

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.

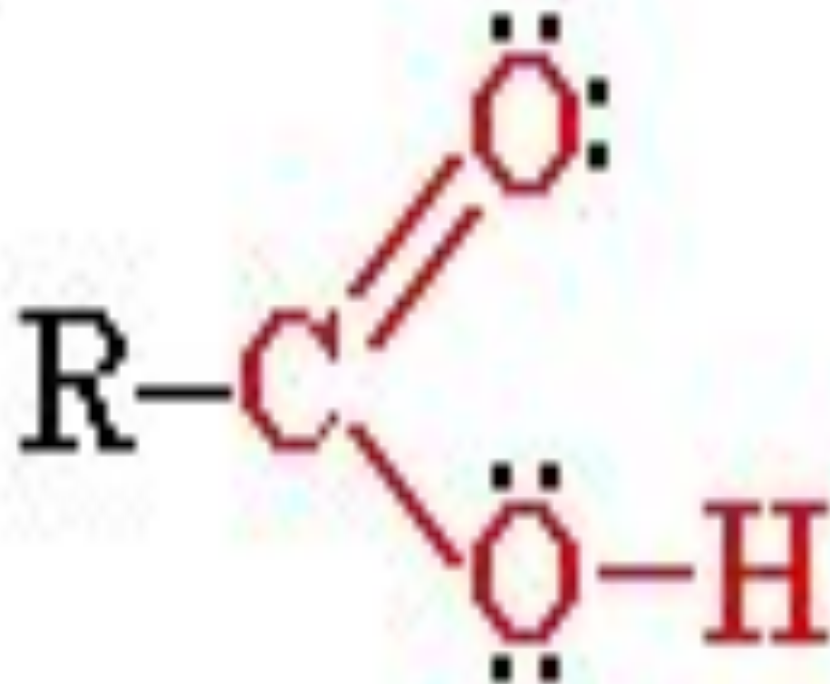
Изучить способы получения карбоновых кислот.

Показать значимость данной темы для фармации.

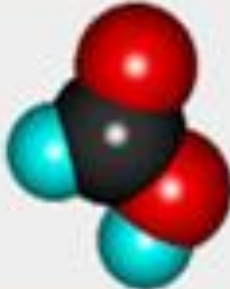
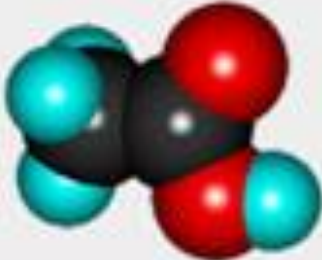
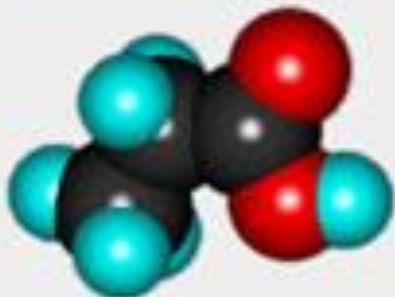
Вопросы, рассматриваемые на лекции

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 углеводородов
 2. Окисление альдегидов
 3. Окисление первичных спиртов
7. Значимость изучаемой темы.

Общая формула карбоновых кислот



Простейшие карбоновые кислоты

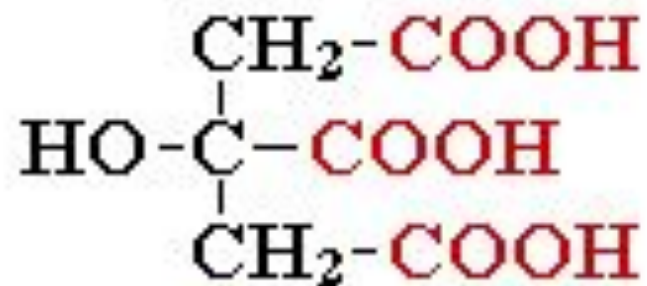
Название	Формула	Модель
Муравьиная кислота (метановая)	$\text{H}-\text{C}\begin{matrix} \text{=O} \\ \backslash \\ \text{OH} \end{matrix}$	
Уксусная кислота (этановая)	$\text{CH}_3-\text{C}\begin{matrix} \text{=O} \\ \backslash \\ \text{OH} \end{matrix}$	
Пропионовая кислота (пропановая)	$\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{C}\begin{matrix}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

Многоосновные карбоновые

КИСЛОТЫ

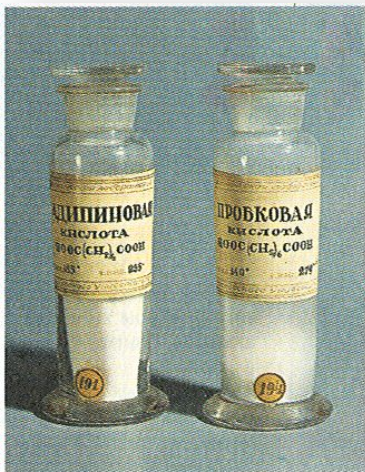


Малоновая
кислота

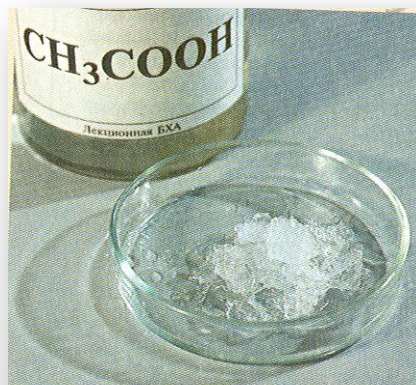


Лимонная
кислота

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



Адипиновая,
пробковая кислоты.



Ледяная
уксусная кислота



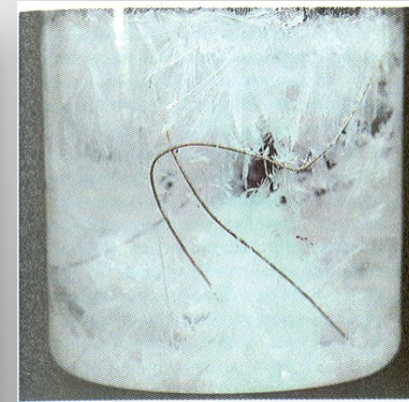
Кристаллы
монохлоруксусной
кислоты.



Производные уксусной
кислоты – ацетамид и
ацетонитрил



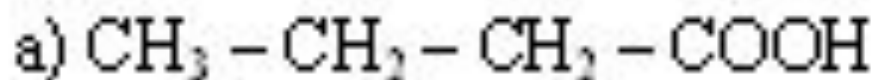
Масляная, капроновая,
маргариновая,
стеариновая кислоты



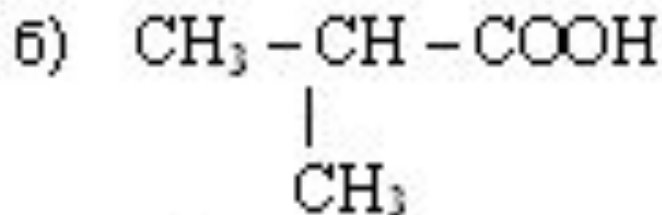
Игольчатые
кристаллы
бензойной
кислоты

Изомерия скелета в

углеводородном радикале, начиная с C_4

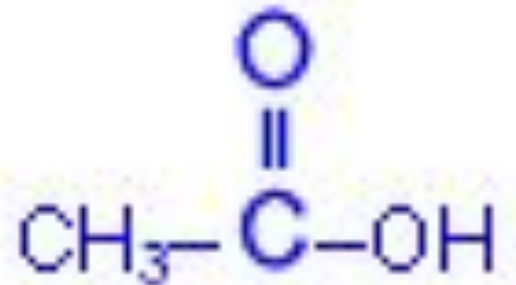


Бутановая кислота
(масляная)

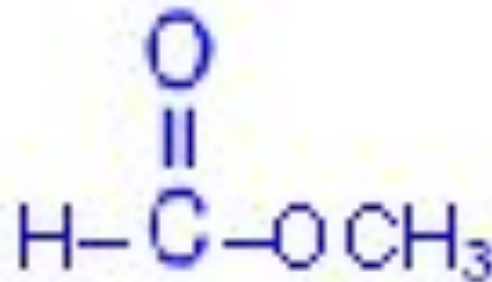


2-метилпропановая кислота
(изомасляная, α -метилпропионовая)

Межклассовая изомерия $C_2H_4O_2$

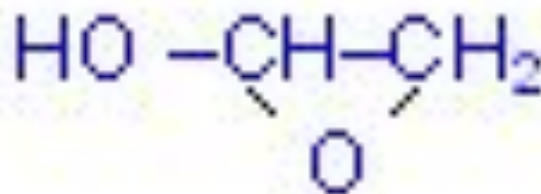
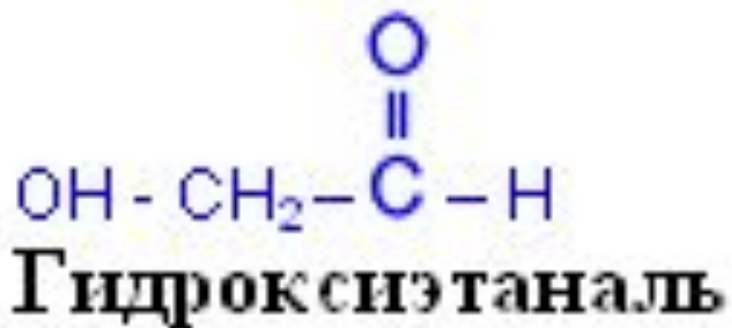


**Уксусная
кислота**



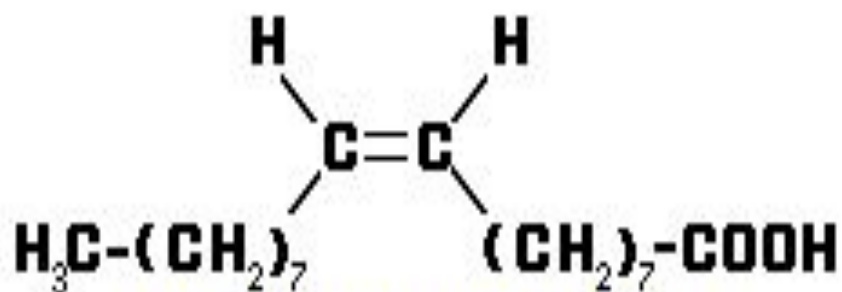
**Метилформиат
(сложный эфир)**

Межклассовая изомерия $C_2H_4O_2$

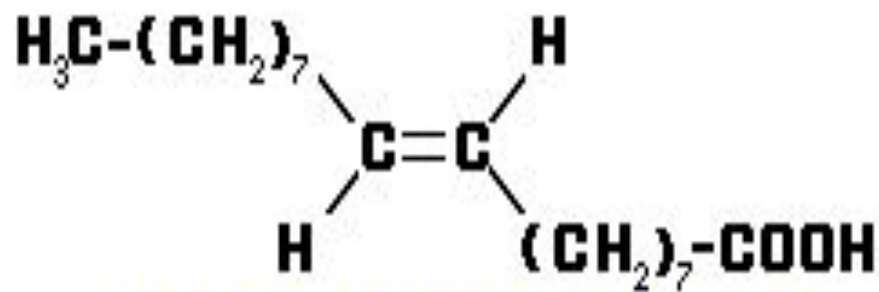


Гидроксипероксид

Пространственная изомерия

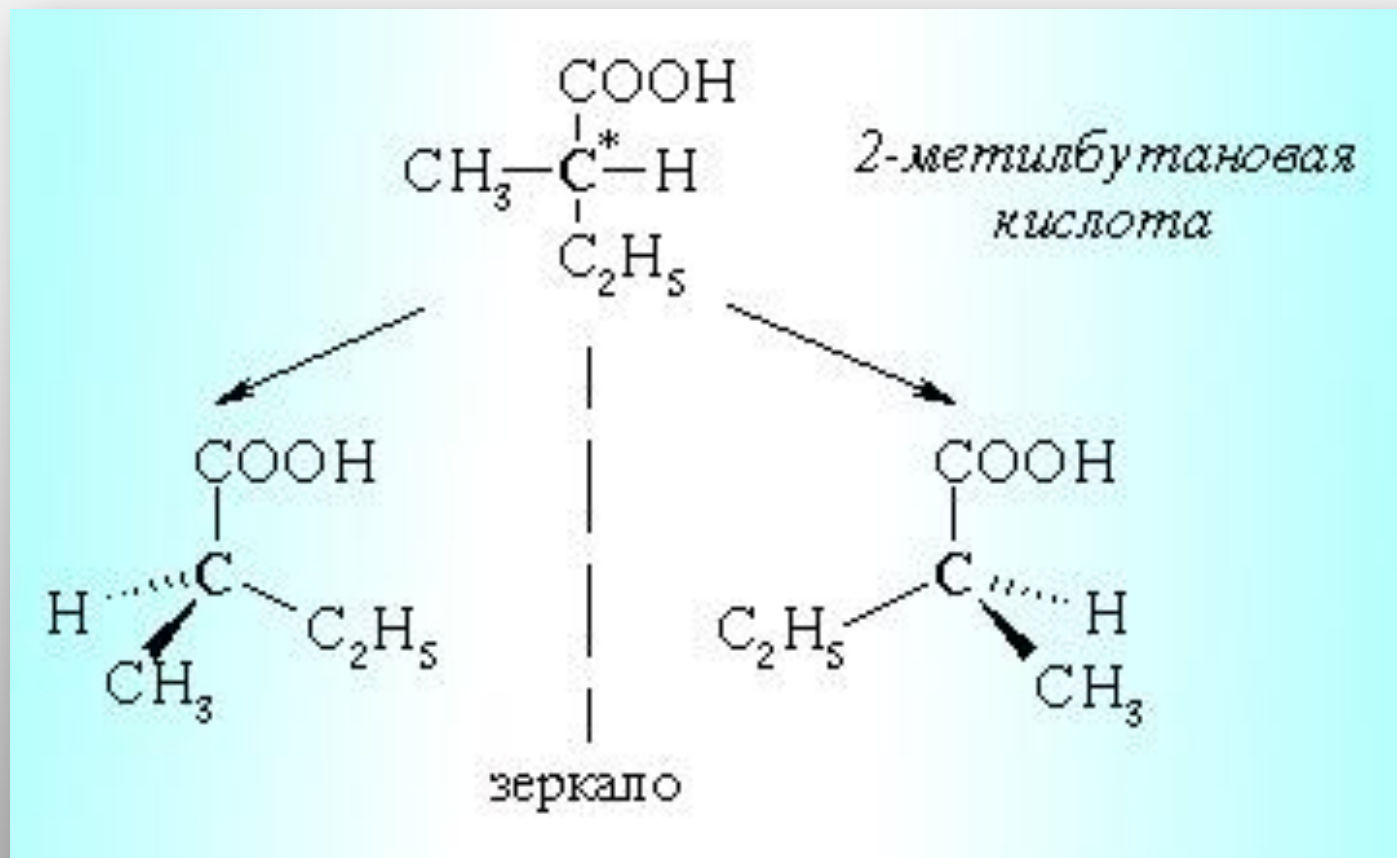


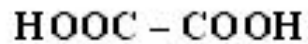
цис-олеиновая кислота



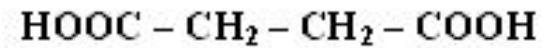
транс-олеиновая кислота

Оптическая изомерия

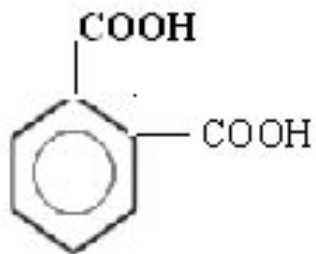




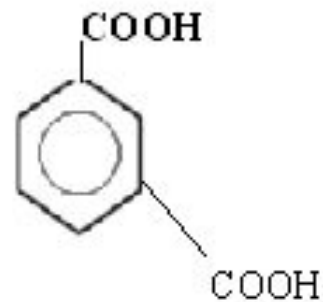
Эта**нди**овая (щавелевая) кислота



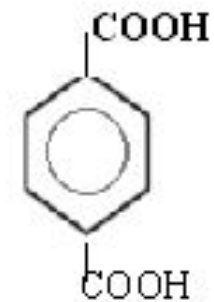
Бута**нди**овая (янтарная) кислота



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



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



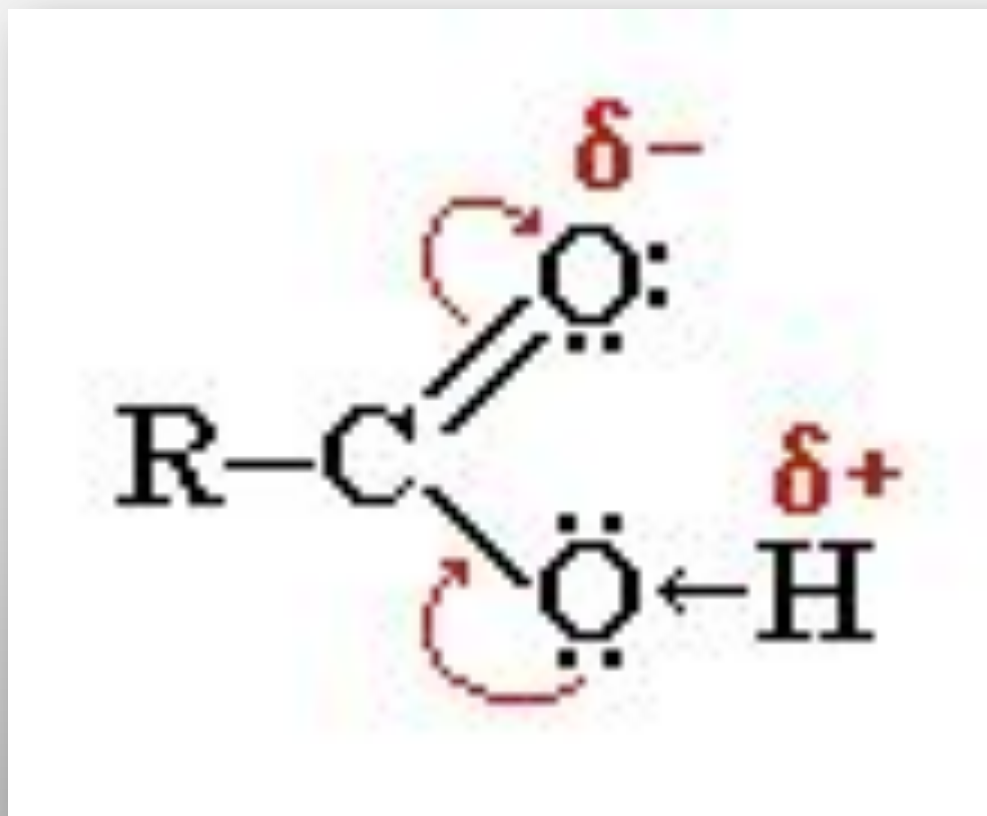
Бензол -1,4- **дикарбо**новая
(терефталиевая) кислота

СВОЙСТВА ДИКАРБОНОВЫХ КИСЛОТ

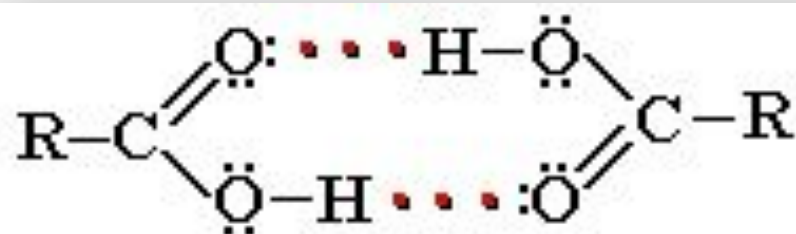
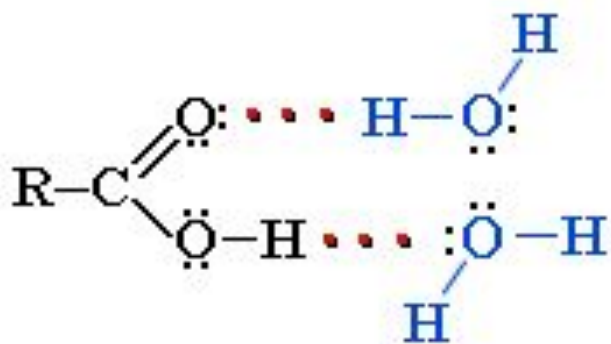
Формула	Тривиальное название к-ты	Т пл., °С	d_4^{25}	Р-римость в воде, при 20 °С, г/100г	Константы диссоциации (вода, 25 °С)	
					$K_1 \cdot 10^5$	$K_2 \cdot 10^5$
HOOC-COOH	Щавелевая	179,5	1,653	8,0	5900	6,4
HOOCCH ₂ COOH	Малоновая	135	1,619	73,5	177	0,47
HOOC(CH ₂) ₂ COOH	Янтарная	188	1,572	5,8	6,89	0,25
HOOC(CH ₂) ₃ COOH	Глутаровая	97,5	1,424	63,9	4,58	0,53
HOOC(CH ₂) ₄ COOH	Адипиновая	153	1,344	1,6	3,7	0,53
HOOC(CH ₂) ₅ COOH	Пимелиновая	105,7	1,291	5,0	3,3	0,48
HOOC(CH ₂) ₆ COOH	Пробковая	144	1,266	0,16	3,07	0,47
HOOC(CH ₂) ₇ COOH	Азелаиновая	106,5	1,225	0,24	2,82	0,38
HOOC(CH ₂) ₈ 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 ₆ H ₄ (COOH) ₂	Фталевая	234	1,593	0,57	122	0,39
<i>м</i> -C ₆ H ₄ (COOH) ₂	Изофталевая	348	1,507	0,013	29	2,40
<i>п</i> -C ₆ H ₄ (COOH) ₂	Терефталевая	Возг	1,510	0,0019*	29	3,47

* При 25 °С **При 100 °С

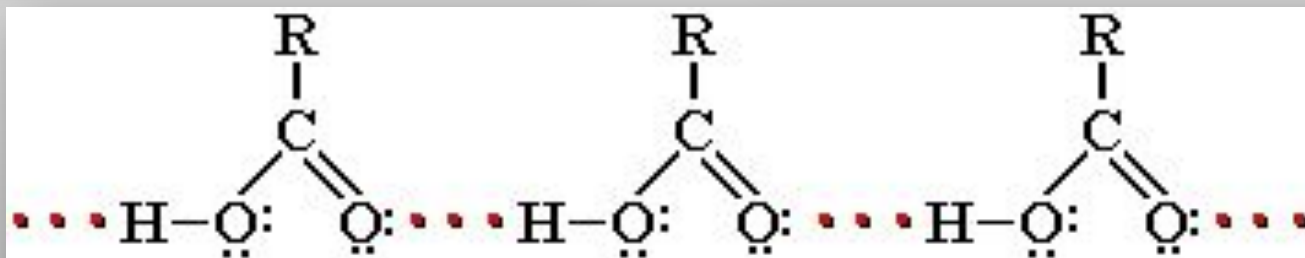
Строение карбоксильной группы



Диссоциация кислот в водном растворе

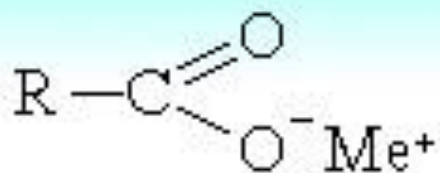


Образование димеров
карбоновых кислот



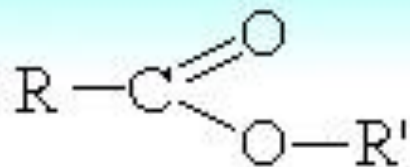
Ассоциация молекул
карбоновых кислот

Функциональные производные карбоновых кислот

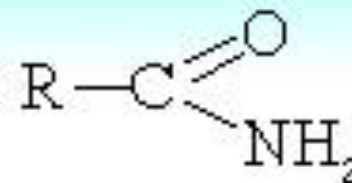


(Me - металл)

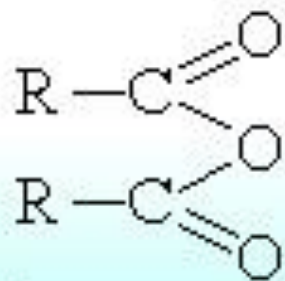
Соли



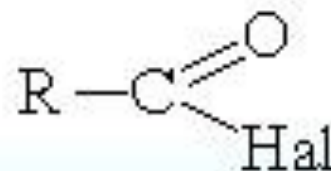
Сложные эфиры



Амиды



Ангидриды

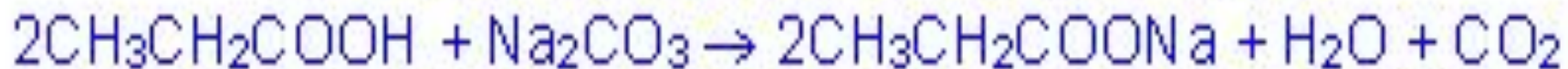
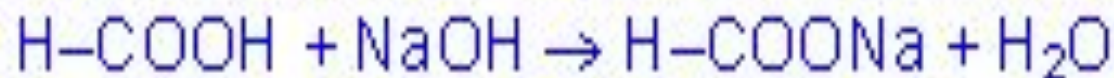


(Hal - галоген)

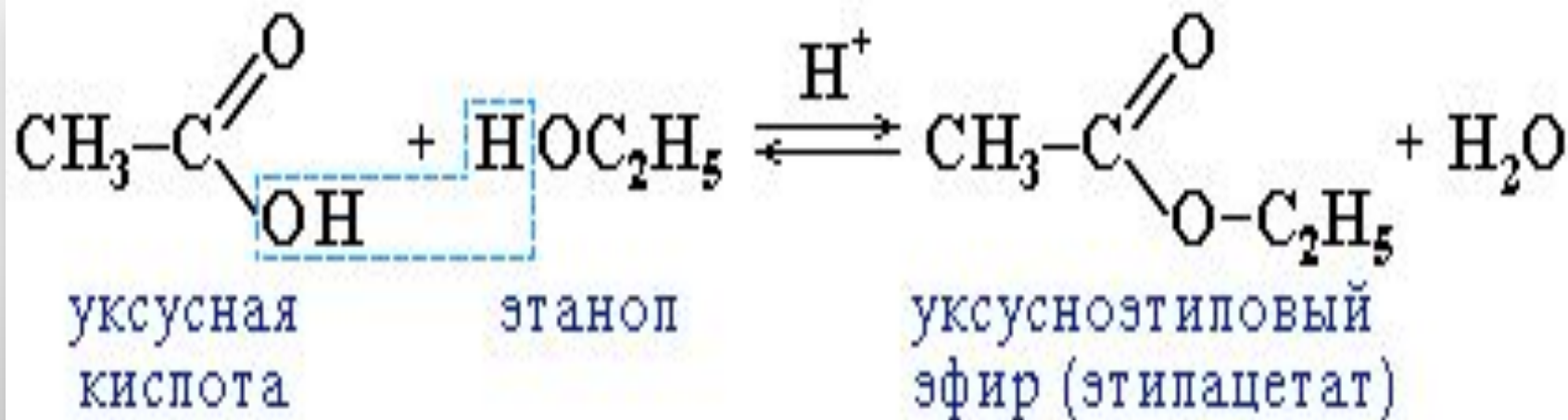
Галогенангидриды

Химические свойства кислот

Образование солей

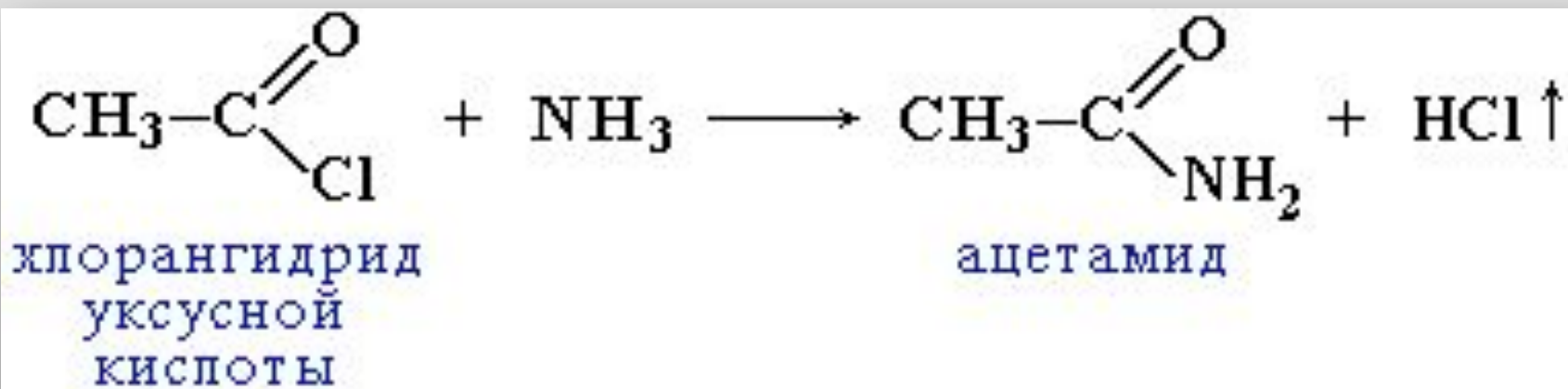
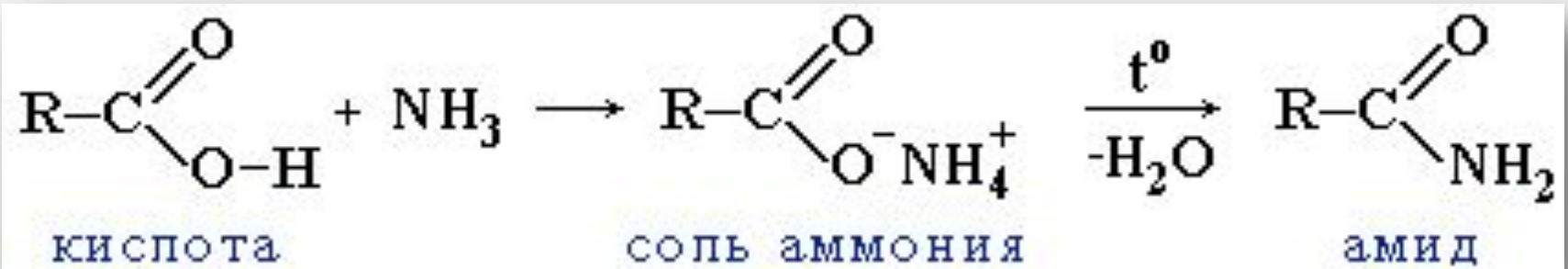


Образование сложных эфиров $R'-COOR''$

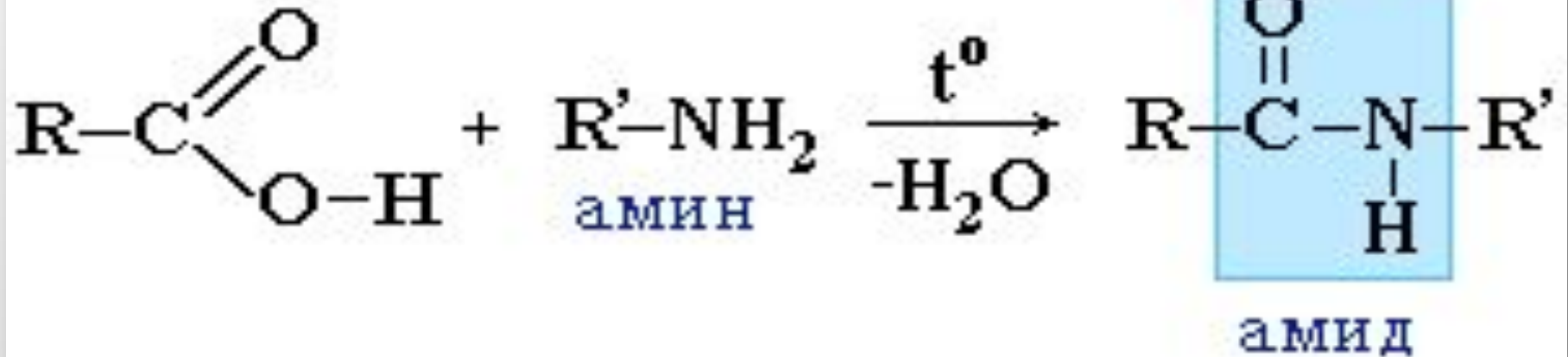


Образование амидов

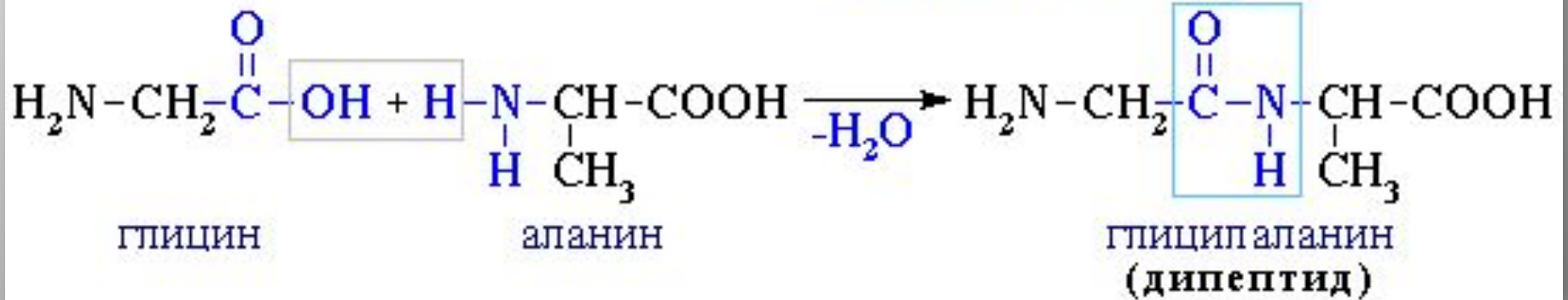
RCOONH₂

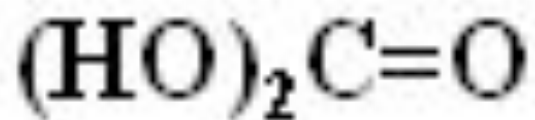


амидная группа

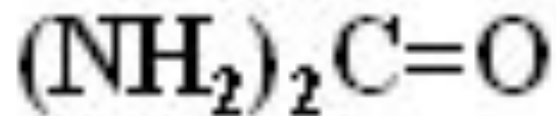


амидная группа





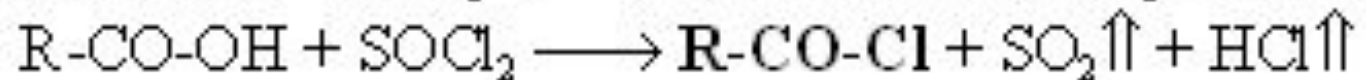
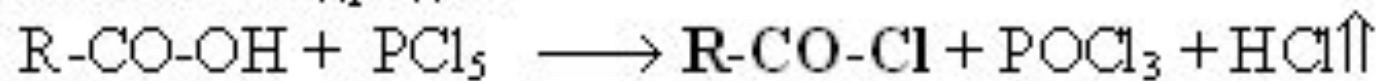
угольная кислота



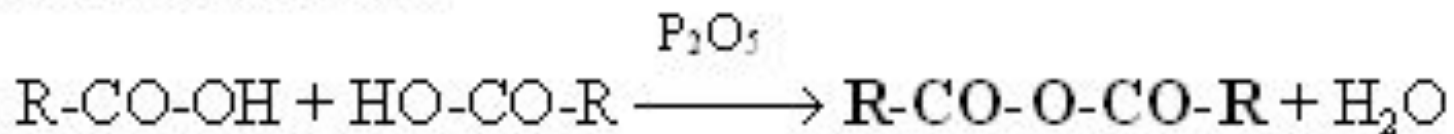
карбамид (мочевина)

Галогенангидриды и ангидриды

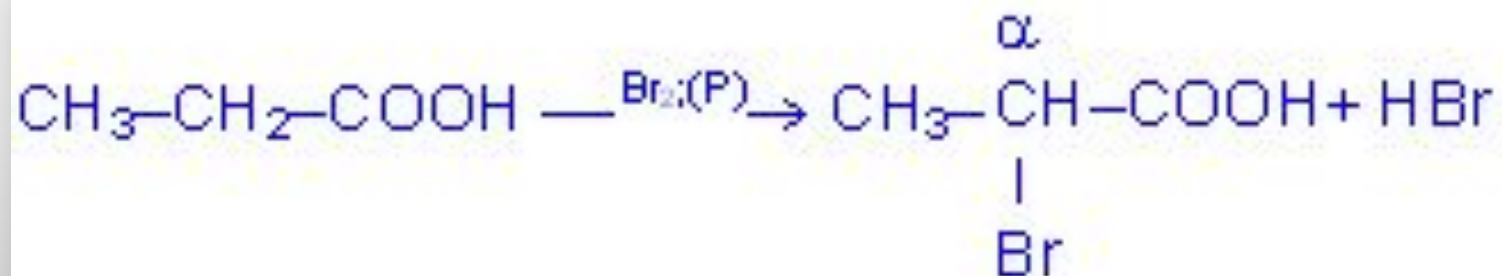
Образование галогенангидридов:



Получение ангидридов:



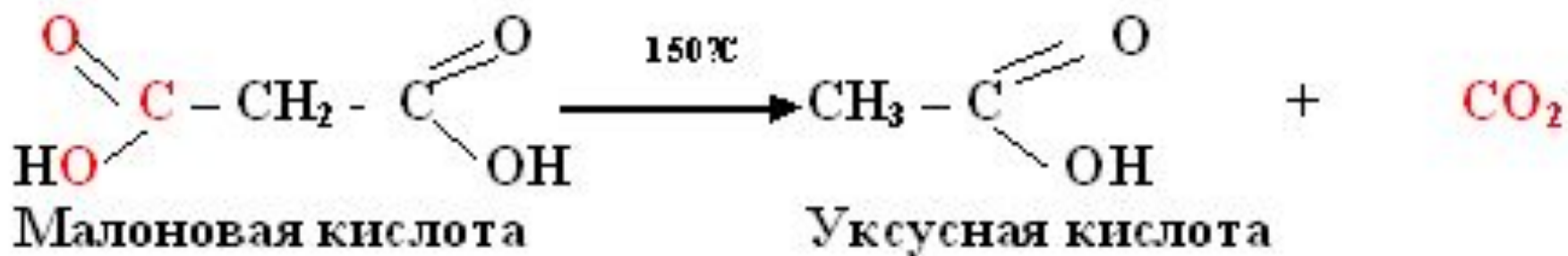
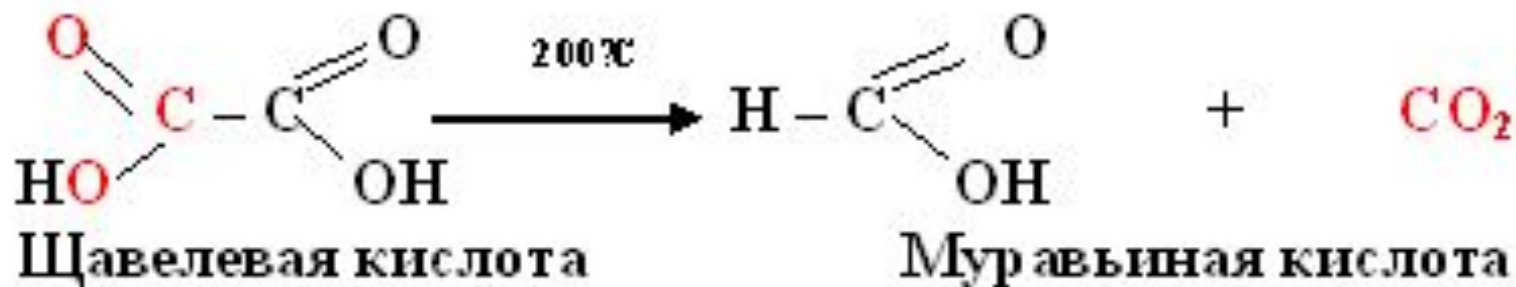
Галогенирование

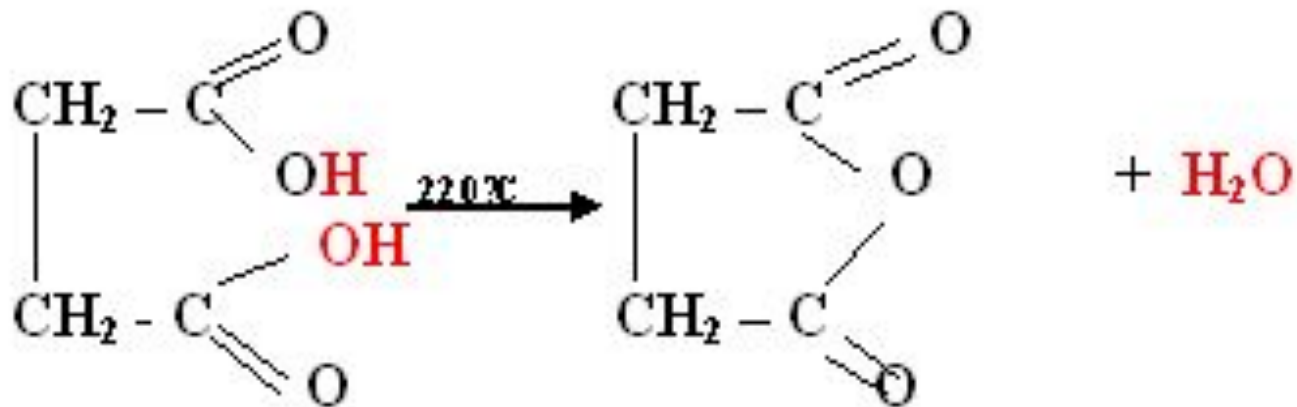


(α -бромпропионовая кислота (2-бромпропановая кислота))

Полное окисление (горение) карбоновых кислот

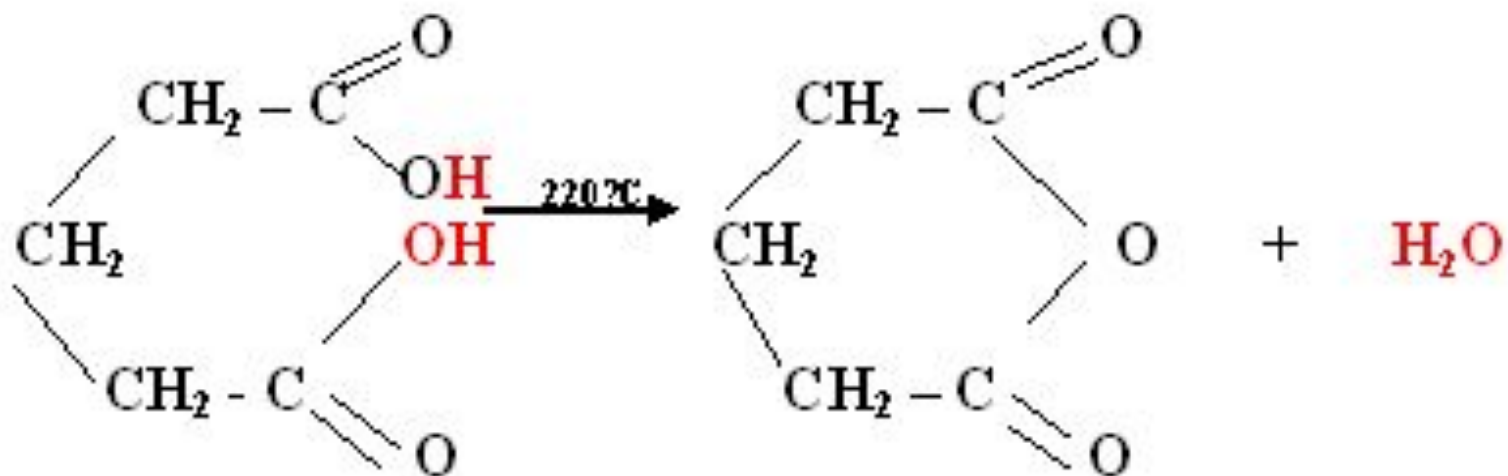






Янтарная кислота

Янтарный ангидрид



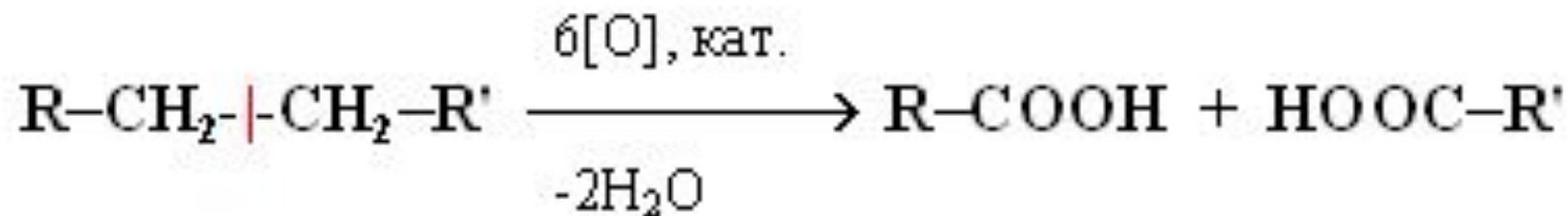
Глутаровая кислота

Глутаровый ангидрид

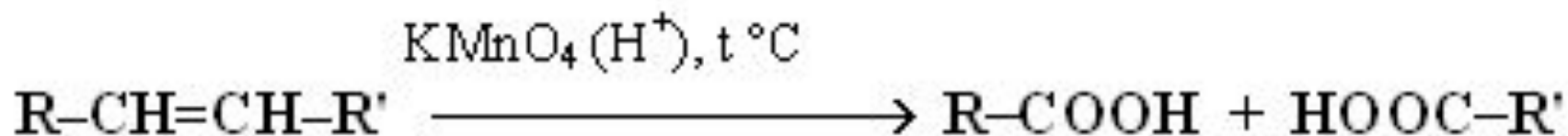
Получение карбоновых кислот

1. Окисление углеводородов:

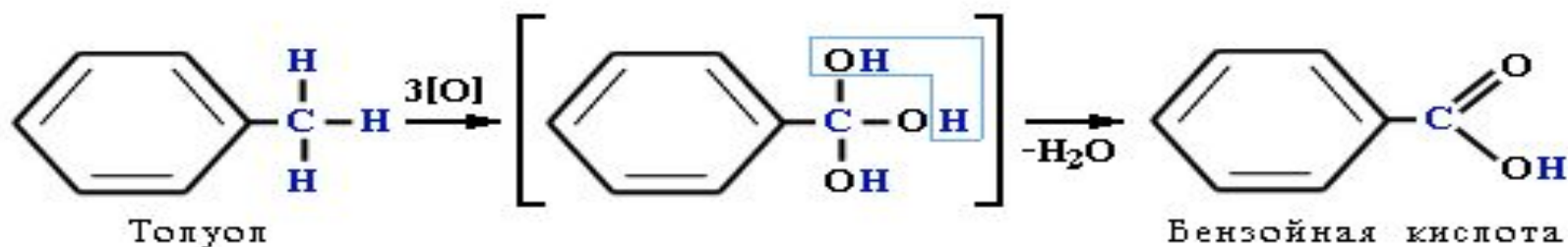
а)



б)

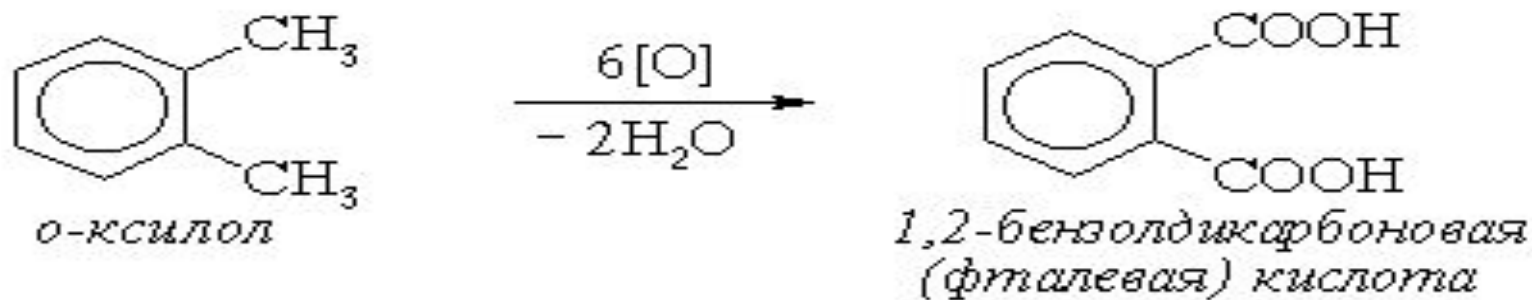
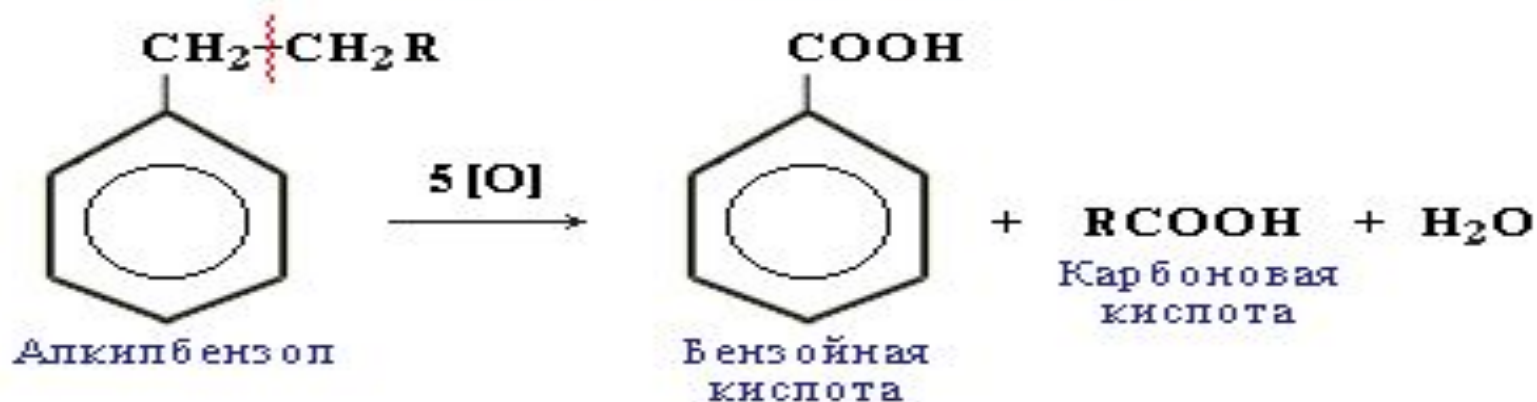


в) **окисление ароматических углеводородов**

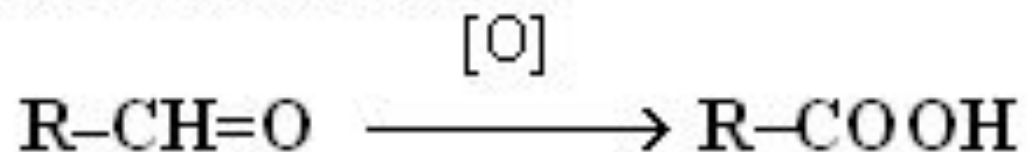


Толуол обесцвечивает раствор $\text{KMnO}_4(\text{H}^+)$ при нагревании.

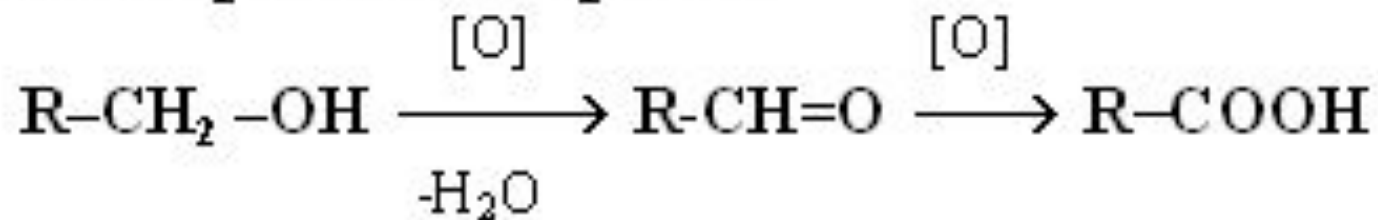
Окисление алкилбензолов



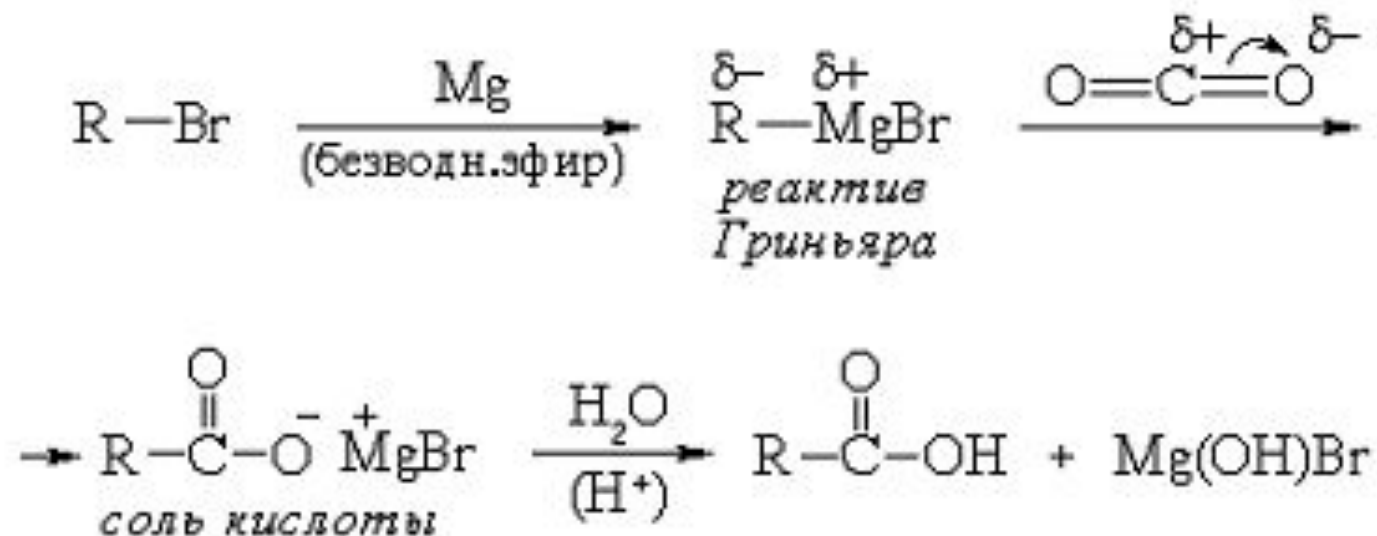
2. Окисление альдегидов:



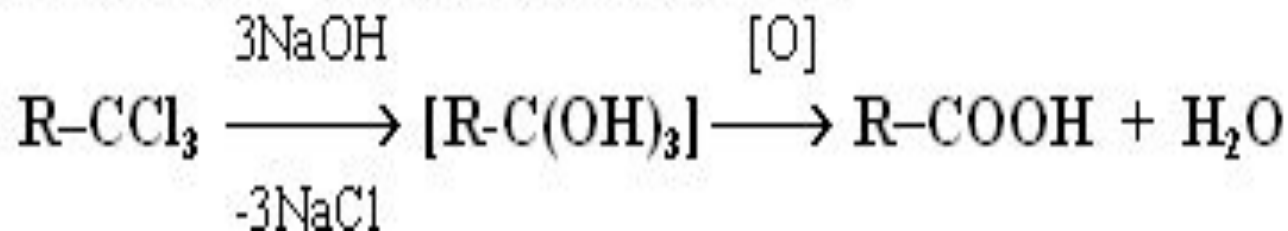
3. Окисление первичных спиртов:



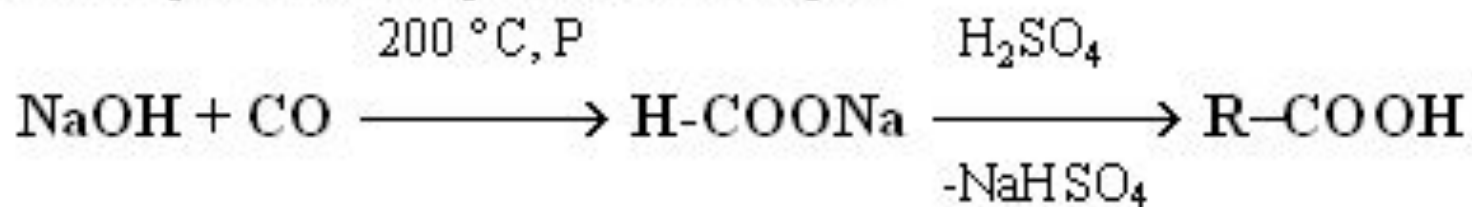
- Взаимодействие реактива Гриньяра с диоксидом углерода CO_2



- 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

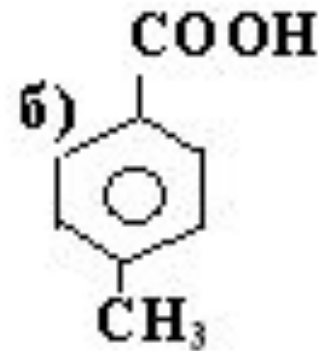
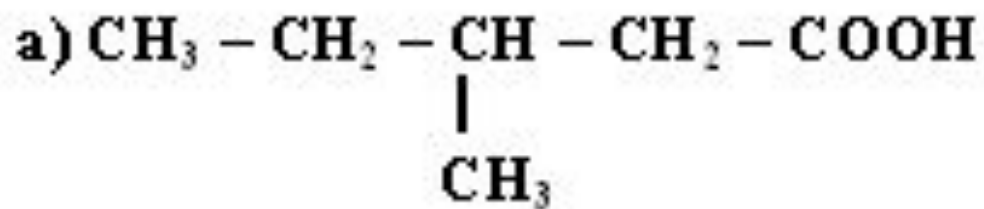
- **3. Этилацетат можно получить при взаимодействии . . .**
- **Ответ 1** : метанол + муравьиная кислота
- **Ответ 2** : этанол + муравьиная кислота
- **Ответ 3** : метанол + уксусная кислота
- **Ответ 4** : этанол + уксусная кислота

Контрольные вопросы

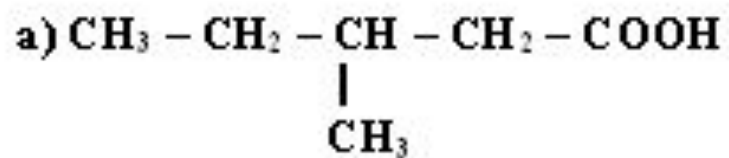
- 4. Для получения 1,5 моль этилового эфира муравьиной кислоты
- израсходовано 138 г этанола. Какова массовая доля выхода эфира
- в % от теоретически возможного?
- **Ответ 1** : 50%
- **Ответ 2** : 75%
- **Ответ 3** : 85%
- **Ответ 4** : 95%

Контрольные вопросы

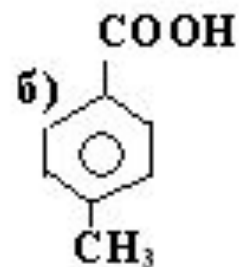
1. Назовите соединения по номенклатуре ИРАС:



Контрольные вопросы



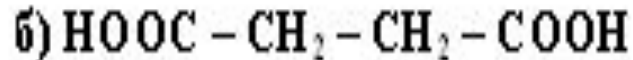
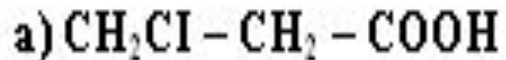
а) 3-метилпентановая
кислота



б) 4-метилбензойная
кислота

Контрольные вопросы

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

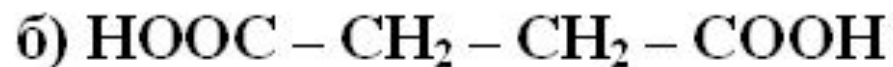


Контрольные вопросы



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.

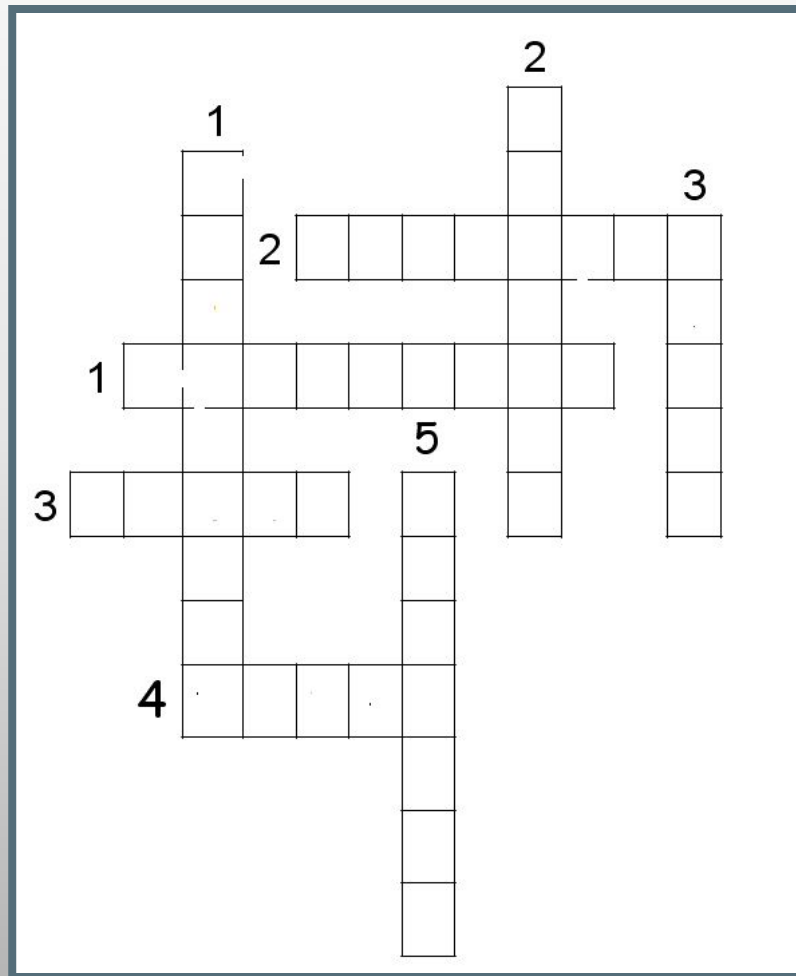
Тесты 2 уровня

- 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 монокрбоновая кислота
- (метановая)