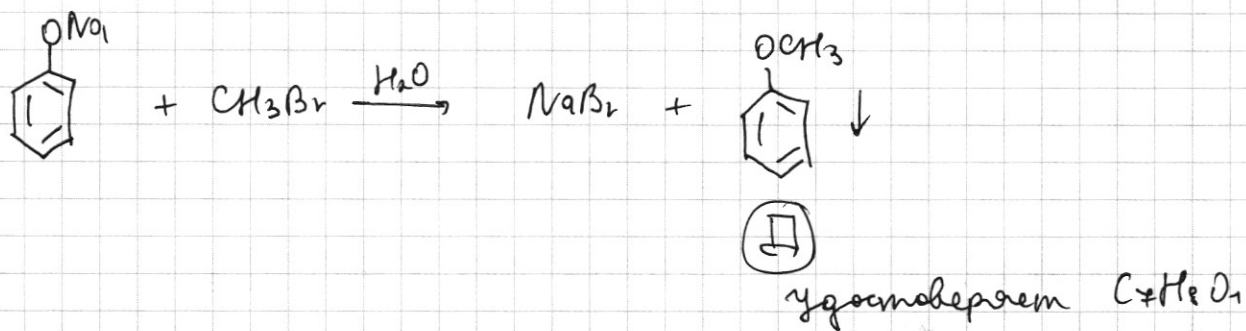
Скорее всего, А содержит 2 бензольных кольца.  
 $C_{13}H_{10}O_2 - 2 \cdot C_6H_5 = CO_2$  относится на  $-C(=O)-O-$  группу.  
 Тогда А:



бензобензоат

~~эфир~~ ~~бензобензоат~~,  
~~эфир бензойной кислоты и фенола~~





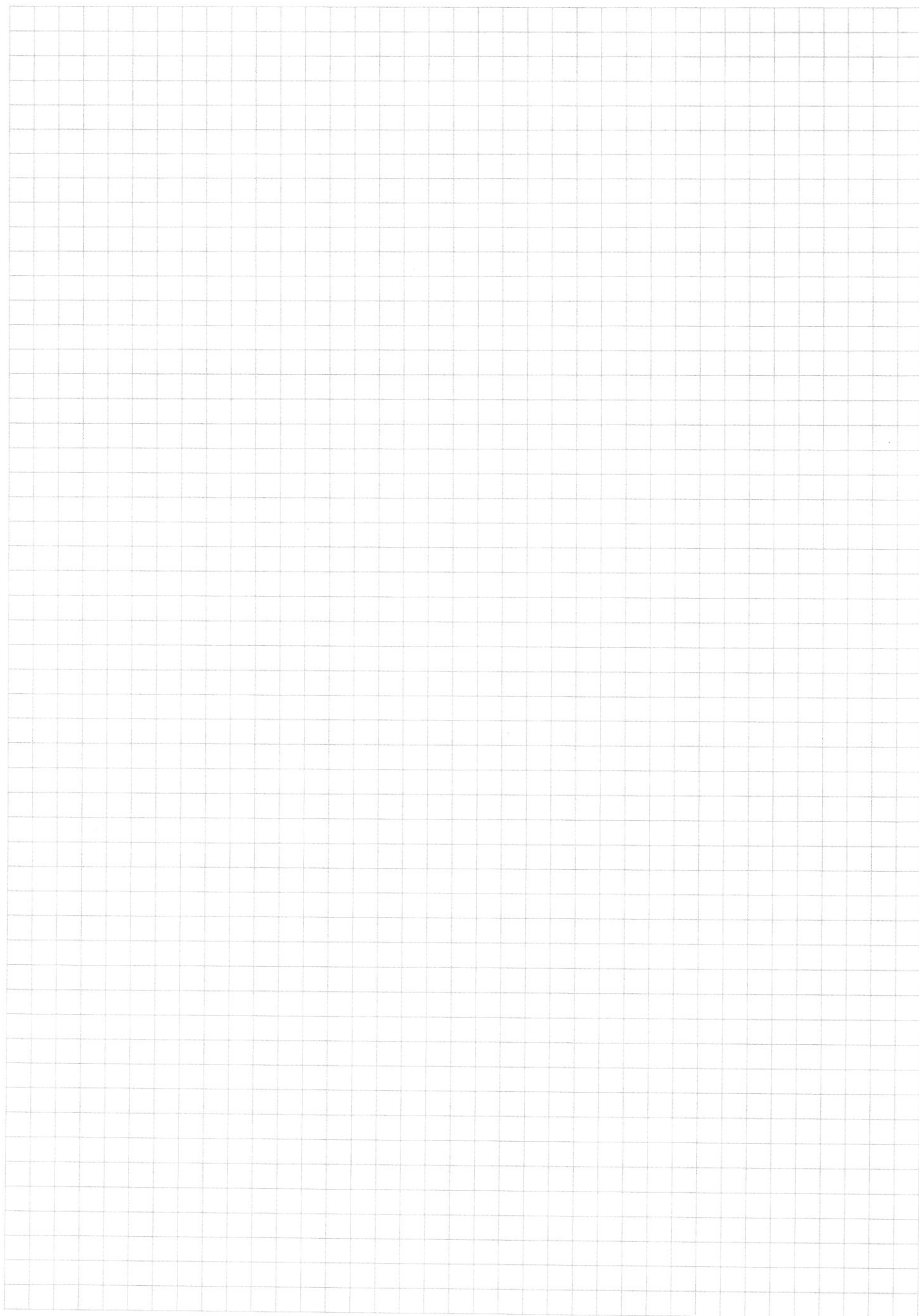




|                                  |
|----------------------------------|
| ШИФР<br>(заполняется секретарём) |
|----------------------------------|

## ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

|  |
|--|
|  |
|--|



☐ черновик    ☐ чистовик  
(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №\_\_  
(Нумеровать только чистовики)