

# КАРБОНОВЫЕ КИСЛОТЫ

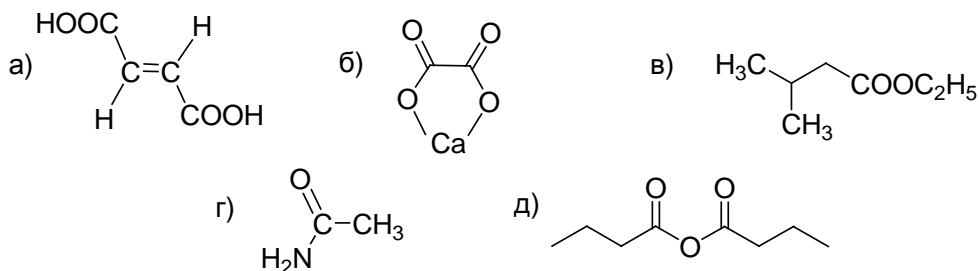
## Раздел А. Изомерия и номенклатура

**А-1.** Приведите структурные формулы карбоновых кислот и функциональных производных:

- а) малеиновой кислоты;
- б) акриловой кислоты;
- в) диэтилмалоната;
- г) ацетонитрила;
- д) N-этилацетамида.

Для кислот а) и б) напишите названия по номенклатуре IUPAC.

**А-2.** Напишите названия кислот и их функциональных производных, структуры которых приведены ниже:



Для соединений а) в) и г) приведите тривиальные названия и названия по систематической номенклатуре.

**А-3.** Приведите структурные формулы карбоновых кислот и функциональных производных:

- а) метилантарная кислота;
- б) β-хлорпропионовая кислота;
- в) моноэтиловый эфир щавелевой кислоты;
- г) динитрил малоновой кислоты;
- д) оксалат кальция.

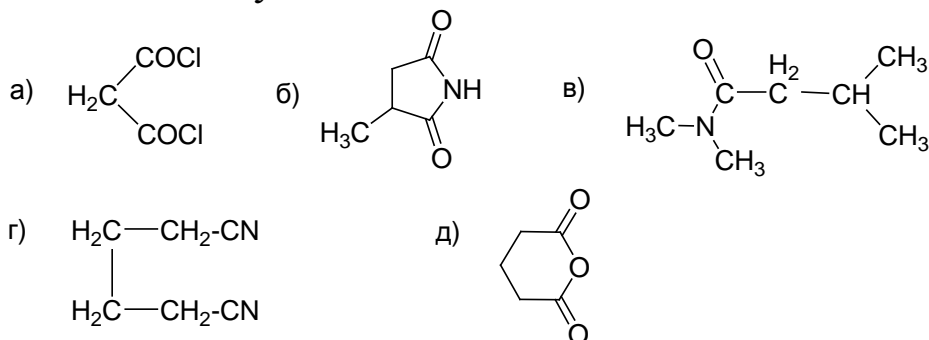
**А-4.** Приведите структурные формулы карбоновых кислот и функциональных производных:

- а) адипиновая кислота;
- б) сукцинимид;
- в) глутаровый ангидрид;

- г) циклогексилацетат;
- д) хлорангидрид циклопентанкарбоновой кислоты.

Для соединений а) и г) приведите названия по систематической номенклатуре.

**A-5.** Назовите следующее соединения:



**A-6.** Приведите структурные формулы карбоновых кислот и функциональных производных:

- а) диэтилмалоновая кислота;
- б) α-метилглутаровая кислота;
- в) кислый янтарнокислый натрий;
- г) гександиовая-1,6 кислота;
- д) амид кротоновой кислоты.

Для соединений а) и б) приведите названия по систематической номенклатуре.

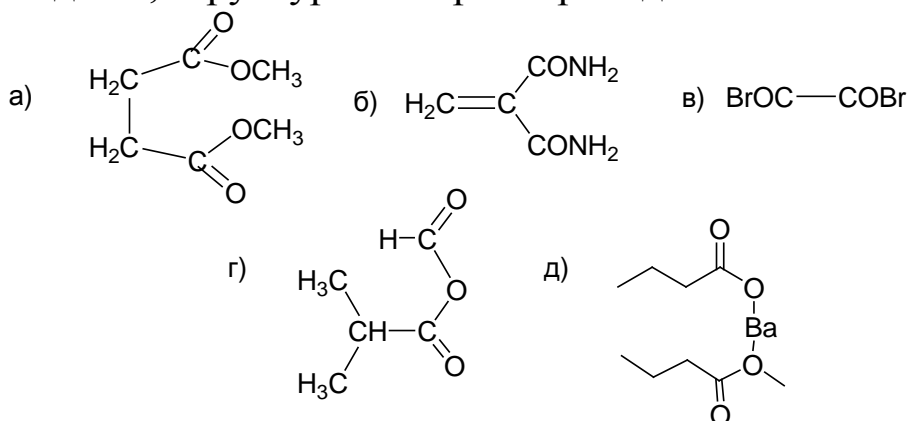
**A-7.** Приведите структурные формулы карбоновых кислот и функциональных производных:

- а) fumarовая кислота;
- б) олеат натрия;
- в) метилметакрилат;
- г) акрилонитрил;
- д) бромангидрид винилуксусной кислоты.

**A-8.** Приведите структурные формулы карбоновых кислот и функциональных производных:

- а) циклопентилформиат;
- б) пальмитиновая кислота;
- в) стеарат натрия;
- г) пропионитрил;
- д) хлористый бутирил.

**A-9.** Напишите названия кислот и их функциональных производных, структуры которых приведены ниже:



**A-10.** Приведите структурные формулы карбоновых кислот и функциональных производных:

- триолеат глицерина;
- олеилстеарат;
- ацетамид;
- ангидрид изомасляной кислоты;
- бутиндиовая кислота.

**A-11.** Приведите структурные формулы карбоновых кислот и функциональных производных:

- этилакрилат;
- хлорангидрид кротоновой кислоты;
- малеиновый ангидрид;
- изопропил-2-фторбутаноат;
- бутиронитрил.

**A-12.** Приведите структурные формулы карбоновых кислот и функциональных производных:

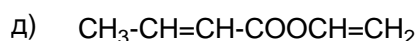
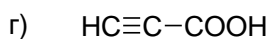
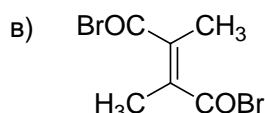
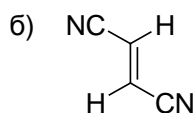
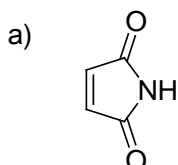
- диацетат этиленгликоля;
- фторангидрид трифторуксусной кислоты;
- N,N-диметилформамид;
- 3-хлорпропилацетат;
- ангидрид капроновой кислоты.

**A-13.** Приведите структурные формулы карбоновых кислот и функциональных производных:

- триэтилортоформиат;

- б) диметилноксалаат;
- в) олеат калия;
- г) этилфумаровая кислота;
- д) пивалоилхлорид.

**A-14.** Напишите названия кислот и их функциональных производных, структуры которых приведены ниже:



**A-15.** Представьте структурные формулы функциональных производных карбоновых кислот, соответствующие следующему составу:

- а)  $\text{C}_3\text{H}_5\text{O Br}$ ;
- б)  $\text{C}_4\text{H}_2\text{O}_3$ ;
- в)  $\text{C}_2\text{H}_5\text{NO}$ ;
- г)  $\text{C}_4\text{H}_8\text{O}_2$ ;
- д)  $\text{C}_3\text{H}_5\text{N}$ .

## Раздел Б. Строение и реакционная способность

**Б-1.** Укажите, какие конденсирующие агенты основного характера применяются для проведения сложноэфирной конденсации:

- а)  $\text{NaN}$ ; б)  $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ ; в)  $\text{NaNH}_2$ ; г)  $\text{NH}_3$ ; д)  $\text{C}_2\text{H}_5\text{ONa}$ .

Расположите их по силе конденсирующего действия.

**Б-2.** Объясните повышение кислотности в ряду следующих кислот:

- а) пропионовая ( $\text{pK}_a = 4,87$ );
- б) акриловая ( $\text{pK}_a = 4,26$ );
- в) пропиоловая ( $\text{pK}_a = 1,84$ ).

**Б-3.** Объясните изменения первой и второй констант кислотности щавелевой кислоты ( $\text{pK}_{a1}=3,5$ ;  $\text{pK}_{a2}=5,3$ ) по сравнению с константой кислотности уксусной кислоты ( $\text{pK}_a=4,76$ ).

**Б-4.** Объясните различия первой и второй констант кислотности фумаровой ( $pK_{a1}=3,02$ ;  $pK_{a2}=4,38$ ) и малеиновой кислот ( $pK_{a1}=1,92$ ;  $pK_{a2}=6,23$ ).

**Б-5.** Расположите по увеличению кислотности следующие кислоты: а) хлоруксусная; б) уксусная; в) гликолевая. Аргументируйте свой ответ.

**Б-6.** Отнесите следующие значения  $pK_a$  к соответствующим кислотам: 1) 2,60; 2) 4,76; 3) 4,26; 4) 4,51; 5) 1,84.

- а) уксусная;
- б) акриловая;
- в) пентен-3-овая;
- г) пропионовая;
- д) бутин-2-овая.

**Б-7.** Укажите наиболее сильную кислоту в каждой паре соединений:

- а)  $(CH_3)_3C-CH_2COOH$  и  $(CH_3)_3N^+-CH_2COOH$ ;
- б)  $CH_3CH_2COOH$  и  $CH_3CH(OH)COOH$ ;
- в)  $CH_3-CH_2-COOH$  и  $CH_2=CH-COOH$ ;
- г)  $Cl-CH_2CH_2CH_2COOH$  и  $CH_3CH_2CH(Cl)COOH$ .

**Б-8.** В каждой из следующих пар анионов определите, какой является более сильным основанием:

- а)  $CH_3CH_2O^-$  и  $CH_3COO^-$ ;
- б)  $C\equiv C-COO^-$  и  $CH_3CH_2COO^-$ ;
- в)  $Cl-CH_2CH_2CH_2COO^-$  и  $CH_3CH_2CH(Cl)COO^-$ ;
- г)  $(CH_3)_3C-COO^-$  и  $CCl_3-COO^-$ .

**Б-9.** Покажите, как ведут себя при нагревании малоновая, глутаровая и адипиновая кислоты. Объясните различия.

**Б-10.** Расположите приведенные ниже кислоты по возрастанию реакционной способности в реакции этерификации с метанолом. Аргументируйте свой ответ, используя представления о механизме реакции:

- а) пивалиновая;
- б) муравьиная;

- в) пропионовая;
- г) изомасляная.

**Б-11.** Расположите по возрастанию легкости гидролиза следующие соединения:

- а) ацетамид;
- б) хлористый ацетил;
- в) этилацетат;
- г) уксусный ангидрид.

Аргументируйте свой ответ, используя представления о механизме реакции.

**Б-12.** Расположите по возрастанию легкости щелочного гидролиза следующие эфиры:

- а) метилформиат;
- б) третбутилформиат;
- в) этилформиат;
- г) изопропилформиат.

**Б-13.** Для каждой пары соединений укажите то, которое легче подвергается гидролизу в щелочной среде:

- а) моноэтилоксалат и диэтилоксалат;
- б) метилацетат и метилметоксиацетат;
- в) метилпропионат и метилпируват.

Аргументируйте свой ответ, используя представления о механизме реакции

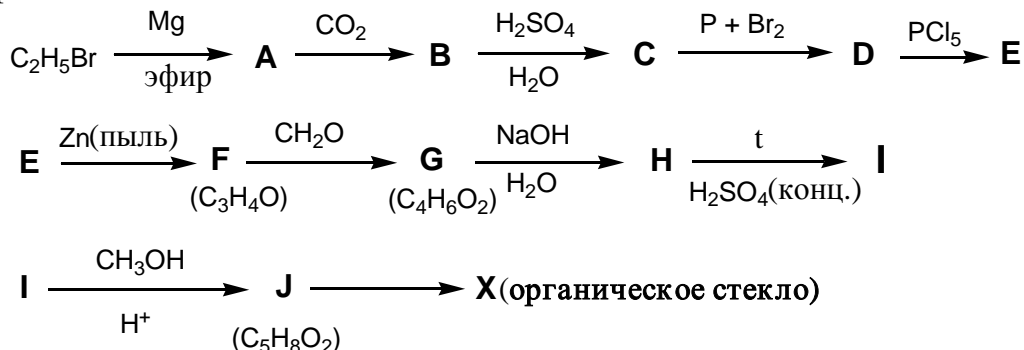
**Б-14.** Расположите следующие карбоновые кислоты по легкости декарбоксилирования:

- а) уксусная кислота;
- б) нитроуксусная кислота;
- в) малоновая кислота;
- г) адипиновая кислота.

**Б-15.** Объясните, почему кротоновая кислота легко подвергается декарбоксилированию, а 4,4-диметилпентен-2-овая кислота не декарбоксилируется даже при сильном нагревании.

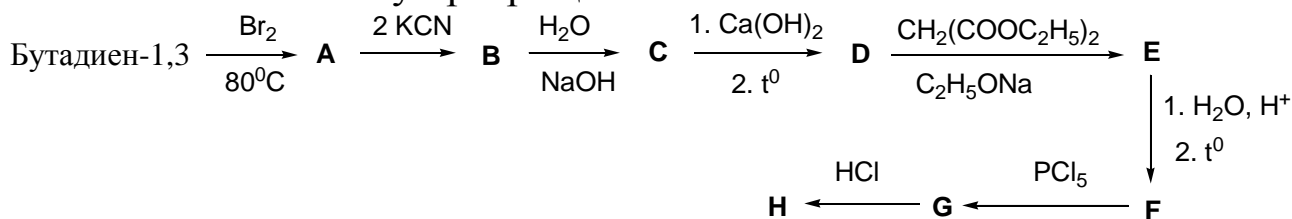
## Раздел В. Способы получения и химические свойства

**В-1.** Вещество **Ж**, широко используемое для получения органического стекла **Х**, может быть получено по следующей схеме превращений:



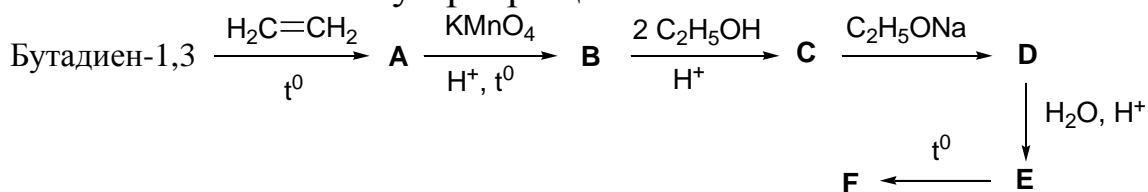
Укажите, к какому типу функциональных производных карбоновых кислот относится соединение **Х**, назовите его.

**В-2.** Выполните схему превращений:



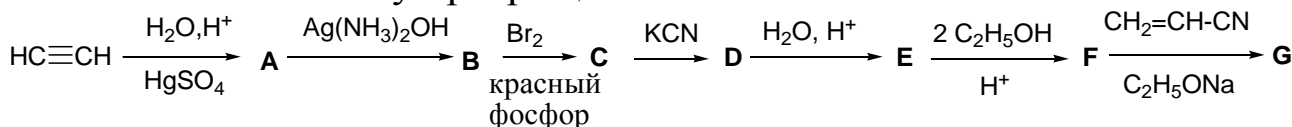
Укажите, к какому типу функциональных производных карбоновых кислот относится соединение **Г**, назовите его.

**В-3.** Выполните схему превращений:



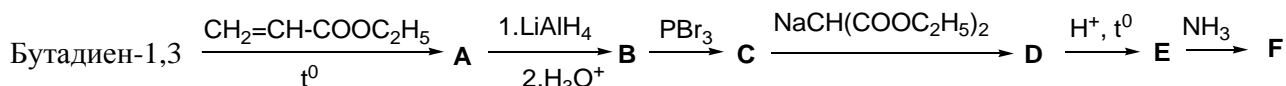
Укажите, к какому типу функциональных производных карбоновых кислот относится соединение **С**, назовите его.

**В-4.** Выполните схему превращений:



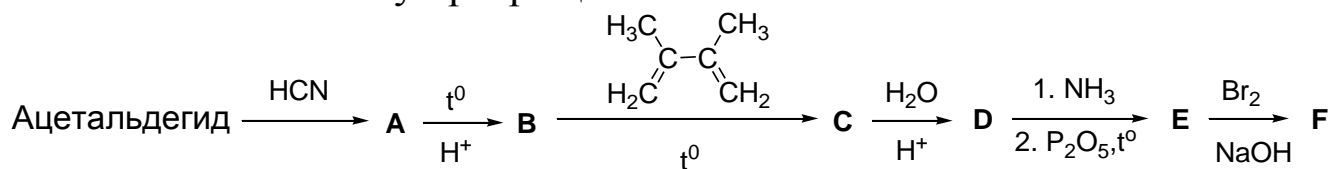
Укажите, к какому типу функциональных производных карбоновых кислот относится соединение **Г**, назовите его.

**В-5.** Выполните схему превращений:



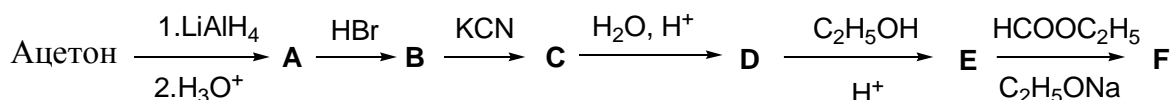
Укажите, к какому типу функциональных производных карбоновых кислот относится соединение **F**, назовите его.

**В-6.** Выполните схему превращений:



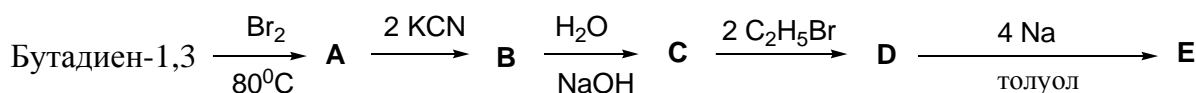
Укажите реакцию Гофмана, напишите ее механизм.

**В-7.** Выполните схему превращений:



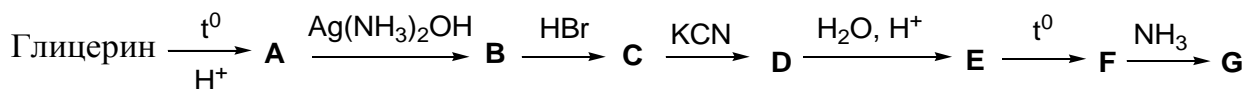
Укажите реакцию Клайзена, приведите ее механизм.

**В-8.** Выполните схему превращений:



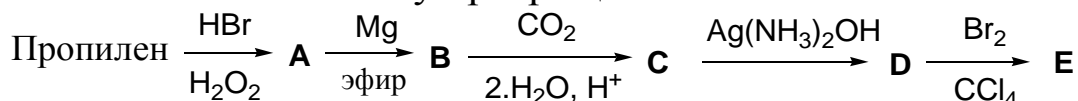
Укажите реакцию ацилоиновой конденсации, приведите ее механизм.

**В-9.** Выполните схему превращений:



Укажите, к какому типу функциональных производных карбоновых кислот относится соединение **G**, назовите его.

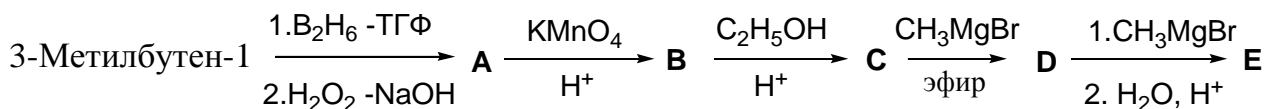
**В-10.** Выполните схему превращений:



Укажите реакцию Бородина-Хунсдикера, напишите ее механизм.

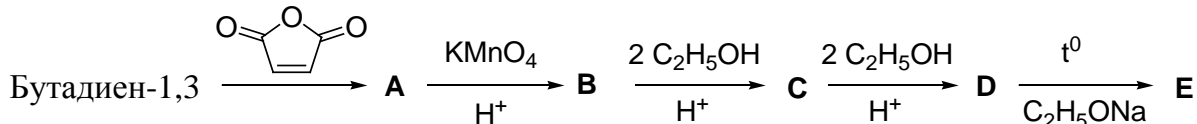
**В-11.** Выполните схему превращений:





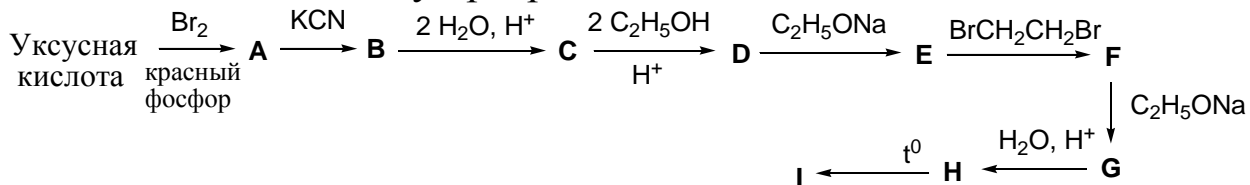
Укажите, к какому типу функциональных производных карбоновых кислот относится соединение **C**, назовите его.

**В-12.** Выполните схему превращений:



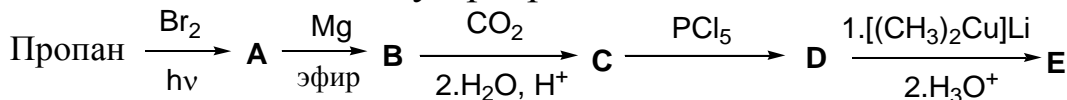
Укажите реакцию Дикмана, приведите ее механизм.

**В-13.** Выполните схему превращений:



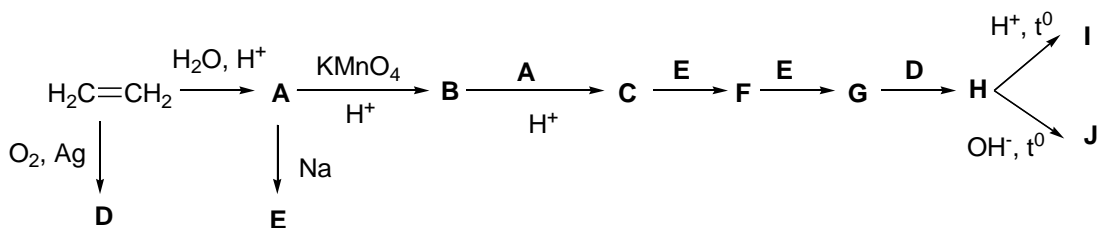
Укажите, к какому типу функциональных производных карбоновых кислот относится соединение **D**, назовите его.

**В-14.** Выполните схему превращений:



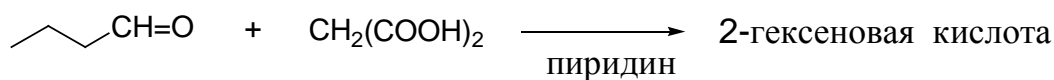
Укажите, к какому типу функциональных производных карбоновых кислот относится соединение **D**, назовите его.

**В-15.** Выполните схему превращений. Укажите, к какому типу функциональных производных карбоновых кислот относится соединение **J**, назовите его.

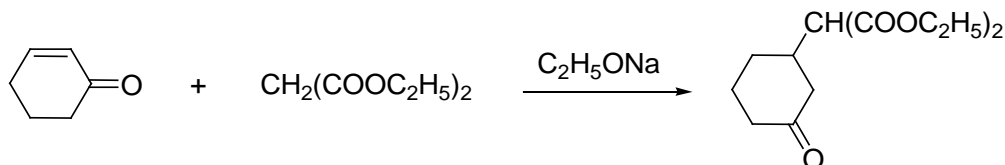


## Раздел Г. Механизмы реакций

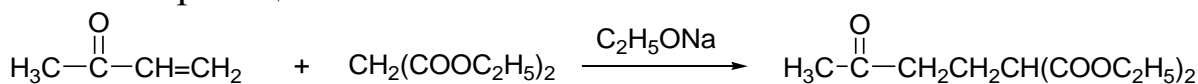
**Г-1.** Приведите механизм следующей реакции:



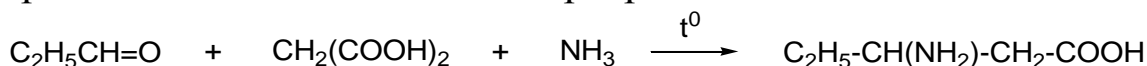
**Г-2.** Напишите механизм данной реакции. Приведите ее именное название.



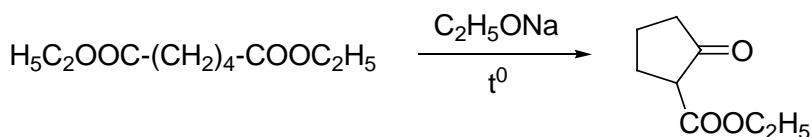
**Г-3.** Приведите механизм данного превращения. Укажите именное название реакции.



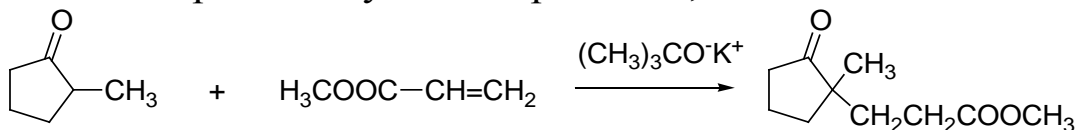
**Г-4.** Приведите механизм данного превращения:



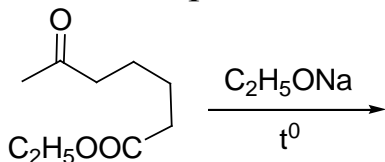
**Г-5.** Назовите приведенную ниже реакцию, напишите ее механизм.



**Г-6.** Назовите приведенную ниже реакцию, напишите ее механизм.



**Г-7.** Закончите реакцию. Предложите ее механизм.

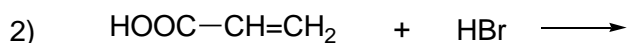
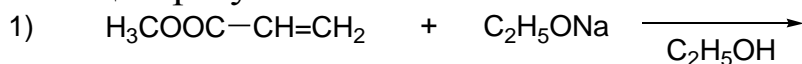


**Г-8.** Закончите реакцию получения барбитуровой кислоты - основы для целой серии успокоительных средств - барбитуратов. Предложите ее механизм.

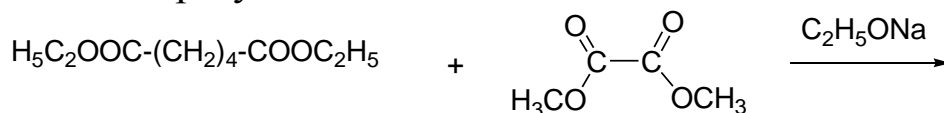


**Г-9.** Опишите механизм кислого и щелочного гидролиза пропилацетата. Объясните, почему щелочной гидролиз является необратимым.

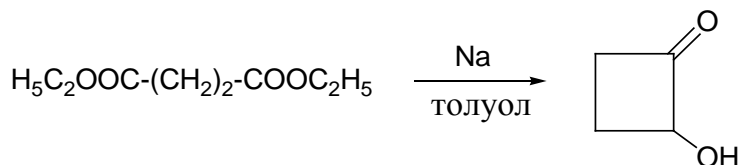
**Г-10.** Закончите следующие реакции, предложите механизм, объясняющий результат.



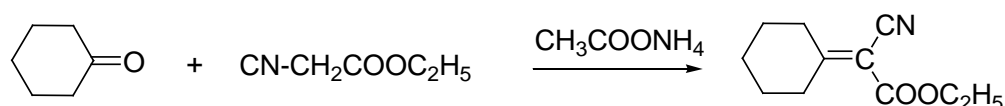
**Г-11.** Закончите реакцию, назовите ее, предложите механизм, объясняющий результат.



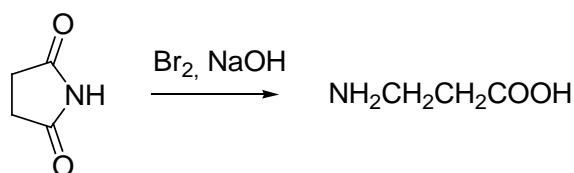
**Г-12.** Назовите приведенную ниже реакцию. Предположите ее механизм.



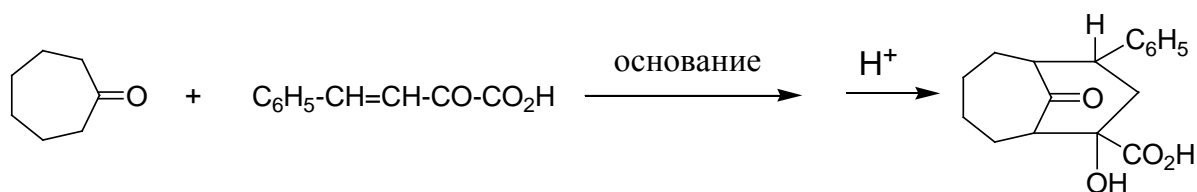
**Г-13.** Назовите приведенную ниже реакцию. Предположите ее механизм.



**Г-14.** Назовите приведенную ниже реакцию. Предположите ее механизм.



**Г-15.** Предложите механизм, объясняющий результат следующего превращения:



## Раздел Д. Целевые синтезы

**Д-1.** Получите из пропановой кислоты следующие соединения:

- 3,4-диэтилгексадиен-2,4;
- 3,4-диэтилгександиол-3,4;
- 2-метилпентанон-3-овую кислоту.

**Д-2.** Получите из пропанола следующие соединения:

- масляную кислоту;
- амид изомасляной кислоты;
- изопропилпропионат.

**Д-3.** Предложите схемы следующих превращений:

- хлористого метилена в малоновую кислоту;
- хлороформа в ортоэтилформиат;
- 1,2-дибромэтана в циклопропанкарбоновую кислоту.

**Д-4.** Получите из ацетона следующие соединения:

- глутаровый ангидрид;
- метакриловую кислоту;
- изопропилацетат.

**Д-5.** Предложите пути превращения бутена-1 в следующие соединения:

- валериановую кислоту;
- бутин-2-овую кислоту;
- ангидрид пропионовой кислоты.

**Д-6.** Получите из ацетиленда следующие соединения:

- ацетилендикарбоновую кислоту;
- этиловый эфир бутин-2-овой кислоты;
- метилловый эфир  $\beta$ -хлормасляной кислоты.

**Д-7.** Предложите пути превращения метилвинилкетона в следующие соединения:

- а) акриловую кислоту;
- б) сукцинимид;
- в) малоновый эфир.

**Д-8.** Покажите пути синтеза следующих соединений из этиленгликоля:

- а) диметилноксалата;
- б) сукцинимиды;
- в)  $\beta$ -гидроксимасляной кислоты.

**Д-9.** Из пропилена синтезируйте следующие соединения:

- а) 3,4-дигидроксипентановую кислоту;
- б) хлорангидрид кротоновой кислоты;
- в) 3-оксо-2-метилпентановую кислоту.

**Д-10.** Покажите, каким путем можно синтезировать из пропилена следующие соединения:

- а) малоновый эфир;
- б) бутин-2-овую кислоту;
- в) этиловый эфир кротоновой кислоты.

**Д-11.** Из уксусной кислоты синтезируйте следующие соединения:

- а) пропандиол-1,3;
- б) этиловый эфир ацетоуксусной кислоты;
- в) амидпропионовой кислоты.

**Д-12.** Синтезируйте из ацетальдегида следующие вещества:

- а) этиловый эфир бутин-2-овой кислоты;
- б) этилакрилат;
- в) ангидрид янтарной кислоты.

**Д-13.** Синтезируйте следующие вещества из циклогексена:

- а) адипиновую кислоту;
- б) циклопентанон;
- в) 1,4-диаминобутан.

**Д-14.** Предложите пути превращения пропилпропионата в следующие соединения:

- а) этилпропилкетон;
- б) 3-оксо-2-метилпентановую кислоту;
- в) 3-хлор-2-метилпентановую кислоту.

**Д-15.** Предложите пути превращения 1,2-дибромэтана в следующие соединения:

- а) сукцинимид;
- б) акрилонитрил;
- в) диметиловый эфир янтарной кислоты.

### **Раздел Е. Определение структуры по свойствам**

**Е-1.** Карбоновая кислота **А** общей формулы  $C_5H_8O_2$  существует в виде двух геометрических изомеров **В** и **С**. При гидрировании этих двух веществ образуется рацемическая карбоновая кислота **Д**. Каково строение **А**, **В** и **С**? Приведите проекционные формулы Фишера для энантиомеров, которые можно выделить из образующегося при гидрировании рацемата. Напишите уравнения всех реакций.

**Е-2.** При окислении углеводорода **А** ( $C_6H_{10}$ ) бихроматом калия в кислой среде получен единственный продукт окисления – дикарбоновая кислота **В**, которая при нагревании в присутствии оксида тория  $ThO_2$  выделяет воду и некоторое газообразное вещество **С**. Напишите структуру исходного углеводорода и уравнения всех реакций.

**Е-3.** Вещество **А** ( $C_6H_8O_4$ ) обесцвечивает бромную воду, при озоноллизе дает только пировиноградную кислоту, а при нагревании превращается в соединение **В** ( $C_6H_6O_3$ ). Определите строение соединений **А** и **В**, напишите уравнения всех перечисленных реакций.

**Е-4.** Вещество **А** ( $C_3O_2$ ) легко гидролизуеться, превращаясь в соединение **В** ( $C_3H_4O_4$ ). Соединение **В** взаимодействует с двумя эквивалентами  $NaOH$  образуя вещество **С** ( $C_3H_2O_4Na_2$ ). При

нагревании и последующем подкислении **C** превращается в соединение **D** ( $C_2H_4O_2$ ), которое взаимодействует с одним эквивалентом NaOH. Определите структуры соединений **A** - **D**. Напишите уравнения приведенных реакций.

**Е-5.** Два соединения **A** и **B**, состав которых отвечает молекулярной формуле  $C_4H_6O_2$ , обесцвечивают бромную воду, не растворяются ни в кислотах, ни в щелочах. При нагревании с водой каждое из них образует по два соединения: **A**<sub>1</sub> и **A**<sub>2</sub> образуются из вещества **A**; **B**<sub>1</sub> и **B**<sub>2</sub> – из вещества **B**.

Вещество **A**<sub>1</sub> реагирует с раствором соды, выделяя газ, и не обесцвечивает бромную воду; вещество **A**<sub>2</sub> также не обесцвечивает бромную воду, дает реакцию "серебряного зеркала", превращаясь в вещество **A**<sub>1</sub>.

Вещество **B**<sub>1</sub> обесцвечивает бромную воду и реагирует с раствором соды с выделением газа; вещество **B**<sub>2</sub> реагирует с металлическим натрием, но не взаимодействует с раствором соды.

Определите структуры всех указанных соединений. Напишите уравнения перечисленных реакций.

*(Подсказка! Структуры циклического строения не рассматривать).*

**Е-6.** Два соединения **A** и **B**, состав которых отвечает молекулярной формуле  $C_4H_6O_2$ , обесцвечивают бромную воду, не растворяются ни в кислотах, ни в щелочах. При нагревании с водой каждое из них образует по два соединения: **A**<sub>1</sub> и **A**<sub>2</sub> образуются из вещества **A**, а из вещества **B** образуются **A**<sub>1</sub> и **B**<sub>1</sub>.

Вещество **A**<sub>1</sub> реагирует с раствором соды с выделением газа и дает реакцию "серебряного зеркала"; вещество **A**<sub>2</sub> обесцвечивает бромную воду, легко реагирует с реактивом Лукаса, взаимодействует с металлическим натрием, выделяя газ.

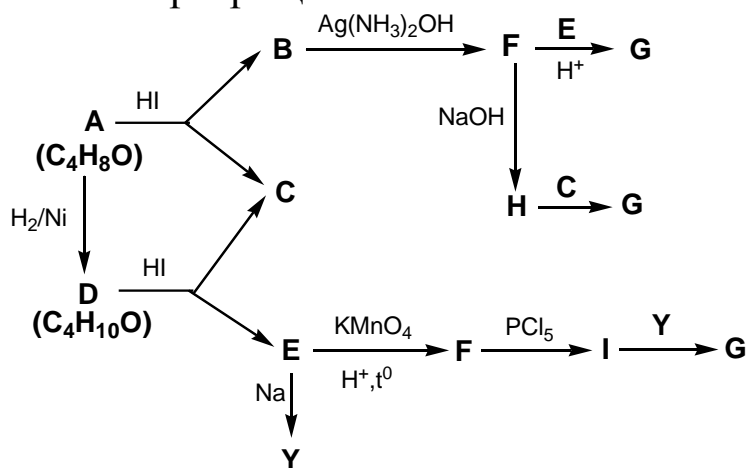
Вещество **B**<sub>1</sub> не реагирует с реактивом Толленса, не обесцвечивает бромную воду, а с избытком иода в щелочной среде образует желтый осадок со специфическим запахом.

Определите структуры всех указанных соединений. Напишите уравнения перечисленных реакций.

*(Подсказка! Структуры циклического строения не рассматривать).*

**Е-7.** Соединение **A** ( $C_3H_6O_2$ ) не растворяется в водной щелочи, а при действии реактива Толленса дает реакцию "серебряного зеркала". Взаимодействие соединения **A** с двукратным избытком пропилмагнийбромида и последующая обработка разбавленной кислотой приводит к соединению **B** ( $C_7H_{16}O$ ), которое при нагревании с концентрированной серной кислотой образует единственный продукт **C** ( $C_7H_{14}$ ). При озоноллизе в отсутствие восстановителя соединение **C** дает смесь пропионовой и масляной кислот. Определите соединений **A** – **C**, напишите уравнения всех перечисленных реакций.

**Е-8.** Определите структуры всех соединений (**A** - **Y**) в предложенной схеме превращений:



**Е-9.** Определите структуры двух изомерных соединений **A** и **B** состава  $C_6H_{10}O_4$ , не растворяющихся в водной щелочи, но при нагревании в этом растворе и последующем подкислении образующих по два продукта: из соединения **A** – продукты **C** и **D**, а из соединения **B** – продукты **E** и **F**. Как продукт **C** ( $C_2H_6O$ ), так и продукт **E** ( $CH_4O$ ) взаимодействуют с металлическим натрием с выделением газообразного вещества. Продукт **D**, образующийся из соединения **A**, проявляет кислые свойства и обесцвечивает при нагревании водный раствор перманганата калия. Образующийся из соединения **B** продукт **F** также проявляет кислые свойства, а при нагревании превращается в соединение **G** ( $C_4H_4O_3$ ), не дающее кислой реакции на лакмус. Определите структуры всех соединений **A** – **G**. Приведите схемы всех указанных реакций.

**Е-10.** Определите структуру соединения **A** ( $C_4H_2O_3$ ), которое не обнаруживает кислой реакции на лакмус, а при нагревании с



бутадиеном-1,3 и последующем окислении образовавшегося продукта **В** ( $C_8H_8O_3$ ) раствором перманганата калия в кислой среде превращается в 3,4-дикарбоксигександиовую кислоту. Приведите схемы всех указанных реакций.

**Е-11.** Определите структуру соединения **А** ( $C_4H_6O_2$ ), которое обесцвечивает бромную воду, реагирует с раствором соды, выделяя газ, а при нагревании изомеризуется в соединение **В**, которое не обесцвечивает бромной воды и не растворяется в щелочи. При кипячении с водной щелочью и последующем подкислении соединение **В** превращается в соединение **С** ( $C_4H_8O_3$ ), которое взаимодействует с метилмагниййодидом с выделением двух молей метана. Приведите схемы всех указанных реакций.

**Е-12.** Установите формулу соединения **А** ( $C_4H_8O_2$ ), обладающего следующими свойствами:

а) реагирует с водным раствором карбоната натрия с выделением газообразного вещества;

б) при сплавлении со щелочью образует пропан;

в) при взаимодействии с  $Ca(OH)_2$  дает соединение  $C_8H_{14}O_4Ca$ , при пиролизе которого получается диизопропилкетон.

Приведите схемы всех указанных реакций.

**Е-13.** Соединение **А** ( $C_5H_8O_4$ ) обладает кислыми свойствами, образуя при взаимодействии с  $NaOH$  соединение **В** ( $C_5H_6O_4Na_2$ ). Электролиз водного раствора соединения **В** приводит к образованию циклопропана. Установите структуру **А**, приведите схемы всех указанных реакций.

**Е-14.** Определите структуру соединения **А** ( $C_7H_{11}O_4Br$ ), если оно не обнаруживает кислых свойств, а при действии этилата натрия в спирте превращается в соединение **В** ( $C_7H_{10}O_4$ ), последнее при нагревании в водном растворе кислоты образует циклопропанкарбоновую кислоту. Приведите схемы всех указанных реакций.

**Е-15.** Определите структуру соединения **А** ( $C_4H_6O_4$ ), которое не обнаруживает кислотных свойств, при нагревании с водным раствором кислоты образует два продукта **В** и **С** в соотношении 1 :

2. Соединение **В** растворяется в водной щелочи, а при нагревании разлагается с образованием двух газообразных продуктов и воды.