

# Дисциплина «Органическая химия»

## Лекция № 12

**Тема:**

**Карбоновые кислоты**

# Цель

Расширить знания студентов по моно- и дикарбоновым кислотам.

Показать зависимость химических свойств карбоновых кислот от их строения.

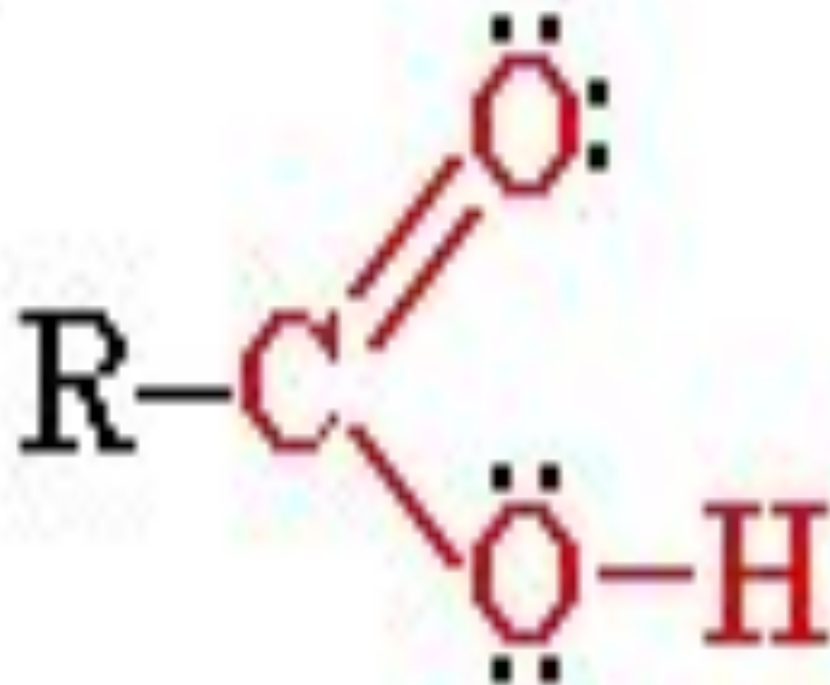
Изучить способы получения карбоновых кислот.

Показать значимость данной темы для фармации.

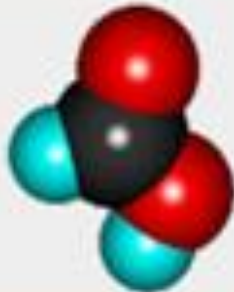
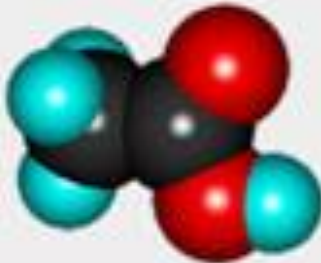
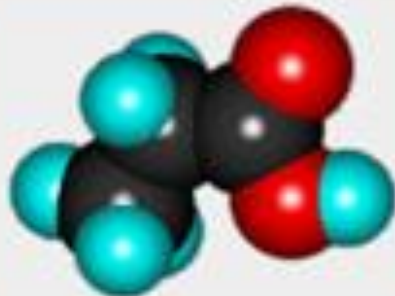
# Вопросы, рассматриваемые на лекции

1. Классификация карбоновых кислот
2. Номенклатура и изомерия предельных монокарбоновых кислот
3. Номенклатура и изомерия предельных дикарбоновых кислот
4. Строение карбоксильной группы
5. Функциональные производные карбоновых кислот
  1. Образование солей
  2. Образование сложных эфиров  $R'-COOR''$  .
  3. Образование амидов  $RCOONH_2$
  4. Галогенангидриды и ангидриды
6. Специфические свойства дикарбоновых кислот
7. Получение карбоновых кислот
  1. Окисление углеводов
  2. Окисление альдегидов
  3. Окисление первичных спиртов
7. Значимость изучаемой темы.

# Общая формула карбоновых кислот



## Простейшие карбоновые кислоты

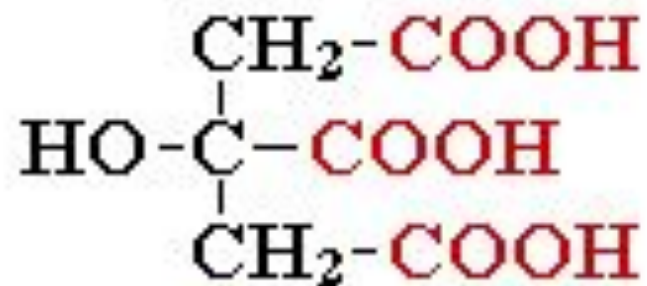
Название	Формула	Модель
Муравьиная кислота (метановая)	$\text{H}-\text{C} \begin{array}{l} \text{=O} \\ \backslash \\ \text{OH} \end{array}$	
Уксусная кислота (этановая)	$\text{CH}_3-\text{C} \begin{array}{l} \text{=O} \\ \backslash \\ \text{OH} \end{array}$	
Пропионовая кислота (пропановая)	$\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{C} \begin{array}{l} \text{=O} \\ \backslash \\ \text{OH} \end{array}$	

# Многоосновные карбоновые

## КИСЛОТЫ

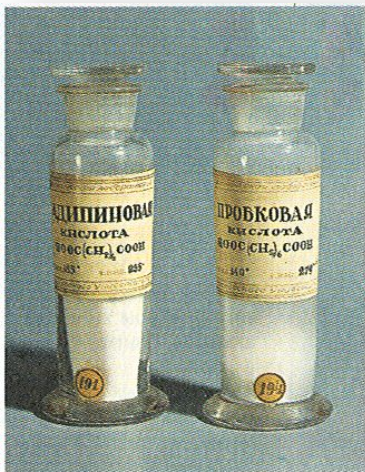


Малоновая  
кислота

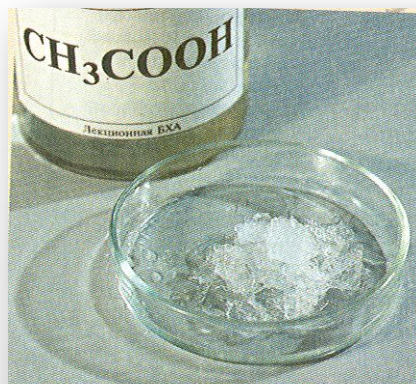


Лимонная  
кислота

Название		её соли (эфирь)	Формула кислоты	tпл. °C	tкип. °C	г г/см <sup>3</sup>	Раство- римость (г/100мл H <sub>2</sub> O;25°C)	Ka (при 25°C)
кислоты								
Муравьиная	метановая	Форми- ат	HCOOH	8,3	100,5	1,22	¥	$1,77 \cdot 10^{-4}$
Уксусная	этановая	ацетат	CH <sub>3</sub> COOH	16,8	118	1,05	¥	$1,7 \cdot 10^{-5}$
Пропионо- вая	пропановая	Пропио- нат	CH <sub>3</sub> CH <sub>2</sub> COOH	-21	141	0,99	¥	$1,64 \cdot 10^{-5}$
Масляная	бутановая	бутират	CH <sub>3</sub> (CH <sub>2</sub> ) <sub>2</sub> COOH	-6	164	0,96	¥	$1,54 \cdot 10^{-5}$
Валериано- вая	пентановая	валерат	CH <sub>3</sub> (CH <sub>2</sub> ) <sub>3</sub> COOH	-34	187	0,94	4,97	$1,52 \cdot 10^{-5}$
Капроновая	гексановая	Гекса- нат	CH <sub>3</sub> (CH <sub>2</sub> ) <sub>4</sub> COOH	-3	205	0,93	1,08	$1,43 \cdot 10^{-5}$
Каприловая	октановая	Октано- ат	CH <sub>3</sub> (CH <sub>2</sub> ) <sub>6</sub> COOH	17	239	0,91	0,07	$1,28 \cdot 10^{-5}$
Каприновая	декановая	Декано- ат	CH <sub>3</sub> (CH <sub>2</sub> ) <sub>8</sub> COOH	32	269	0,89	0,015	$1,43 \cdot 10^{-5}$
Акриловая	пропеновая	акрилат	CH <sub>2</sub> =CH-COOH	13		1,05		
Бензойная	бензойная	бензоат	C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> COOH	122	250	1,27	0,34	$1,43 \cdot 10^{-5}$
Щавелевая	этандиовая	оксалат	COOH   COOH	189,(с разл.)		1,65		K <sub>1</sub> = $5,9 \cdot 10^{-2}$ K <sub>2</sub> = $6,4 \cdot 10^{-5}$
Пальмити- новая	гексадеканов ая	Пальми- тат	CH <sub>3</sub> (CH <sub>2</sub> ) <sub>14</sub> COOH	63	219 (17мм)		0,0007	$3,46 \cdot 10^{-7}$
Стеарино- вая	октадеканов ая	стеарат	CH <sub>3</sub> (CH <sub>2</sub> ) <sub>16</sub> COOH	70	383		0,0003	



Адипиновая,  
пробковая кислоты.



Ледяная  
уксусная кислота



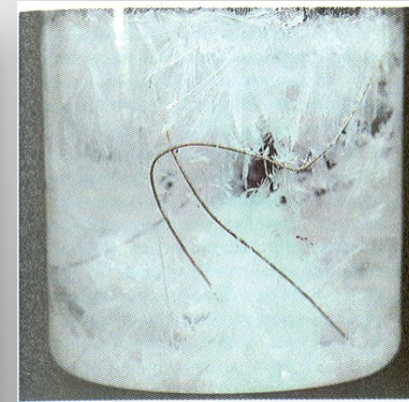
Кристаллы  
монохлоруксусной  
кислоты.



Производные уксусной  
кислоты – ацетамид и  
ацетонитрил



Масляная, капроновая,  
маргариновая,  
стеариновая кислоты

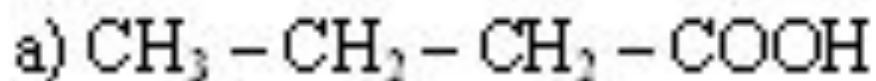


Игольчатые  
кристаллы  
бензойной  
кислоты

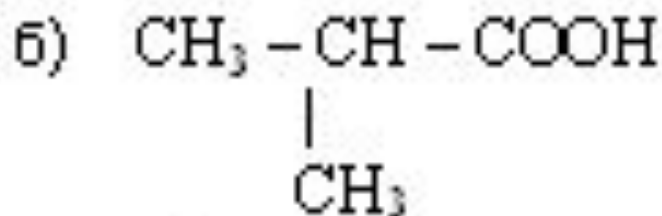


# Изомерия скелета в

углеводородном радикале, начиная с  $C_4$

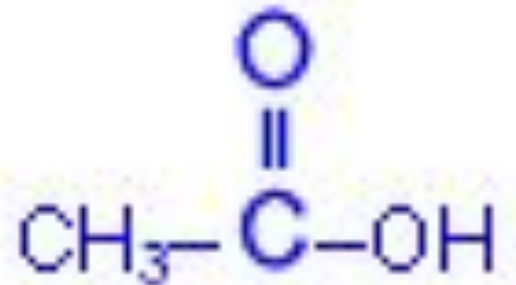


Бутановая кислота  
(масляная)

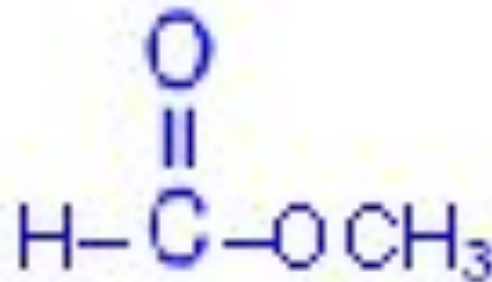


2-метилпропановая кислота  
(изомасляная,  $\alpha$ -метилпропионовая)

# Межклассовая изомерия $C_2H_4O_2$

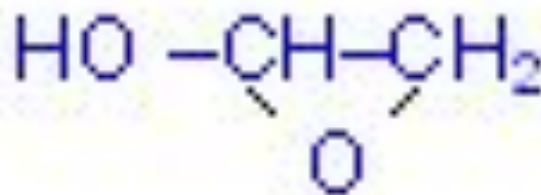
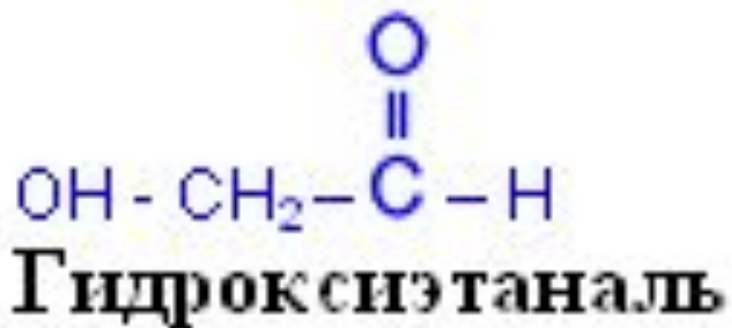


**Уксусная  
кислота**



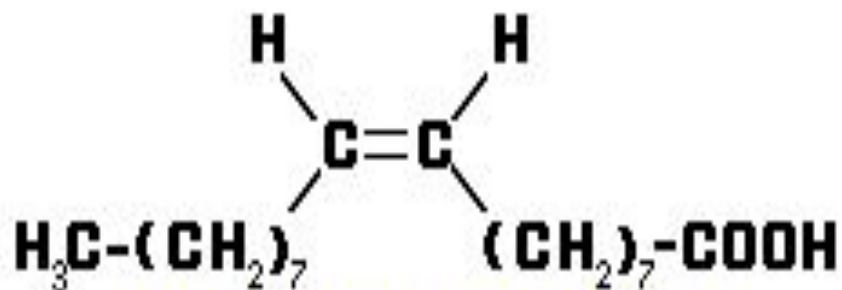
**Метилформиат  
(сложный эфир)**

# Межклассовая изомерия $C_2H_4O_2$

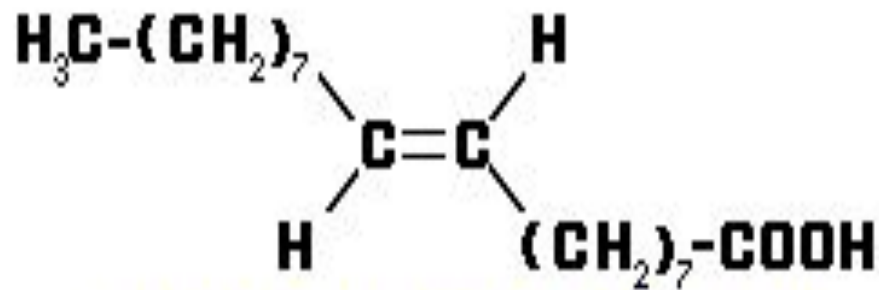


**Гидроксипероксид**

# Пространственная изомерия

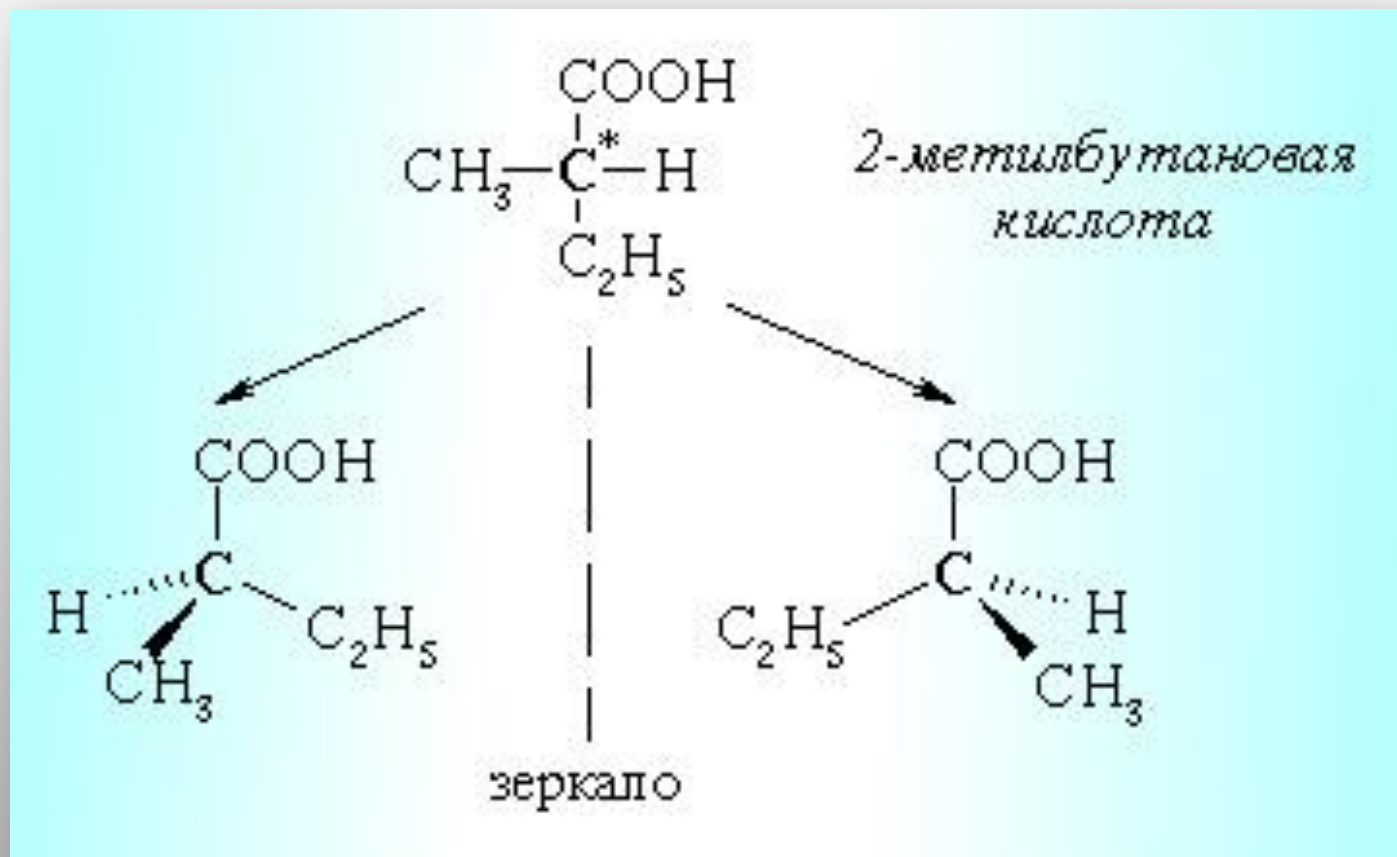


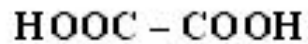
*цис*-олеиновая кислота



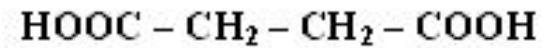
*транс*-олеиновая кислота

# Оптическая изомерия

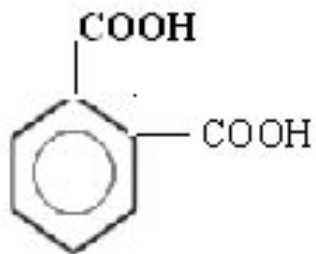




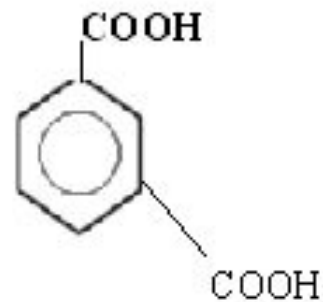
Эта**нди**овая (щавелевая) кислота



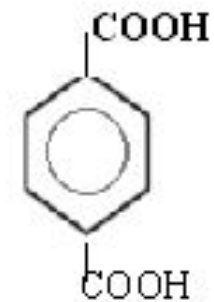
Бута**нди**овая (янтарная) кислота



Бензол -1,2- **дикарбо**новая  
(фталиевая) кислота



Бензол -1,3- **дикарбо**новая  
(изофталиевая) кислота



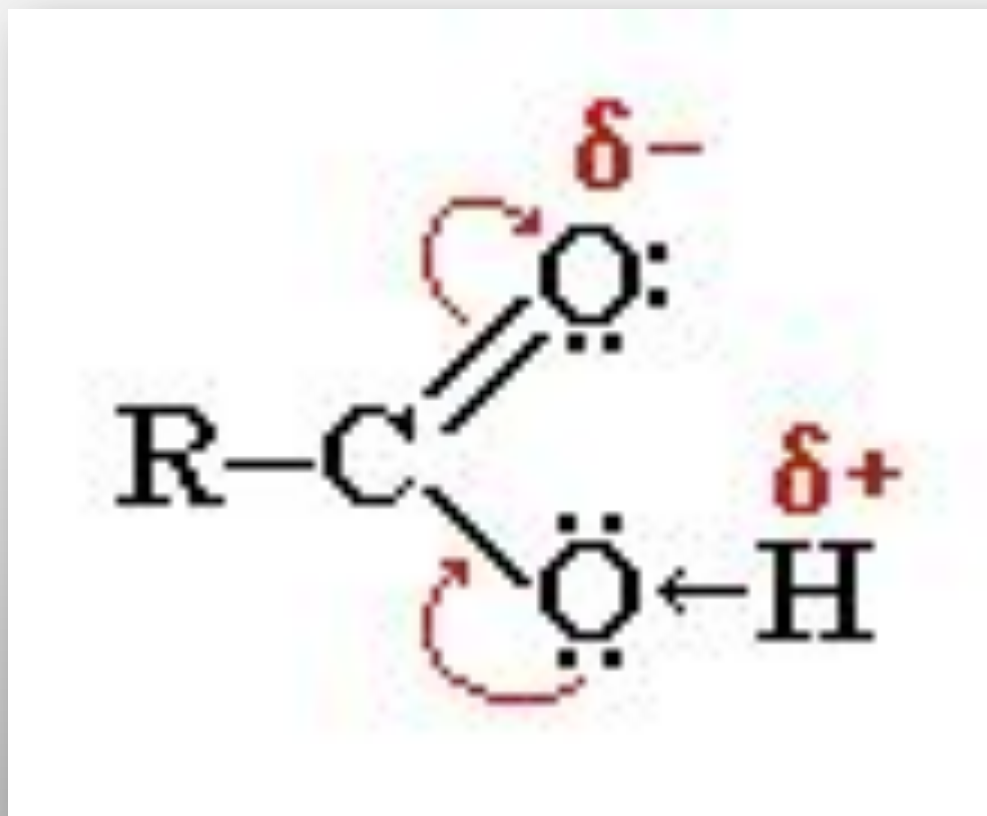
Бензол -1,4- **дикарбо**новая  
(терефталиевая) кислота

СВОЙСТВА ДИКАРБОНОВЫХ КИСЛОТ

Формула	Тривиальное название к-ты	Т пл., °С	$d_4^{25}$	Р-римость в воде, при 20 °С, г/100г	Константы диссоциации (вода, 25 °С)	
					$K_1 \cdot 10^5$	$K_2 \cdot 10^5$
HOOC-COOH	Щавелевая	179,5	1,653	8,0	5900	6,4
HOOCCH <sub>2</sub> COOH	Малоновая	135	1,619	73,5	177	0,47
HOOC(CH <sub>2</sub> ) <sub>2</sub> COOH	Янтарная	188	1,572	5,8	6,89	0,25
HOOC(CH <sub>2</sub> ) <sub>3</sub> COOH	Глутаровая	97,5	1,424	63,9	4,58	0,53
HOOC(CH <sub>2</sub> ) <sub>4</sub> COOH	Адипиновая	153	1,344	1,6	3,7	0,53
HOOC(CH <sub>2</sub> ) <sub>5</sub> COOH	Пимелиновая	105,7	1,291	5,0	3,3	0,48
HOOC(CH <sub>2</sub> ) <sub>6</sub> COOH	Пробковая	144	1,266	0,16	3,07	0,47
HOOC(CH <sub>2</sub> ) <sub>7</sub> COOH	Азелаиновая	106,5	1,225	0,24	2,82	0,38
HOOC(CH <sub>2</sub> ) <sub>8</sub> COOH	Себапиновая	134,5	1,207	0,1	2,82	0,26**
<i>цис</i> -HOOCCH=CHCOOH	Малеиновая	140	1,590	78,8*	1240	0,059
<i>транс</i> -HOOCCH=CHCOOH	Фумаровая	296	1,635	0,69*	93	4,13
HOOC≡CCOOH	Ацетилендикарбоновая	179			1850	4,02
<i>о</i> -C <sub>6</sub> H <sub>4</sub> (COOH) <sub>2</sub>	Фталевая	234	1,593	0,57	122	0,39
<i>м</i> -C <sub>6</sub> H <sub>4</sub> (COOH) <sub>2</sub>	Изофталева	348	1,507	0,013	29	2,40
<i>п</i> -C <sub>6</sub> H <sub>4</sub> (COOH) <sub>2</sub>	Терефталева	Возг	1,510	0,0019*	29	3,47

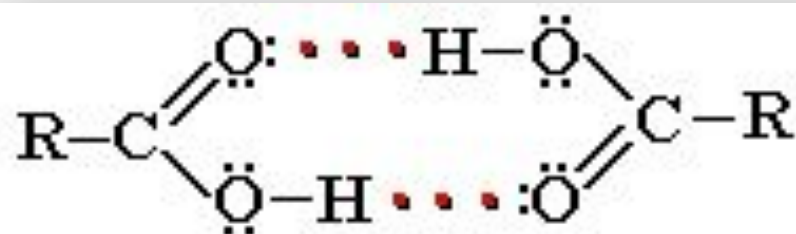
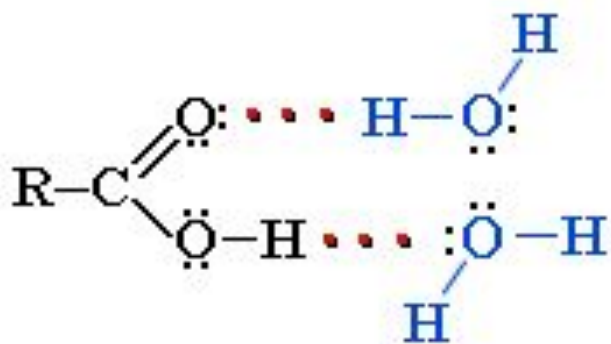
\* При 25 °С \*\*При 100 °С

# Строение карбоксильной группы

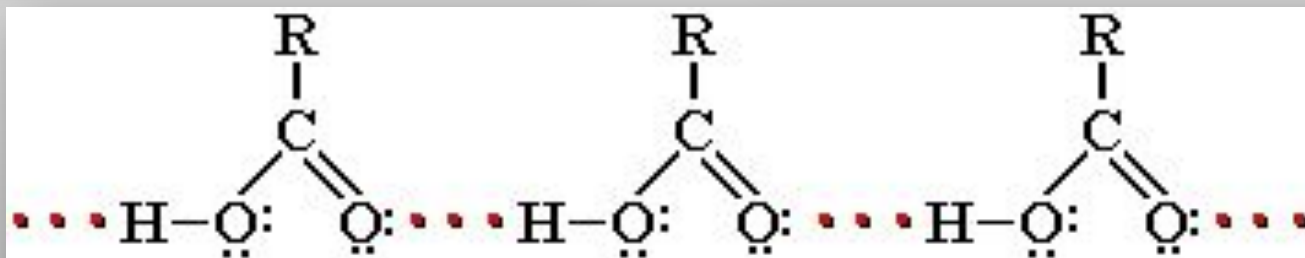




# Диссоциация кислот в водном растворе

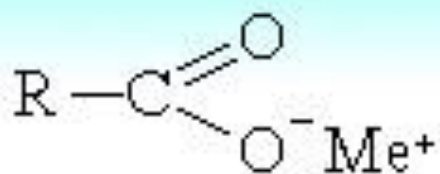


Образование димеров  
карбоновых кислот



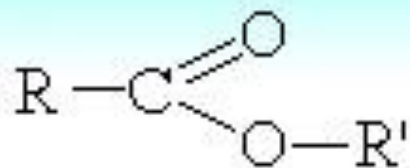
Ассоциация молекул  
карбоновых кислот

# Функциональные производные карбоновых кислот

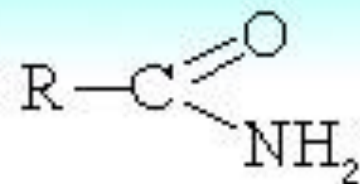


(Me - металл)

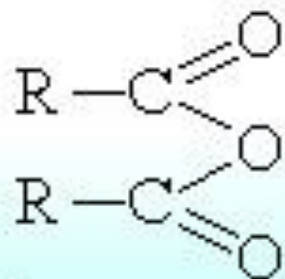
**Соли**



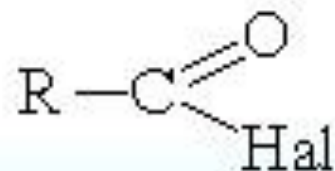
**Сложные эфиры**



**Амиды**



**Ангидриды**

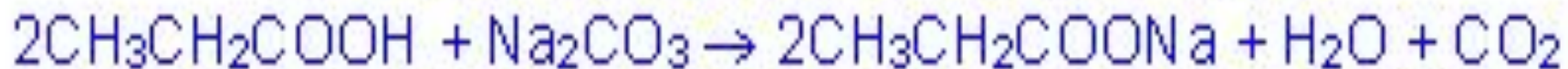
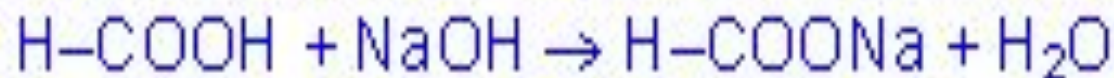


(Hal - галоген)

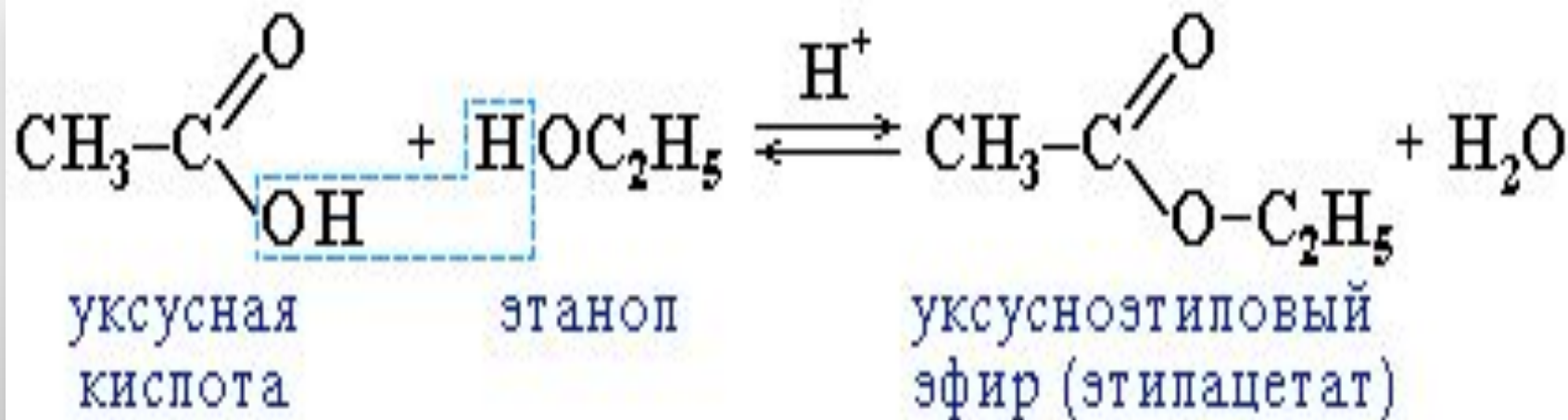
**Галогенангидриды**

# Химические свойства кислот

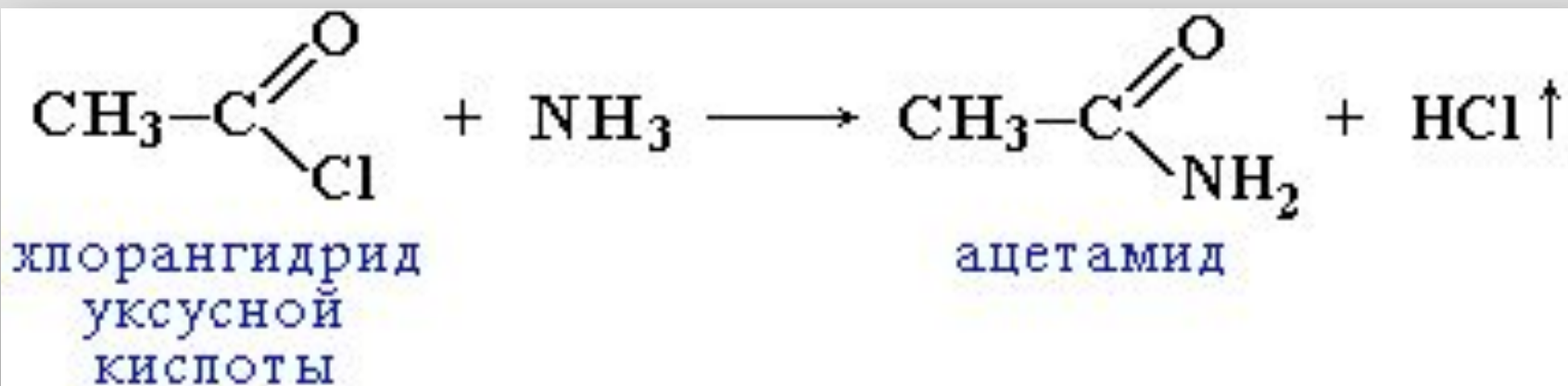
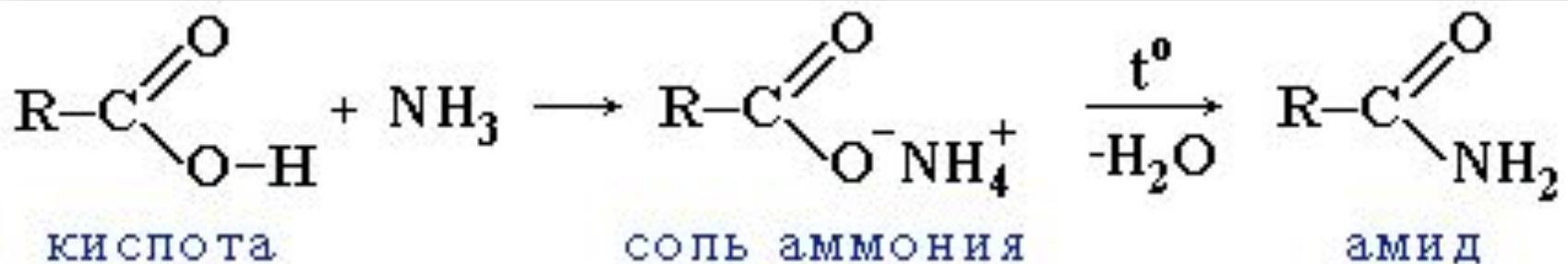
# Образование солей



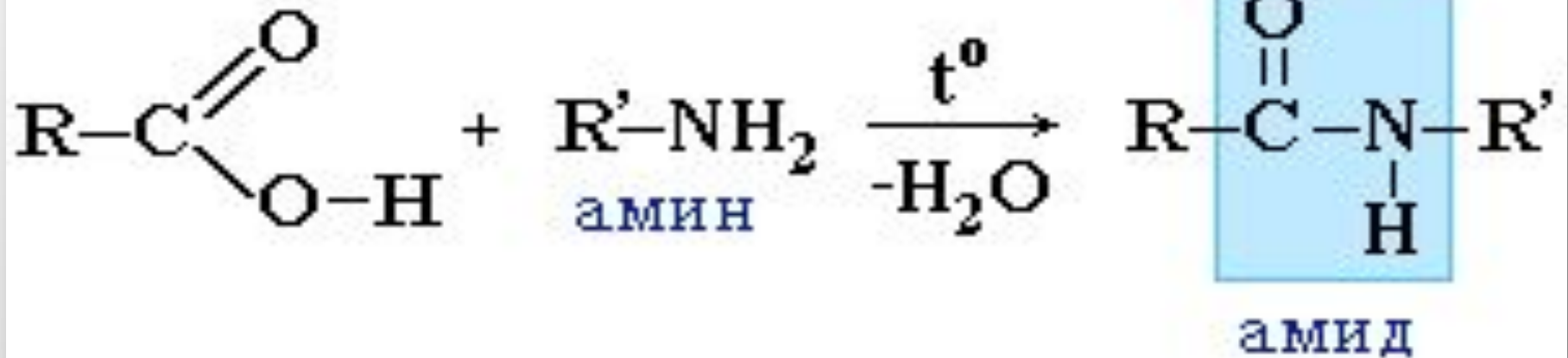
# Образование сложных эфиров $R'-COOR''$



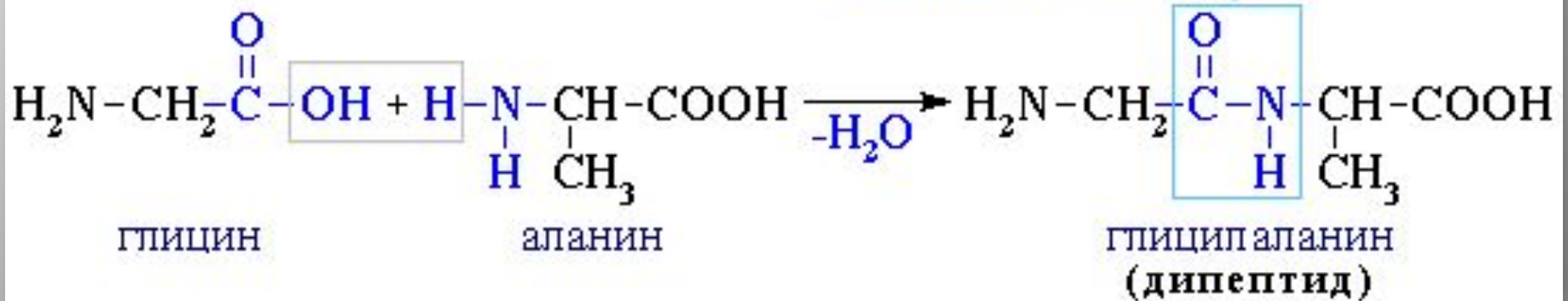
# Образование амидов $\text{R-COONH}_2$

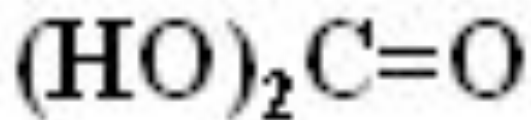


амидная группа

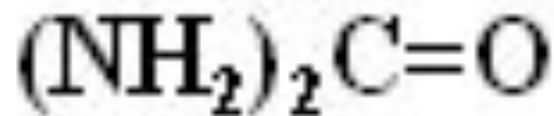


амидная группа





*угольная кислота*

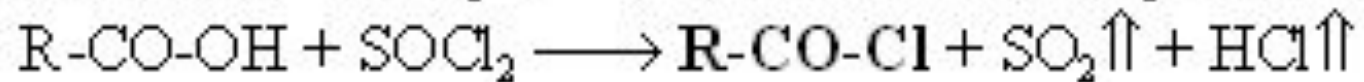
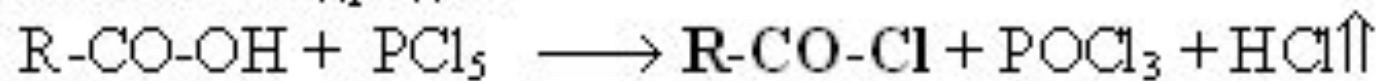


*карбамид (мочевина)*

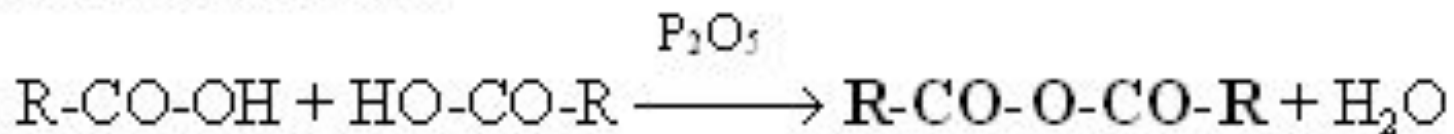


# Галогенангидриды и ангидриды

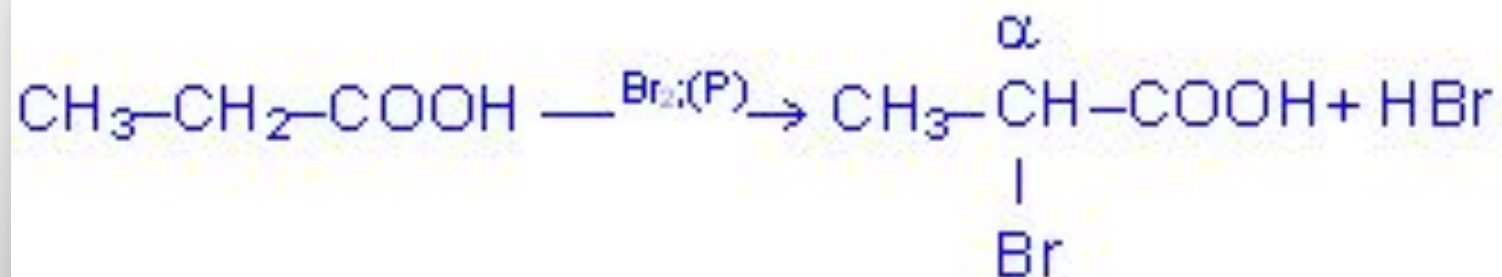
Образование галогенангидридов:



Получение ангидридов:



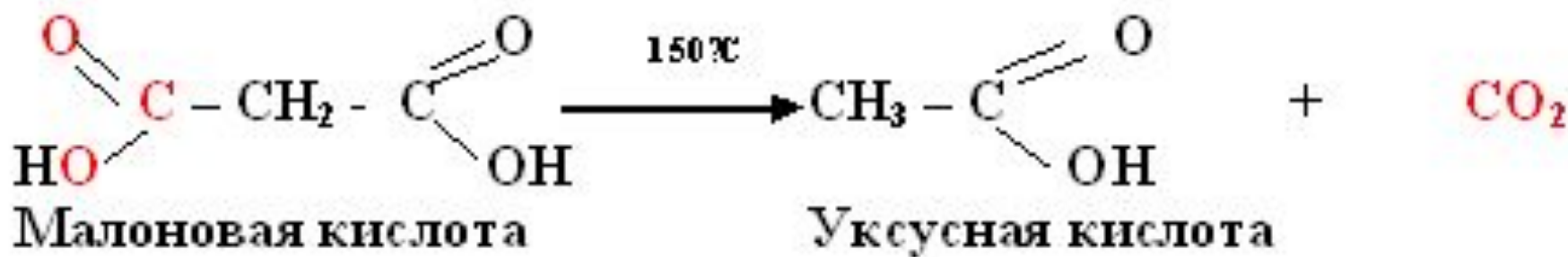
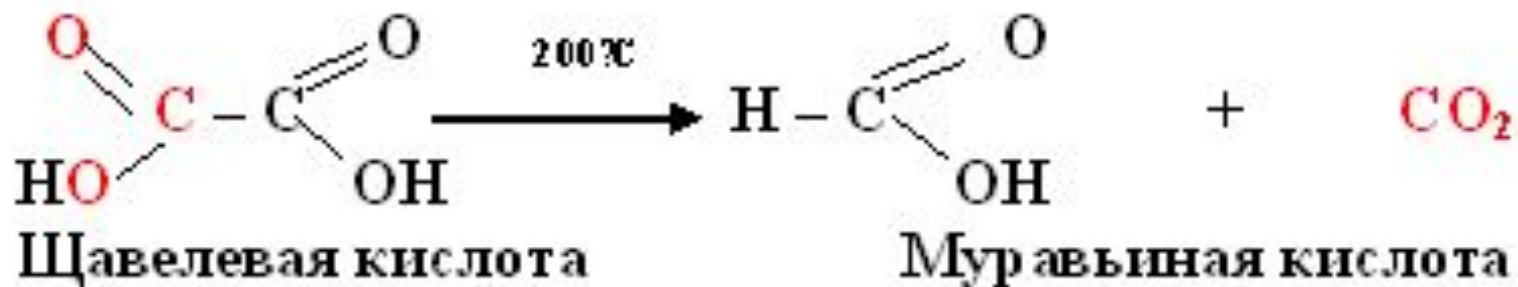
# Галогенирование

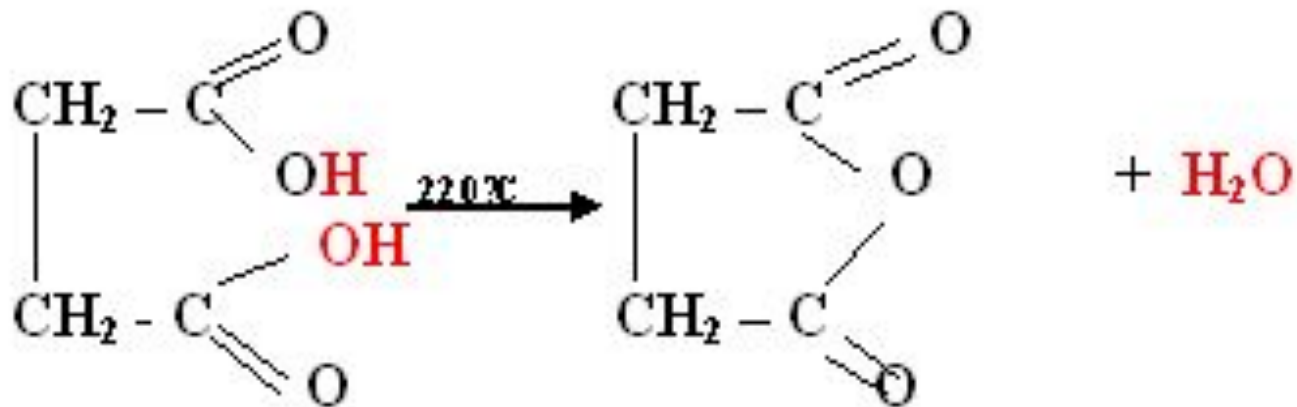


( $\alpha$ -бромпропионовая кислота (2-бромпропановая кислота))

# Полное окисление (горение) карбоновых кислот

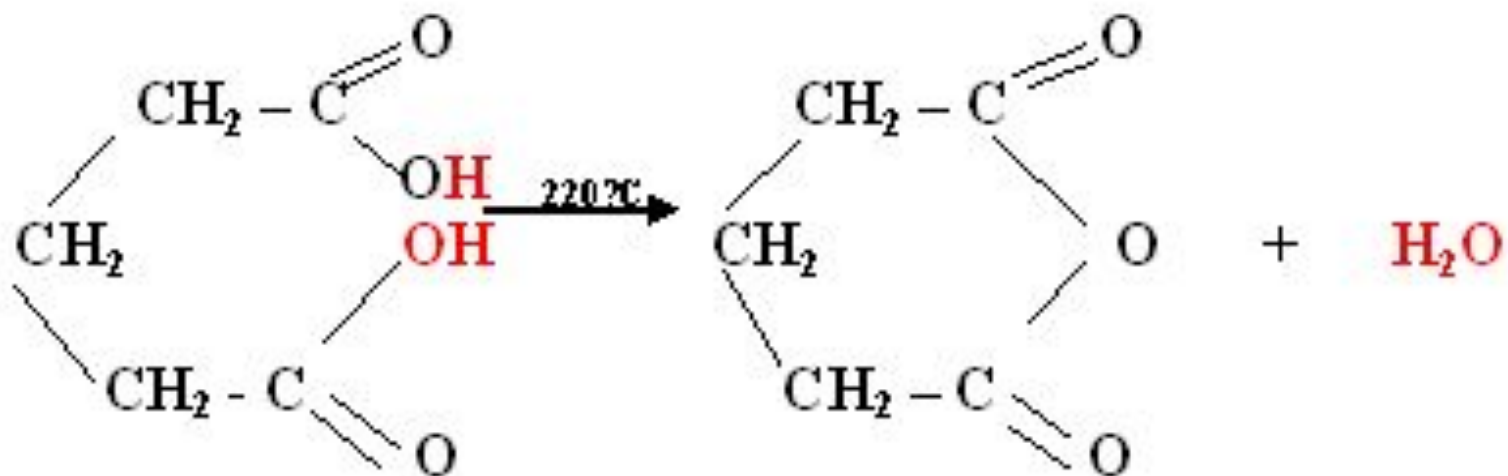






Янтарная кислота

Янтарный ангидрид



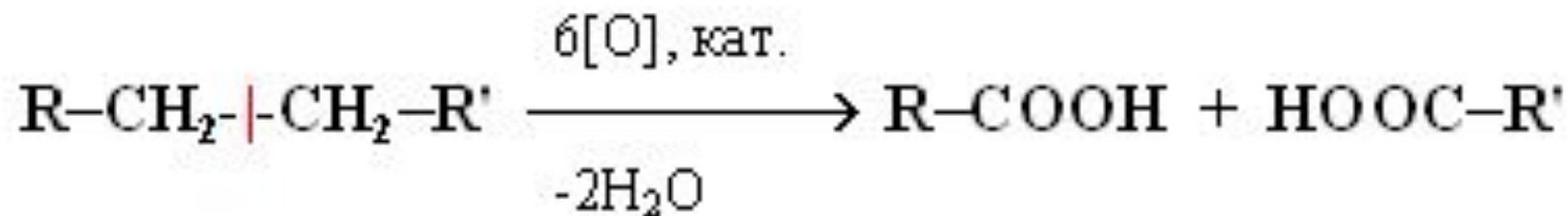
Глутаровая кислота

Глутаровый ангидрид

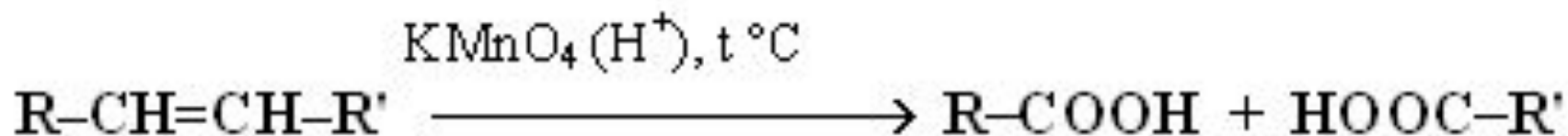
# Получение карбоновых кислот

## 1. Окисление углеводородов:

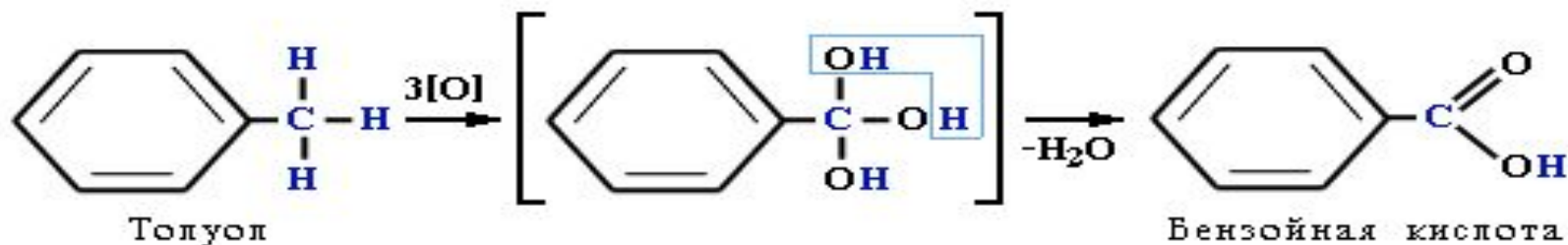
а)



б)

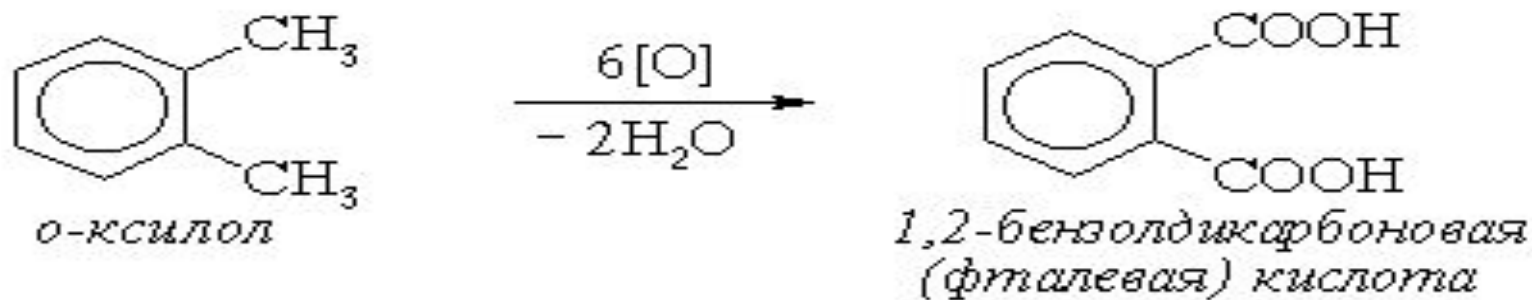
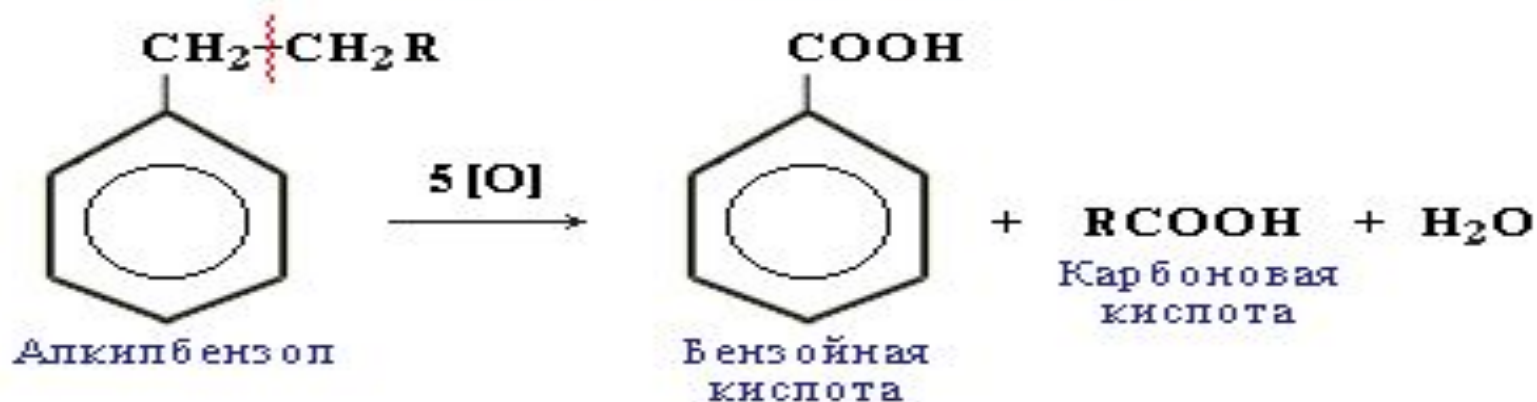


в) **окисление ароматических углеводородов**

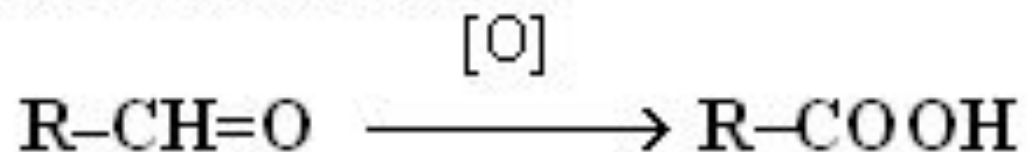


Толуол обесцвечивает раствор  $\text{KMnO}_4(\text{H}^+)$  при нагревании.

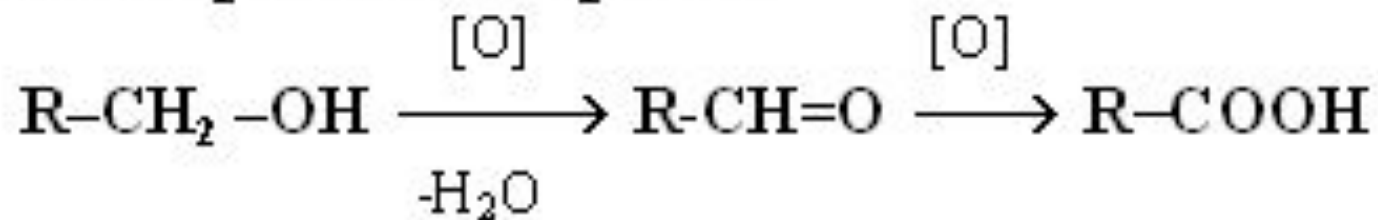
### Окисление алкилбензолов



*2. Окисление альдегидов:*

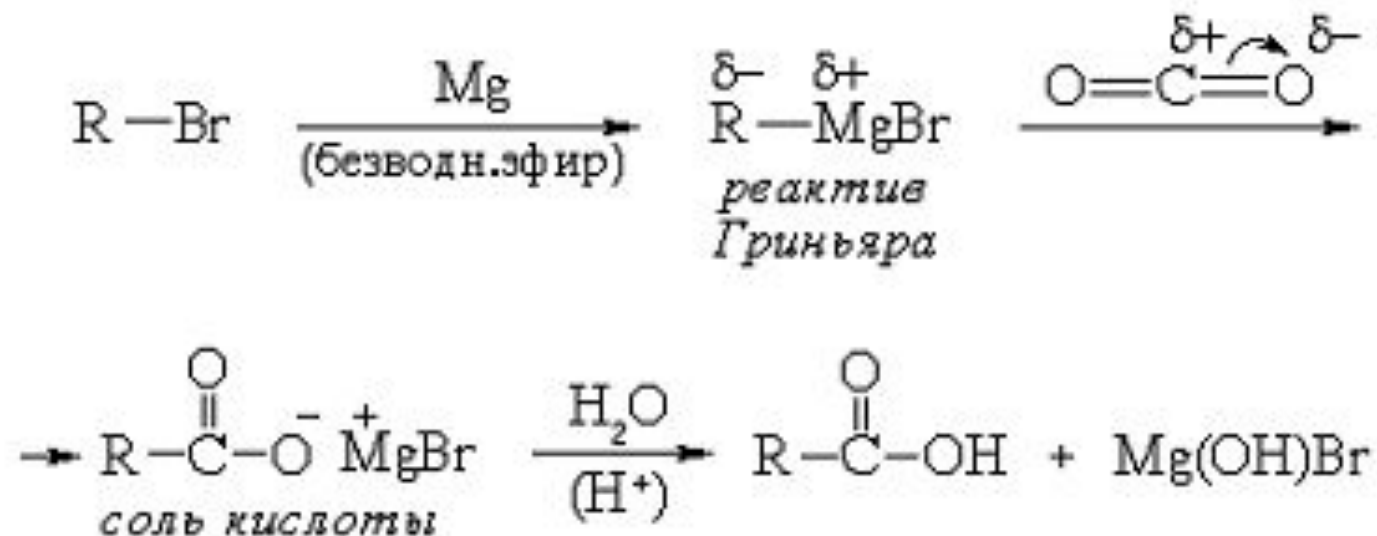


*3. Окисление первичных спиртов:*

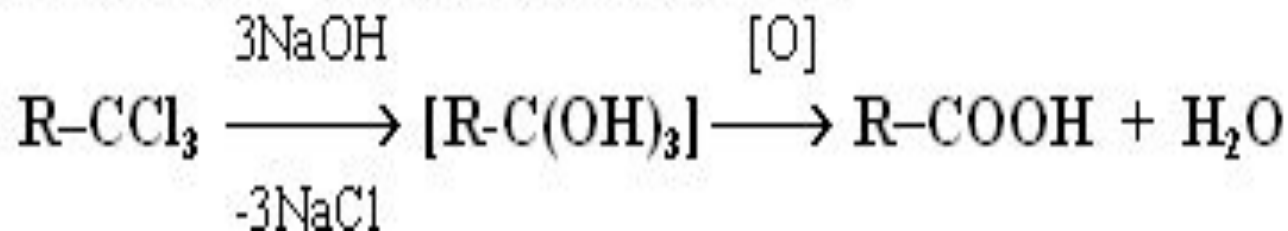




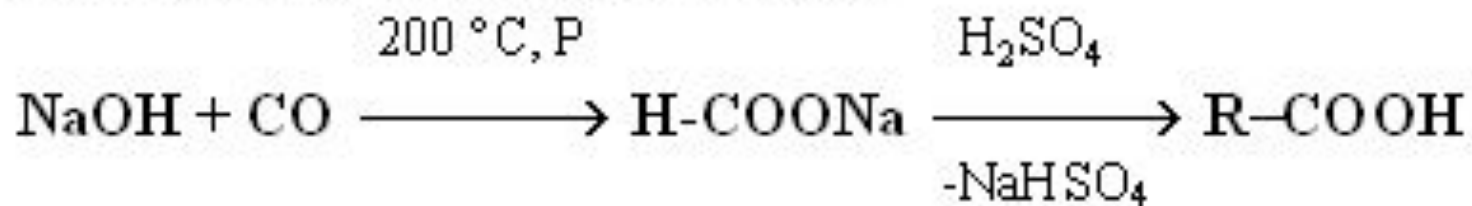
- Взаимодействие реактива Гриньяра с диоксидом углерода  $\text{CO}_2$



- Щелочной гидролиз галогензамещенных углеводородов, содержащих три атома галогена у одного атома углерода:



- Муравьиную кислоту получают нагреванием оксида углерода (II) с порошкообразным гидроксидом натрия:



# Значимость изучаемой темы

- Широкое распространение в природе и участие в обменных процессах, протекающих в организме
- Конечные продукты распада жиров - уксусная и другие кислоты.
- Соли щавелевой кислоты – оксалаты. Некоторые из них (например, оксалат кальция) трудно растворимы и часто образуют камни в почках и мочевом пузыре.

# Значимость изучаемой темы

- Карбоновые
- КИЛОТЫ
  - Валериановая кислота
  - Витамин Н (биотин)
- Арахидоновая кислота
  - Простагландины – сильнодействующие биорегуляторы.

# Значимость изучаемой темы

- **Линетол**
- **Веронал**
- **Валидол**

- **ацетат натрия**
- **ацетат свинца (II)**
- **бензоат натрия**

# Контрольные вопросы

- **1. Функциональную группу -COOH содержат молекулы . . .**
- **Ответ 1 : сложных эфиров**
- **Ответ 2 : простых эфиров**
- **Ответ 3 : спиртов**
- **Ответ 4 : альдегидов**
- **Ответ 5 : кетонов**
- **Ответ 6 : карбоновых кислот**

# Контрольные вопросы

- **2. Какое вещество образуется при окислении пропаналя?**
- **Ответ 1** : пропанол
- **Ответ 2** : пропиловый эфир уксусной кислоты
- **Ответ 3** : пропионовая кислота
- **Ответ 4** : метилэтиловый эфир

# Контрольные вопросы

- **3. Этилацетат можно получить при взаимодействии . . .**
- **Ответ 1** : метанол + муравьиная кислота
- **Ответ 2** : этанол + муравьиная кислота
- **Ответ 3** : метанол + уксусная кислота
- **Ответ 4** : этанол + уксусная кислота

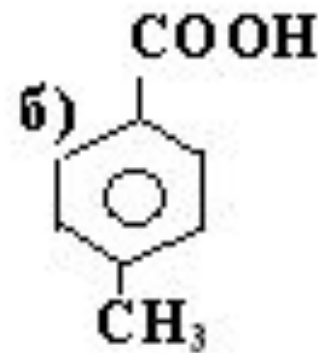
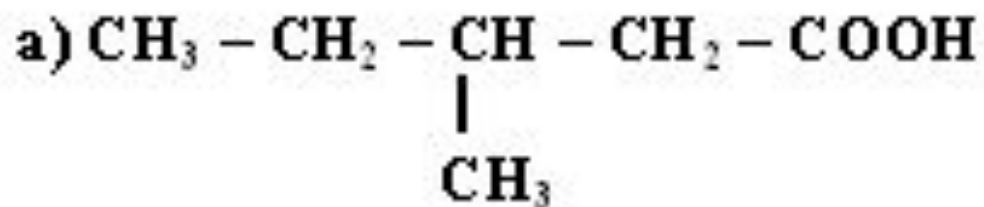


# Контрольные вопросы

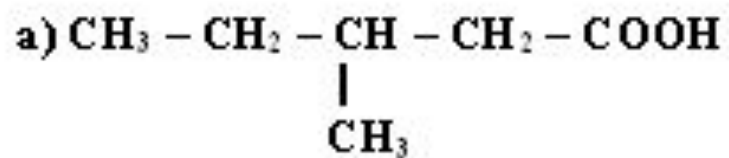
- 4. Для получения 1,5 моль этилового эфира муравьиной кислоты
- израсходовано 138 г этанола. Какова массовая доля выхода эфира
- в % от теоретически возможного?
- **Ответ 1** : 50%
- **Ответ 2** : 75%
- **Ответ 3** : 85%
- **Ответ 4** : 95%

# Контрольные вопросы

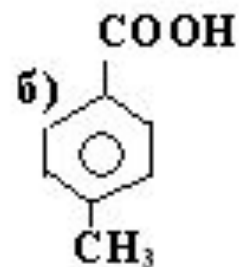
1. Назовите соединения по номенклатуре ИРАС:



# Контрольные вопросы



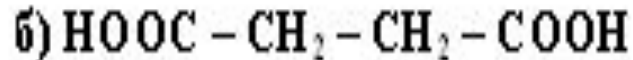
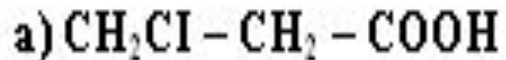
а) 3-метилпентановая  
кислота



б) 4-метилбензойная  
кислота

# Контрольные вопросы

2. Назовите соединения по номенклатуре ИЮПАК, дайте тривиальное название:

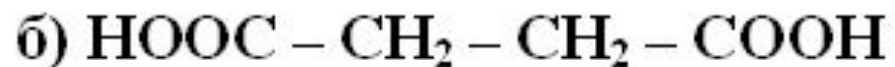


# Контрольные вопросы



а) 3-хлорпропановая  
кислота

(β – хлорпропионовая)



б) бутандиовая кислота  
(янтарная)

# Контрольные вопросы

- Почему хлорангидриды карбоновых кислот более энергичные ацилирующие реагенты, чем сами кислоты?
- Чем объясняются более кислые (по сравнению со спиртами) свойства карбоновых кислот?

## Самостоятельная внеаудиторная работа студентов:

- Составить 10 тестов первого уровня, 5 тестов второго уровня по тексту лекции.

## Литература:

*Основная литература:*

- Л.М.Пустовалова  
«Органическая химия» стр.  
174-195
- Дополнительная литература:
- А.С. Егоров и др. «Химия».  
Ростов – на – Дону «Феникс»,  
2005.
- «Органическая химия».  
Основной курс. Под ред.  
Тюкавкиной Н.А. Москва.  
Дрофа.2003

# Пример выполнения внеаудиторного задания

## Тесты 1 уровня

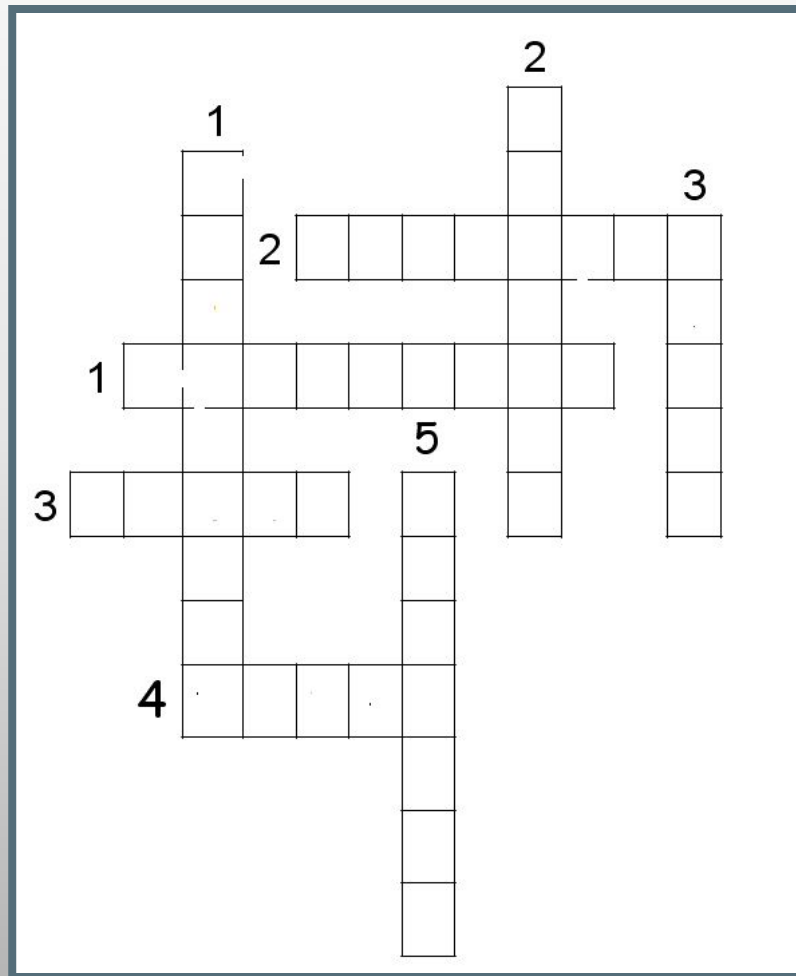
- 1. Среди перечисленных веществ выберите те, которые являются изомерами масляной (бутановой) кислоты:
- -2-метилпропаналь;
- -метилформиат;
- +этилацетат;
- -2-этилпропаналь;
- 2. Укажите гомолог щавелевой кислоты.
- -молочная кислота;
- -муравьиная кислота;
- +2-метилпропандиовая кислота;
- -метакриловая кислота.

## Тесты 2 уровня

- 1. Олеиновая кислота является  
-----  
-----  
жирной кислотой :
  - +ненасыщенной .
- 2. Метилацетат можно получить при взаимодействии уксусной кислоты с  
-----
  - +метанолом



# Образец – составление кроссворда.



- По вертикали:
- 1. Дикарбоновая кислота (щавелевая)
- По горизонтали:
- 1. Простейшая монокарбоновая кислота (метановая)