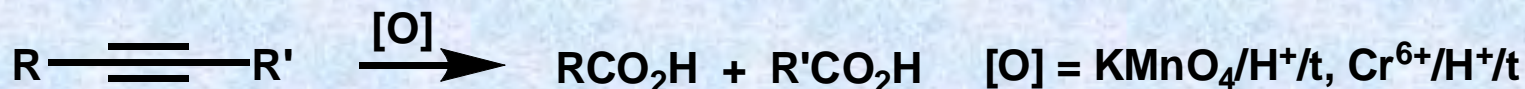
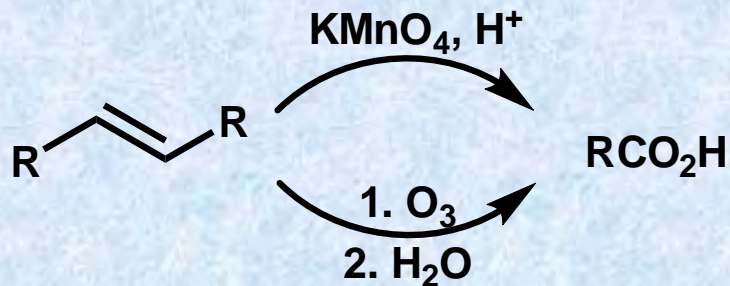
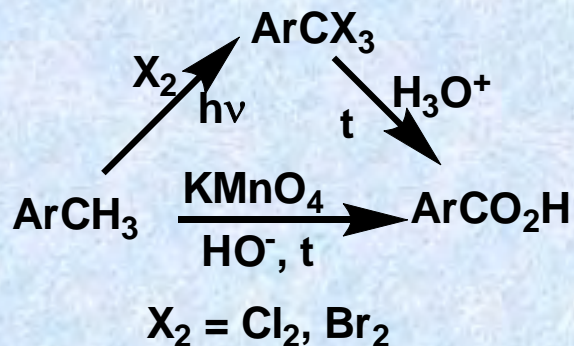
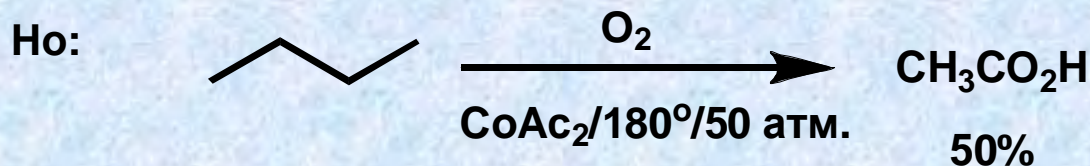
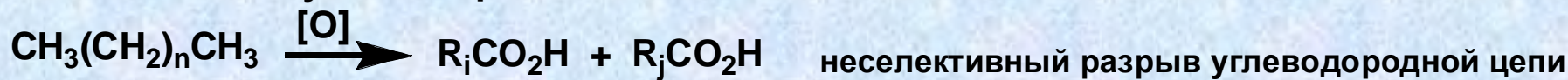
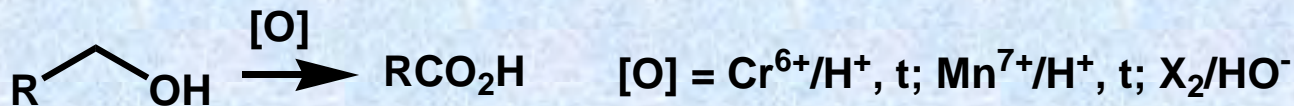


Методы получения

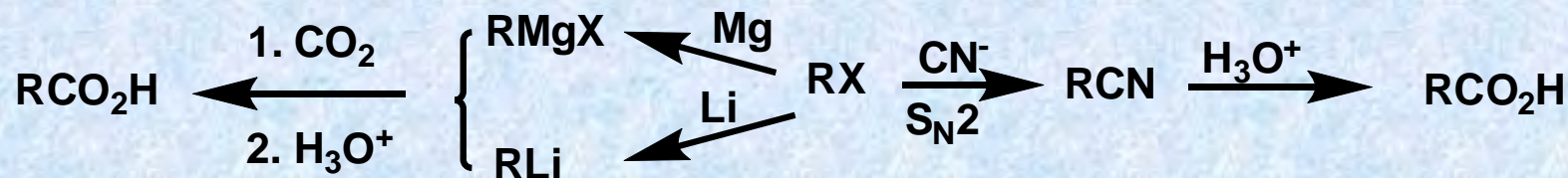
Окисление углеводородов



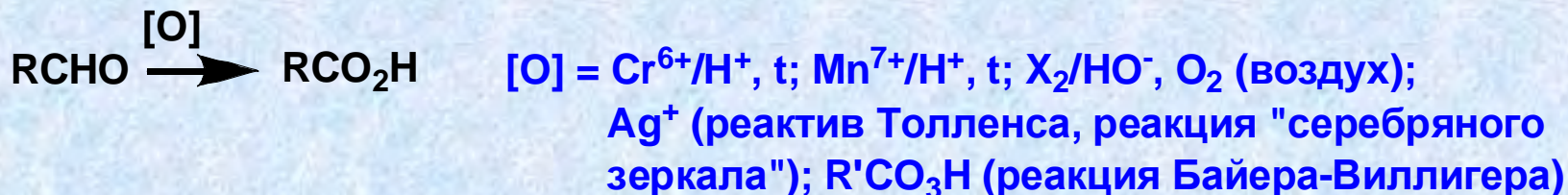
Окисление спиртов



Из алкилгалогенидов

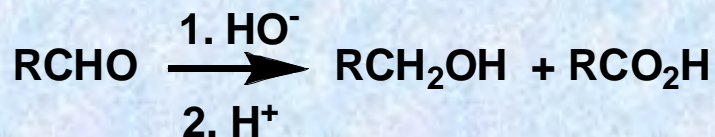


Окисление альдегидов

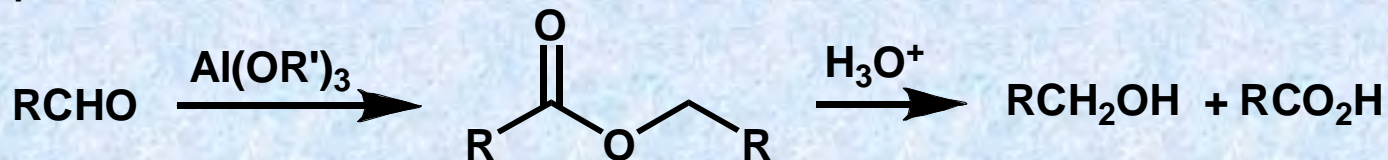


Реакции диспропорционирования альдегидов

реакция **Канницаро** (R - не содержит протонов у α -углеродного атома)

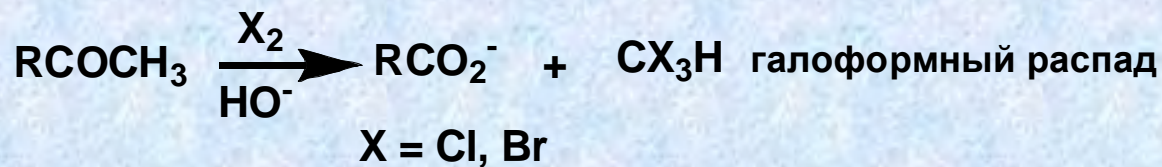
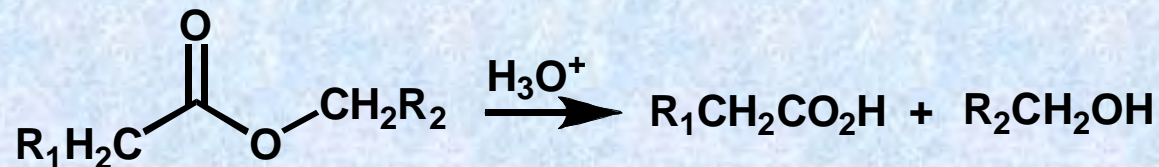
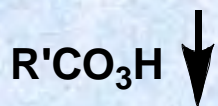
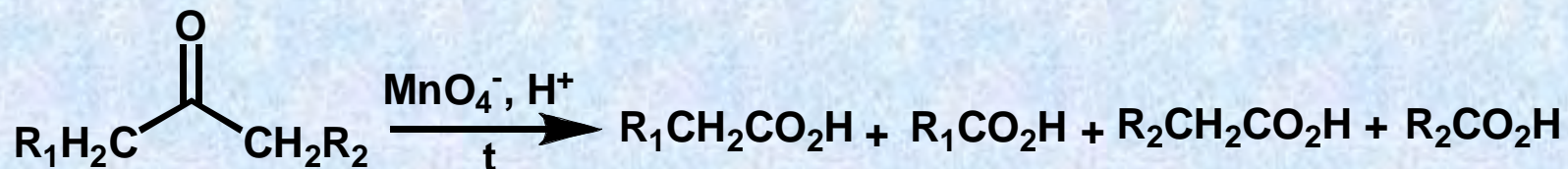


реакция **Тищенко**

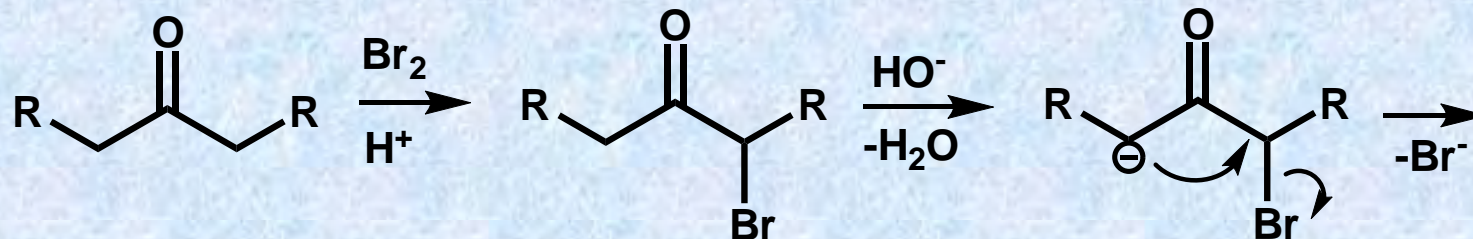


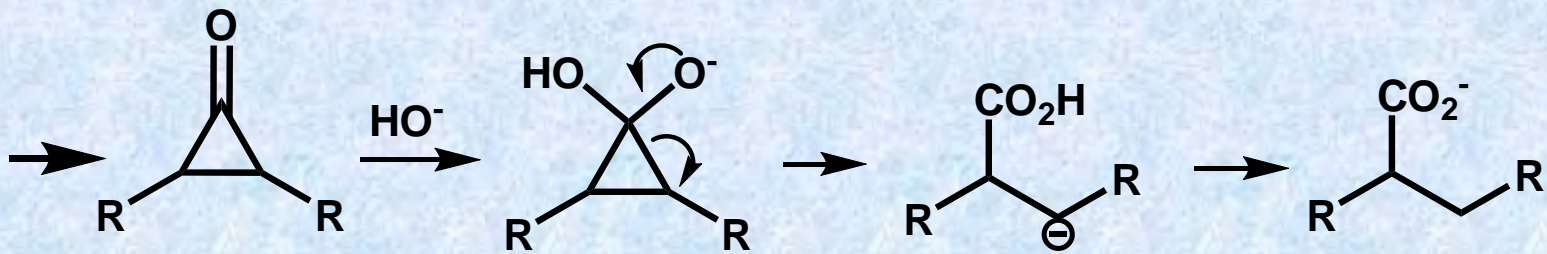
Из кетонов

Окисление происходит с разрушением скелета

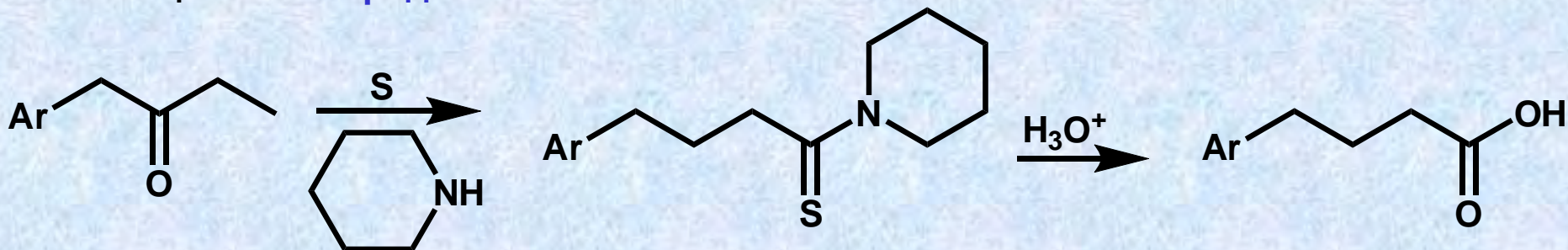


Перегруппировка Фаворского

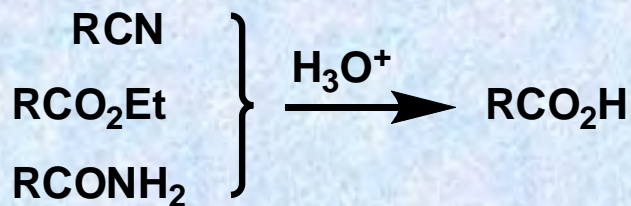




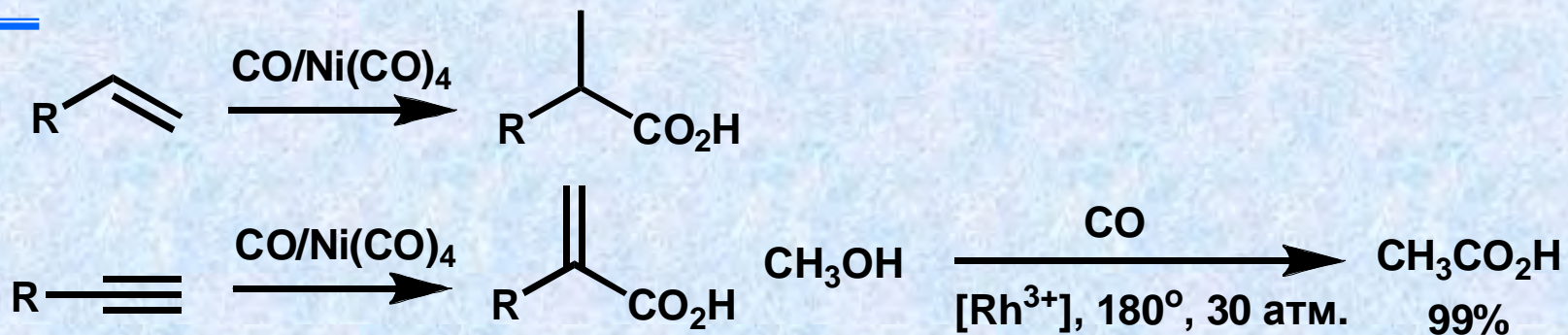
Реакция Вильгеродта

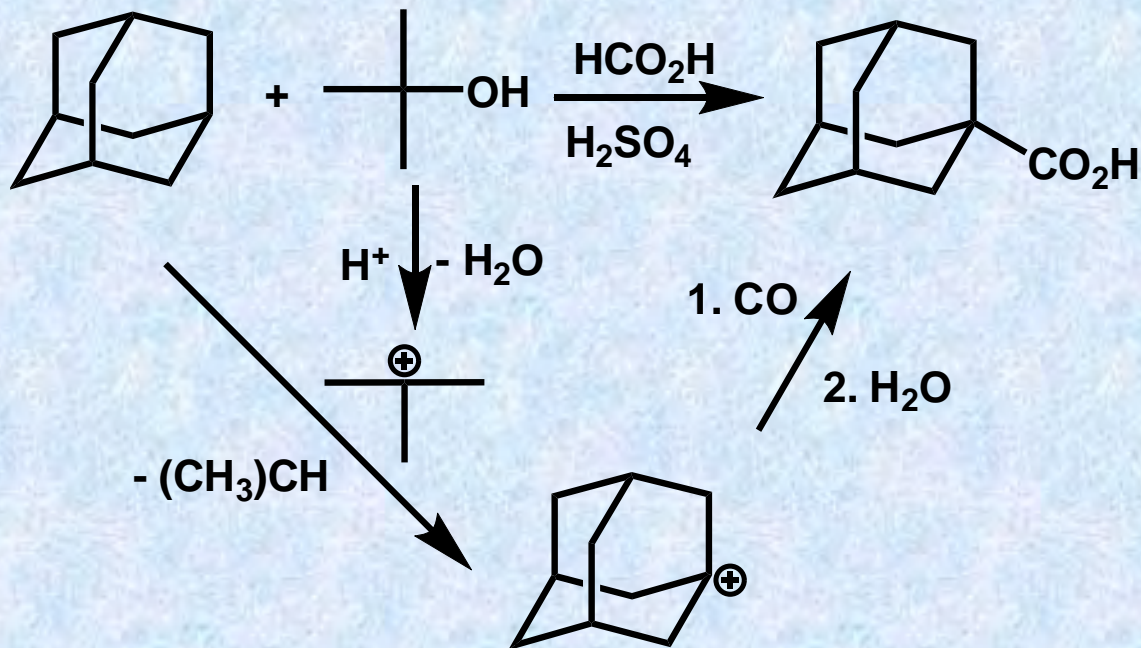
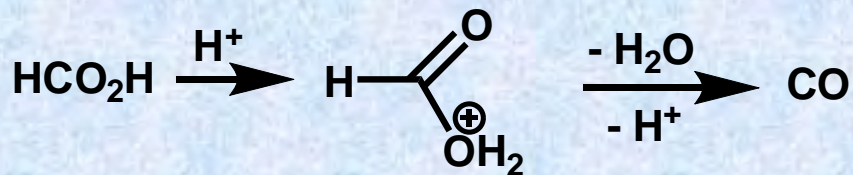
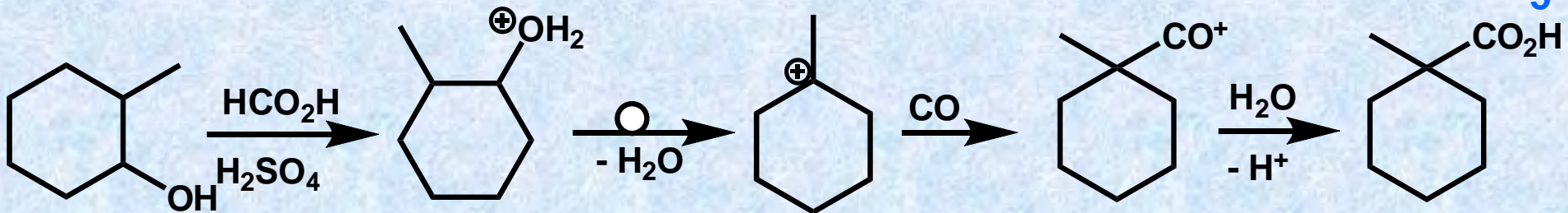


Гидролиз производных карбоновых кислот

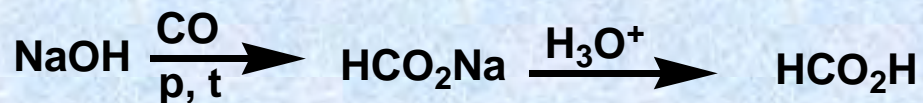


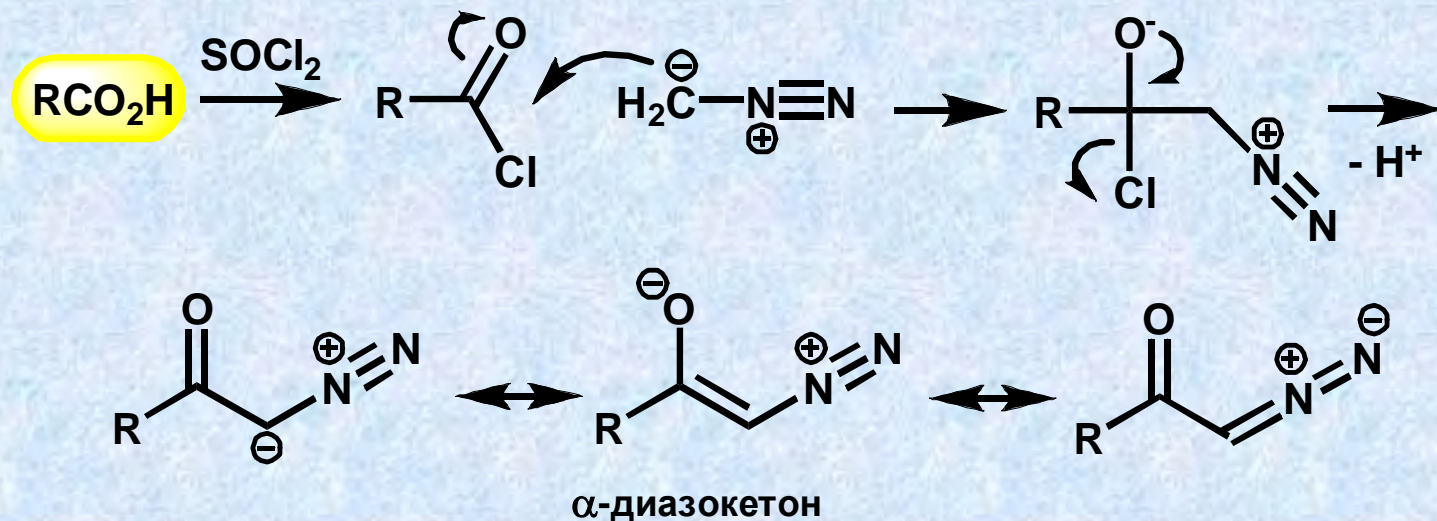
Синтез Релле



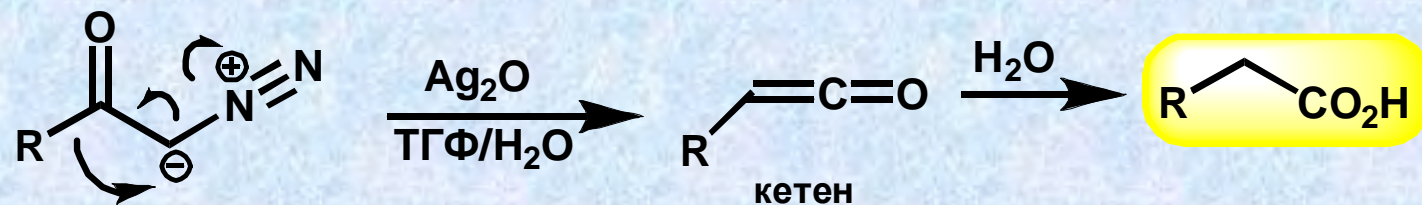


Синтез муравьиной кислоты (в промышленности)





Перегруппировка **Вольфа**



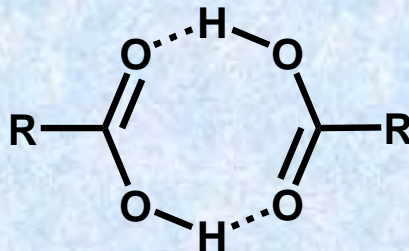
Свойства карбоновых кислот

Тривиальные названия некоторых кислот RCO_2H :

$\text{R} = \text{H}$ (муравьиная), CH_3 (уксусная), C_2H_5 (пропионовая), C_3H_7 (масляная), C_4H_9 (валериановая), C_5H_{11} (капроновая), $\text{C}_{15}\text{H}_{31}$ (пальмитиновая), $\text{C}_{16}\text{H}_{33}$ (маргариновая), $\text{C}_{17}\text{H}_{35}$ (стеариновая)

Номенклатурное название кислот – «алкановая» (метановая, этановая, пропановая)

Высокая растворимость в воде, высокая температура кипения



Кислотность



Акцепторные заместители R повышают устойчивость аниона (и кислотность соответствующей кислоты), доноры - снижают

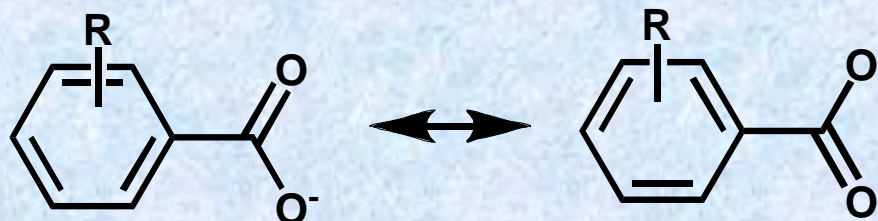
RCO_2H

R	H	CH_3	C_6H_5	CF_3
pK	3.75	4.75	4.2	0.2

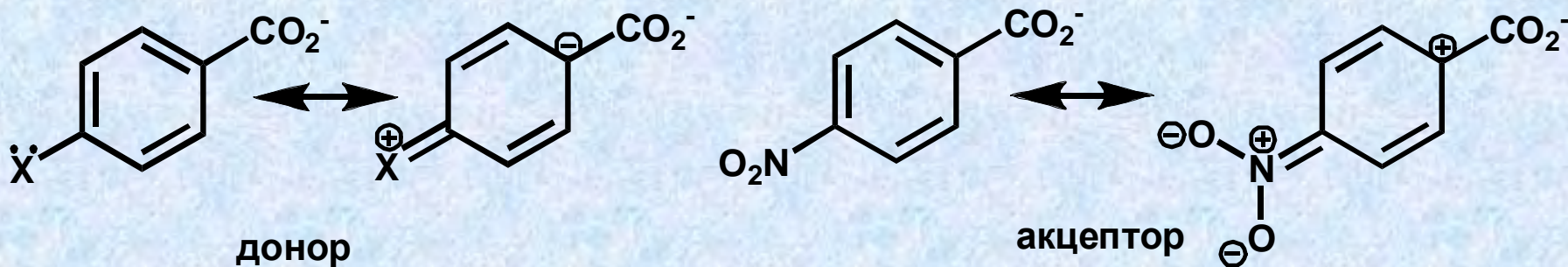
Сила кислоты X-C₆H₂CO₂H

X	2-CO ₂ H	2-OH	4-NO ₂	4-CO ₂ H	3-CO ₂ H	2-CH ₃	H	3 (4)-CH ₃	4-OCH ₃	4-NH ₂
pK	2.95	2.98	3.4	3.54	3.62	3.9	4.2	4.3	4.49	4.92

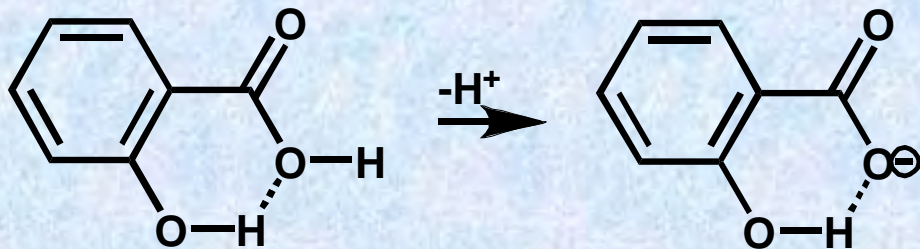
Отсутствие прямого сопряжения заряженных атомов кислорода с заместителем в ароматическом кольце



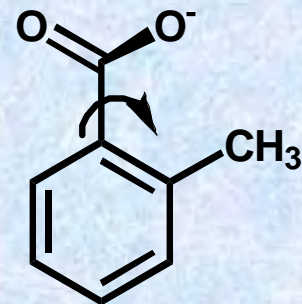
"Косвенное" влияние мезомерных заместителей



Влияние *орто*-заместителя



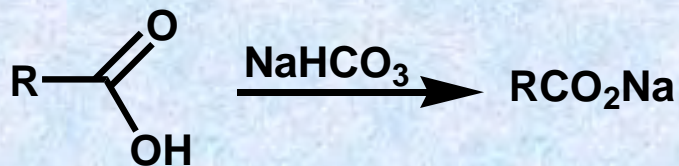
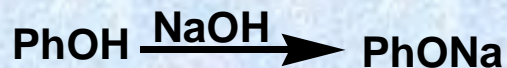
более устойчивая
BMBC



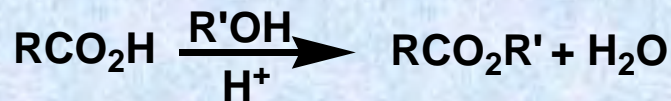
нарушение планарности
(сопряжения)

Производные карбоновых кислот

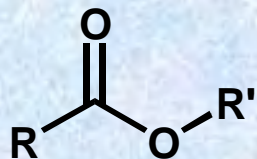
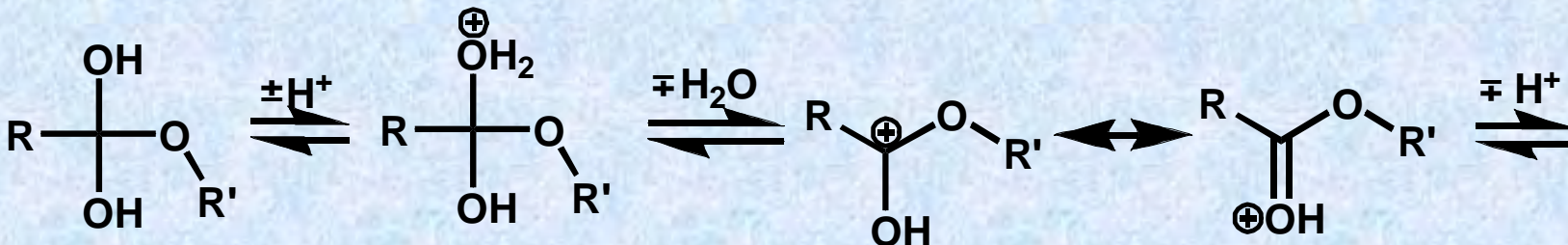
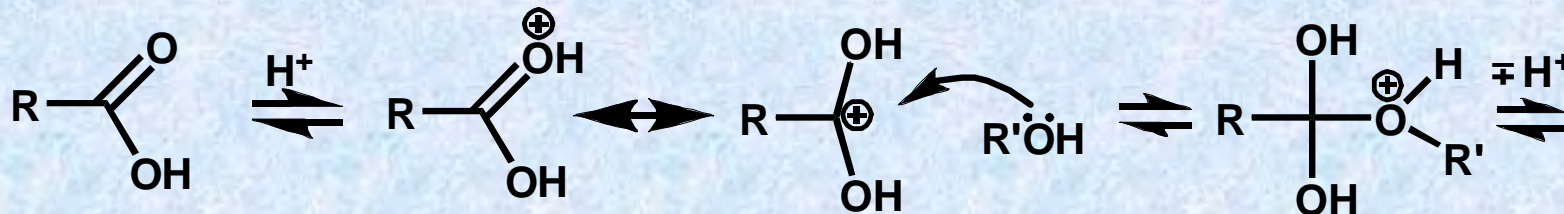
Образование солей



Образование сложных эфиров (реакция этерификации)



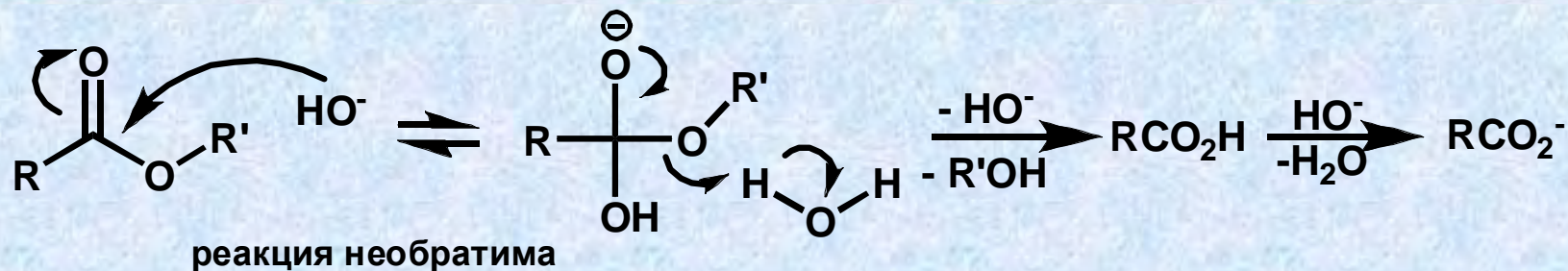
Фишер



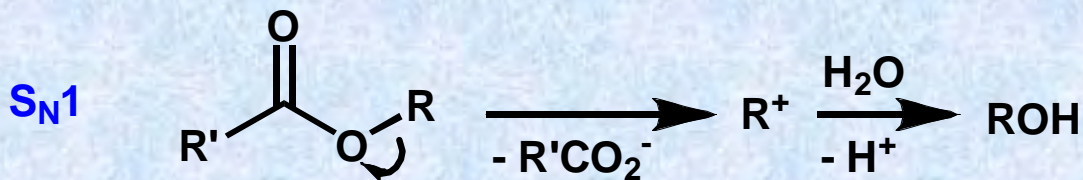
Все стадии процесса обратимы. Положение равновесия определяется количеством воды - при проведении этерификации воду необходимо удалять. В избытке воды в кислой среде происходит гидролиз эфира по той же самой схеме.



Образование эфиров при взаимодействии карбоновых кислот со спиртами в условиях щелочного катализа невозможно вследствие того, что первая стадия процесса – депротонирование карбоксильной группы, а образующийся карбоксилат-анион является очень слабым электрофилом.

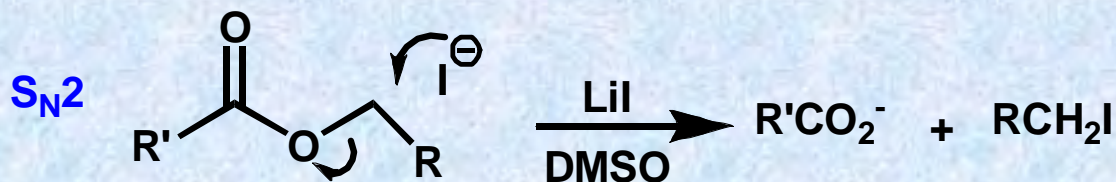


Другие механизмы гидролиза



возможно только в случае образования устойчивых катионов - аллильного, бензильного, трет-бутильного!

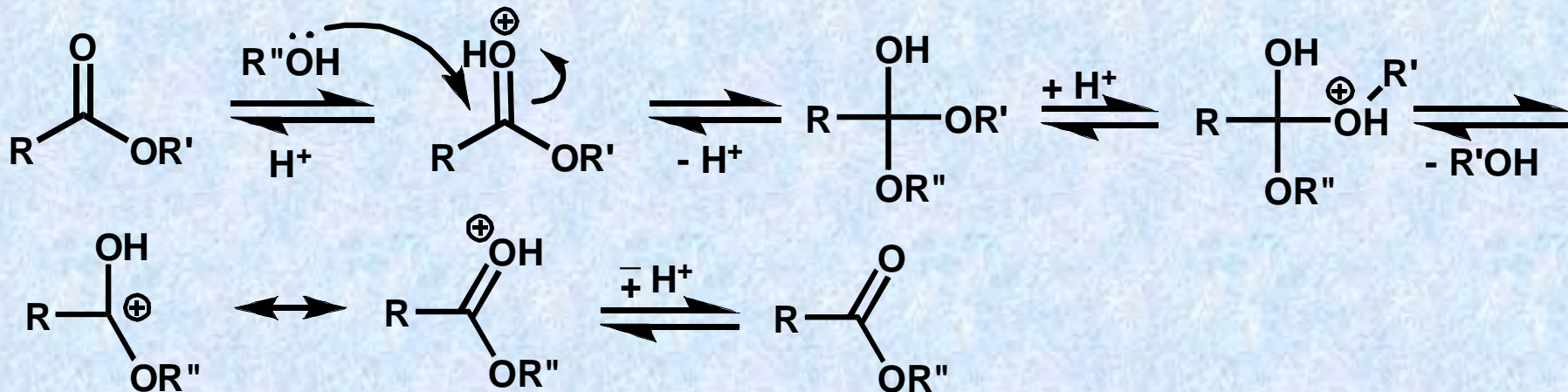
скорость реакции не зависит от pH среды



реакция очень чувствительна к характеру заместителя и позволяет гидролизовать метиловые эфиры ($R = H$) в присутствии этиловых ($R = CH_3$)

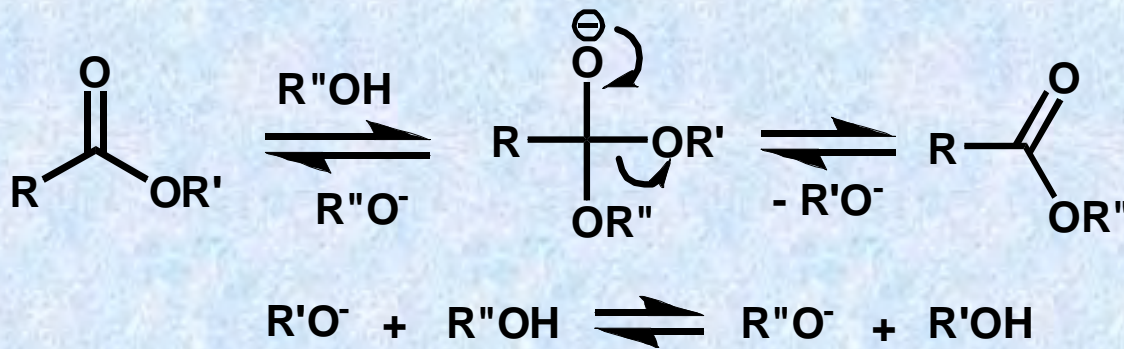
Переэтерификация

в кислой среде

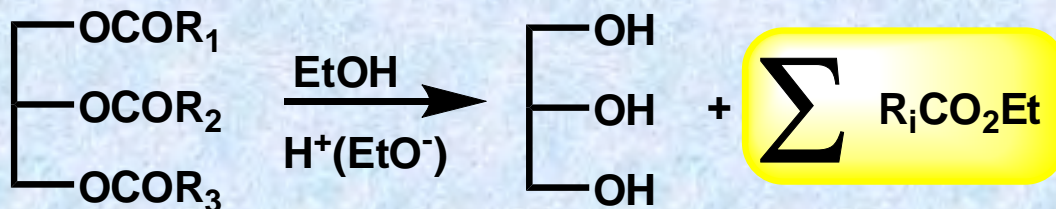


Все стадии реакции обратимы. Положение равновесия определяется избытком спирта

основной катализ



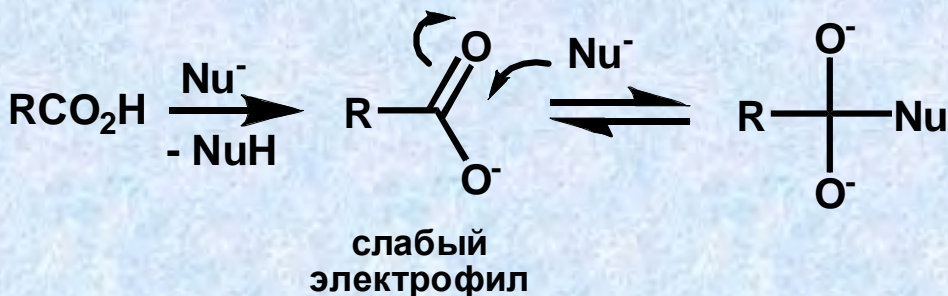
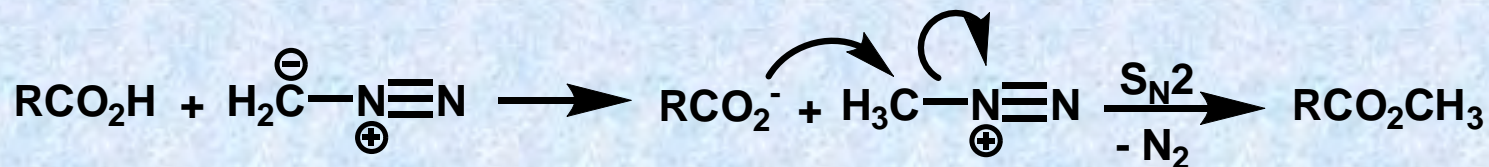
Положение равновесия определяется избытком спирта



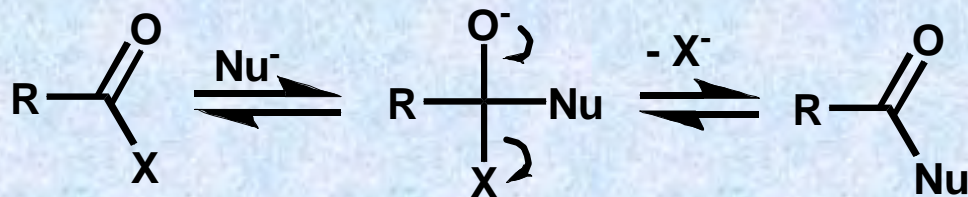
1. "биодизель"

2. анализ растительных жиров в виде эфиров

Взаимодействие с диазометаном



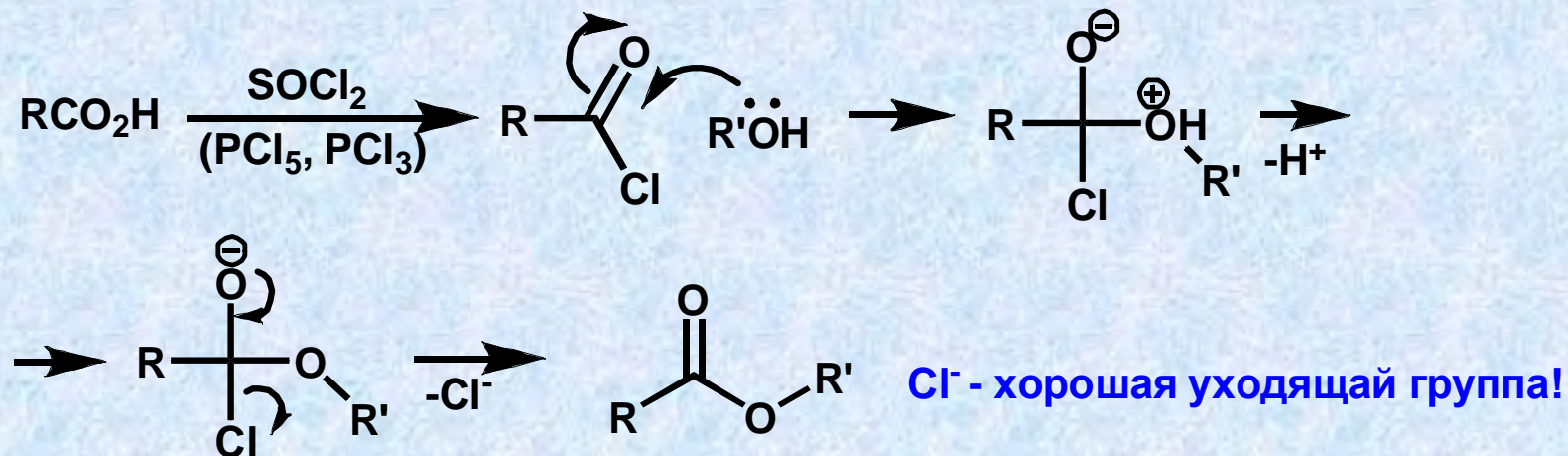
нет приемлемой уходящей группы кроме Nu^- - карбоновые кислоты и их соли очень малореакционноспособны по отношению к нуклеофилам!



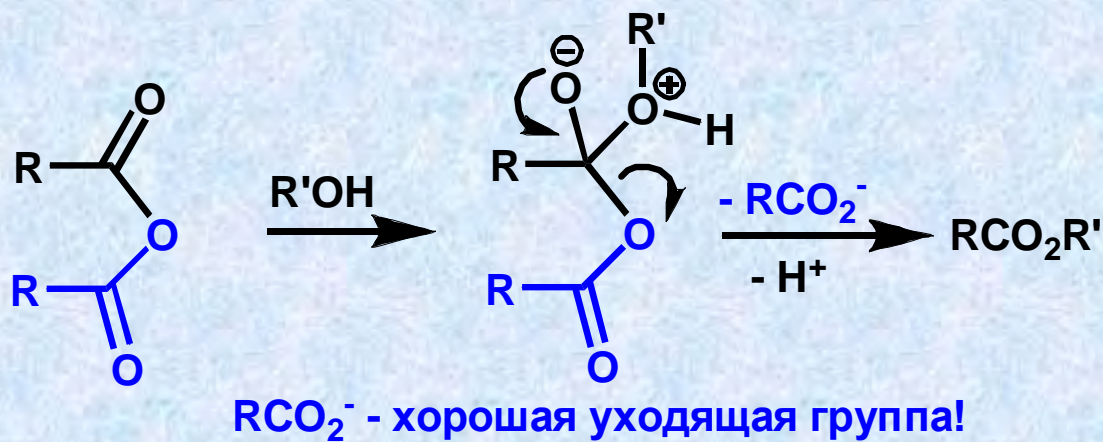
если группа X не способна к депротонированию и является хорошей уходящей, то реакции с нуклеофилами происходят легко!



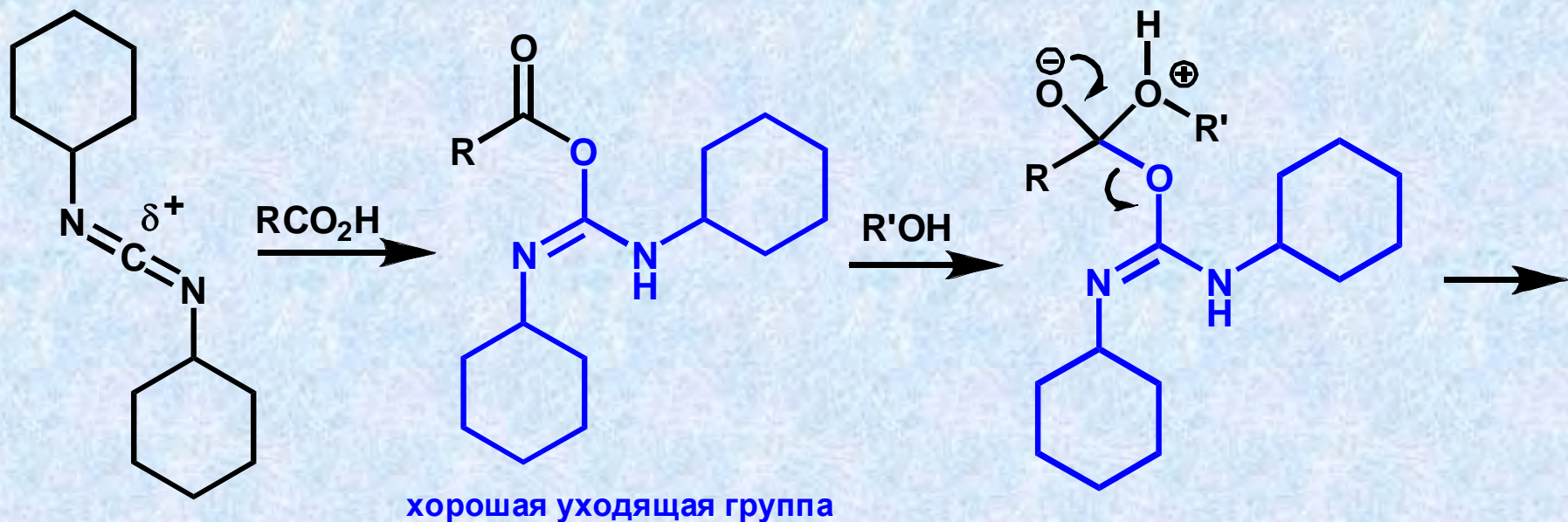
Синтез эфиров из хлорангидридов



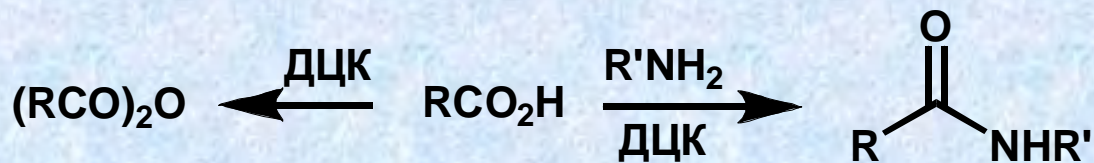
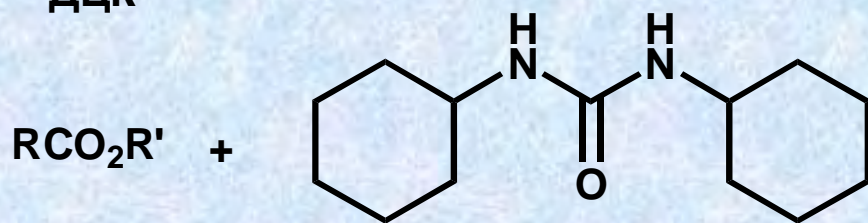
Синтез эфиров из ангидридов



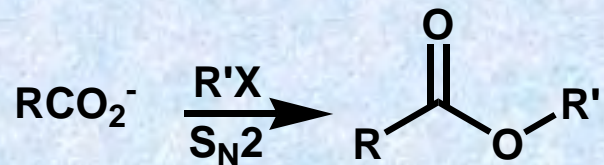
Активация карбоксильной группы при этерификации
(конденсация в присутствии дициклогексилкарбодиимида – ДЦК)



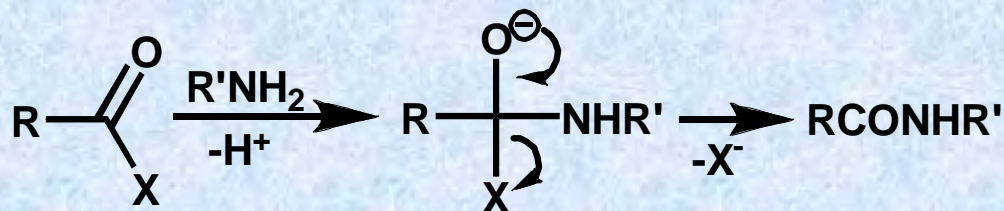
ДЦК



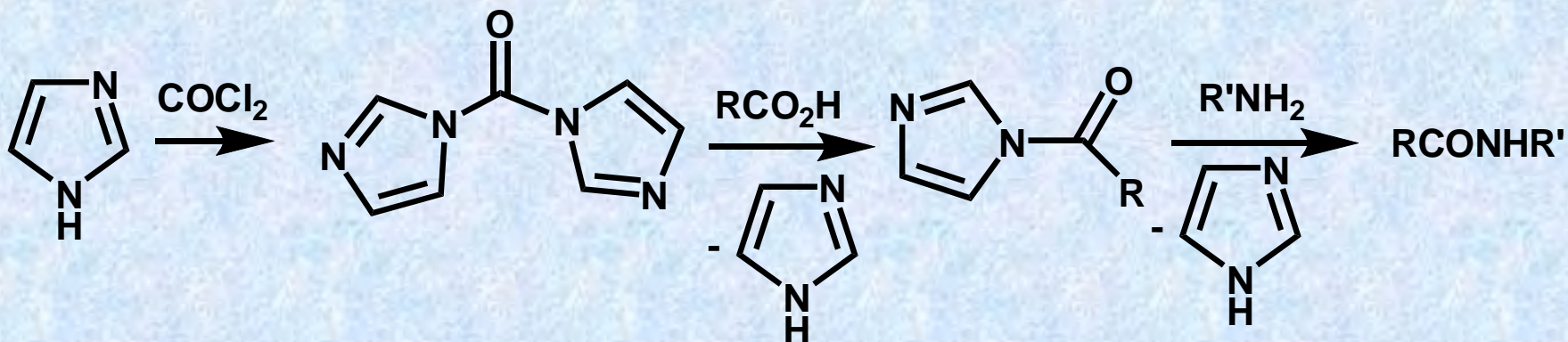
Синтез эфиров из солей карбоновых кислот



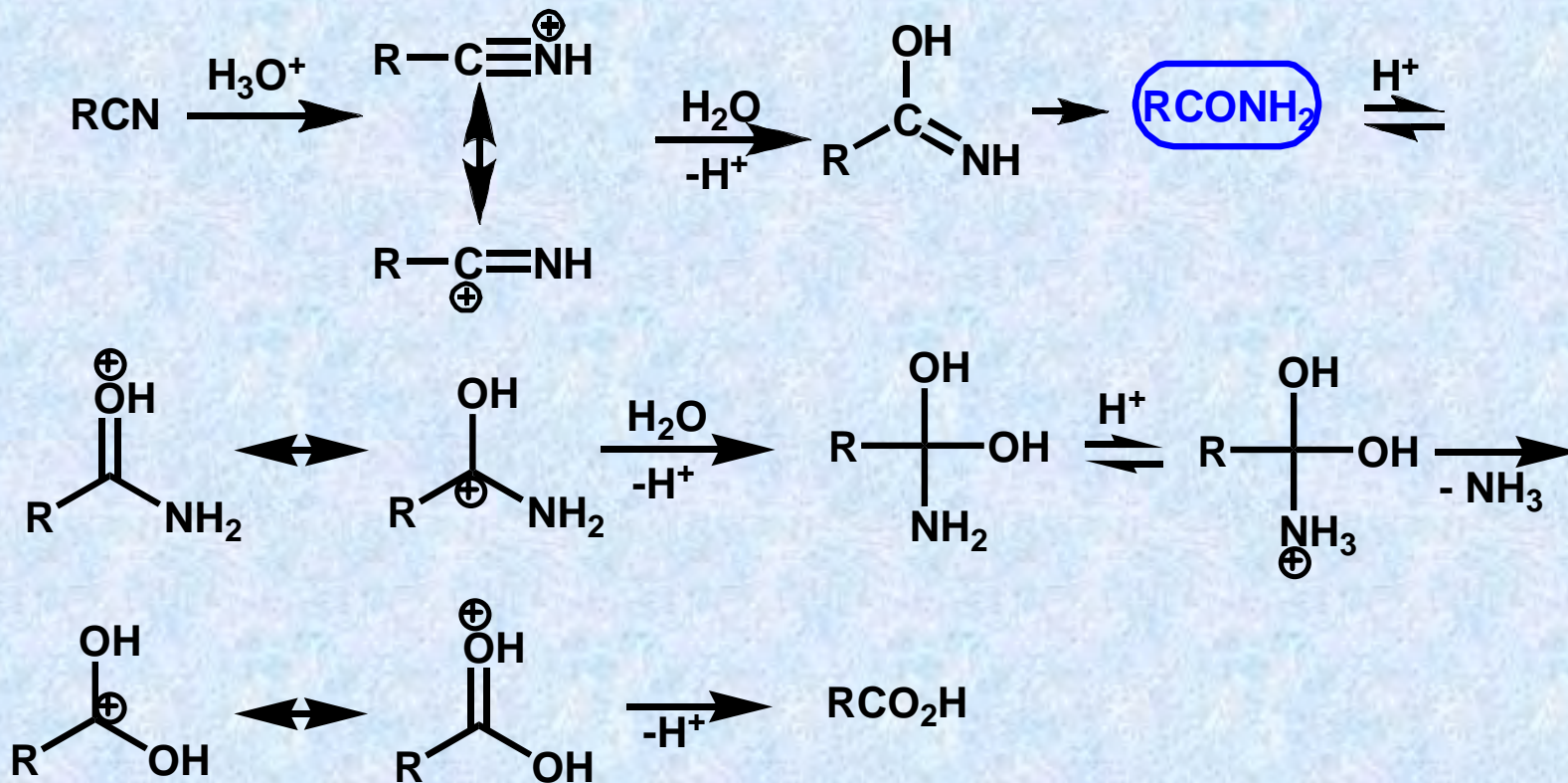
Амиды карбоновых кислот



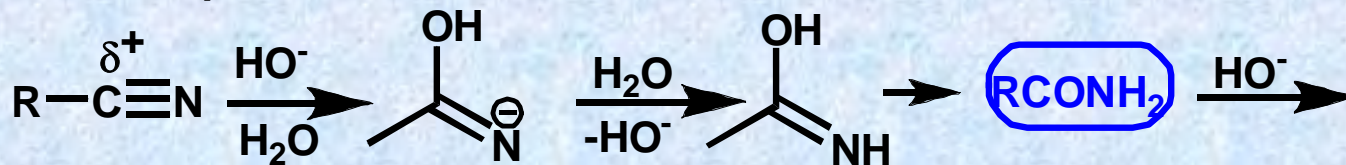
если X^- - хорошая уходящая группа (галогенид-, карбоксилат-, в некоторой степени OR), реакция происходит легко

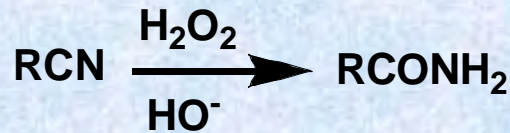
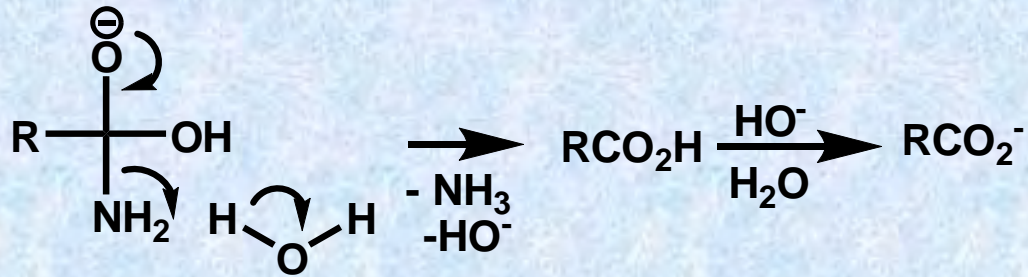


в кислой среде



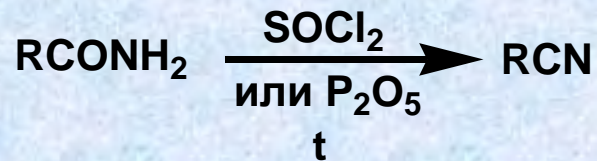
в щелочной среде



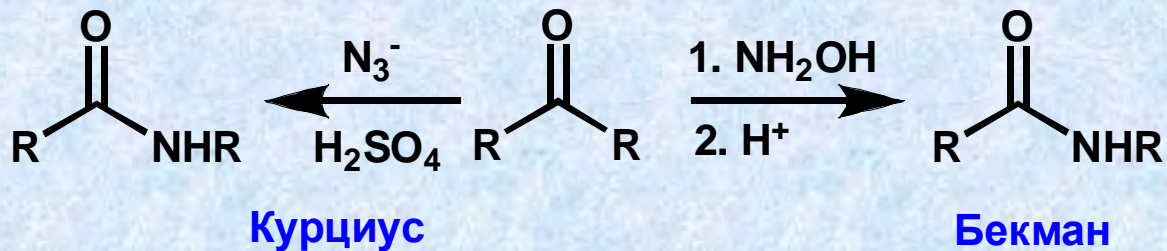


селективный гидролиз нитрилов в амиды
(происходит в более мягких условиях, поскольку в качестве нуклеофила выступает более сильный, чем гидроксид-анион - супероксид анион HO_2^-)

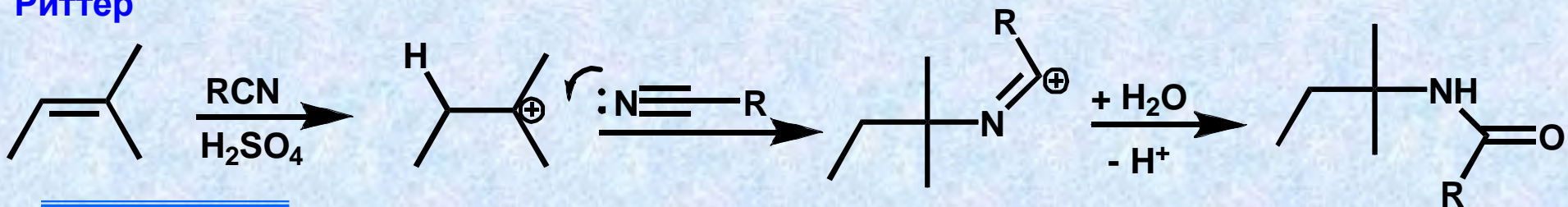
Обратная реакция (дегидратация амидов)



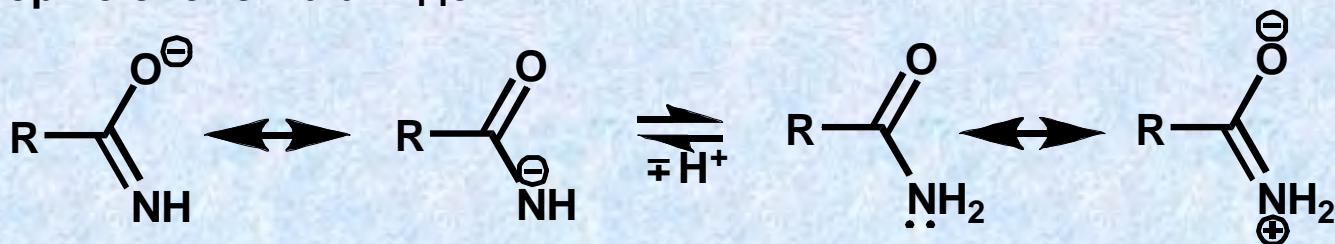
Амиды могут быть получены из кетонов (оксимов) перегруппировкой **Курциуса** (**Бекмана**)



Риттер



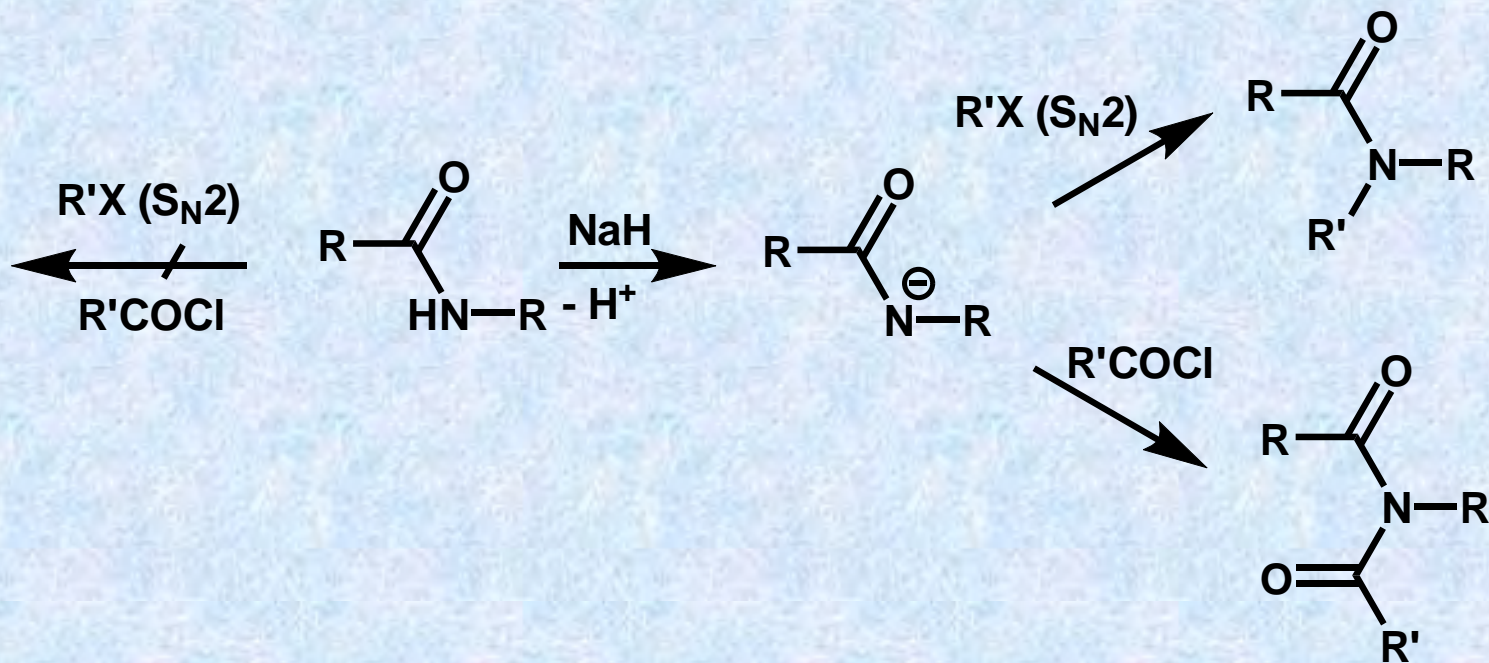
Некоторые свойства амидов



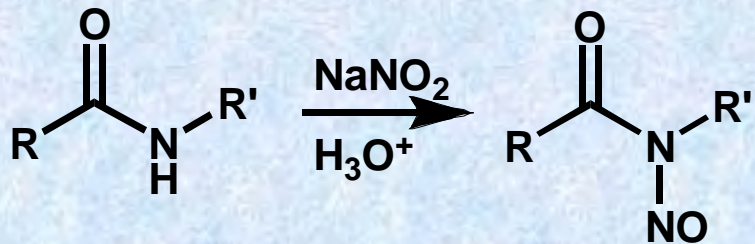
повышенная NH-кислотность

(структура изoeлектронна карбоксилат-аниону)

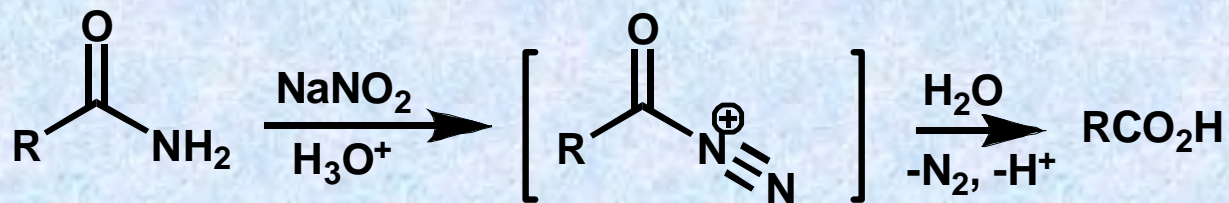
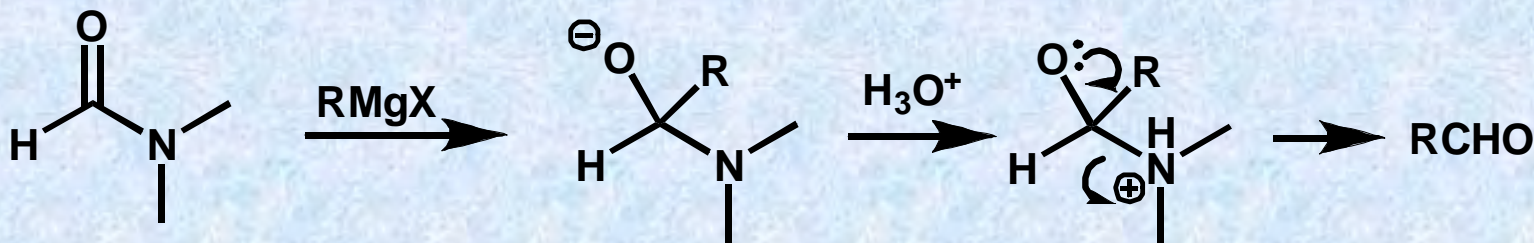
Пониженная основность



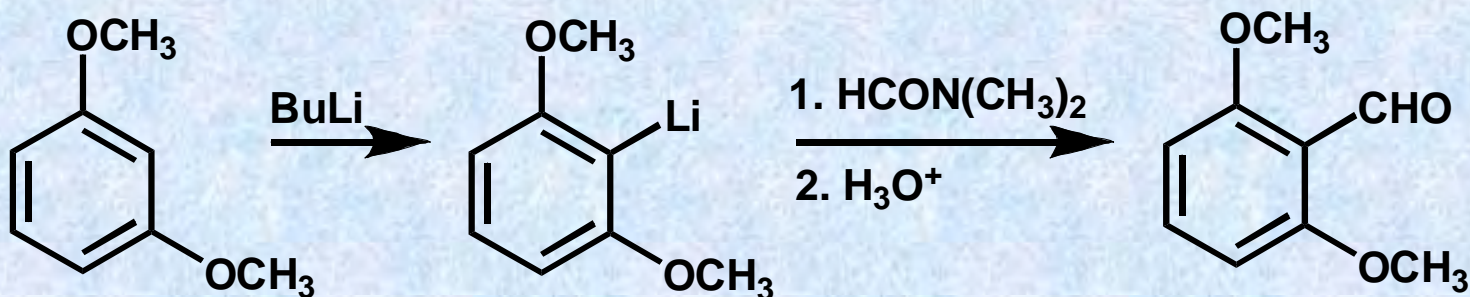
нитрозирование



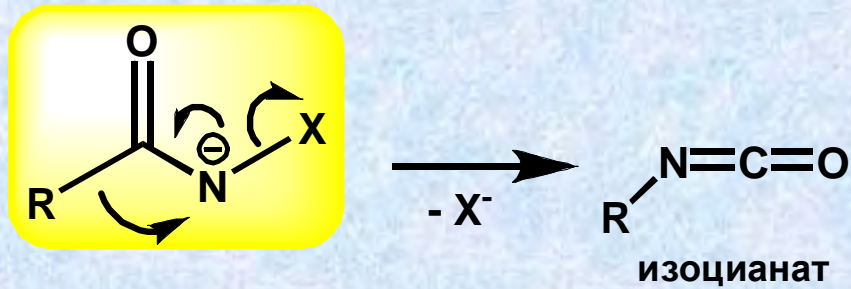
N-нитрозоамиды - канцерогены

очень хорошая уходящая группа -
легко протекающий гидролизнет хорошей
уходящей группы

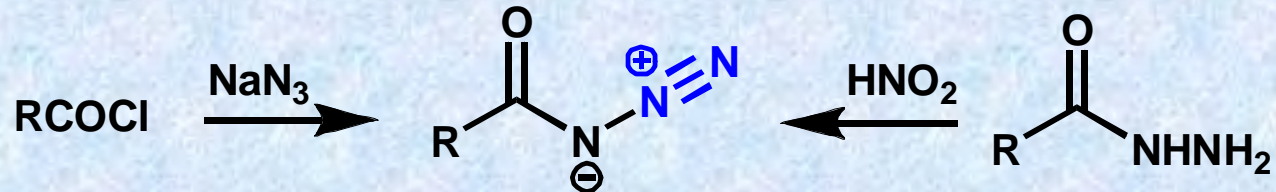
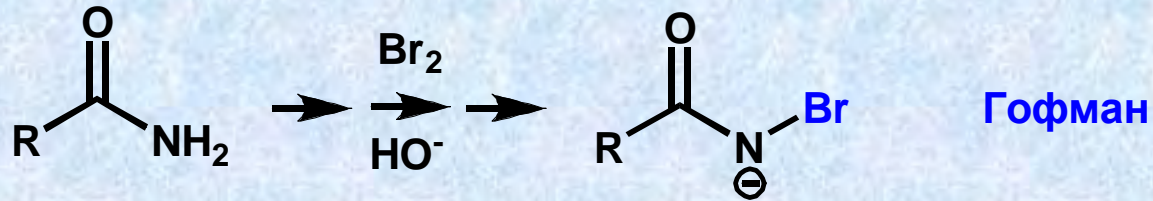
Например:



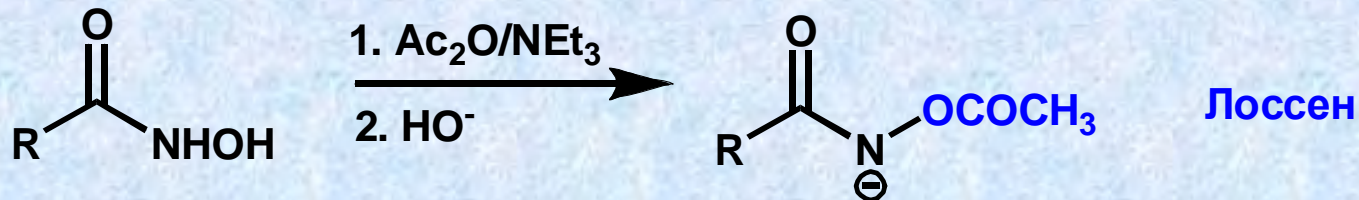
«Секстетные» перегруппировки



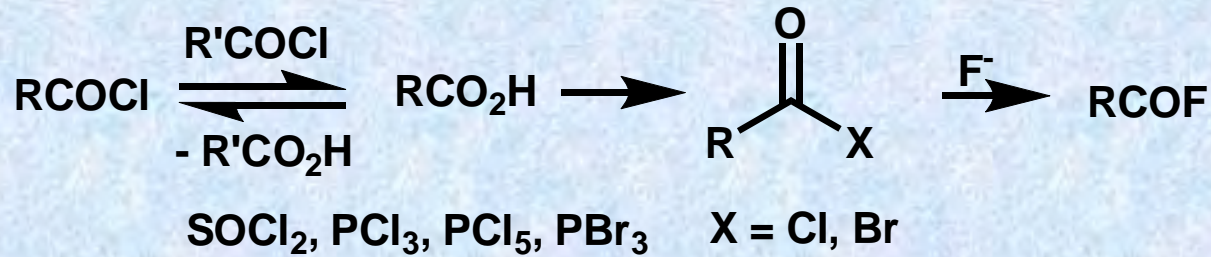
X^{-} - Хорошая уходящая группа



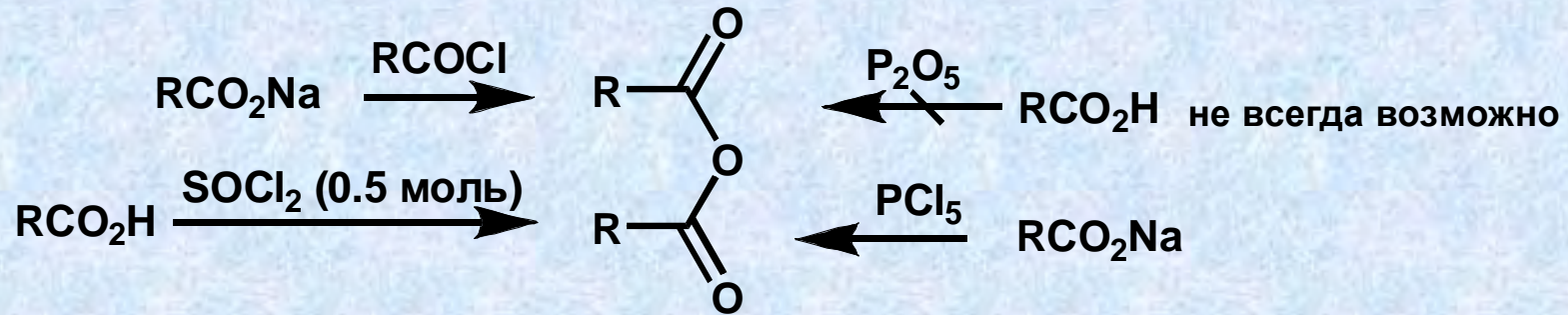
Курциус



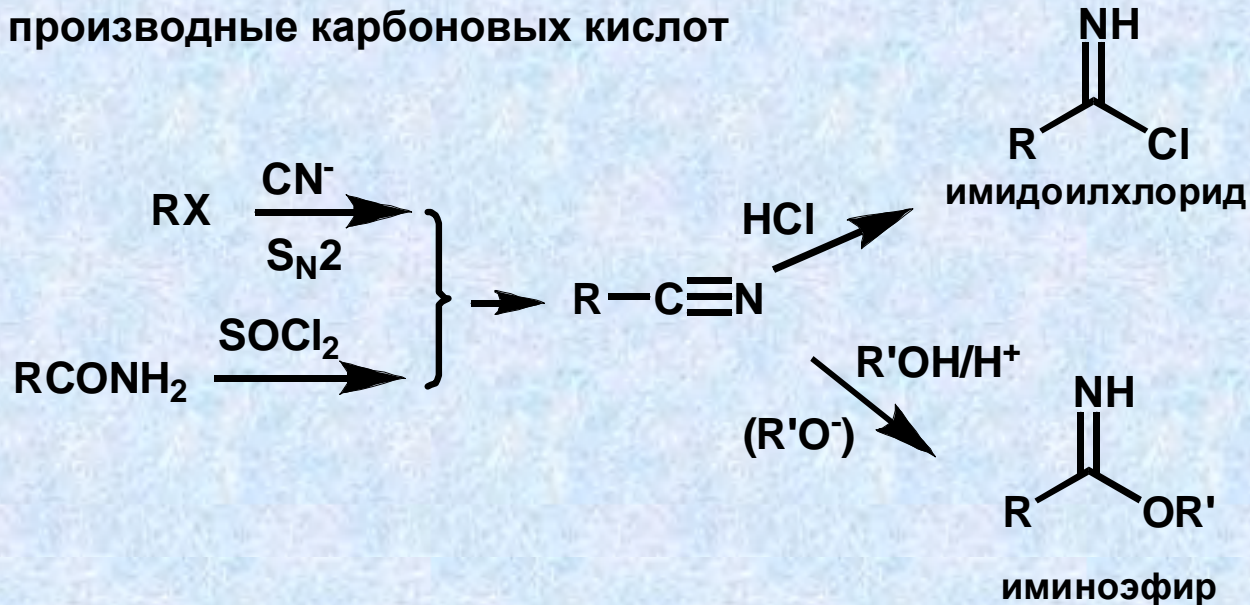
Галогенангидриды

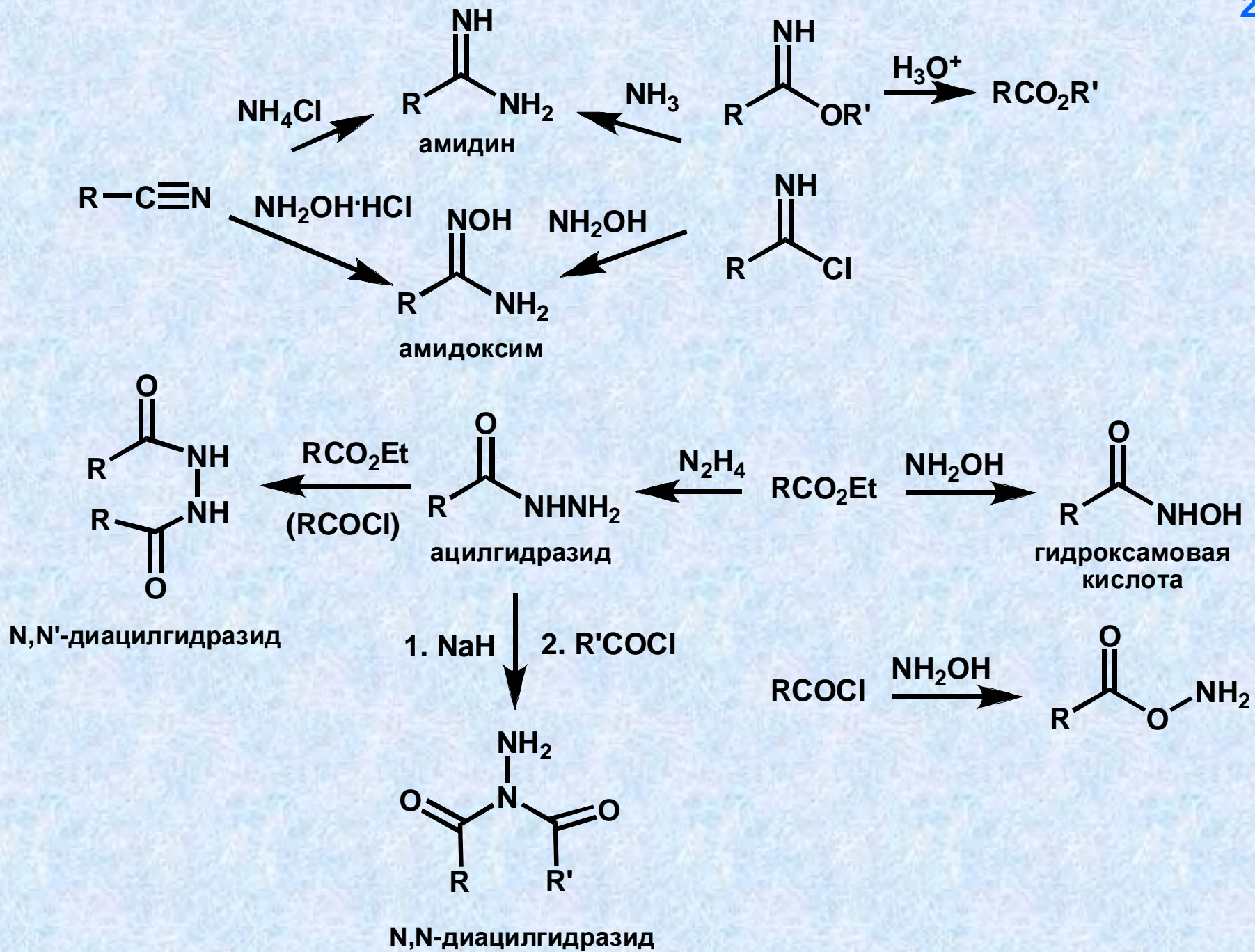


Ангидриды карбоновых кислот



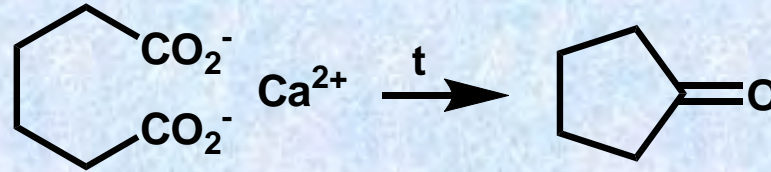
Другие производные карбоновых кислот



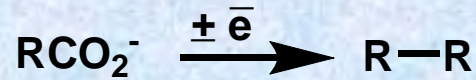


Свойства карбоновых кислот и их производных

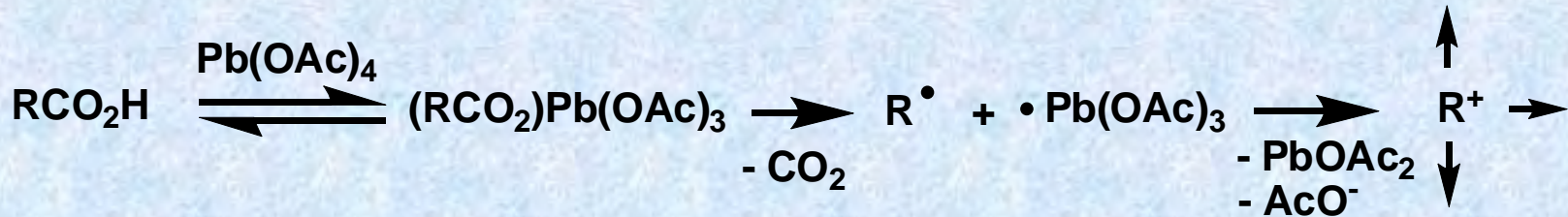
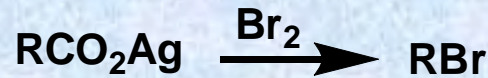
Пиролиз солей



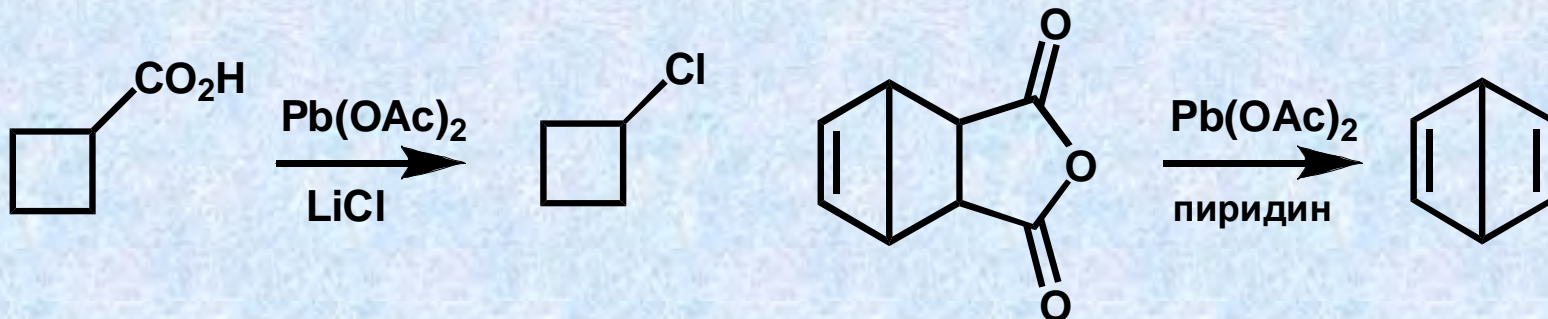
Электрохимическое окисление (синтез Кольбе)



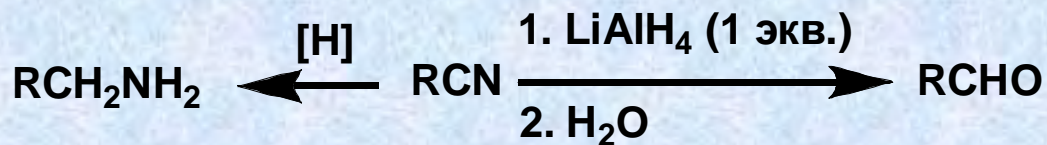
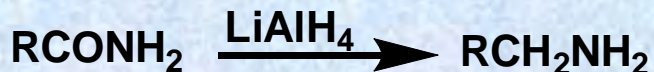
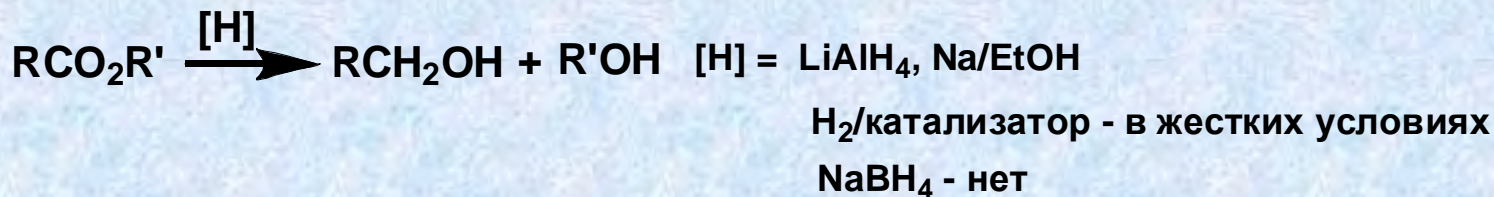
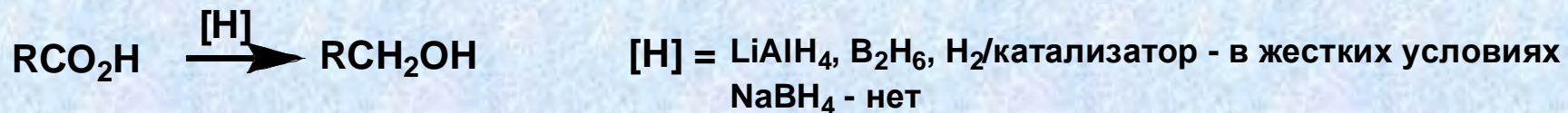
Реакция Бородина-Хунсдиккера



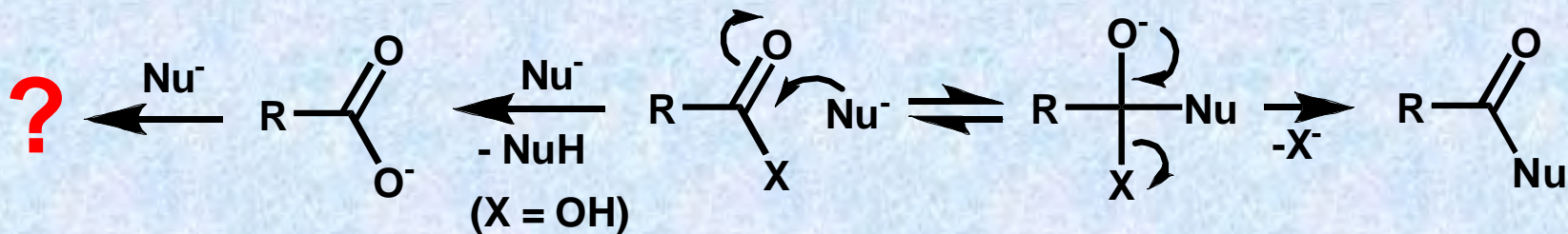
Например:



Восстановление производных карбоновых кислот



Взаимодействие производных карбоновых кислот с нуклеофильными реагентами

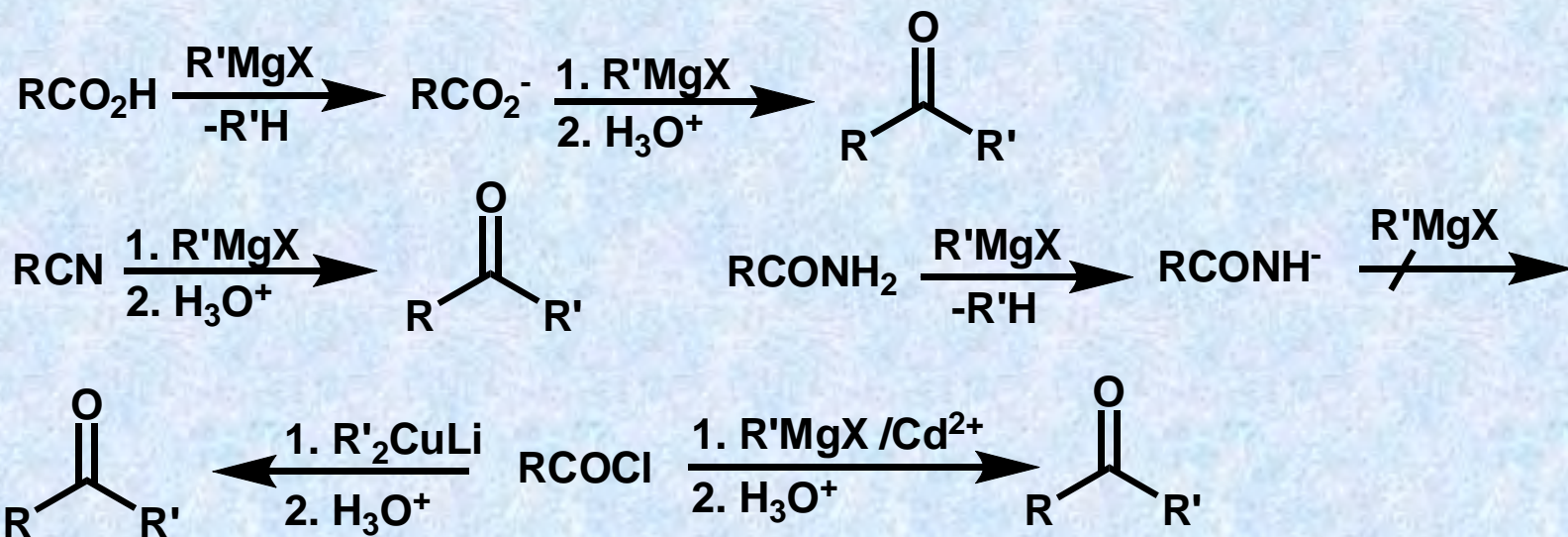


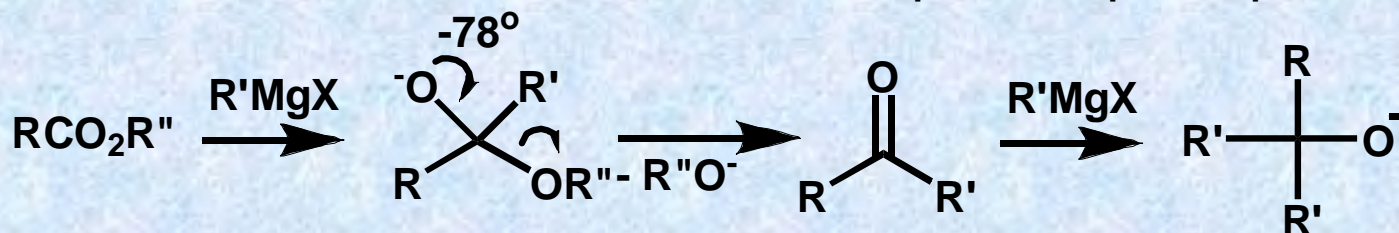
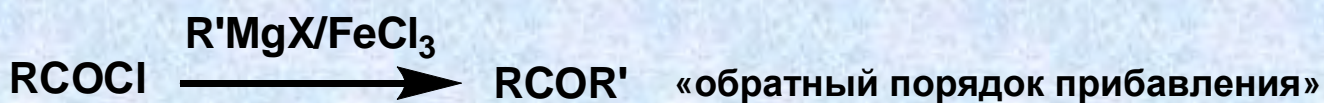
Реакция происходит тем легче, чем лучше уходящая группа (вторая стадия - лимитирующая).

Ряд активности производных карбоновых кислот:

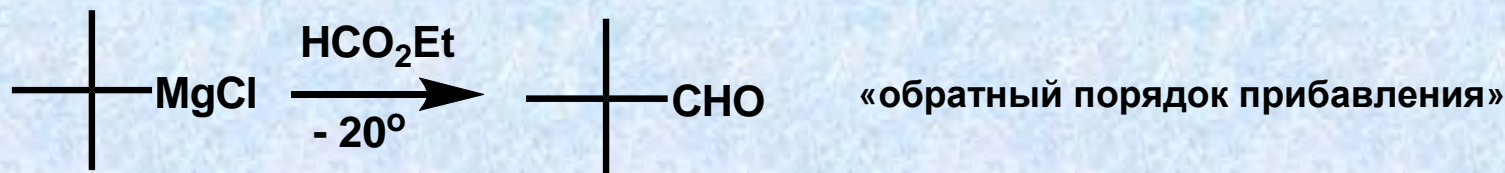
галогенангидриды (X = I, Br, Cl) > ангидриды (X = OCOR) > эфиры (X = OR') >> амиды (X = RNHR') >> кислоты (X = OH, депротонирование!)

Взаимодействие производных карбоновых кислот с металлоорганическими соединениями



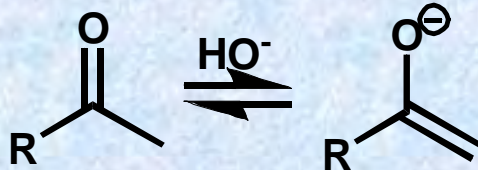
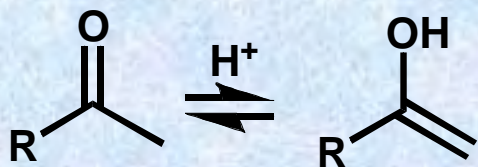


реакцию практически невозможно остановить на стадии образования кетона - более активного, чем сложный эфир, нуклеофила (алкоксигруппа - донор по мезомерному эффекту, снижающий частичный положительный заряд на атоме углерода)

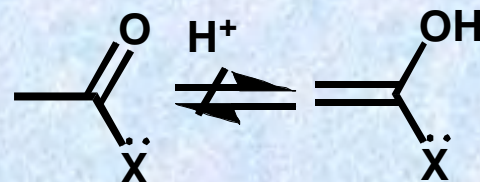


Реакции по α -углеродному атому

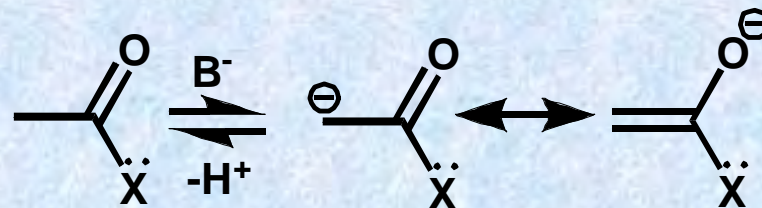
Карбонильные соединения



Производные карбоновых кислот

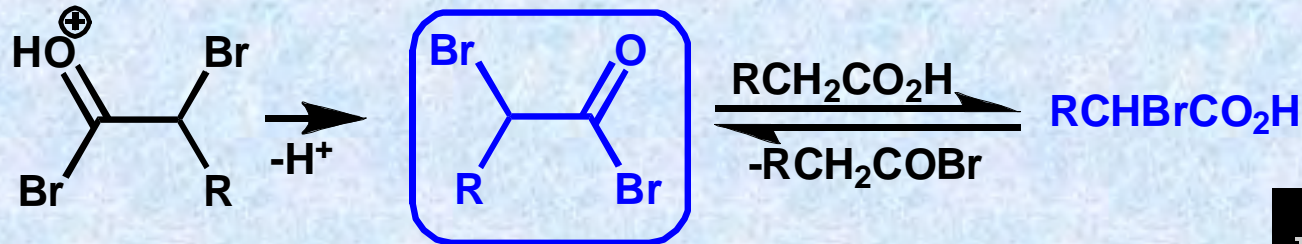
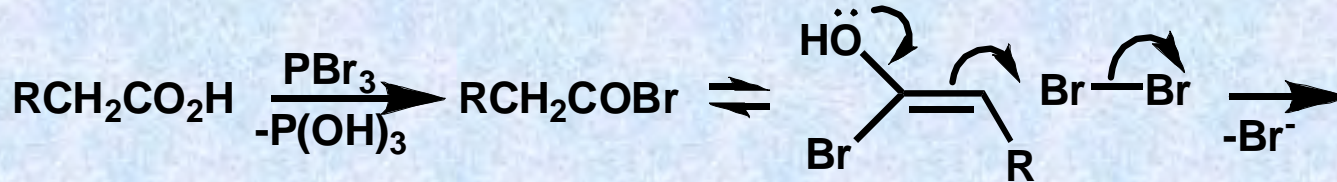
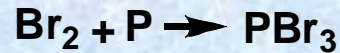


нехарактерно, кроме X = галоген



резонансная стабилизация малозначима (мезомерное влияние гетероатома)

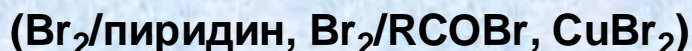
Реакция Геля-Фольгарда-Зелинского



При использовании 1/3 моля красного фосфора продуктом реакции является галогензамещенный галогенангидрид, в случае каталитических количеств фосфора – галогензамещенная кислота. Для получения бромангидрида монобромзамещенной кислоты необходимо 2 моля брома.

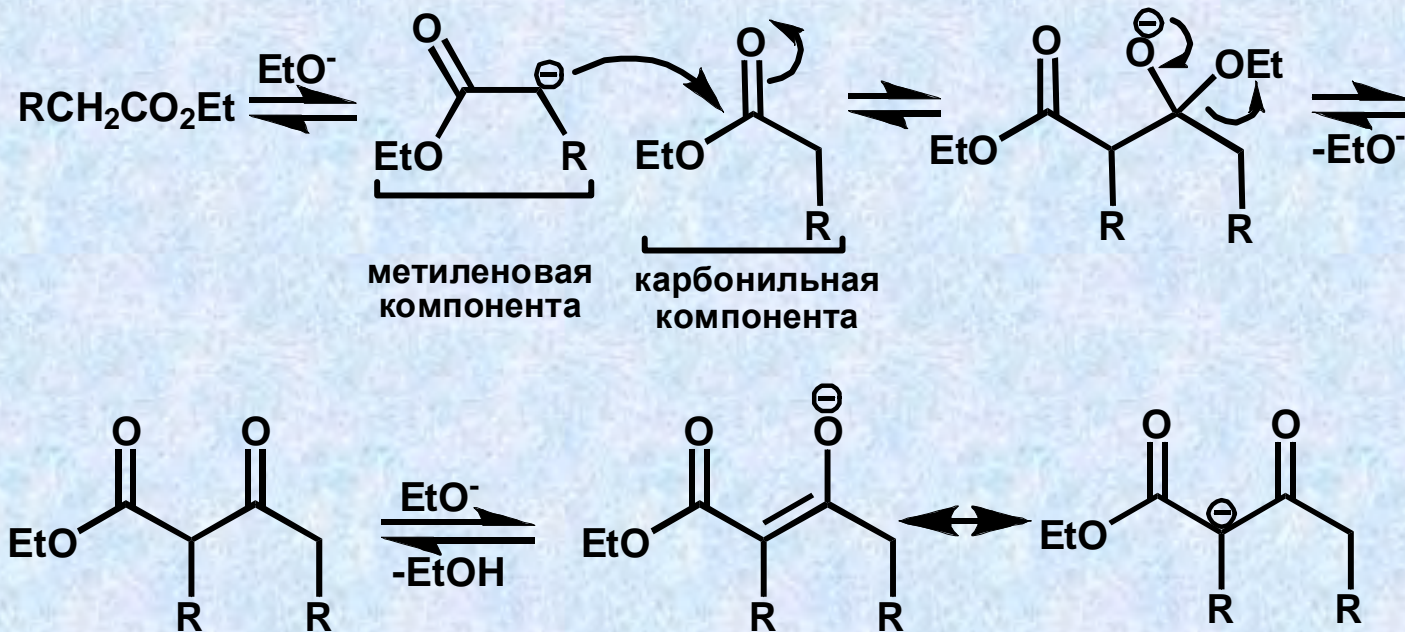


Другие способы галогенирования:



Конденсация Кляйзена

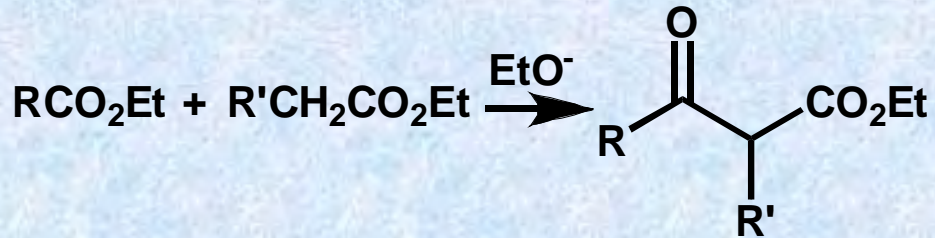
Более низкая СН-кислотность сложных эфиров по сравнению с карбонильными соединениями требует применения более сильного основания - EtO^- (NaNH_2 , NaH , Na)



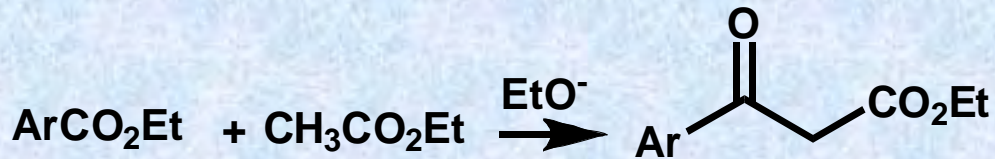
все стадии процесса обратимы, равновесие сдвигается в сторону образования продукта за счёт солеобразования на последней стадии

Перекрестная конденсация

эфир + эфир = β -кетозэфир

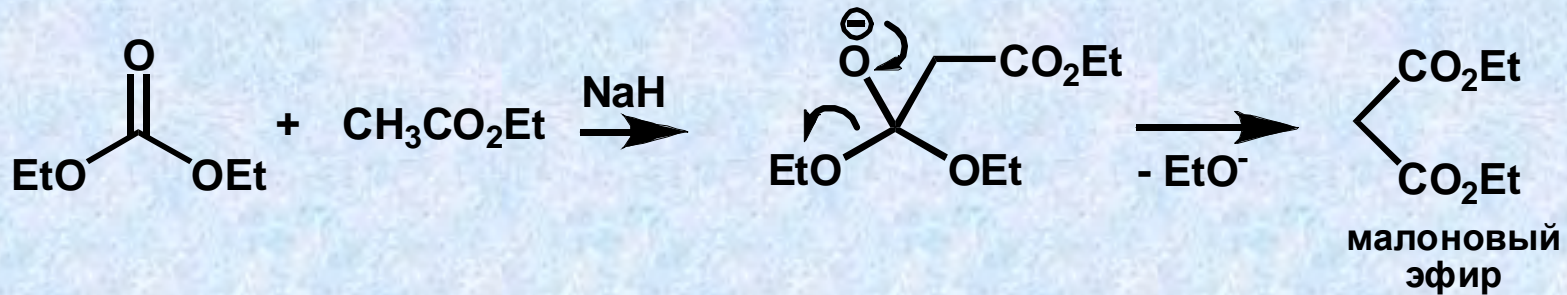


возможно при отсутствии в молекуле карбонильной компоненты атомов водорода у α -углеродного атома в составе R

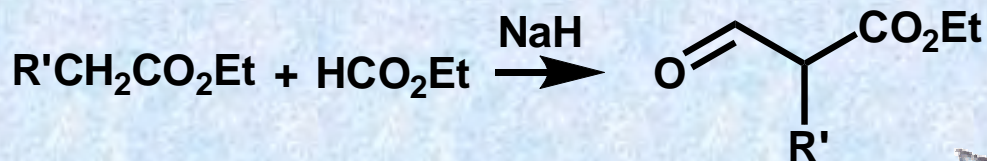


HCO_2Et , $(\text{CH}_3)_3\text{CCO}_2\text{Et}$, $\text{CF}_3\text{CO}_2\text{Et}$,
 $(\text{EtO})_2\text{CO}$, $(\text{CO}_2\text{Et})_2$

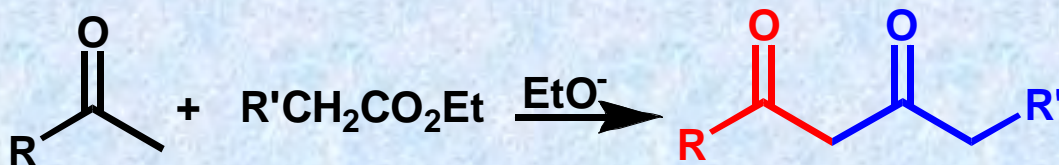
Эфир + карбонат = малоновый эфир



Эфир + формиат = β -альдегидоэфир



б) эфир + кетон = β -дикетон



метиленовая
компонента

карбонильная
компонента

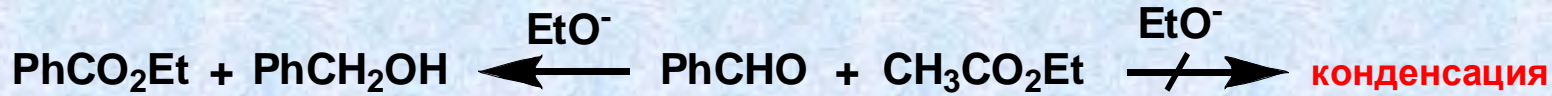


СН-кислотность кетона заметно выше, чем у сложного эфира (резонансная стабилизация). Поэтому, применение достаточно сильного основания позволяет проводить реакцию таким образом, чтобы кетон преимущественно выступал в качестве метиленовой компоненты.

в) эфир + альдегид

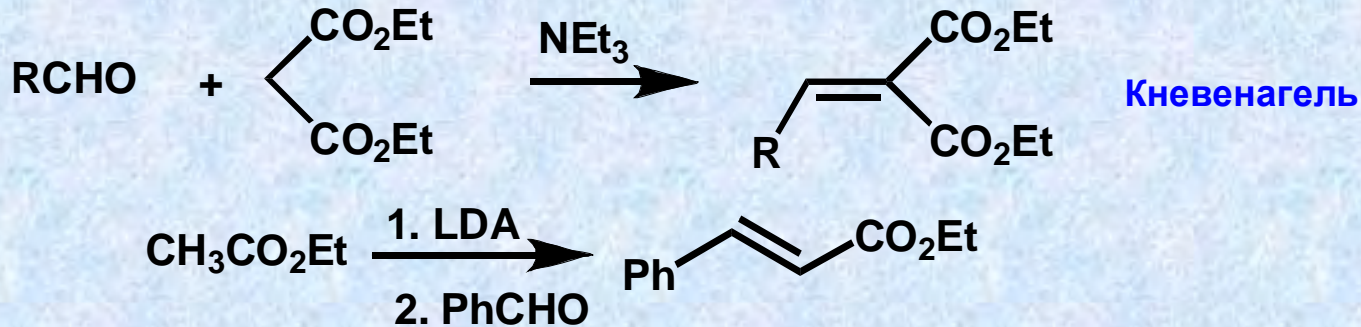
Такую перекрестную конденсацию осуществить, как правило, не удастся – альдегид и более сильная СН-кислота, и значительно более активная карбонильная компонента, чем сложный эфир. Будет происходить конденсация альдегида самого с собой.

а если у альдегида нет протонов у α -углеродного атома?

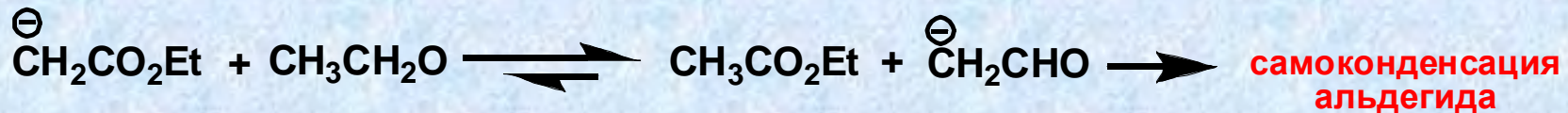


Канницаро

а если сложный эфир сильная СН-кислота?

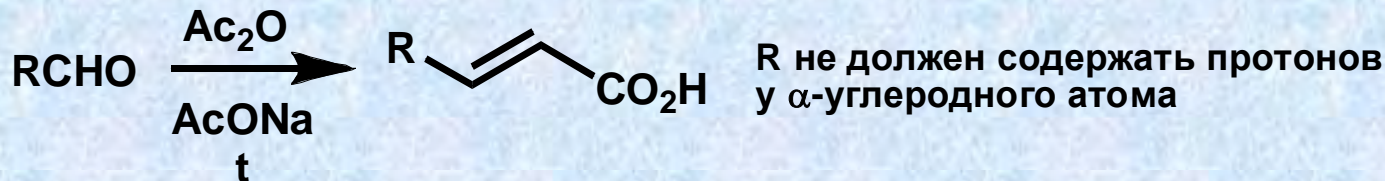


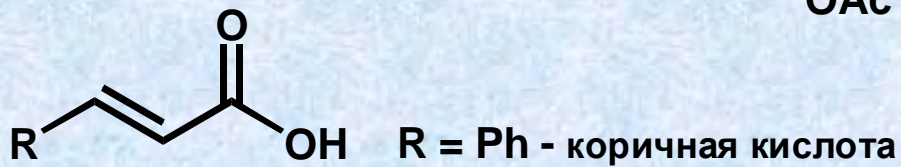
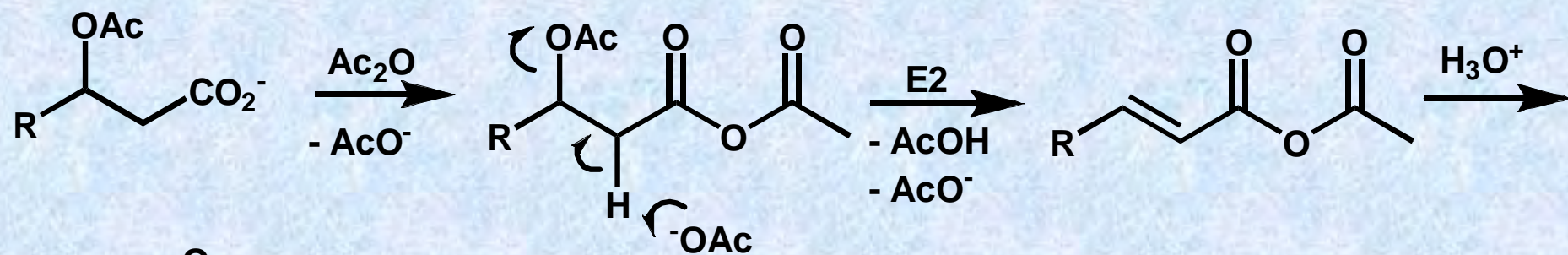
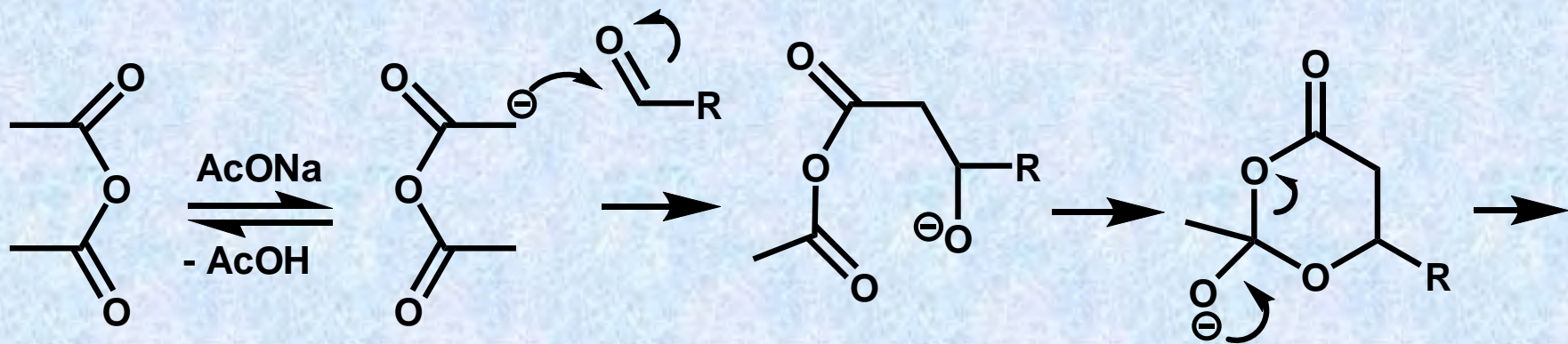
такая конденсация в принципе возможна, поскольку альдегид не может быть метиленовой компонентой, а очень сильное основание (и очень слабый нуклеофил!) может создать большую концентрацию аниона из сложного эфира.



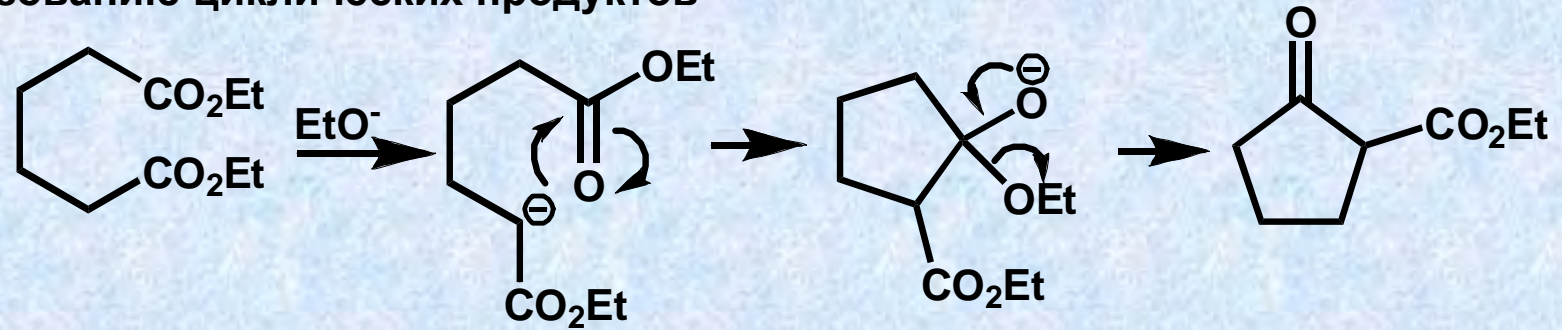
При наличии протона у α -углеродного атома альдегида реакция сильно затрудняется (осуществима с трудом) вследствие переноса этого протона на анион сложного эфира)

Конденсация **Перкина**



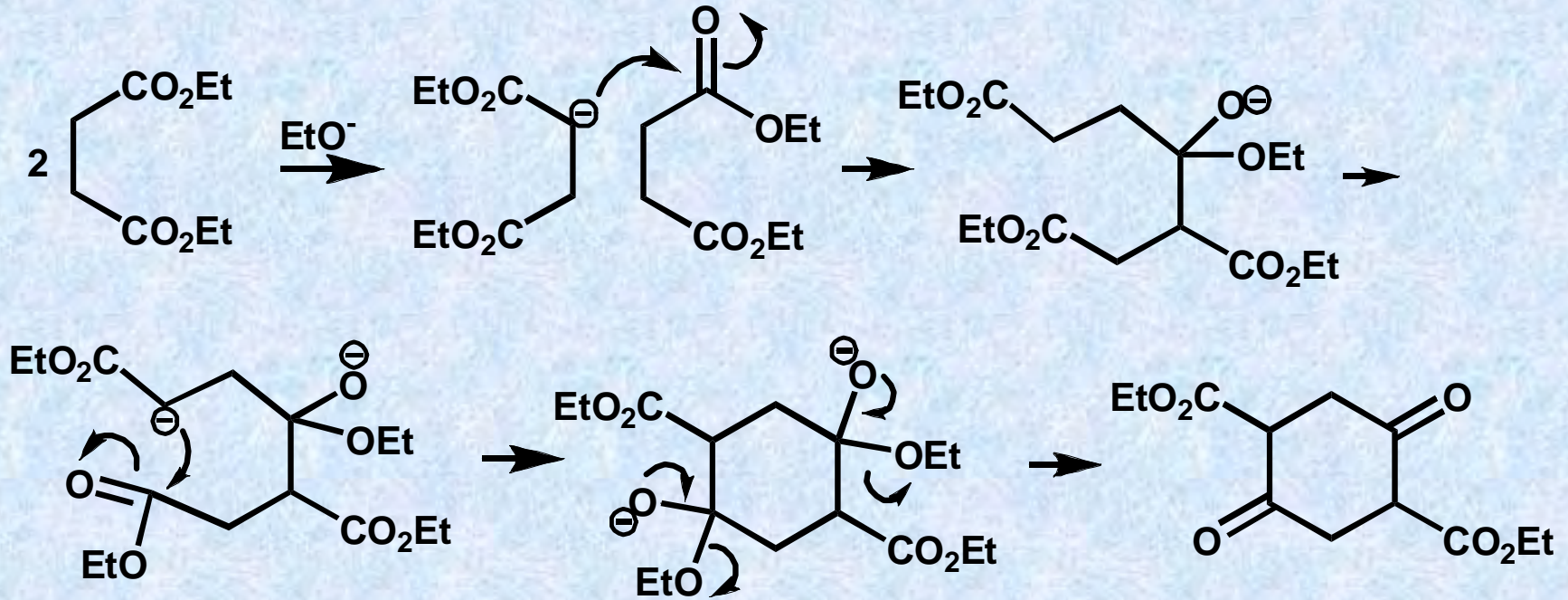


Конденсация **Дикмана** - разновидность конденсации Кляйзена, приводящая к образованию циклических продуктов

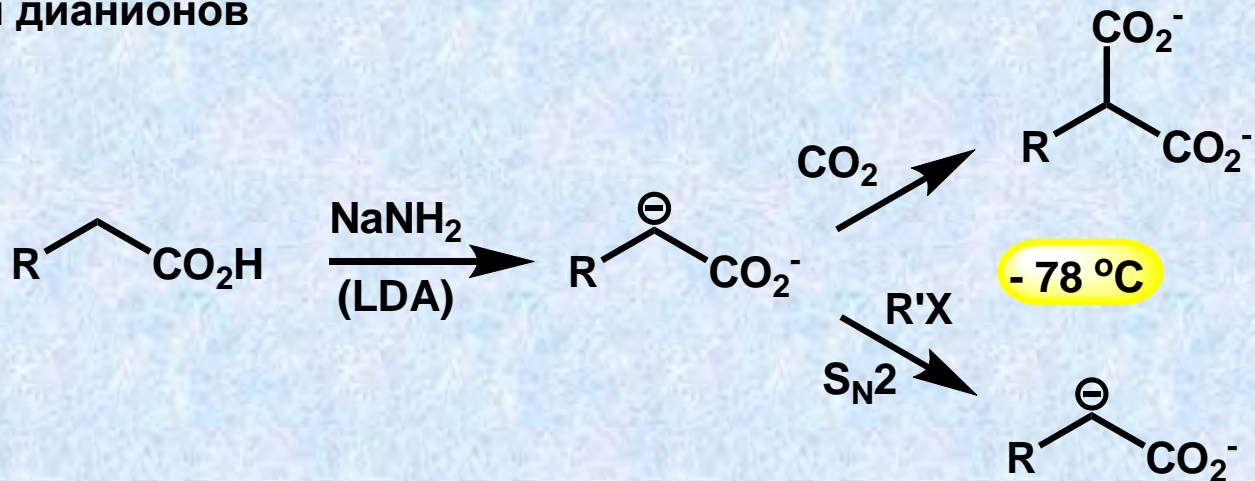


реакция подходит для синтеза 5- и 6-членных циклов

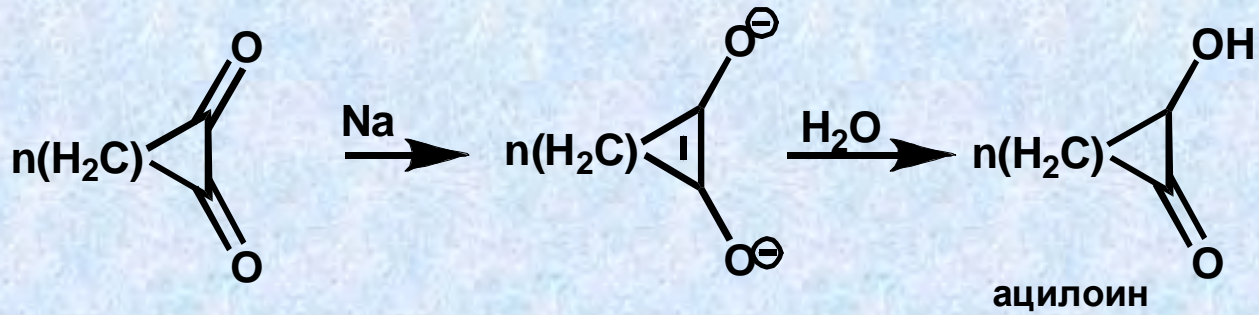
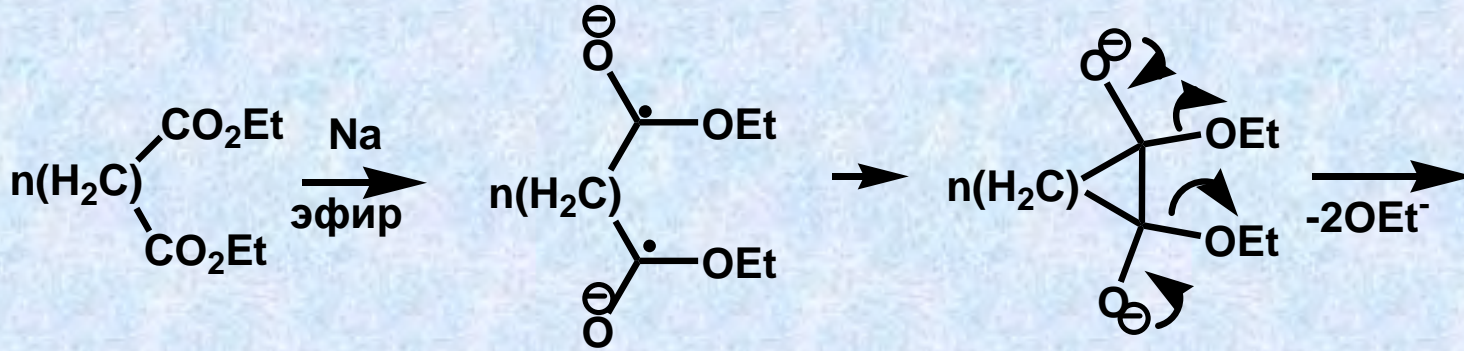
межмолекулярная конденсация Дикмана



Реакции дианионов



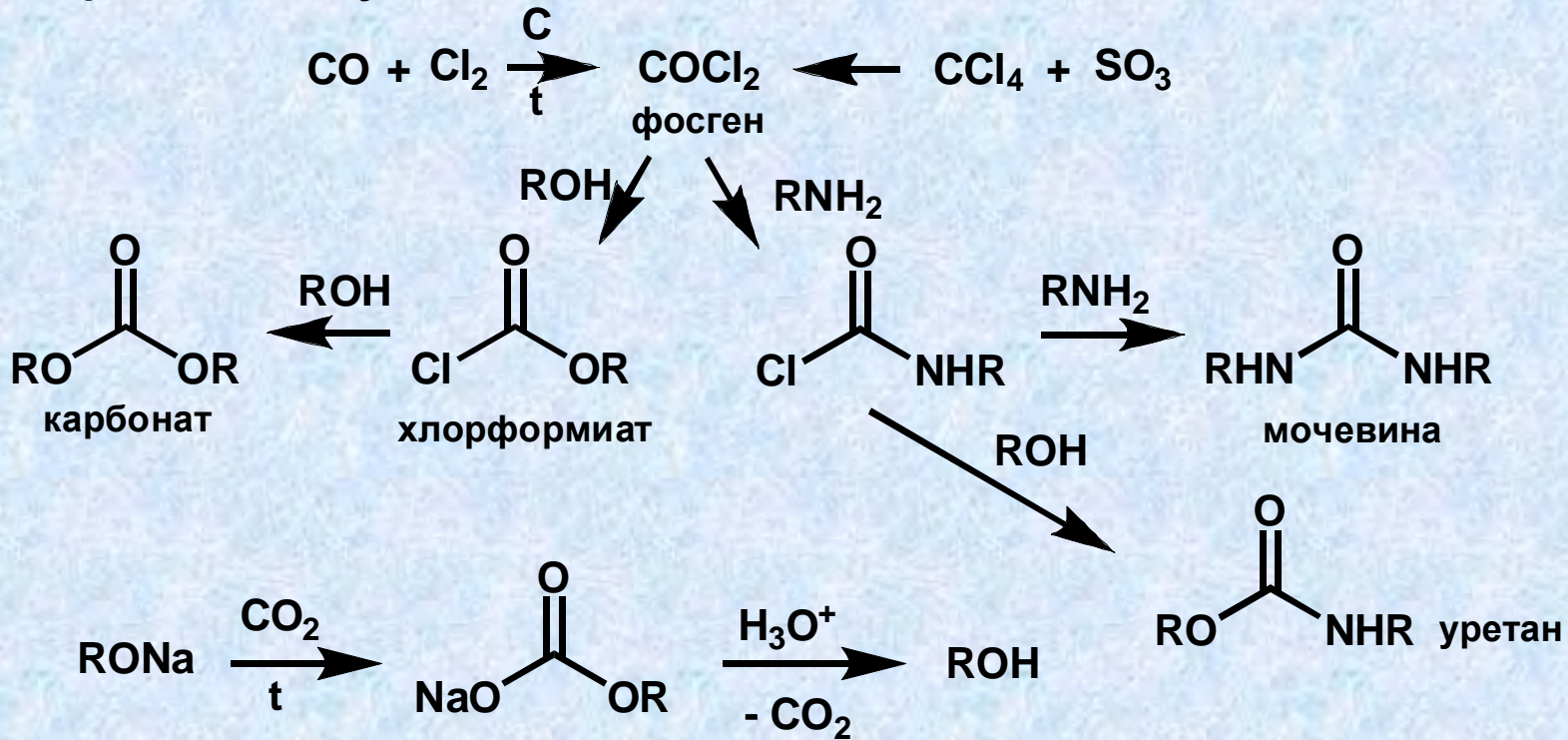
Ацилоиновая конденсация



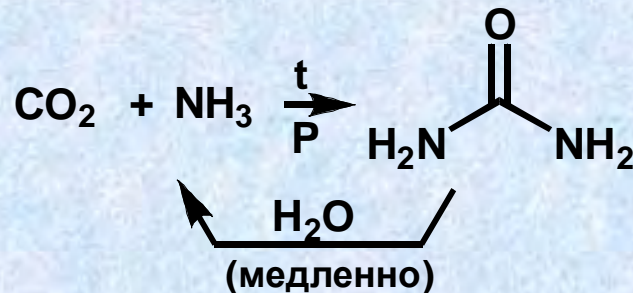
реакция пригодна для получения макроциклов

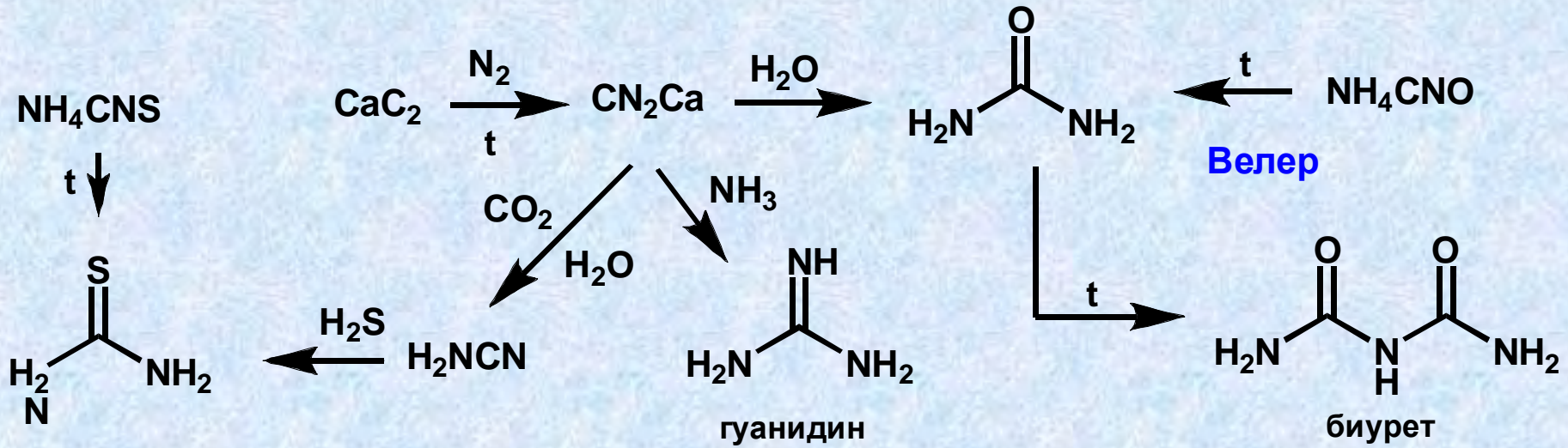
Дикарбоновые кислоты

Производные угольной кислоты

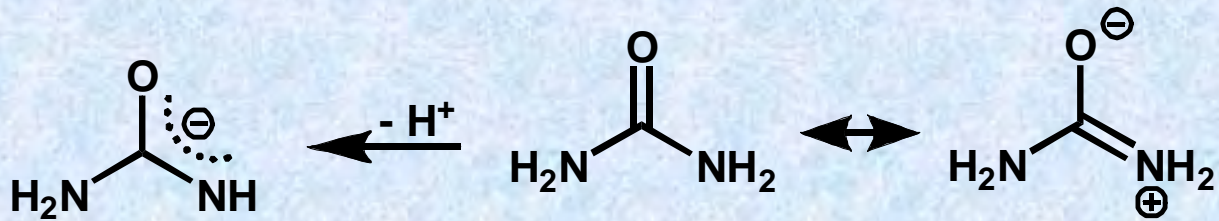


Мочевина (карбамид)



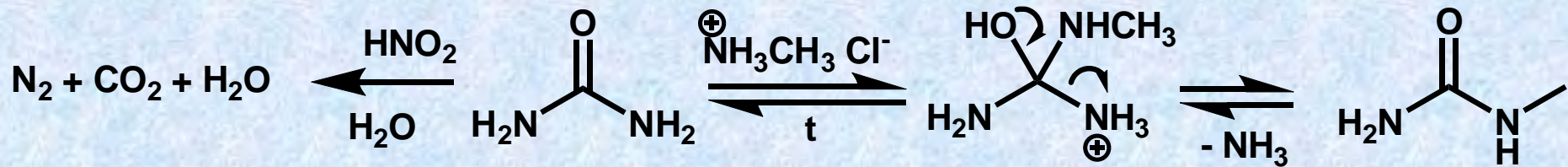


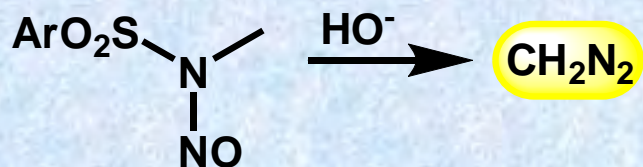
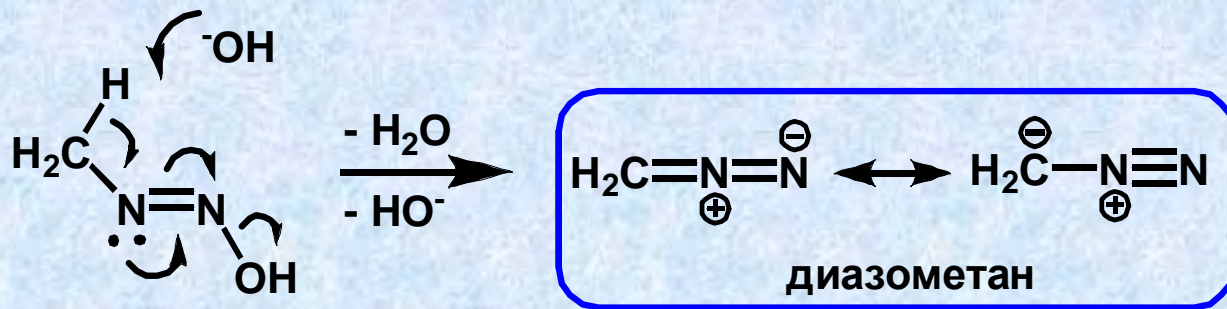
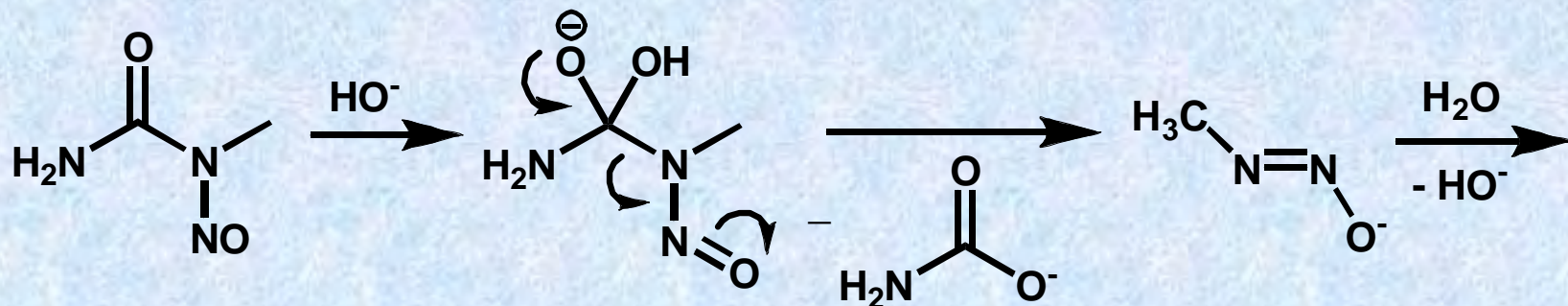
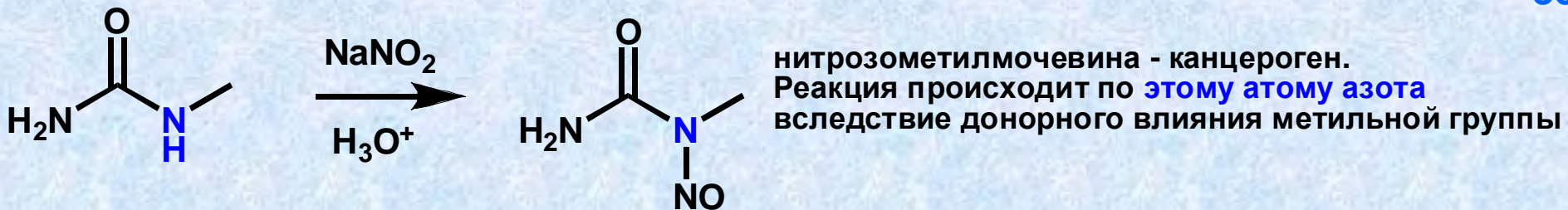
Свойства мочевины



сравнительно высокая кислотность

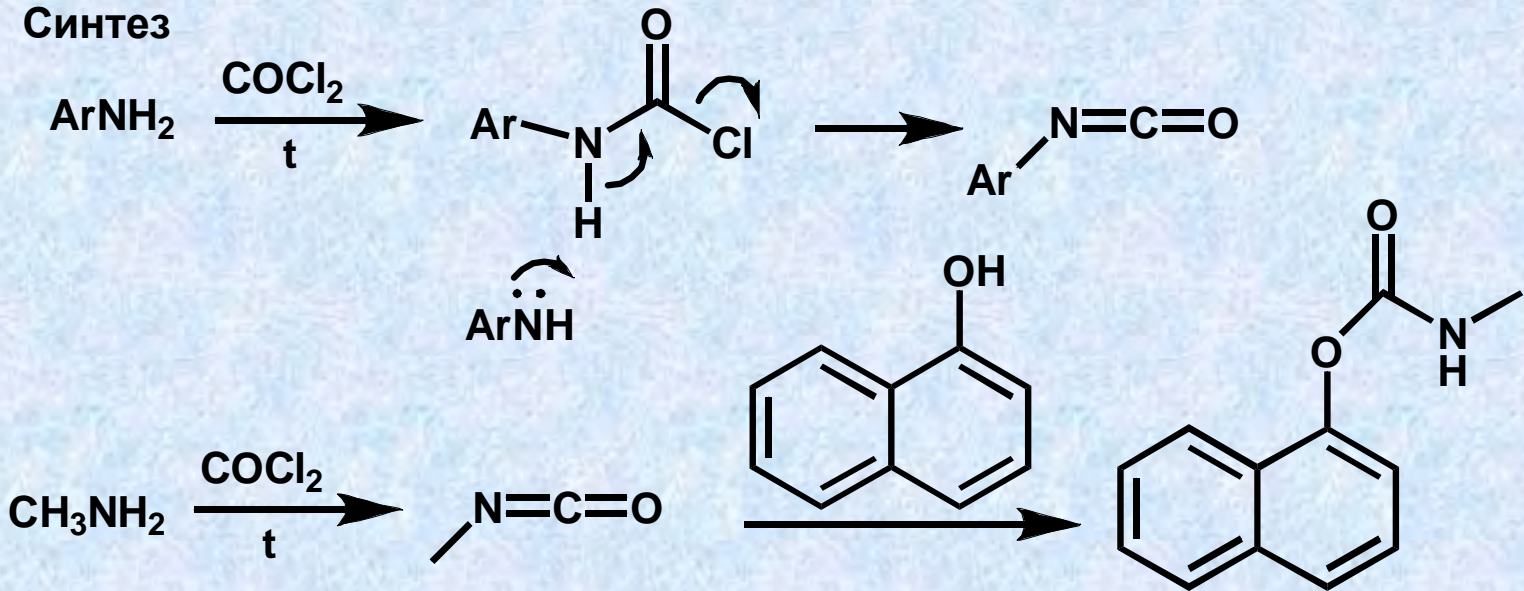
низкая основность и нуклеофильность





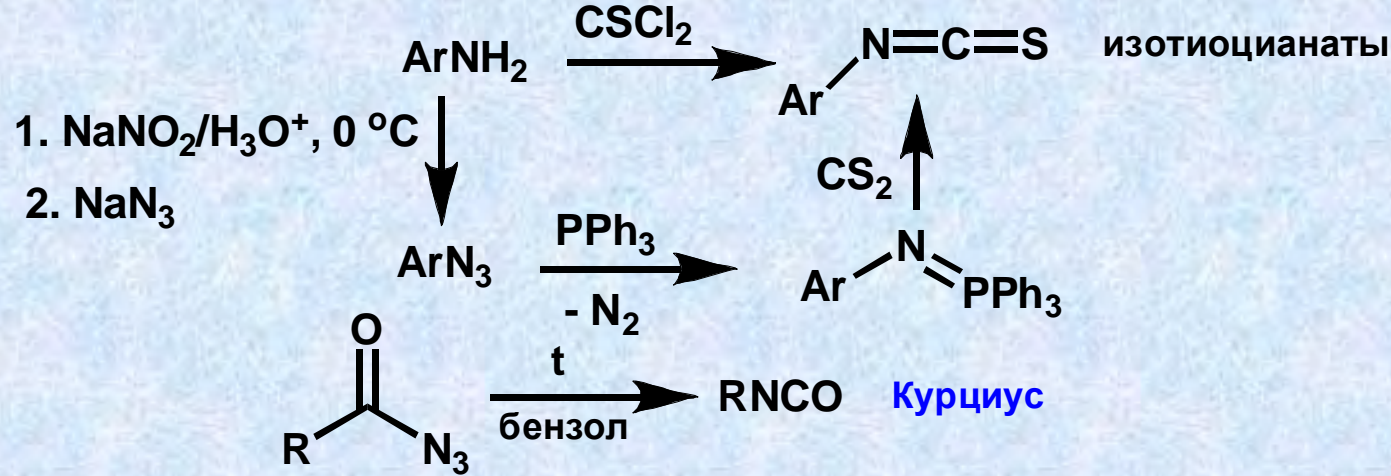
Изоцианаты, изотиоцианаты

Синтез

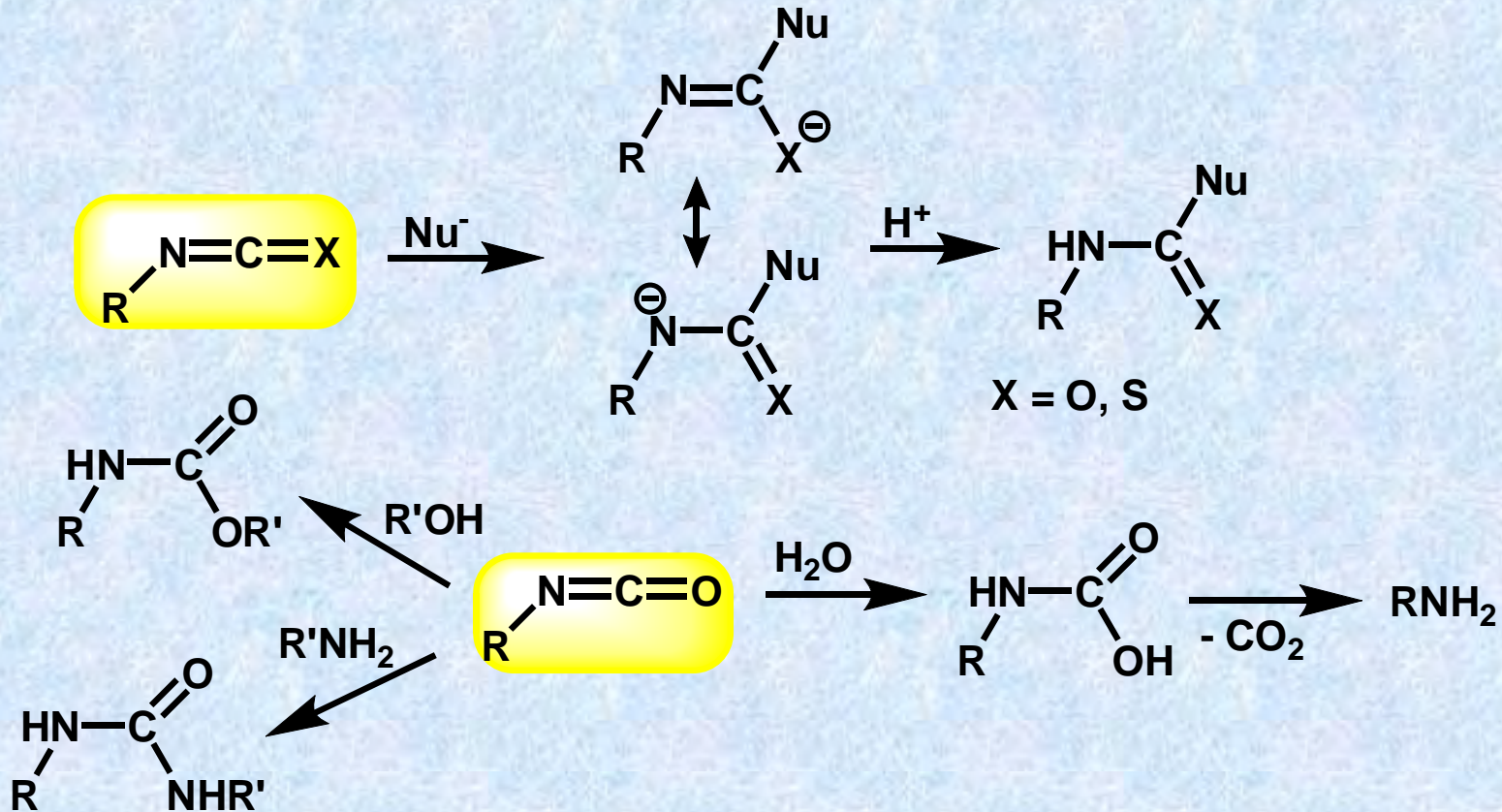


"севин" - гербицид

Бхопальская катастрофа — последствия аварии на химическом заводе [Union Carbide](#) в [индийском](#) городе [Бхопал](#) (штат [Мадхья-Прадеш](#)) ранним утром [3 декабря 1984 года](#), повлёкшей смерть, по крайней мере, 18 тысяч человек, из них 3 тысячи человек погибли непосредственно в день трагедии, и 15 тысяч — в последующие годы. По различным данным, общее количество пострадавших оценивается в 150—600 тысяч человек. Эти цифры дают основание считать бхопальскую трагедию крупнейшей в мире техногенной катастрофой по числу жертв



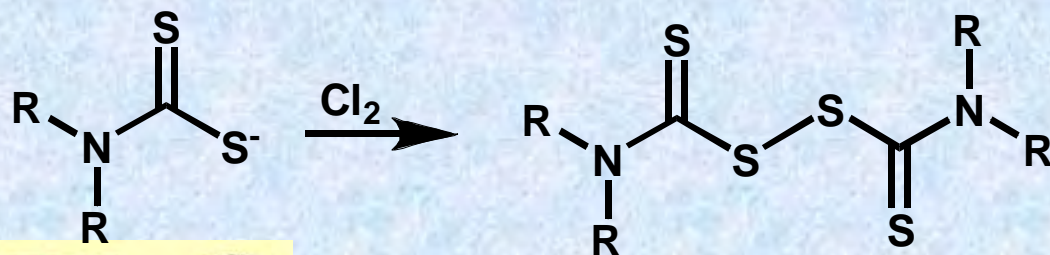
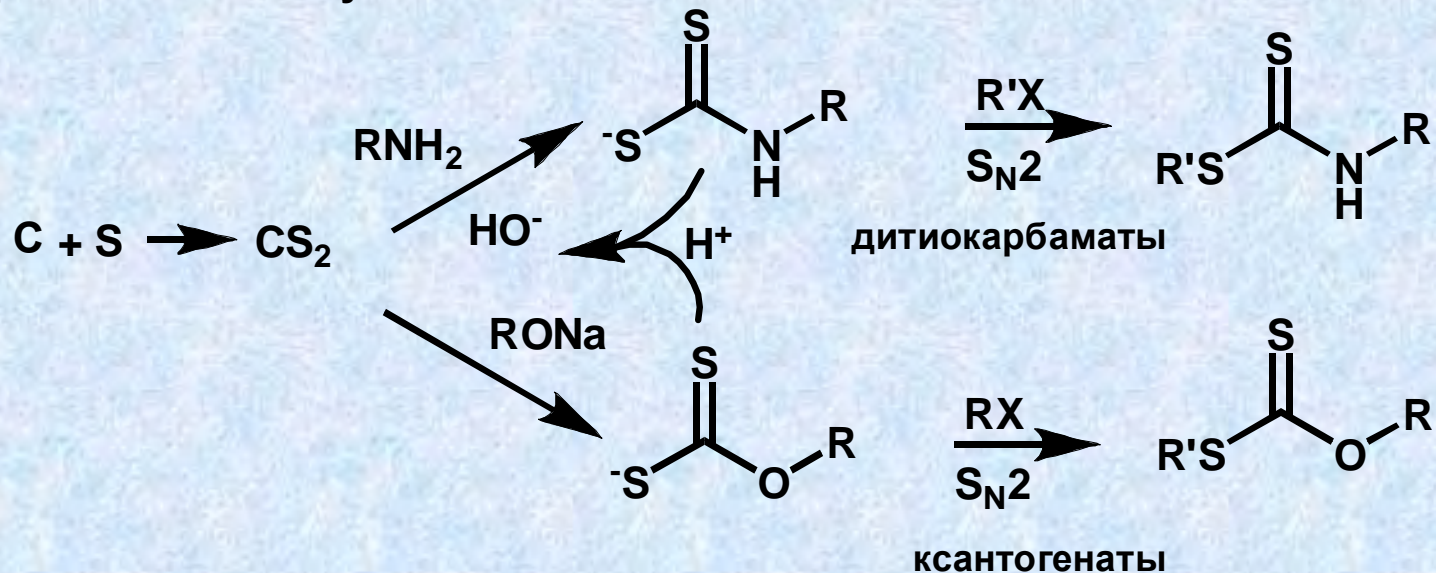
Взаимодействие с нуклеофильными реагентами



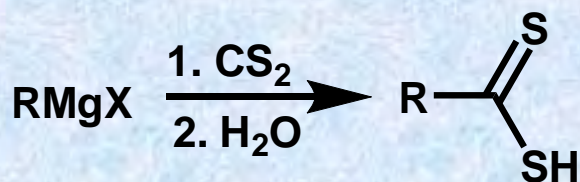
Промысленно-важные диизоцианаты – мономеры для полимеров (полиуретанов)

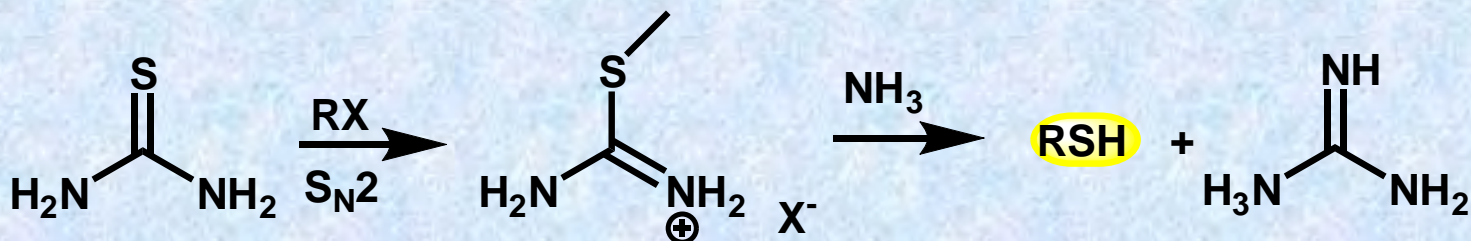


Производные тиоугольной кислоты

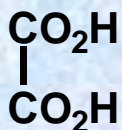


тиурамдисульфиды (R = Et - "эспераль", "торпеда")

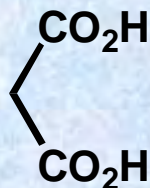




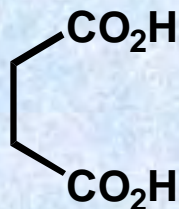
«Настоящие» дикарбоновые кислоты



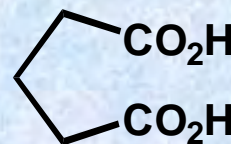
Щавелевая



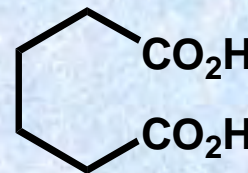
Малоновая



Янтарная



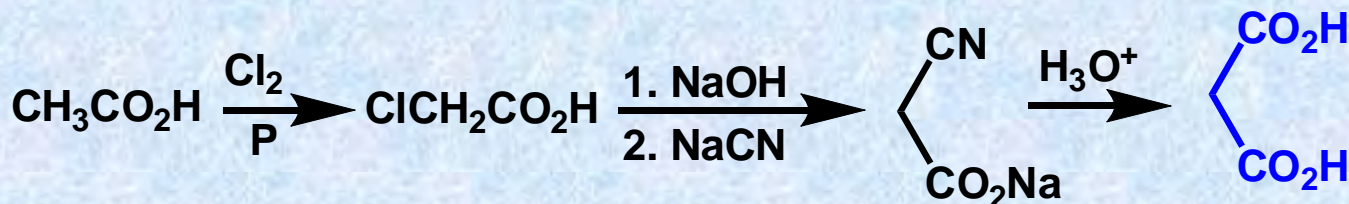
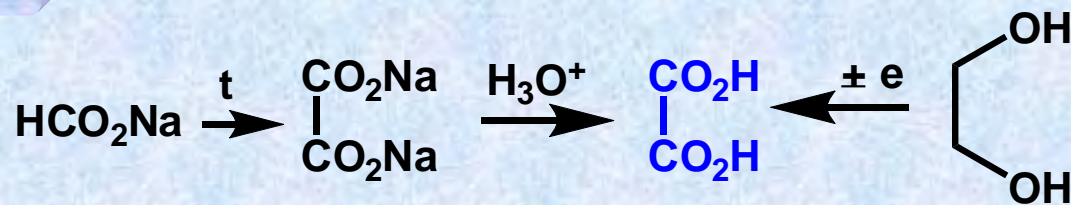
Глутаровая

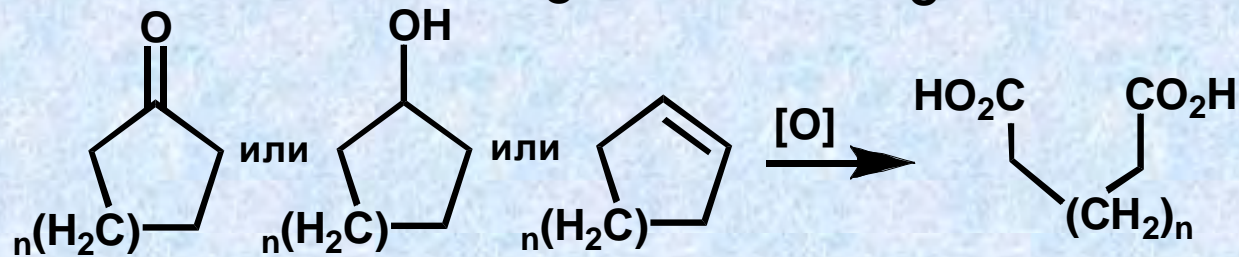
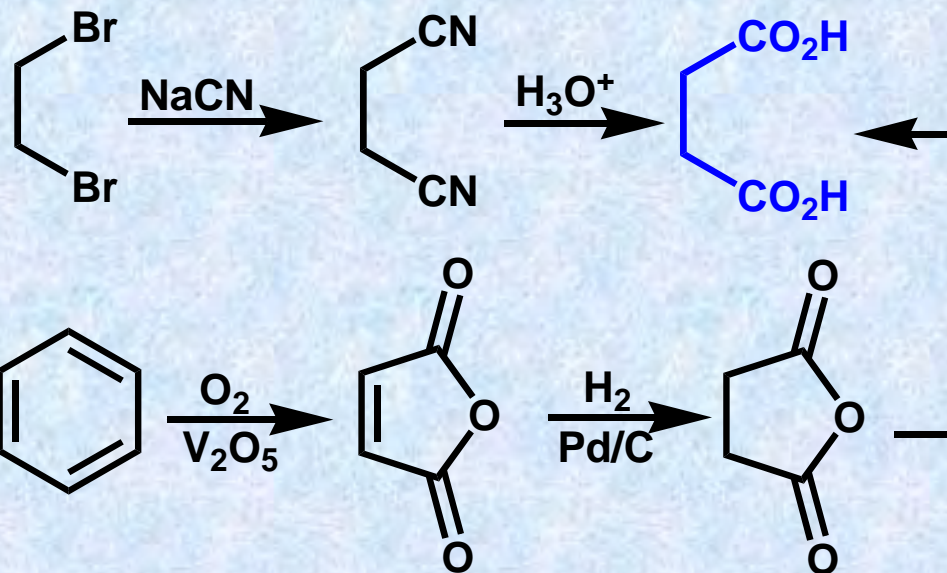
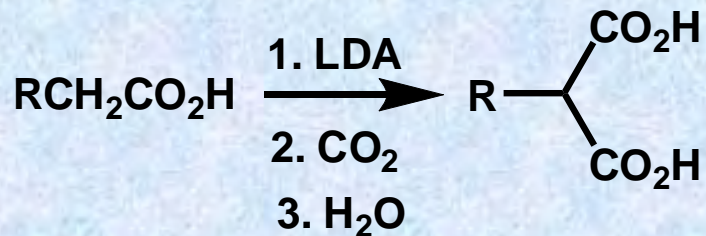
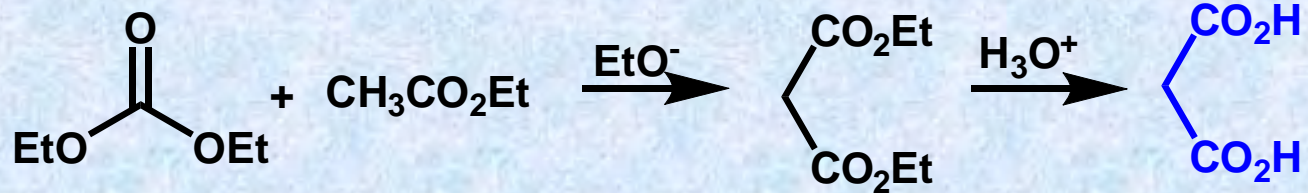


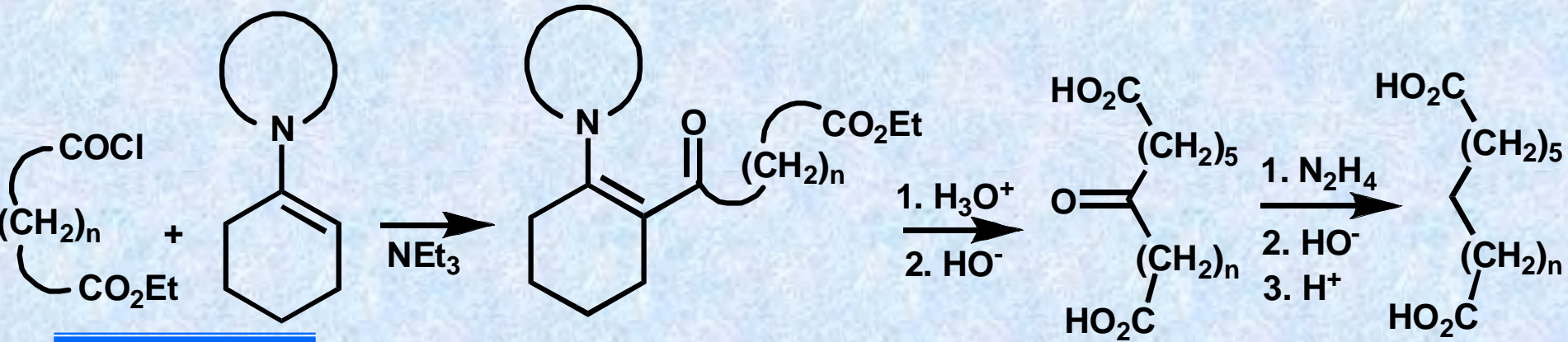
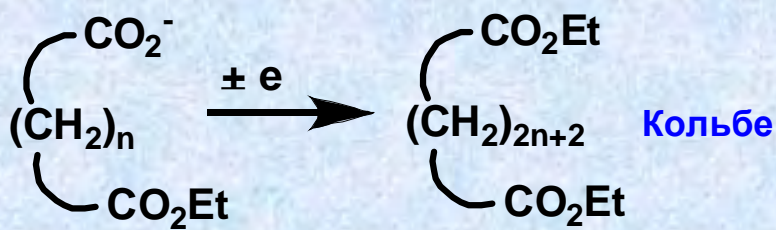
Адипиновая



Методы синтеза







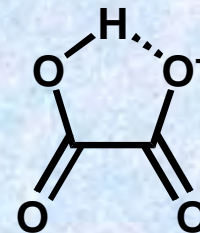
Свойства дикарбоновых кислот

Кислотность

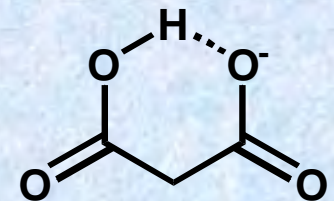
кислота	pK1	pK2
щавелевая	1.27	4.23
малоновая	2.87	5.70
янтарная	4.16	5.61
глутаровая	4.34	5.27

Причины:

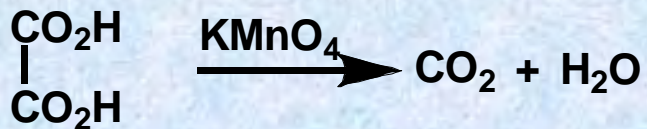
- Индуктивный эффект карбоксильной группы.
- Внутримолекулярная водородная связь, стабилизирующая анион.



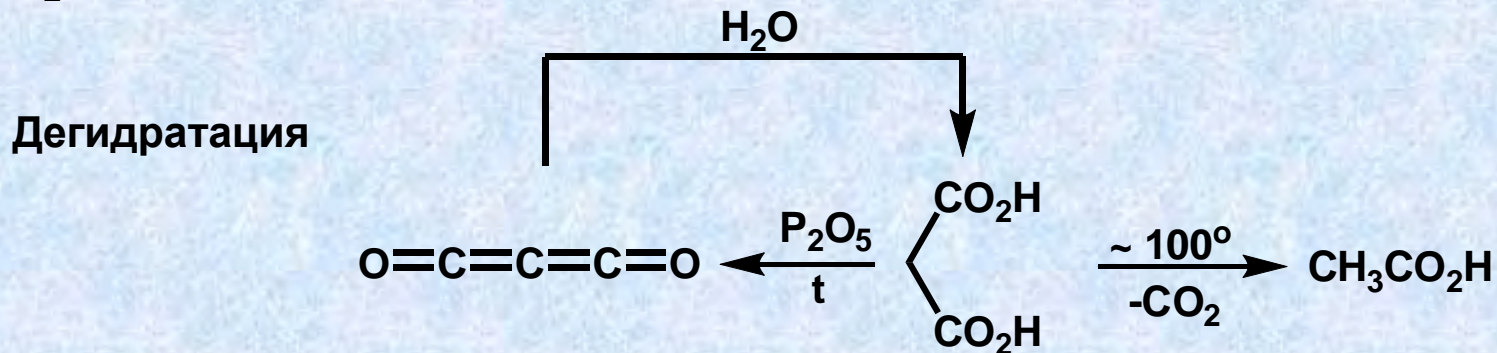
оксалат-анион



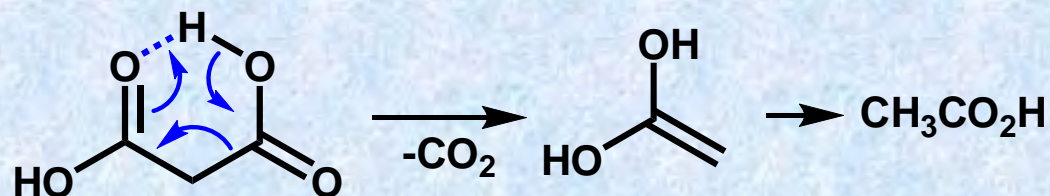
малонат-анион



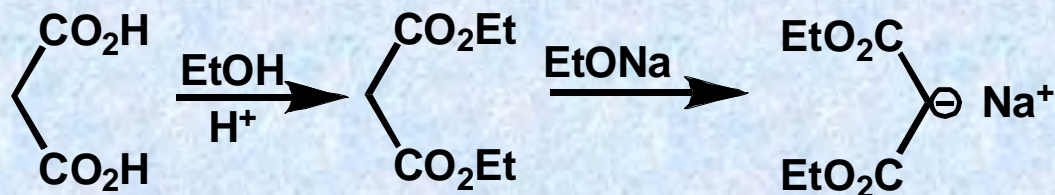
$\begin{array}{c} \text{CO}_2\text{Et} \\ | \\ \text{CO}_2\text{Et} \end{array}$ диэтилоксалат - сложный эфир, не имеющий атомов водорода у α -углеродного атома - активная карбонильная компонента в перекрестных конденсациях Кляйзена



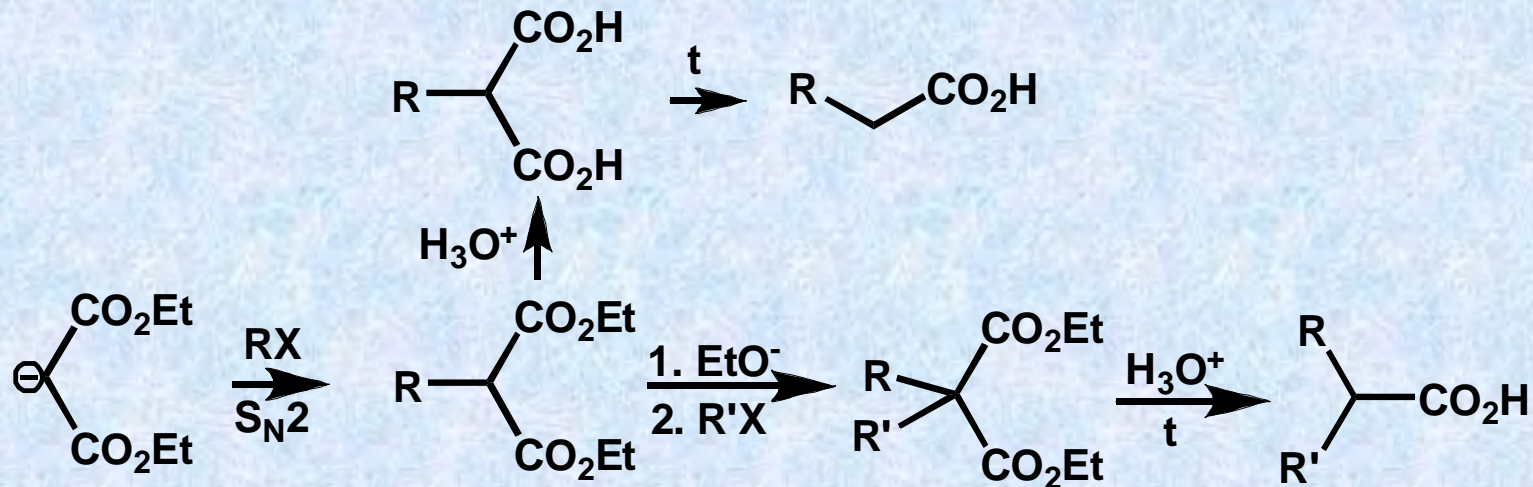
Декарбоксилирование



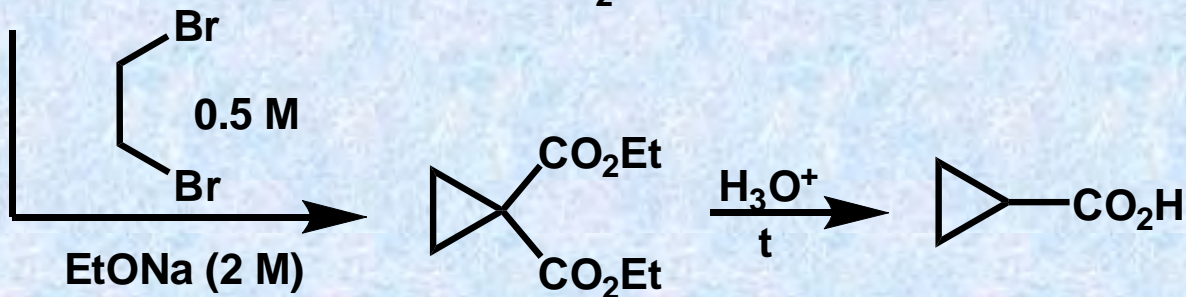
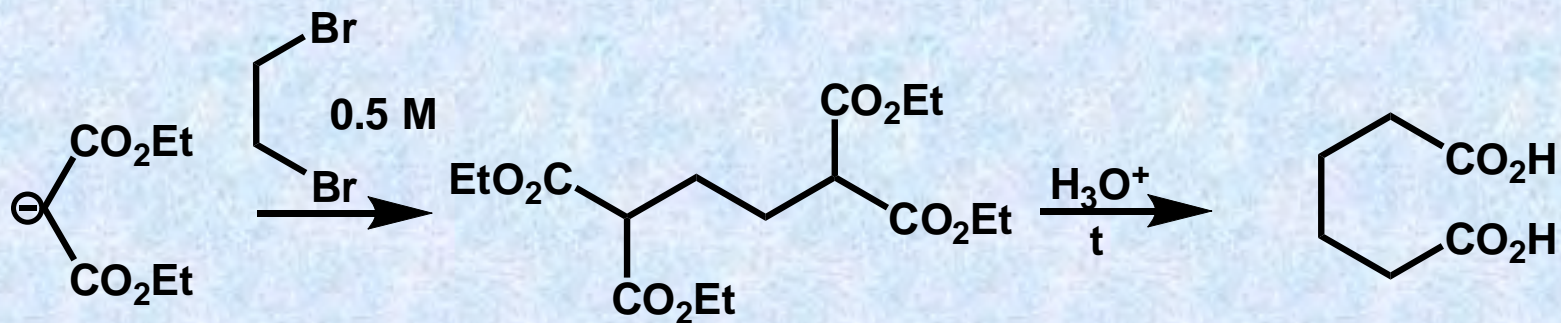
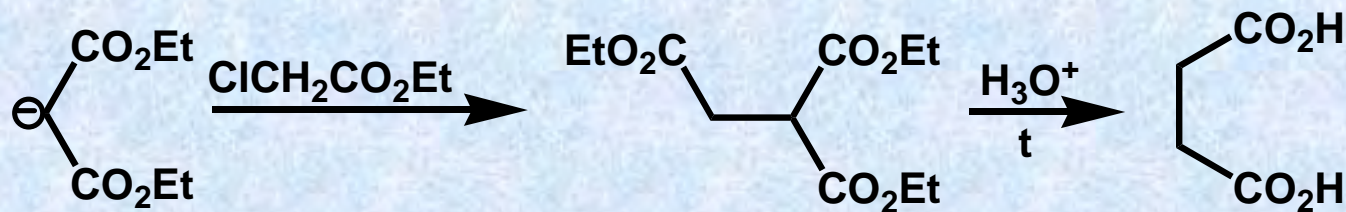
Синтетические применения малонового (натрмалонового) эфира



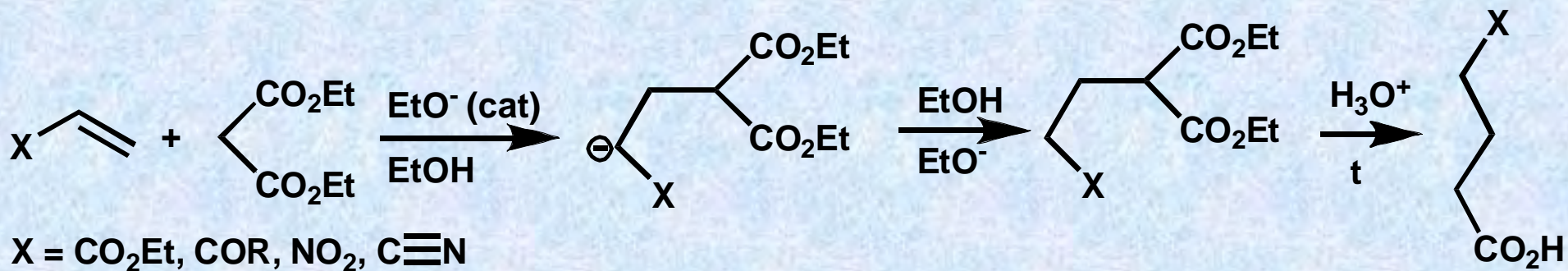
устойчивый анион - индуктивное влияние двух акцепторных групп



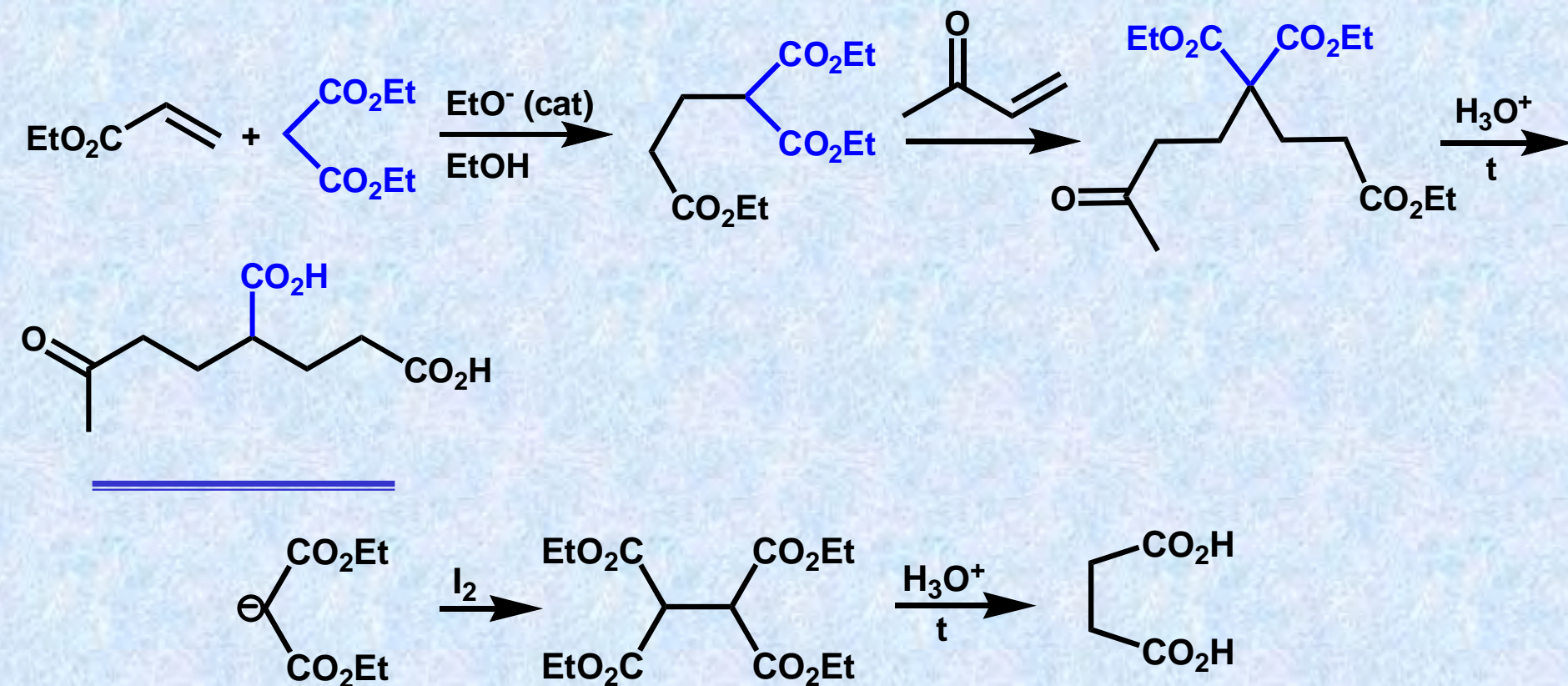
$R, R' = \text{алкил}$

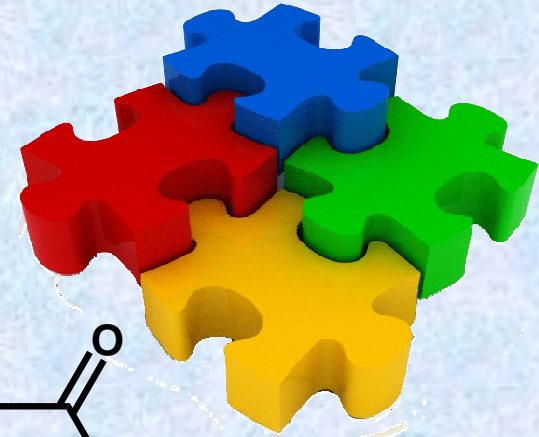
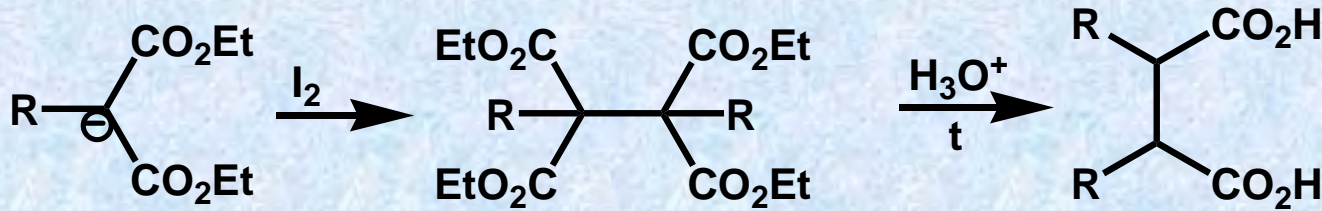


Нуклеофильное присоединение к акцепторно-замещенному алкену (Михаэль)

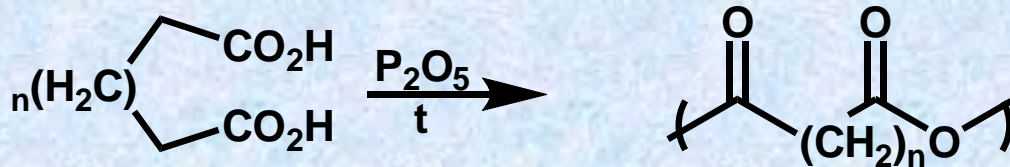
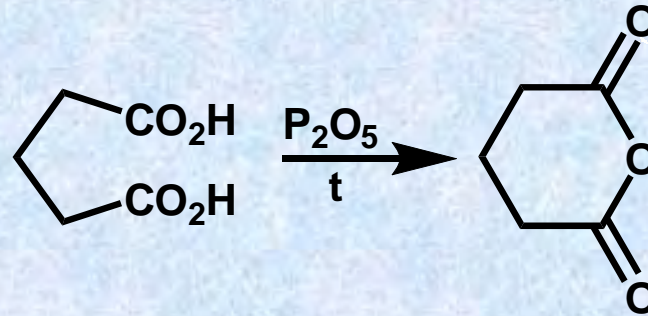
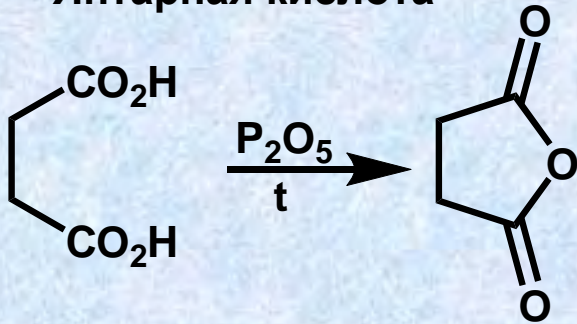


Например:

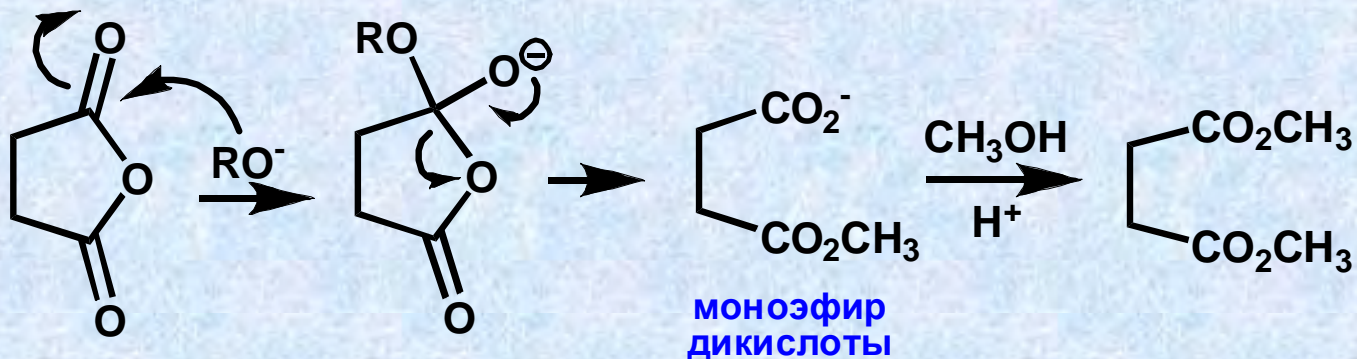




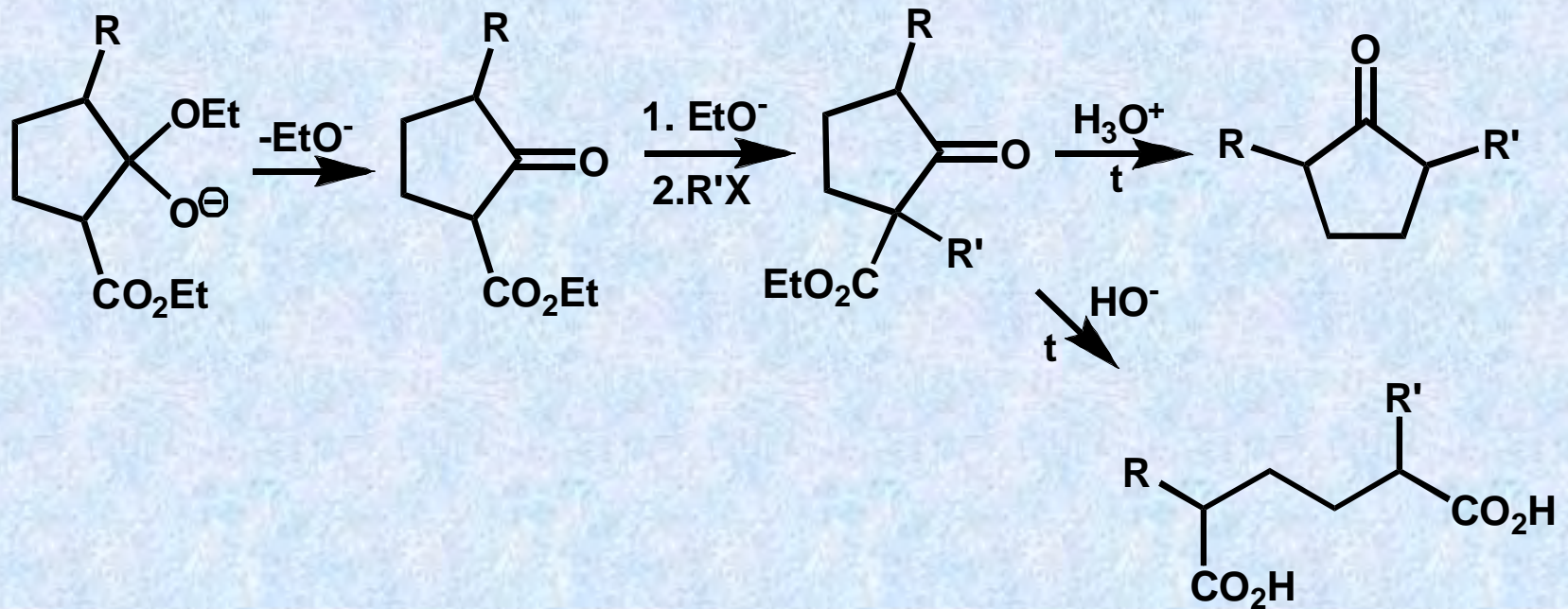
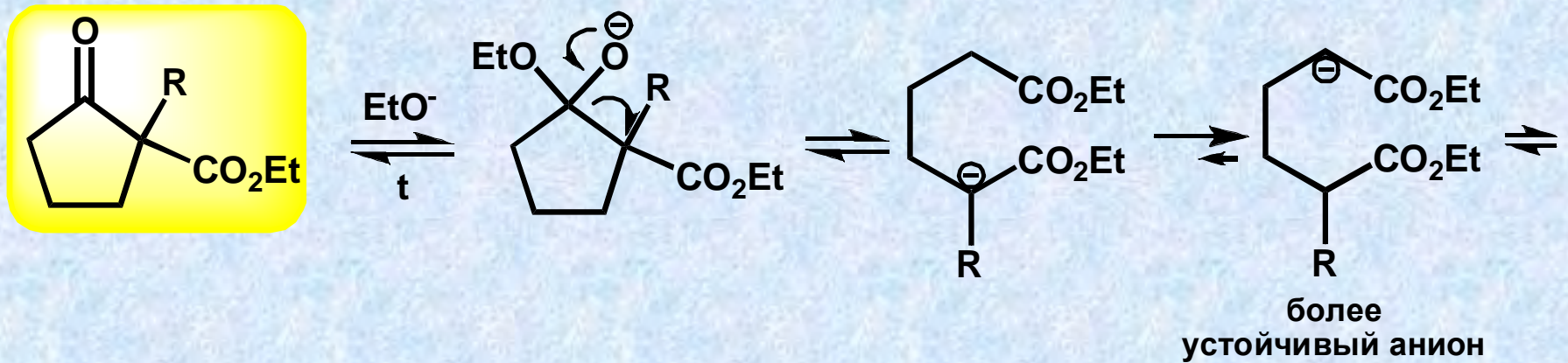
Янтарная кислота

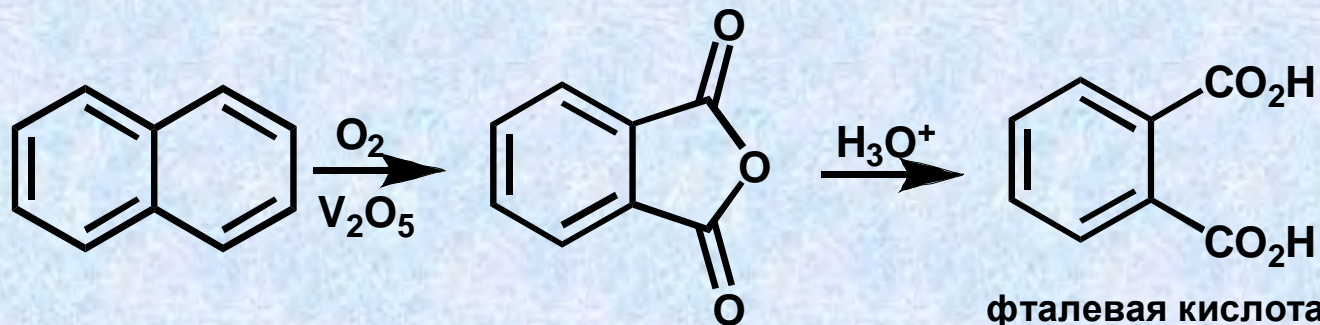


Некоторые свойства ангидридов дикарбоновых кислот

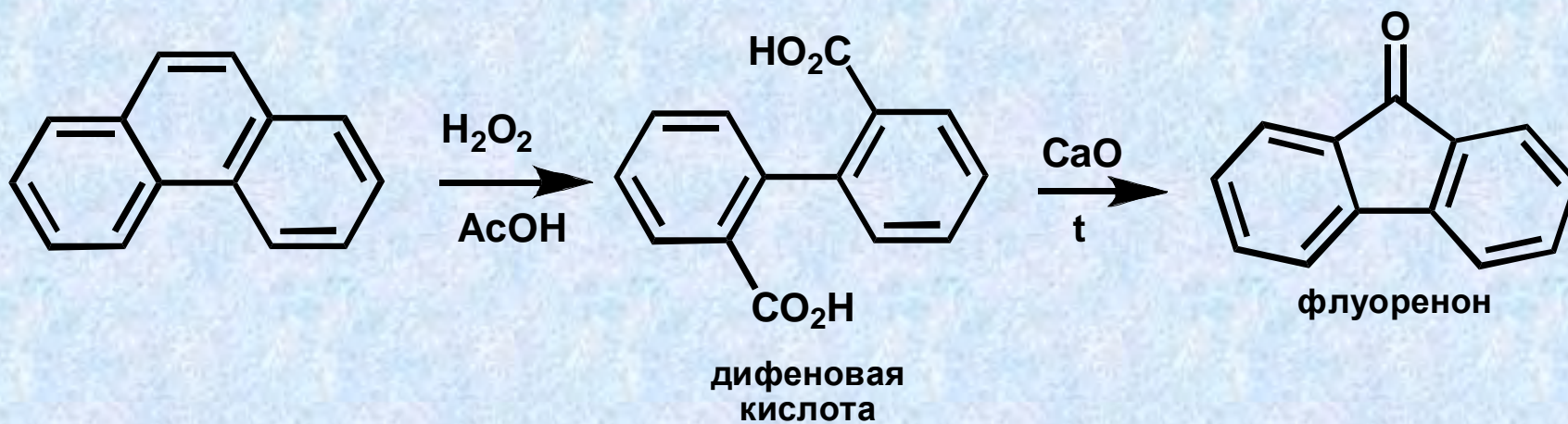
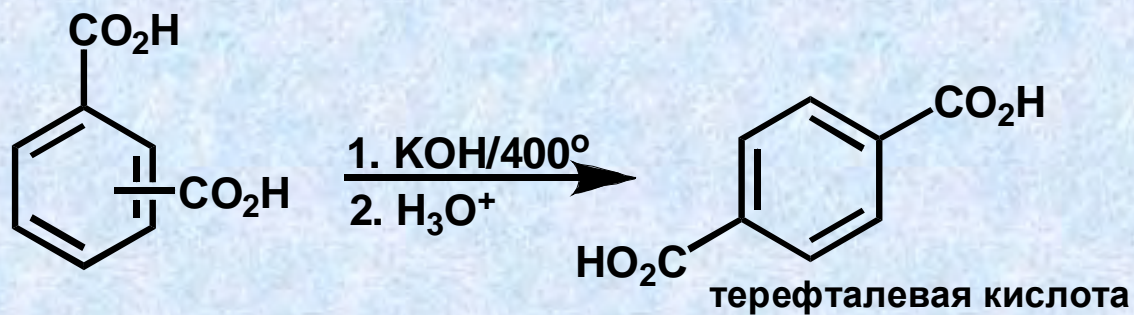


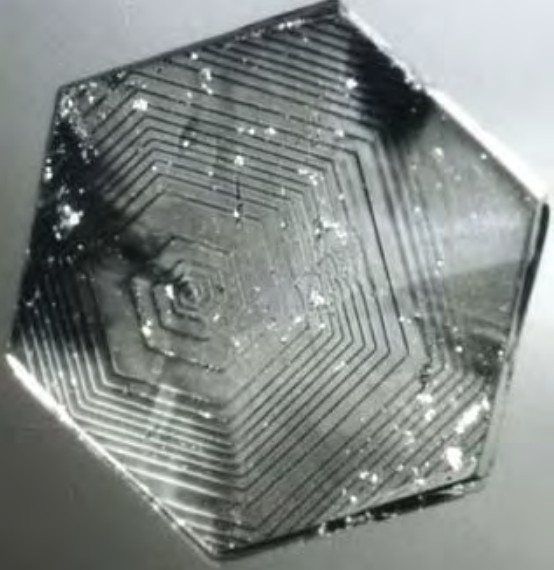
реакция конденсации обратима!



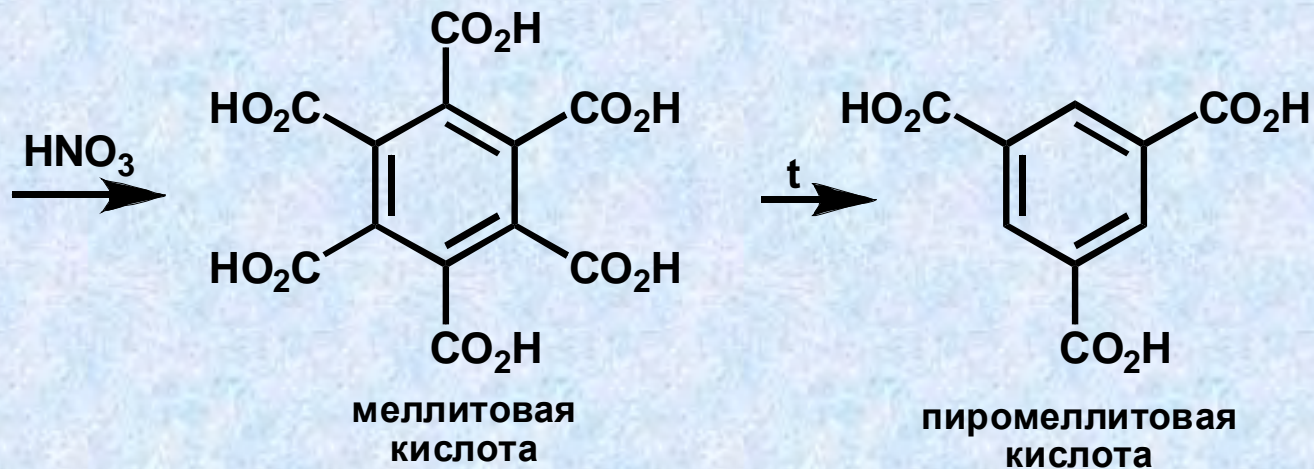


фталевая кислота:
диэтилфталат (репеллент)

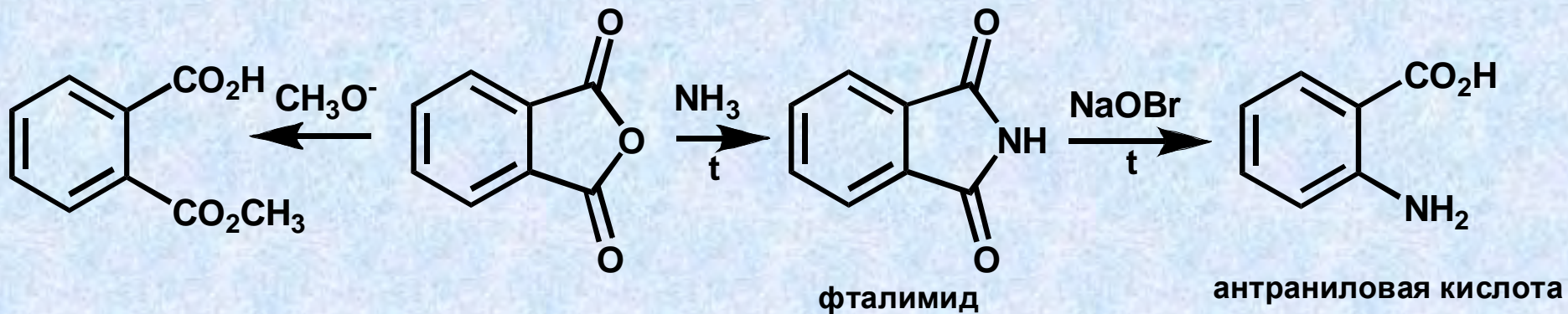


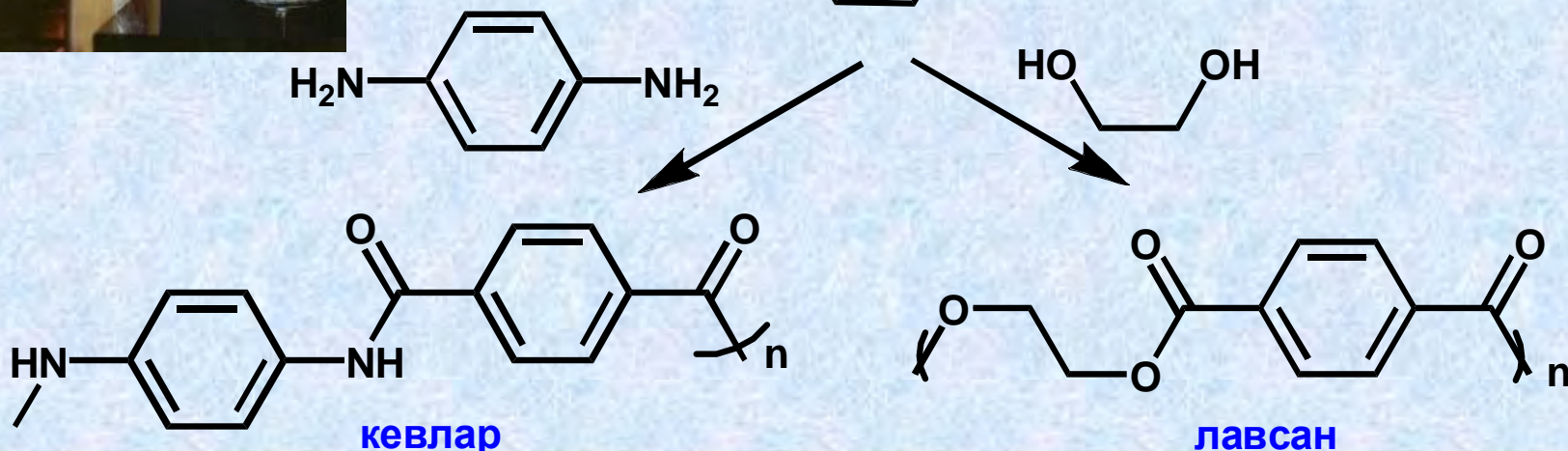
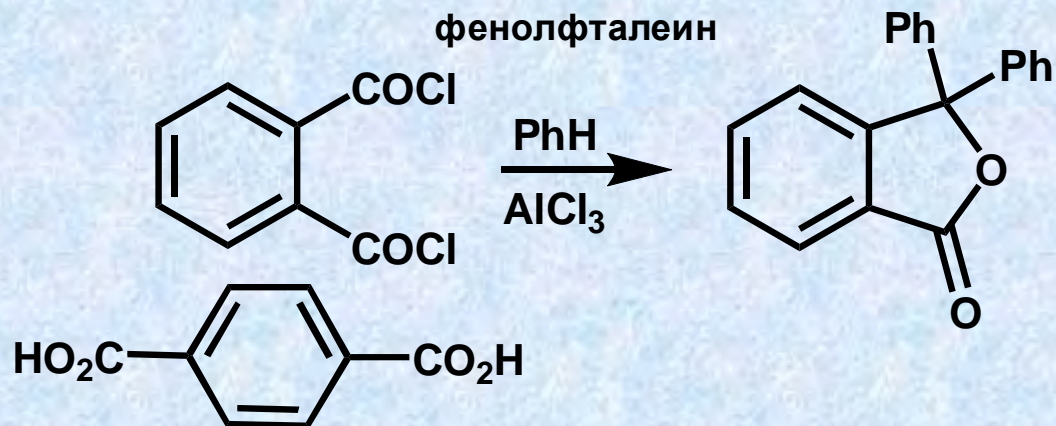
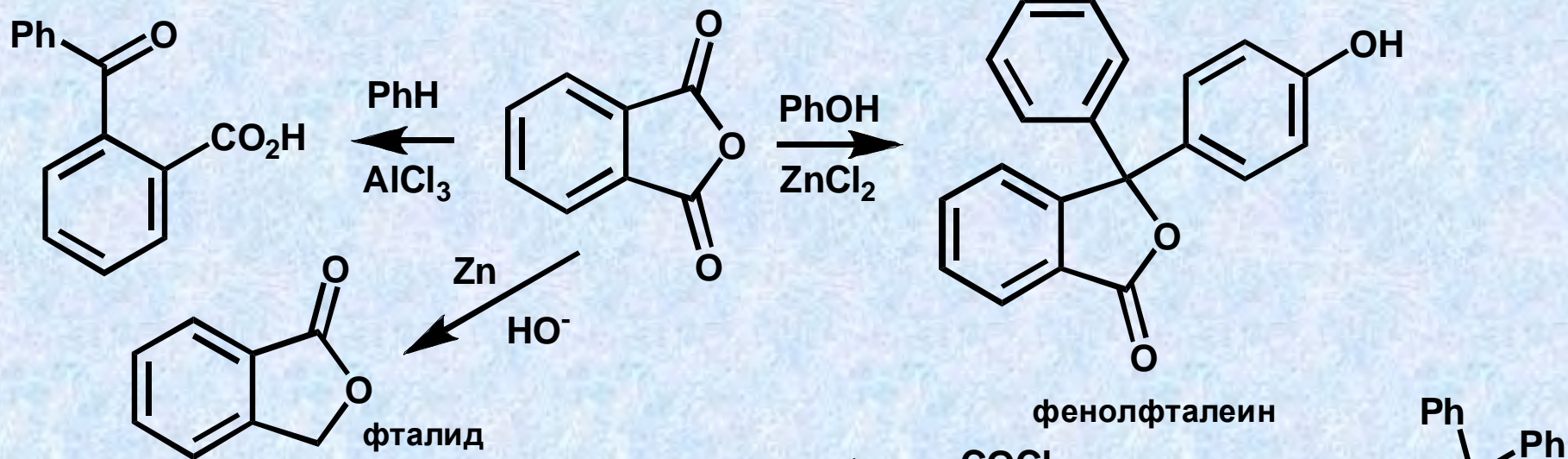


графит



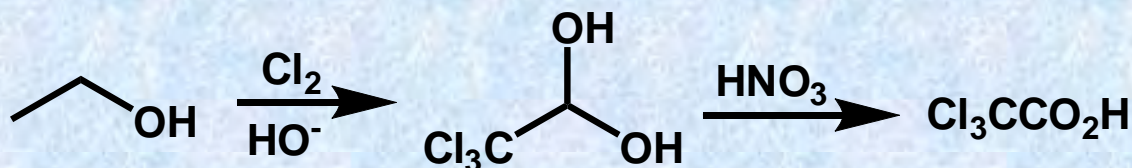
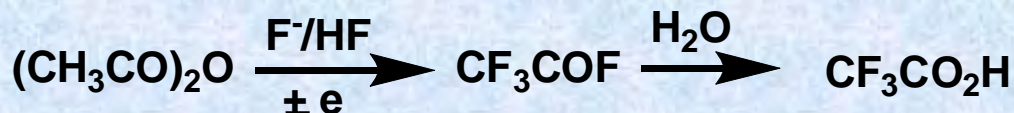
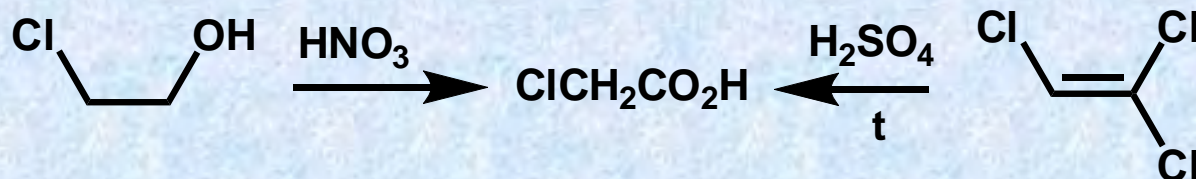
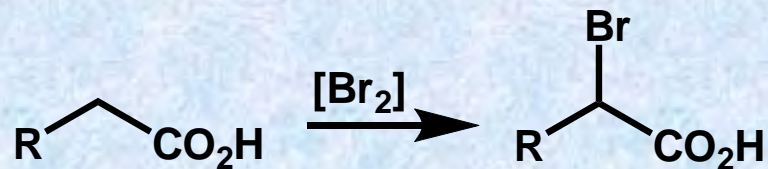
Свойства



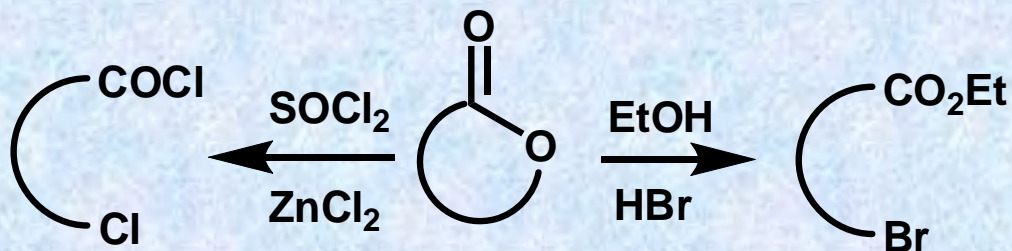


Синтез – галоидированные карбоновых кислот:

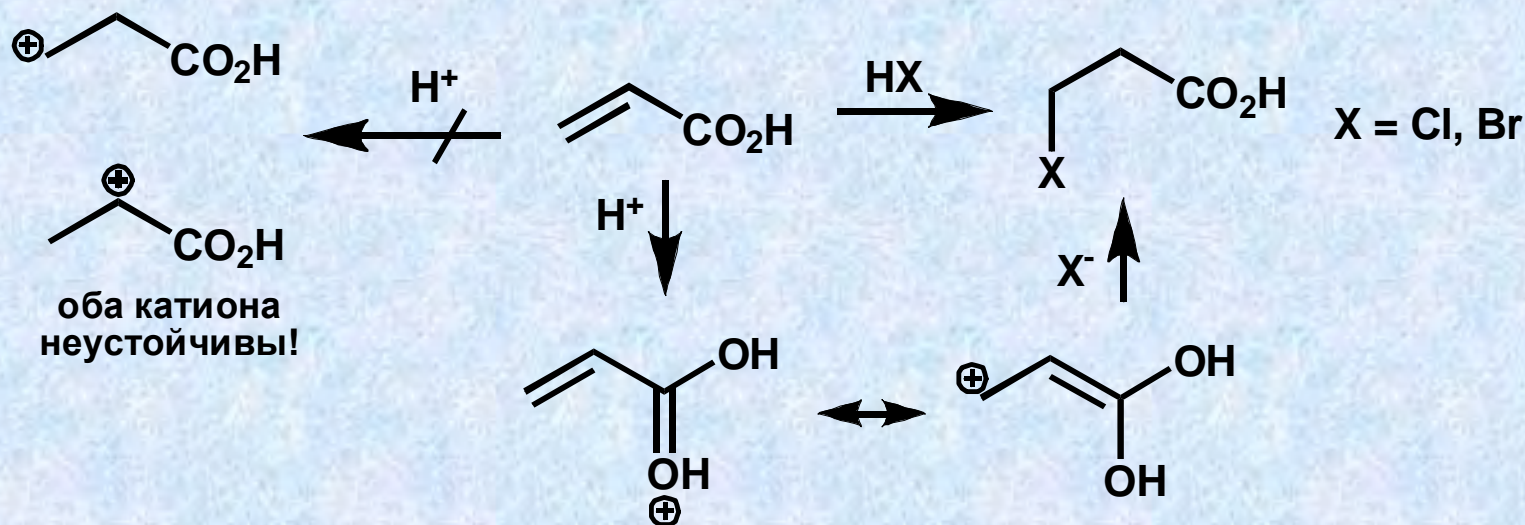
Br₂/P (Гель-Фольгардт-Зелинский)
 Br₂/пиридин
 Br₂/RCOBr
 Br₂/hν
 NBS
 SO₂Cl₂
 SOCl₂/hν



Производные ω -галоидкарбоновых кислот

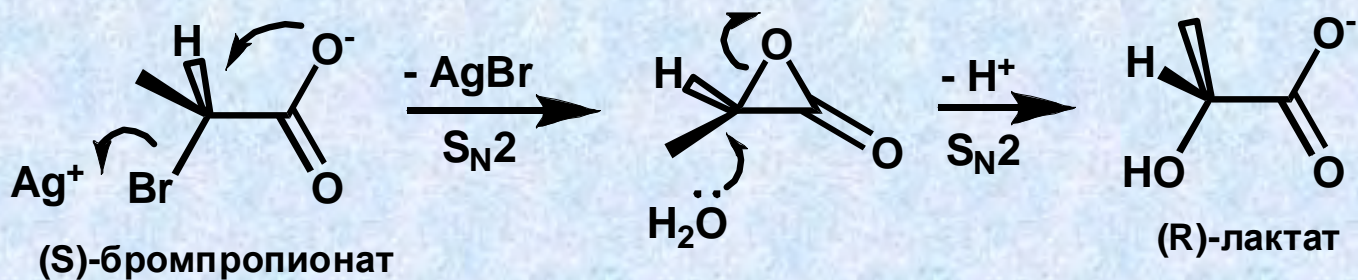
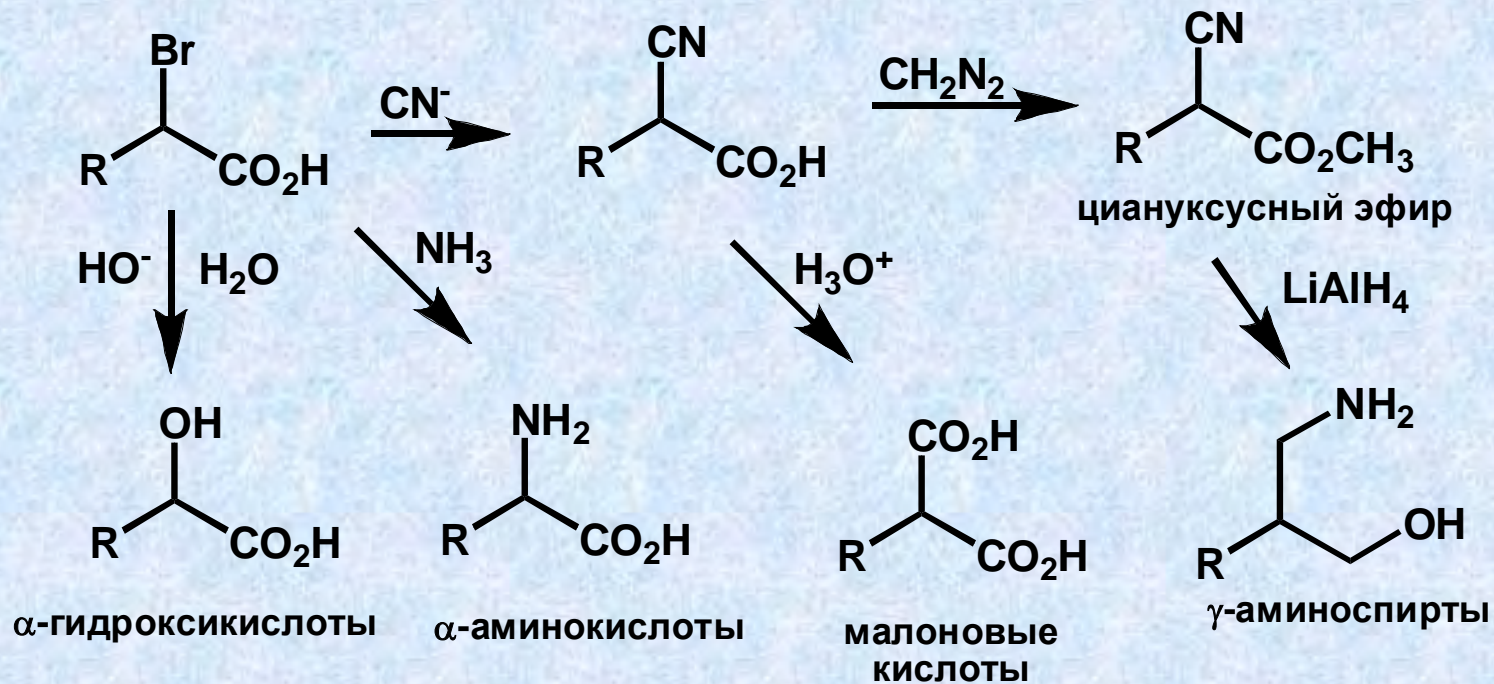


β -Галоидкарбоновые кислоты

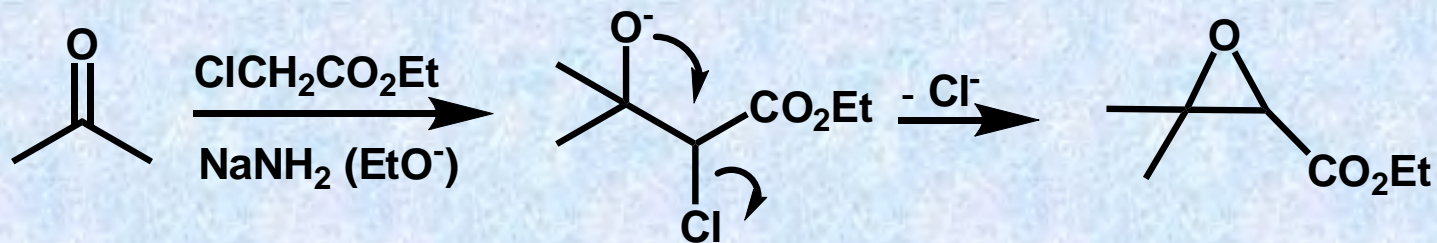


Свойства α -галоидкарбоновых кислот

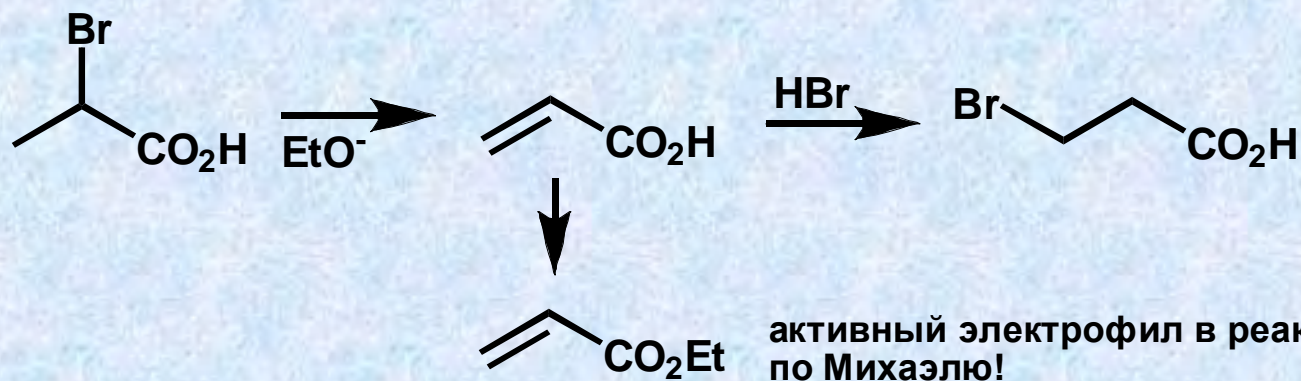
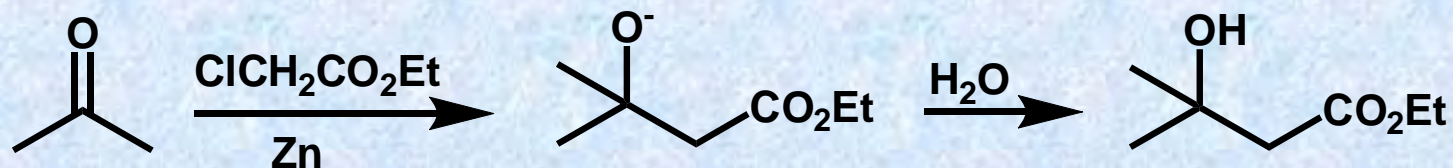
Повышение кислотности по мере накопления атомов галогена у α -углеродного атома. K_a $\text{CF}_3\text{CO}_2\text{H}$ $5.9 \cdot 10^{-1}$ (в 10000 раз более сильная кислота, чем уксусная!)



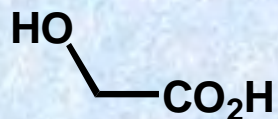
Реакция Дарзана



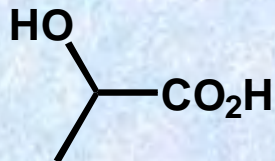
Реакция Реформатского



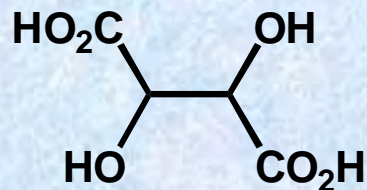
Гидроксикислоты



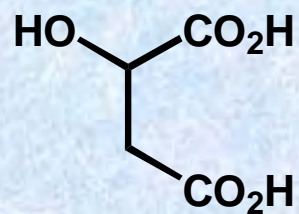
гликолевая
(свекла, виноград)



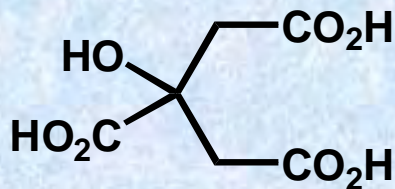
молочная
(брожение)



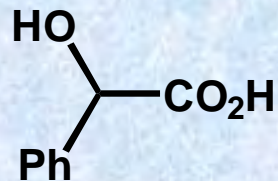
винная
(виноградная)



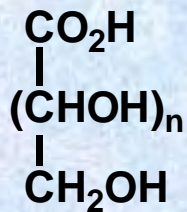
яблочная
(клюква)



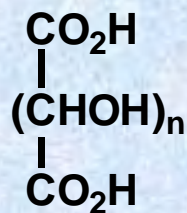
лимонная
(махорка)



миндальная



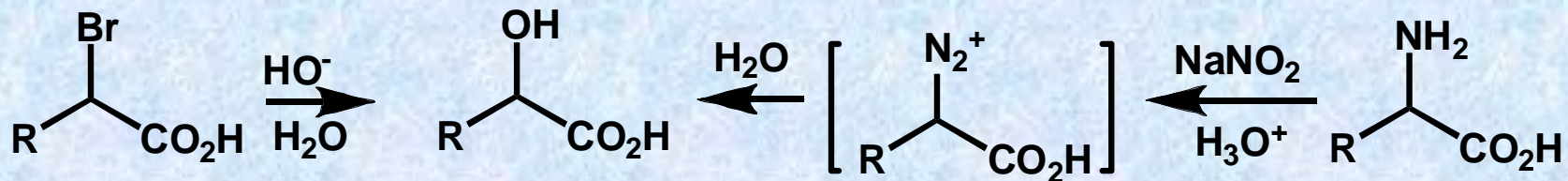
гликоновые
кислоты



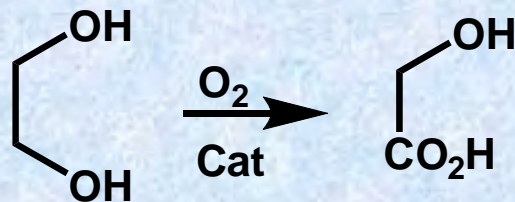
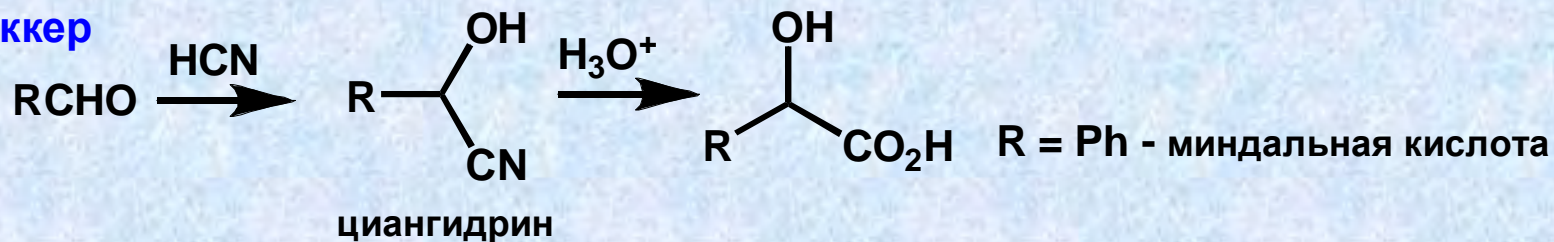
гликаровые
(сахарные)
кислоты



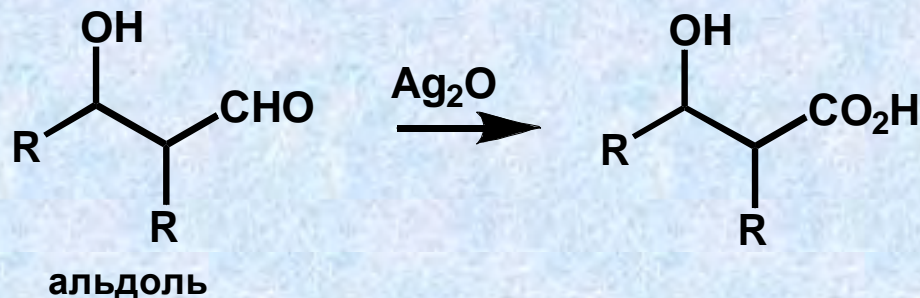
α-гидроксикислоты

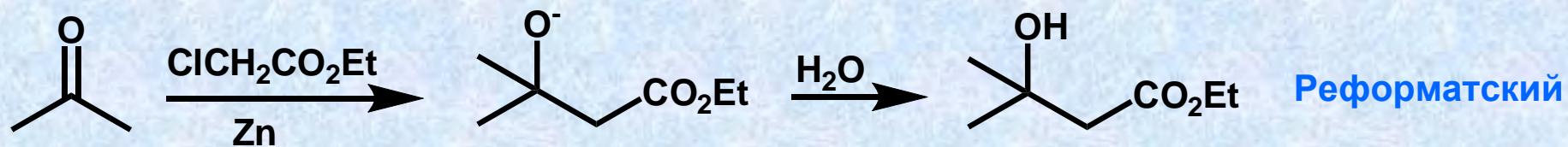
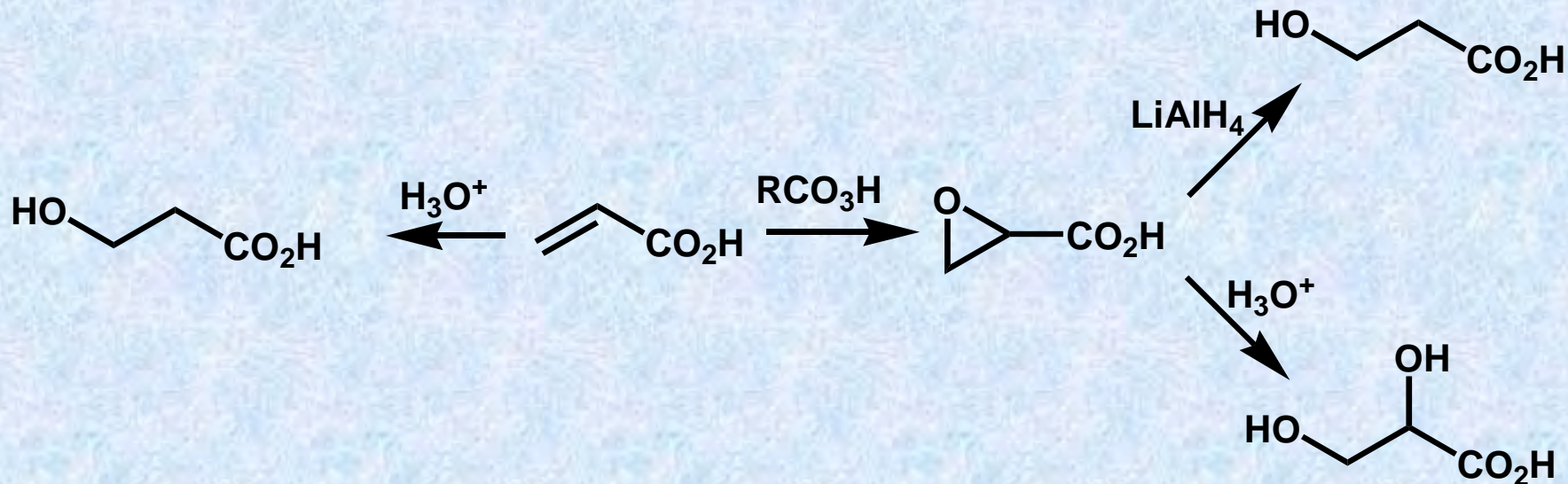


Штреккер

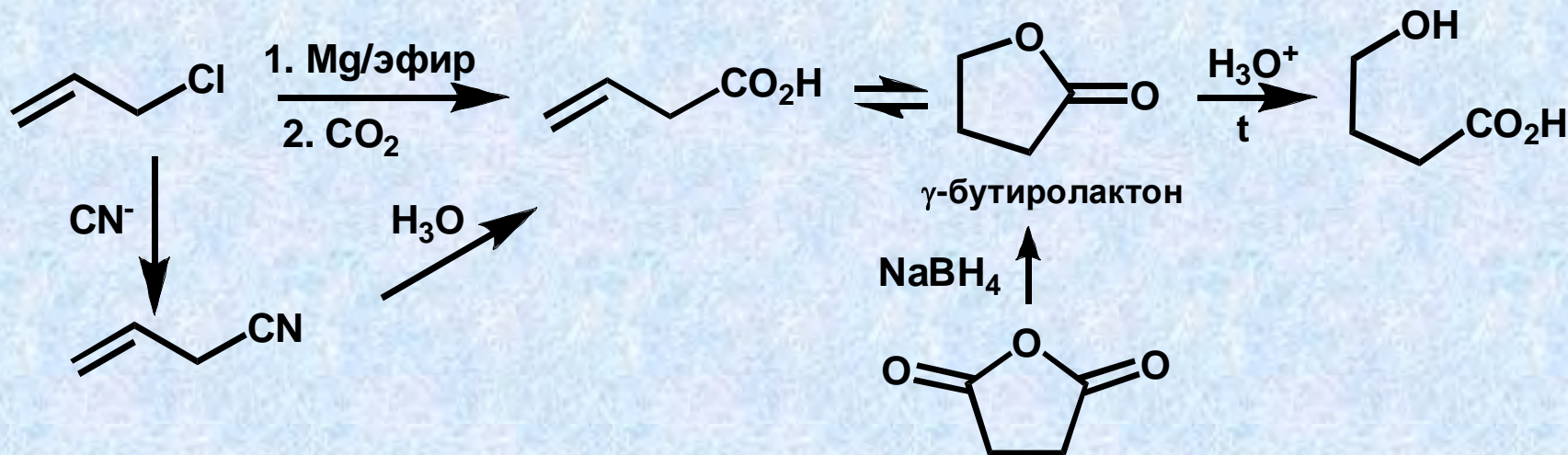


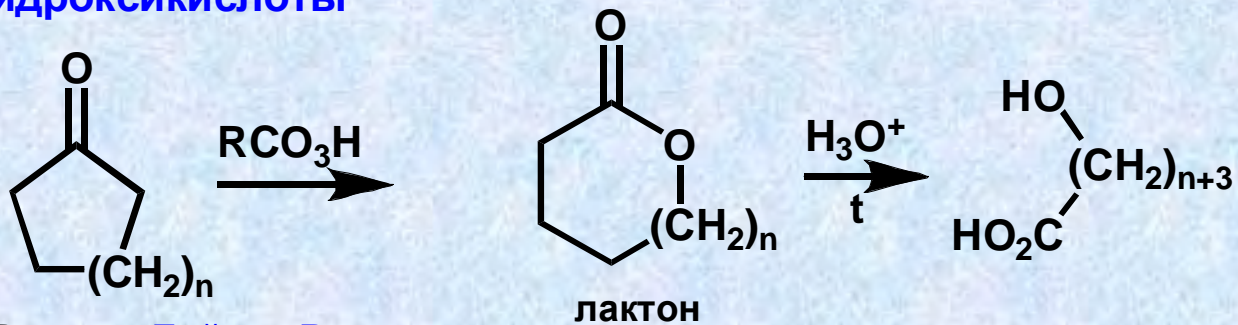
β-гидроксикислоты



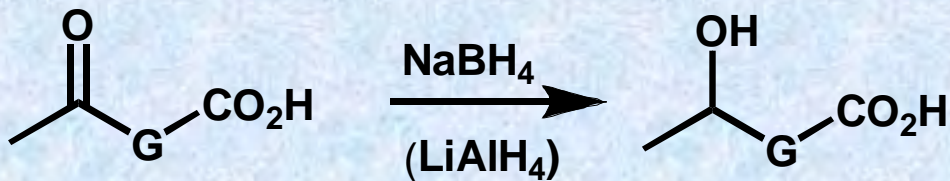
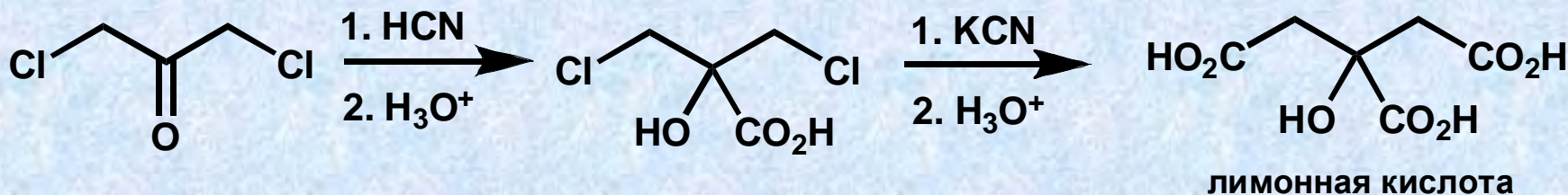


γ-гидроксикислоты

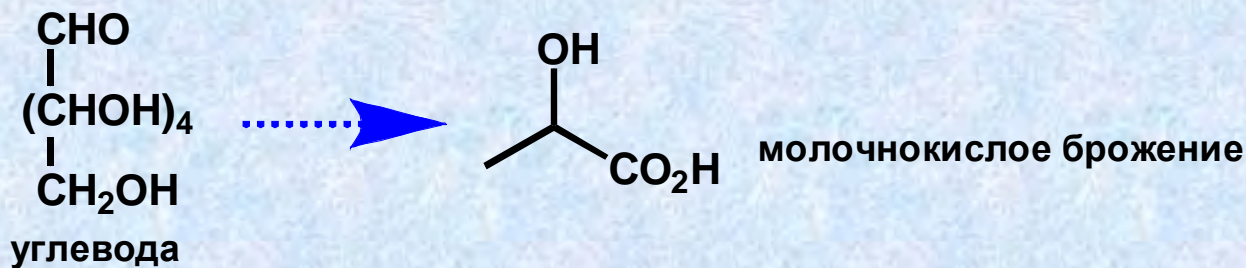


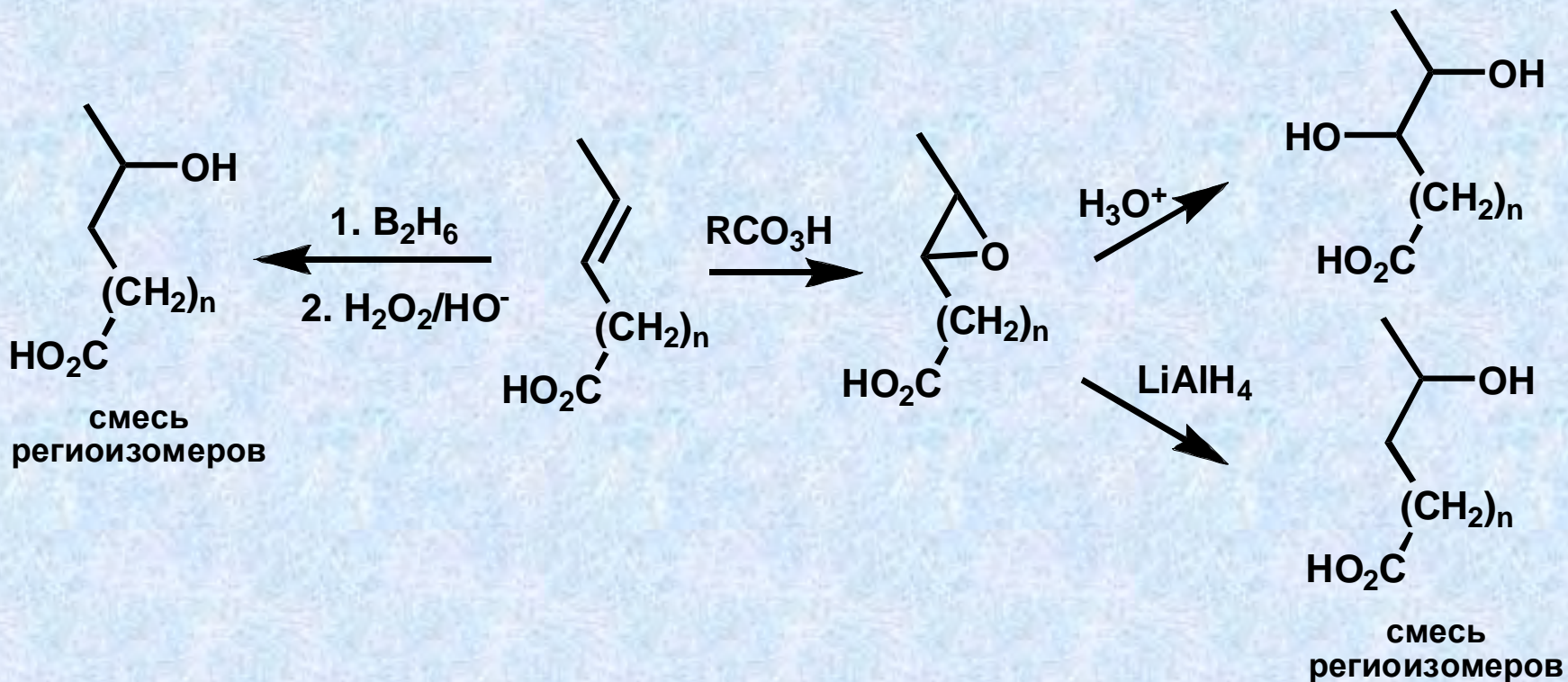


Реакция Байера-Виллигера

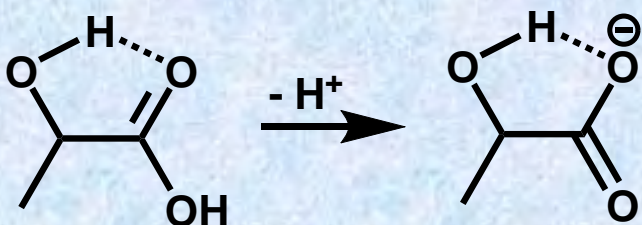


$G = (CH_2)_n$, где $n = 0, 1, 2, \dots$



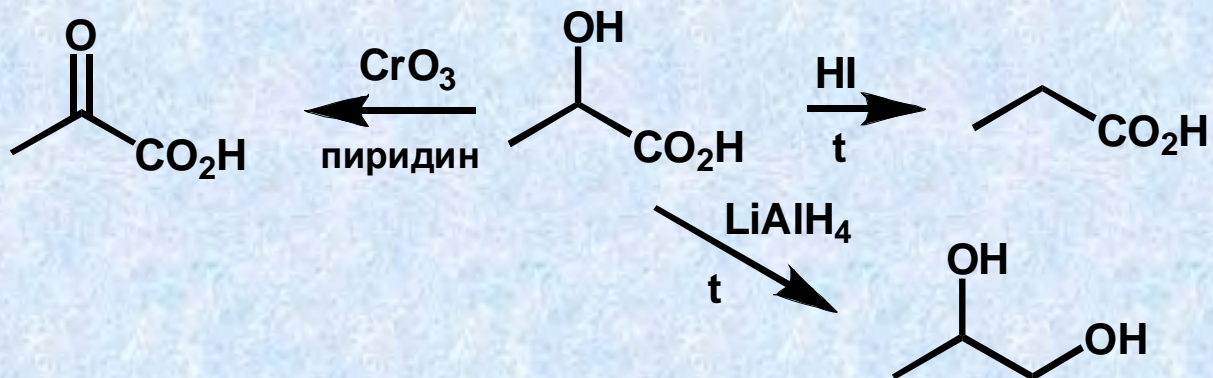
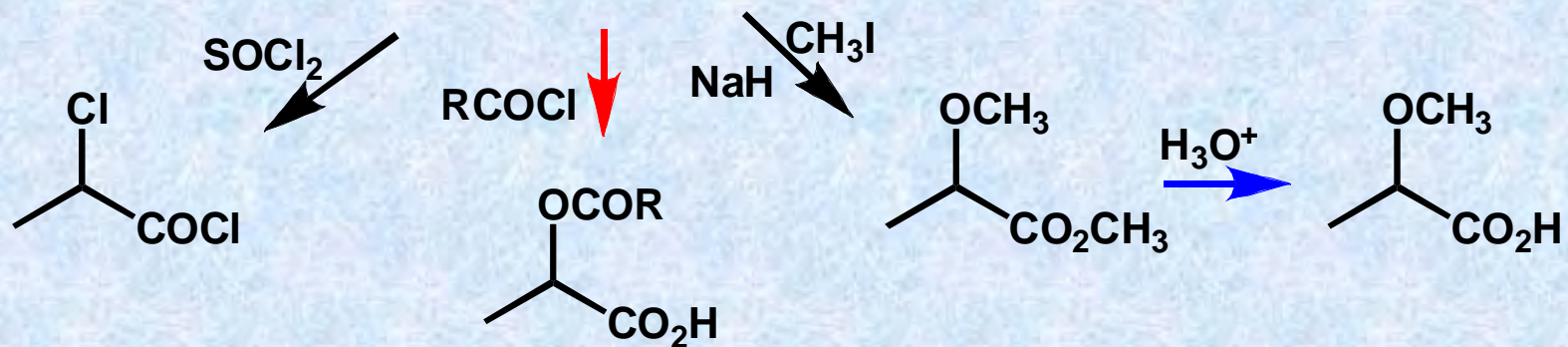
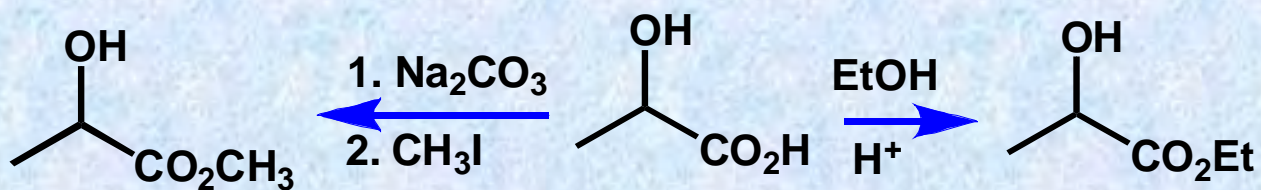


Свойства гидроксикислот

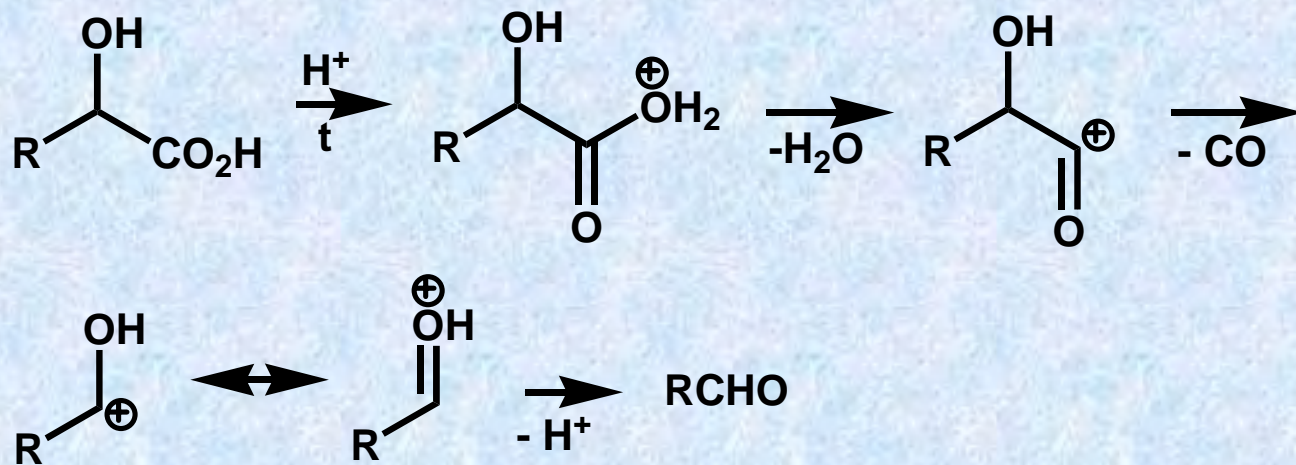


Повышенная кислотность в результате образования внутримолекулярной водородной связи, стабилизирующей анион

СВОЙСТВА **СПИРТОВ** + СВОЙСТВА **КИСЛОТ**

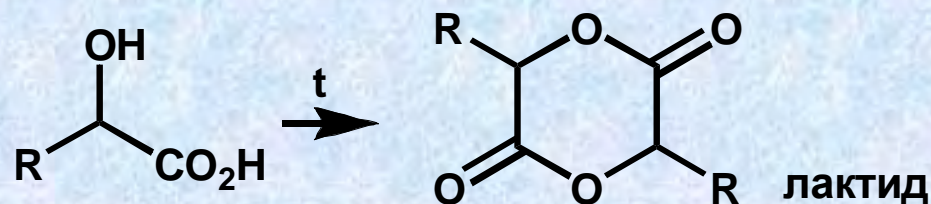


Реакция декарбонилирования

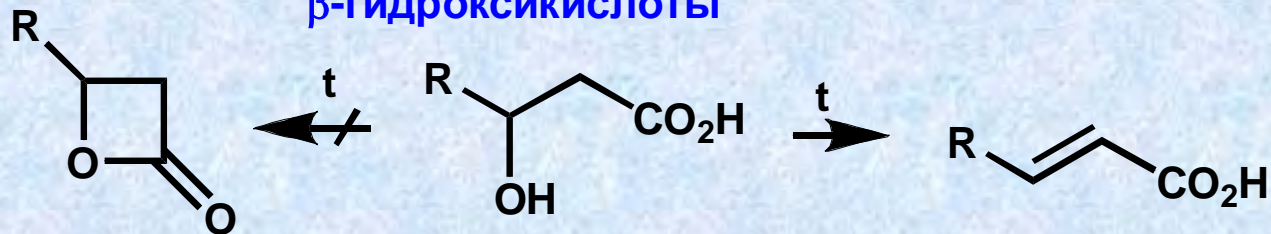


Термические процессы

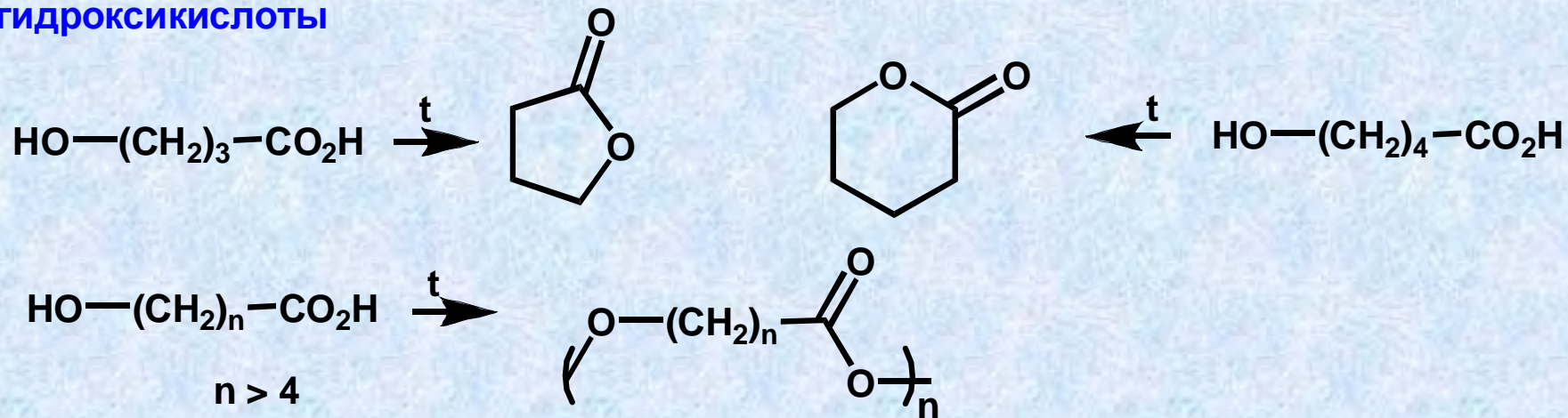
α -гидроксикислоты



β -гидроксикислоты



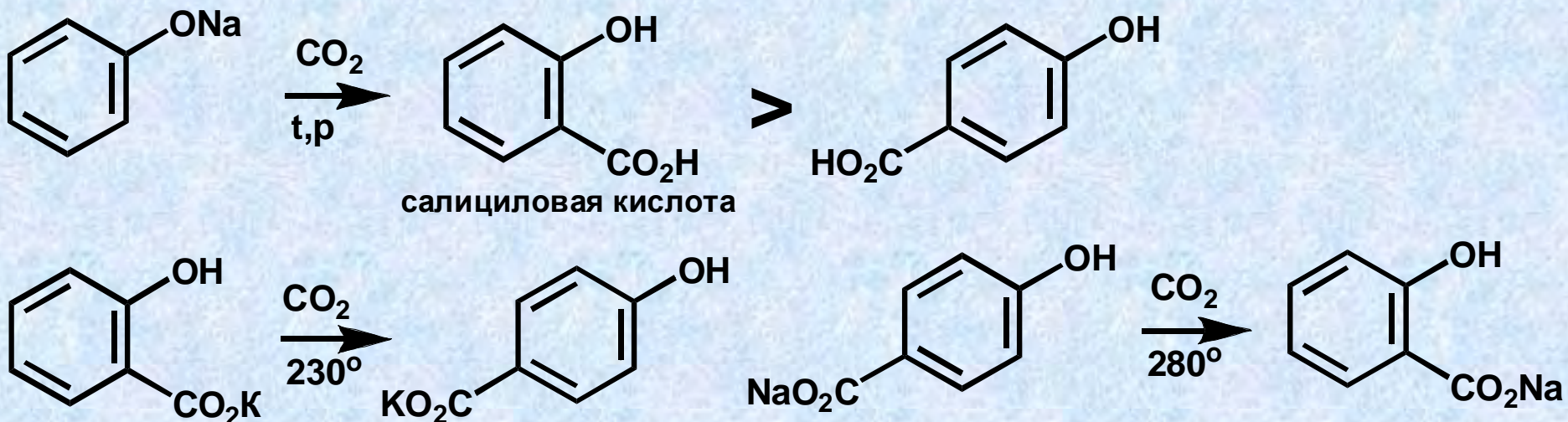
γ, δ -гидроксикислоты

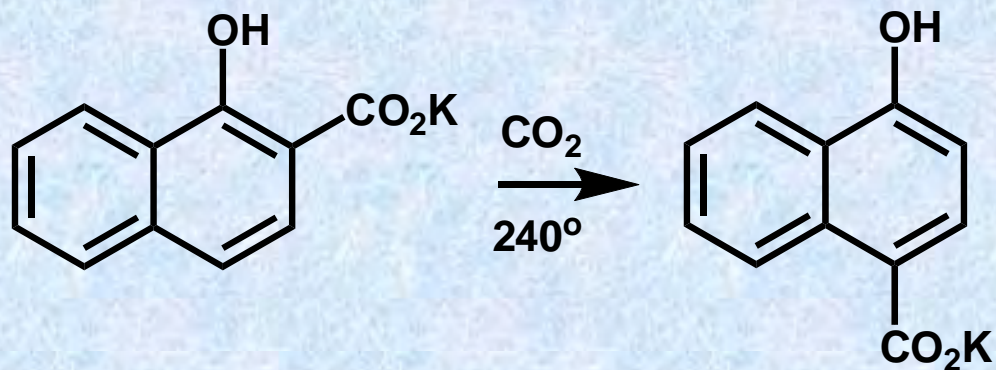
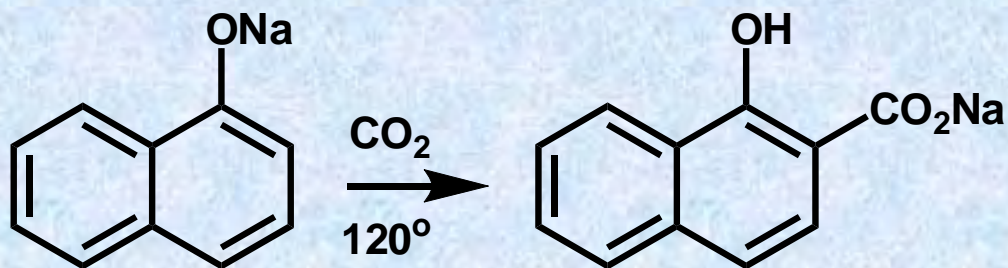
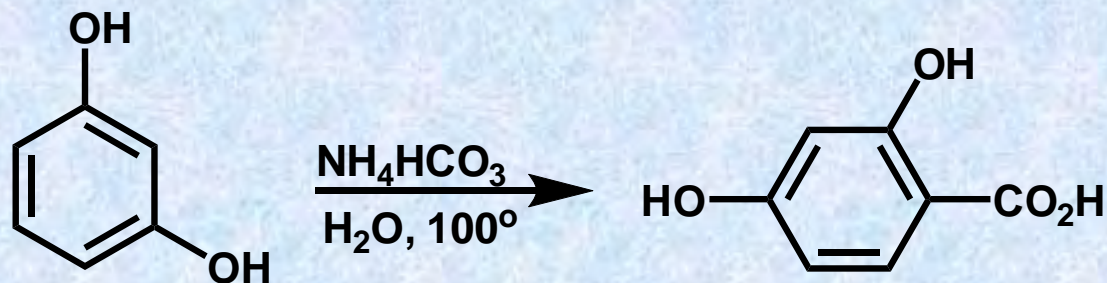
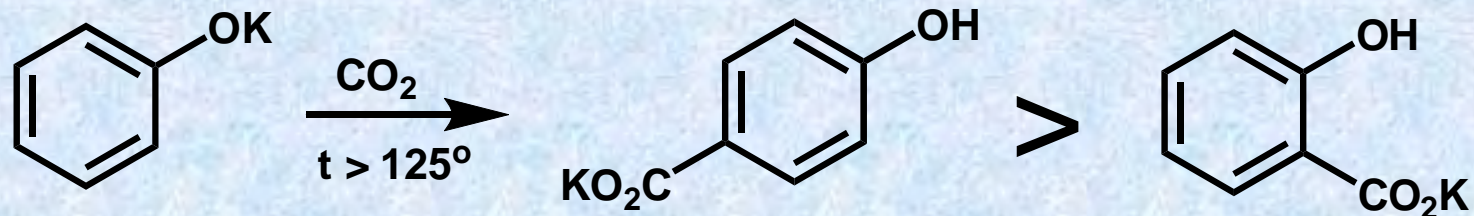


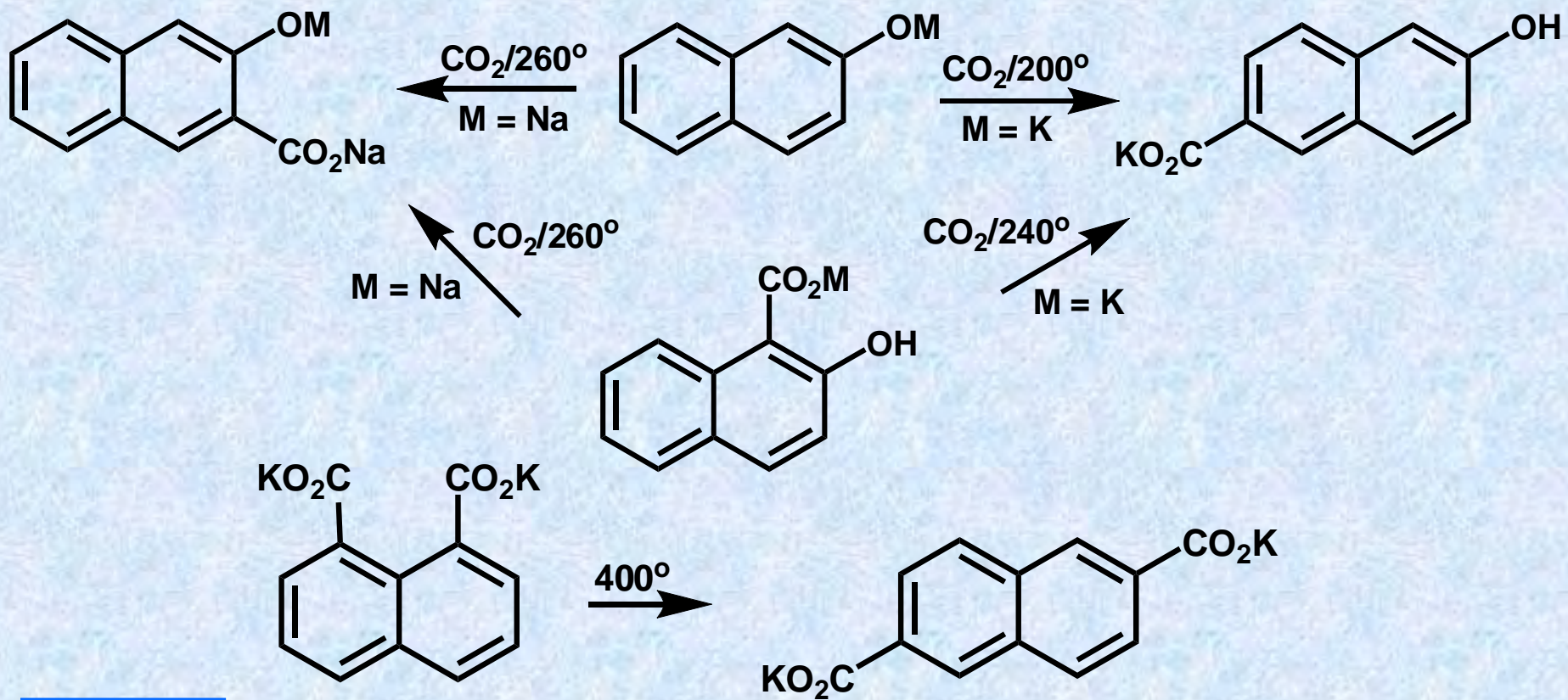
Ароматические гидроксикислоты

Синтез

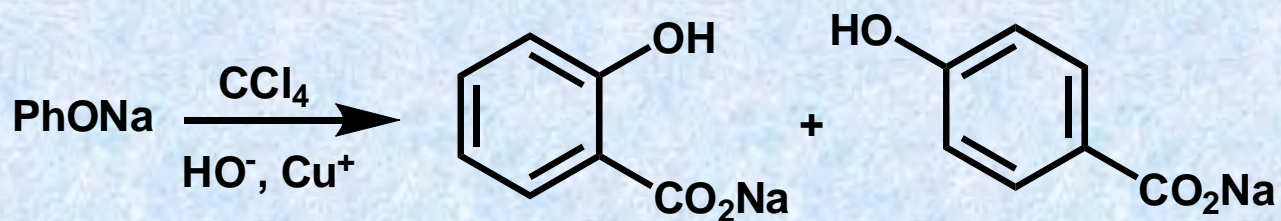
Кольбе-Шмидт

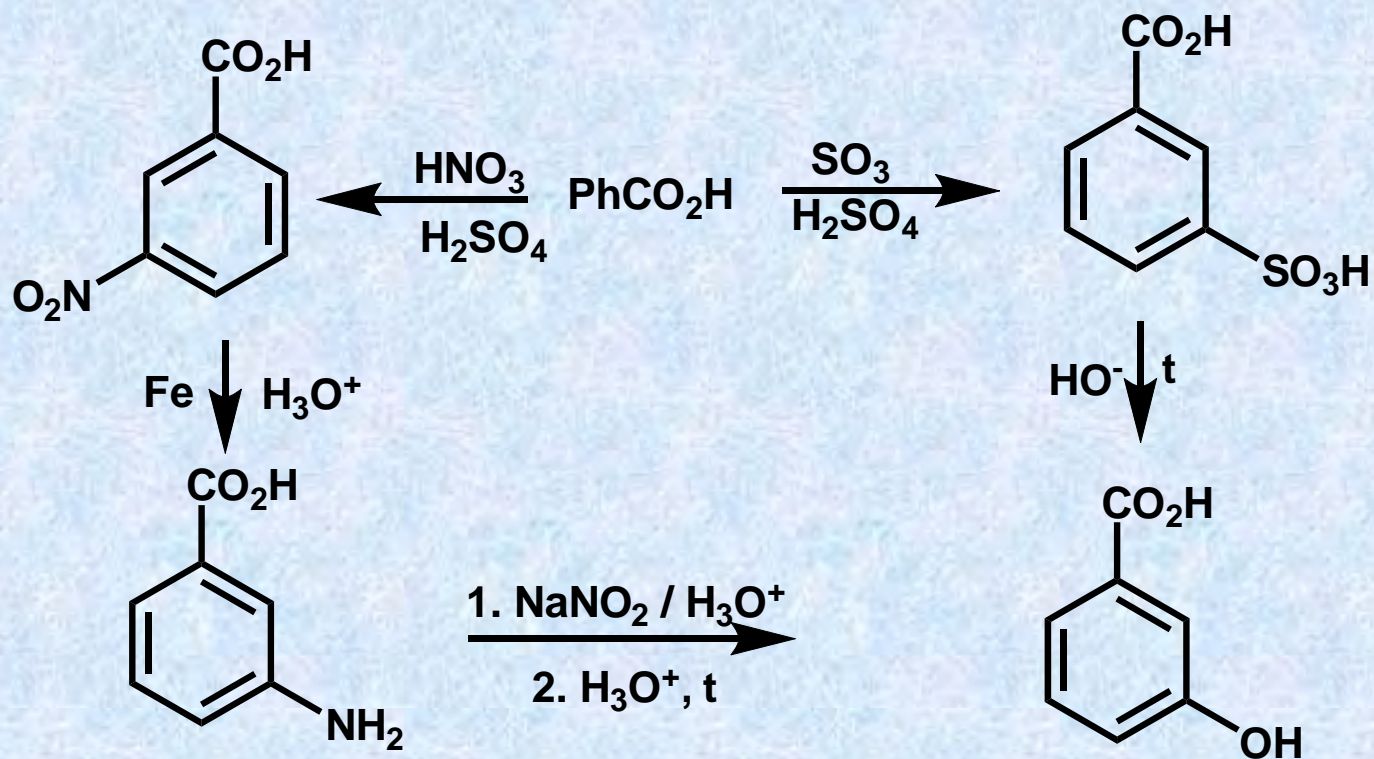
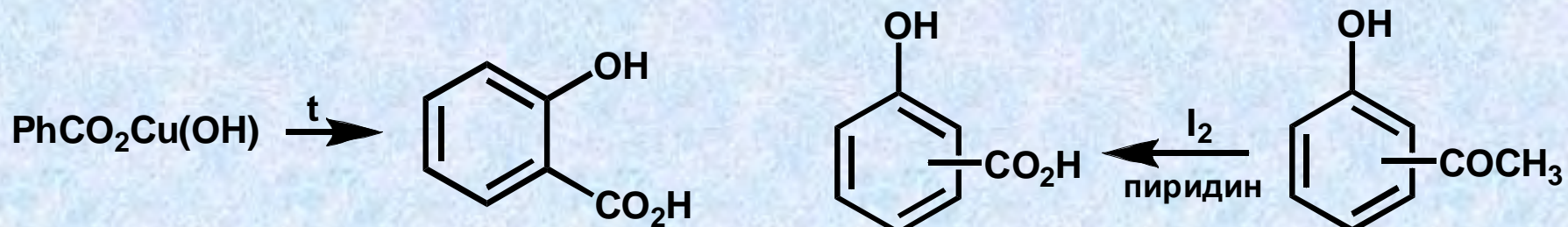
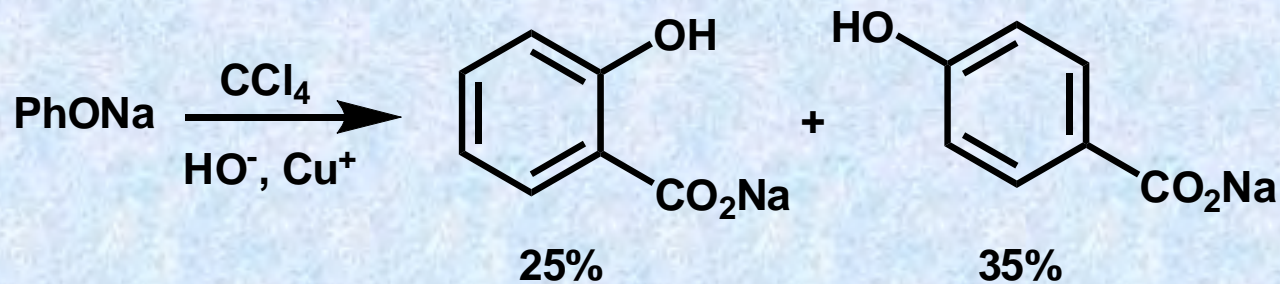


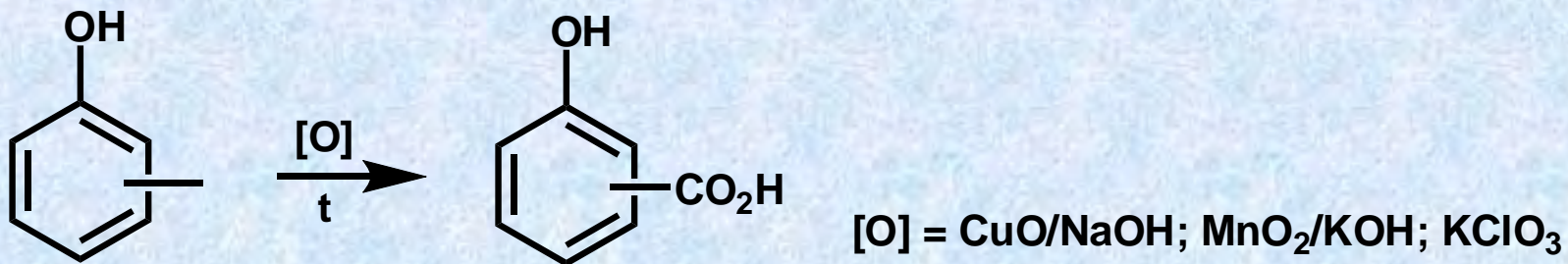




Другие методы



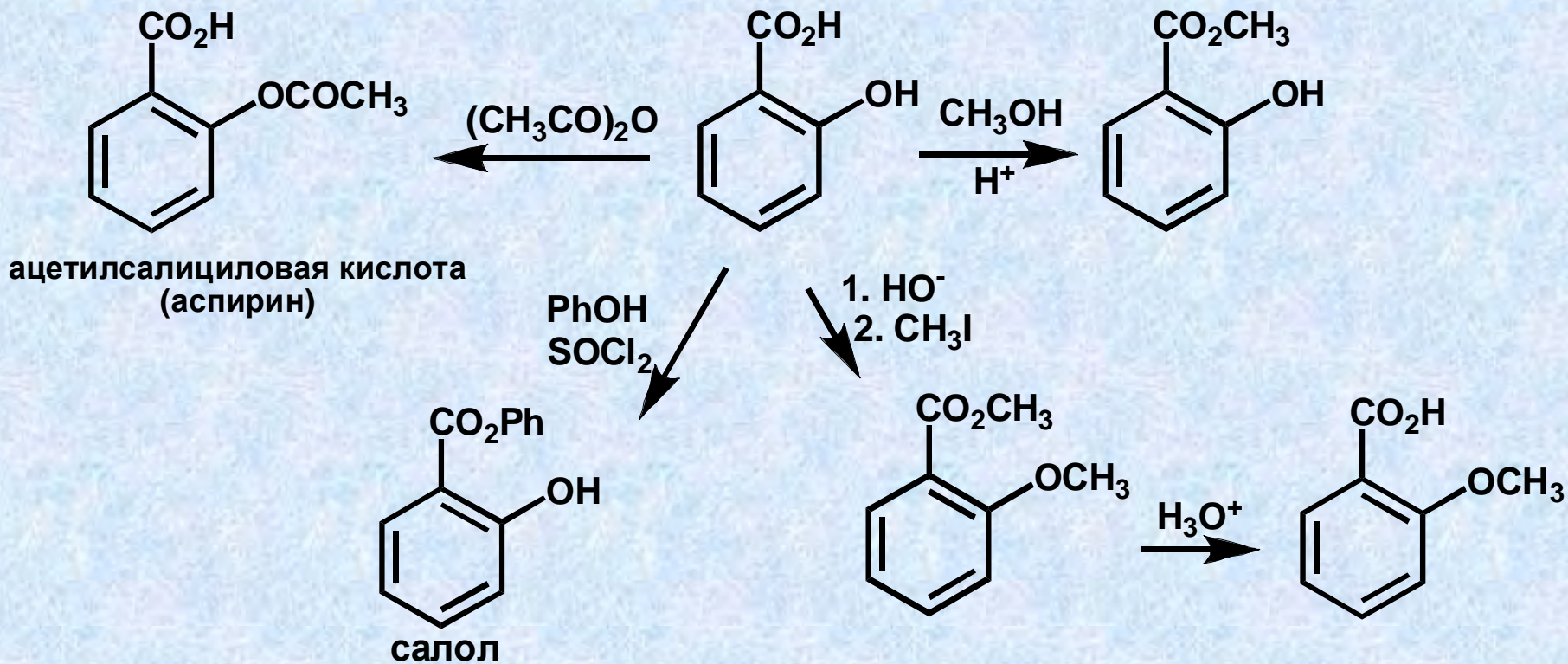


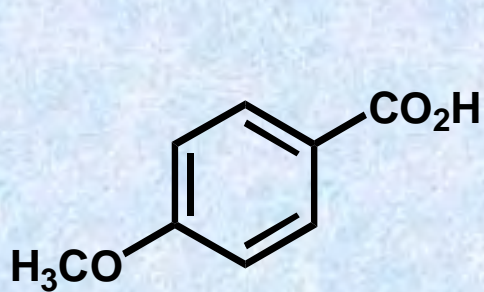
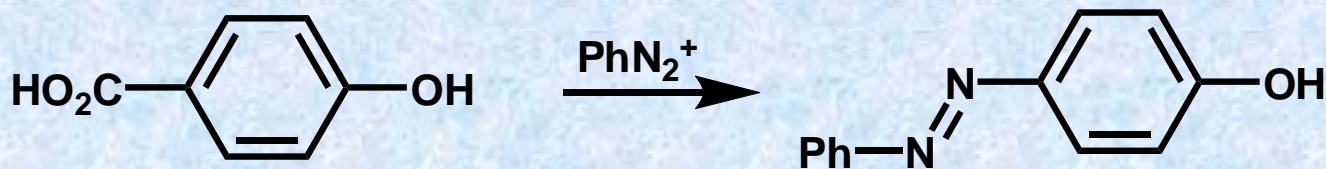
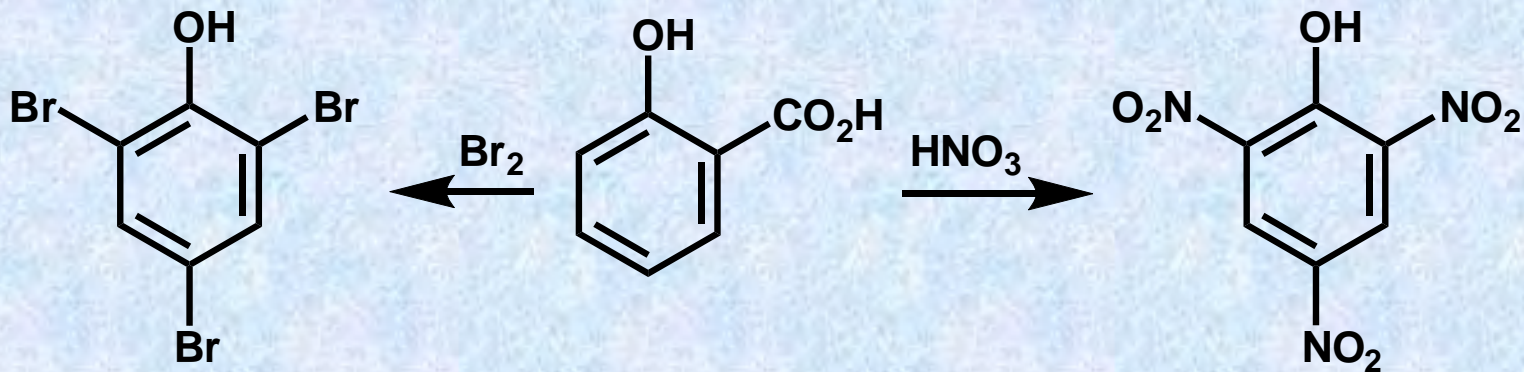


Свойства

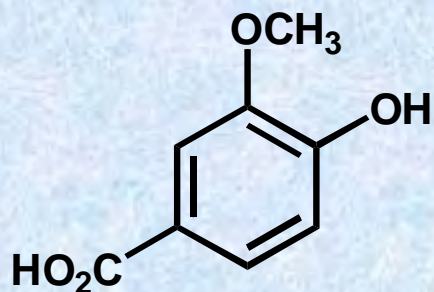
Повышенная кислотность салициловой кислоты

Свойства кислот + свойства фенолов

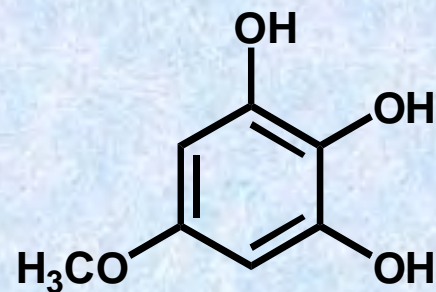




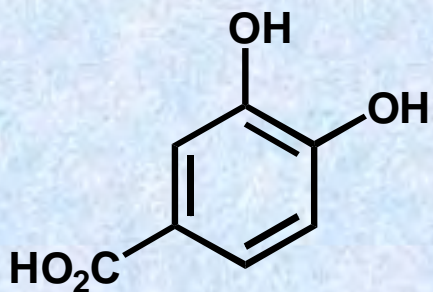
анисовая кислота



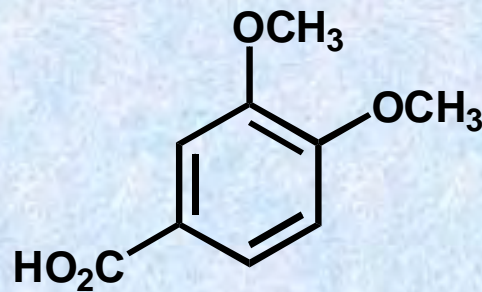
ванилиновая кислота



галловая кислота



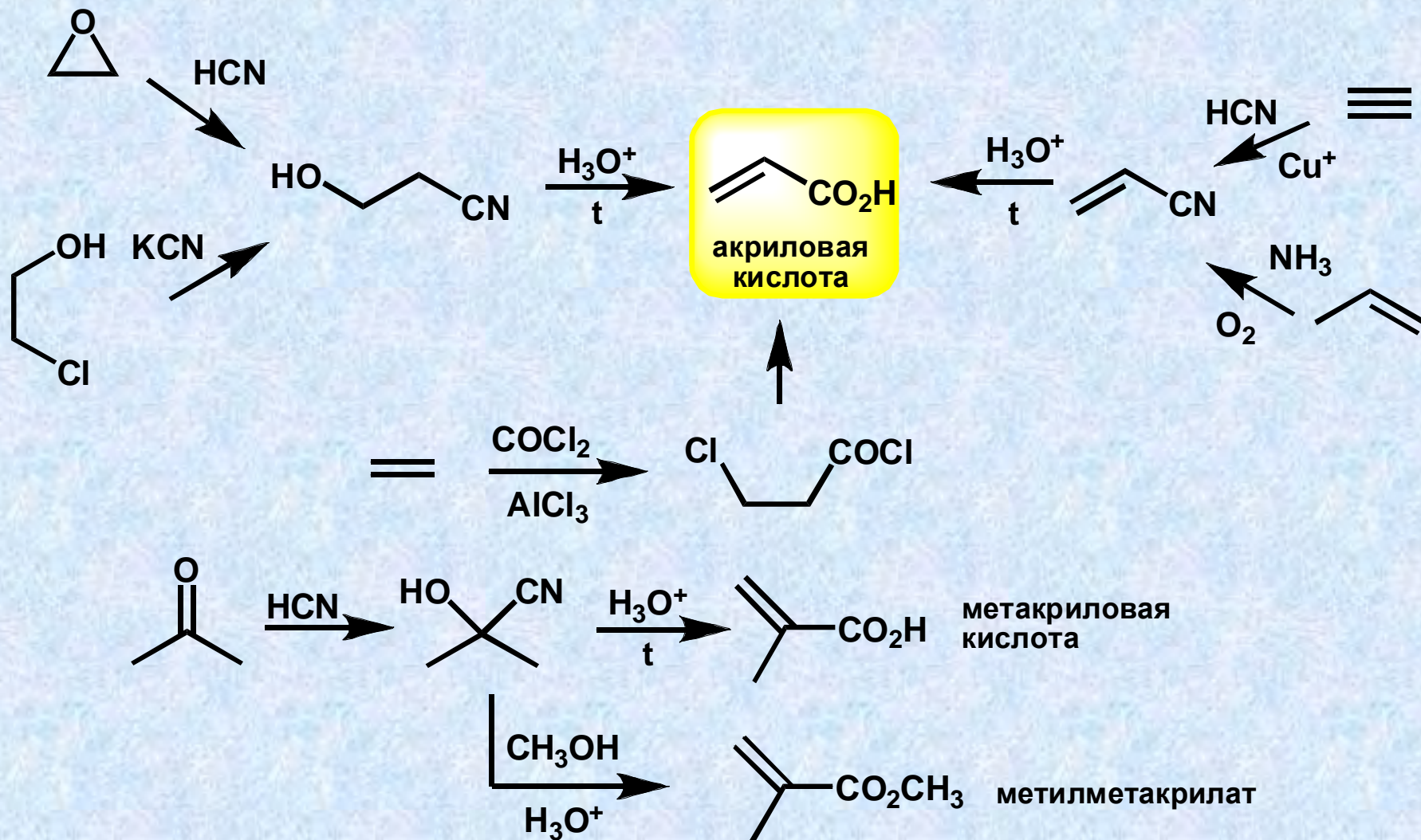
протокатеховая кислота

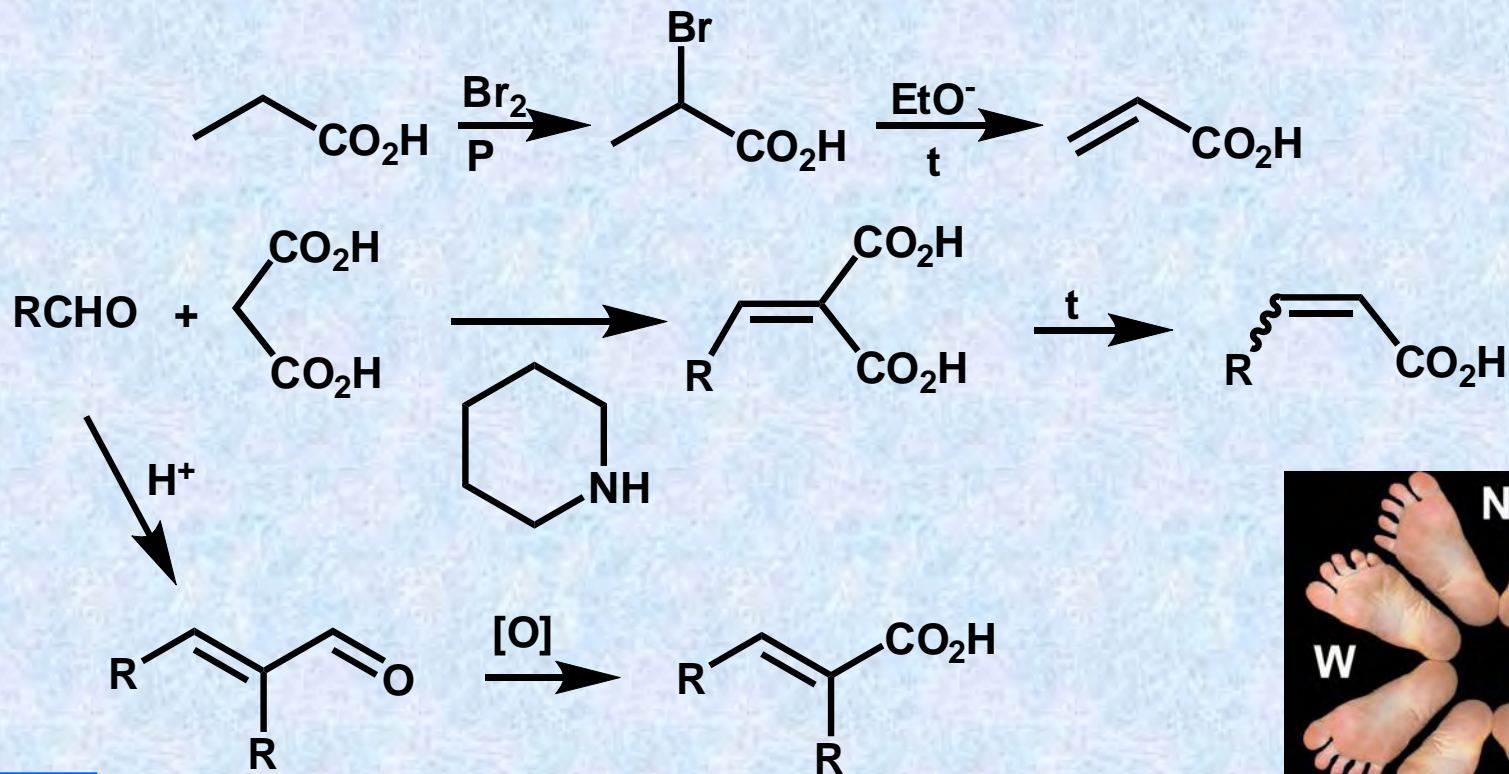


вератровая кислота

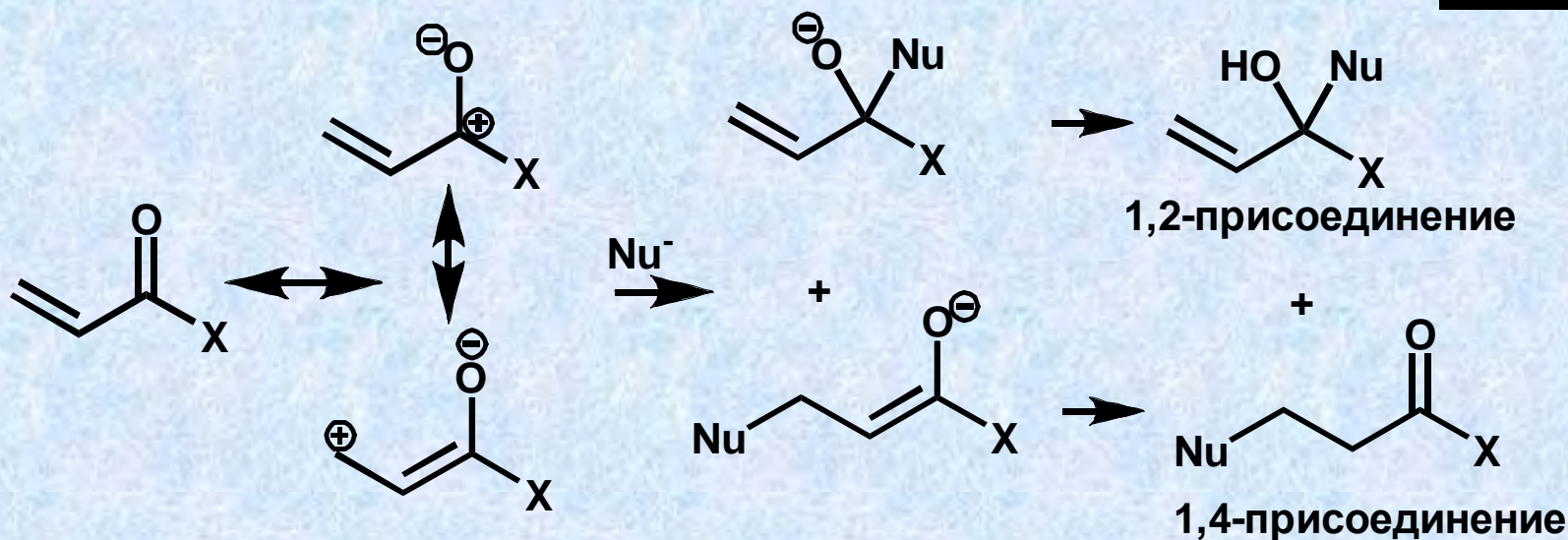
α,β -Ненасыщенные кислоты

Синтез

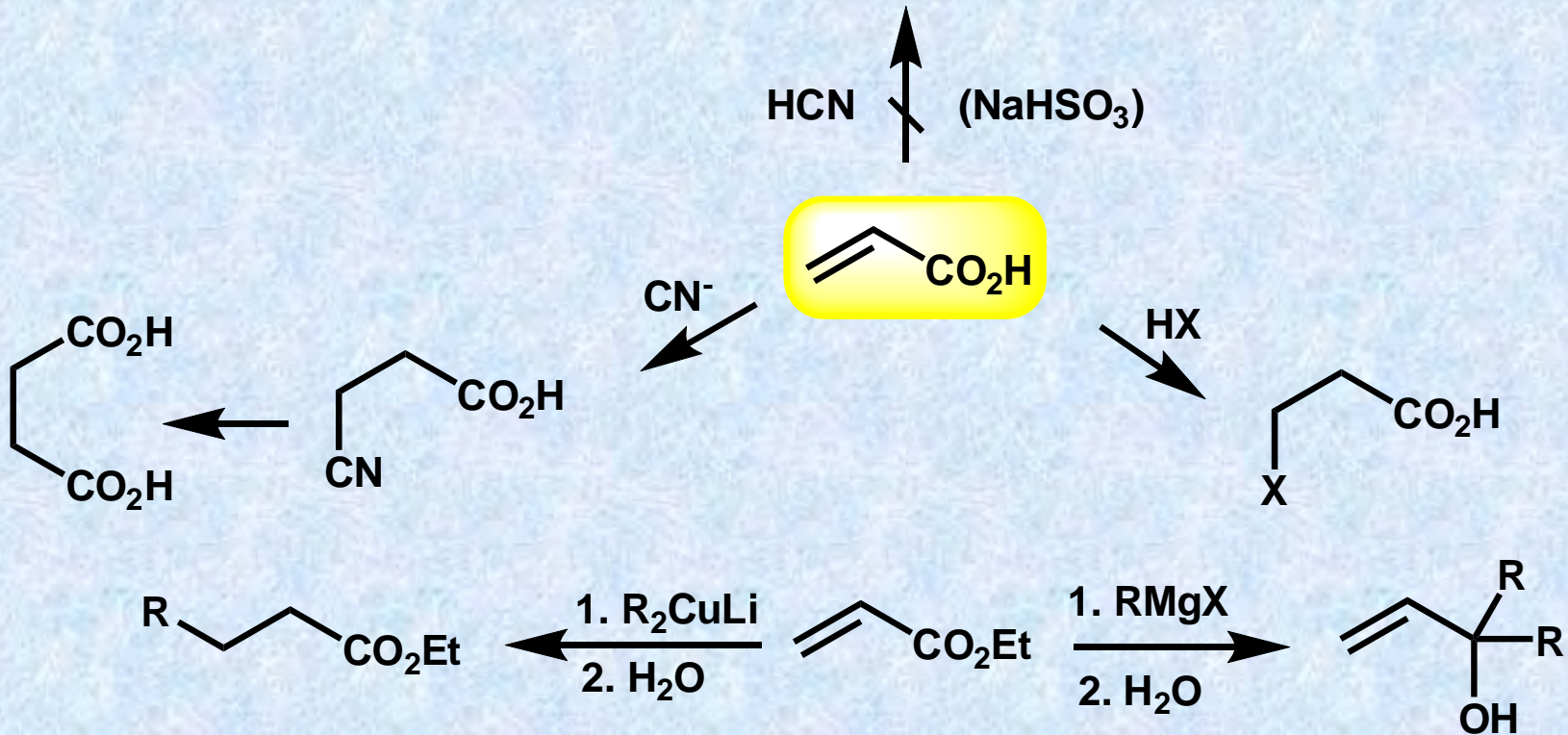




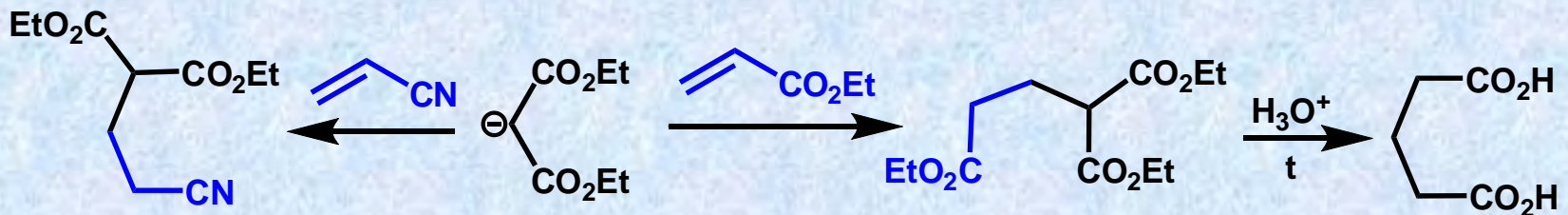
Свойства (нуклеофильное присоединение)



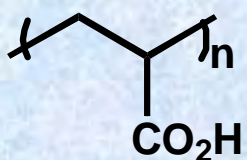
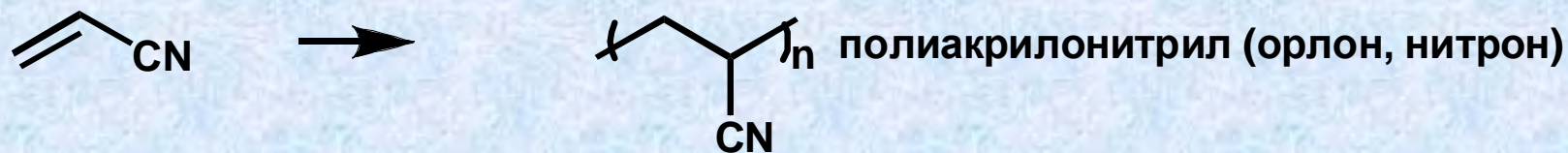
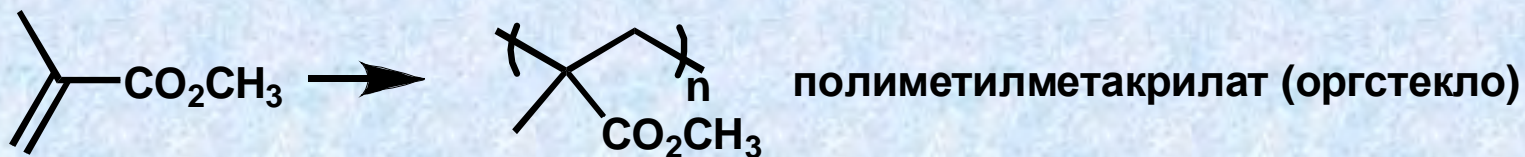
**Присоединению по Михаэлю –
взаимодействие акцепторно-замещенных алкенов с карбанионами
происходит как 1,4-присоединение!**



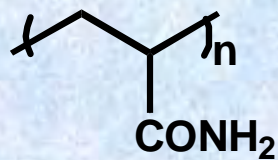
Реакции с карбанионами



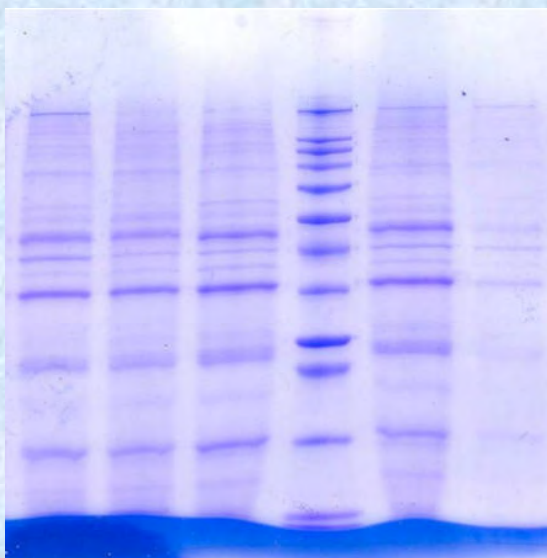
Реакция полимеризация (радикальная или анионная)



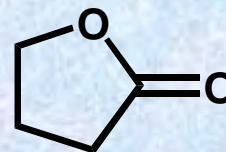
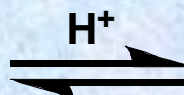
полиакриловая
кислота



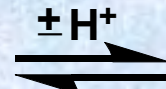
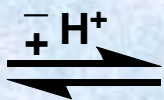
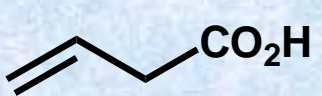
полиакриламид



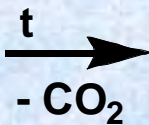
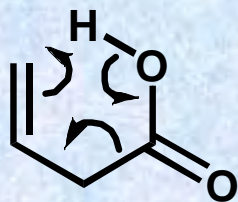
β,γ -Ненасыщенные кислоты

1. CN^- 2. H_3O^+ 

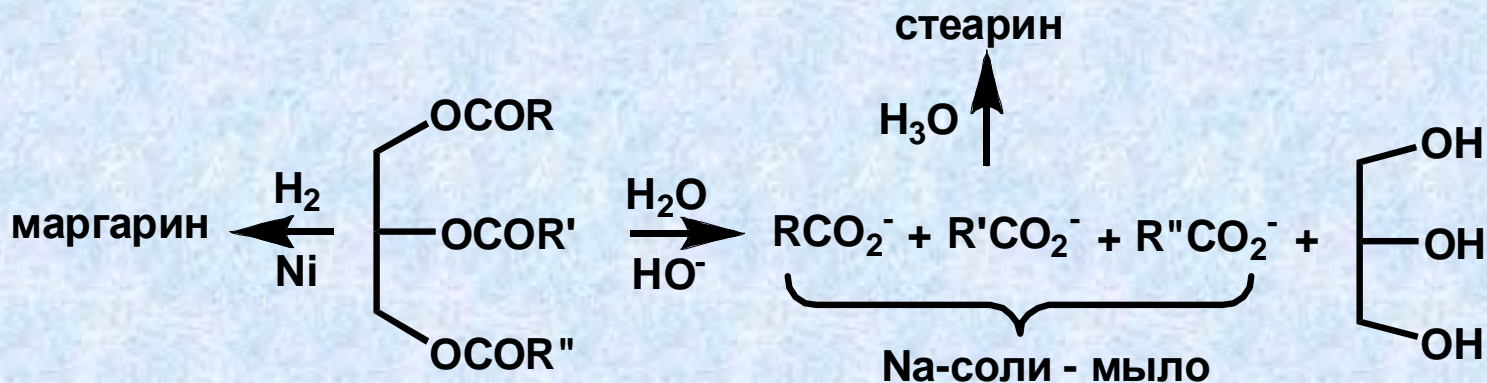
1. Mg (эфир)

2. CO_2 3. H_3O^+ 

Легкость декарбосилирования



Природные ненасыщенные карбоновые кислоты



олифа (Co, Pb, Mn)

глицериды

эфирь насыщенных и ненасыщенных кислот

кислоты насыщенные

$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{14}\text{CO}_2\text{H}$ пальмитиновая

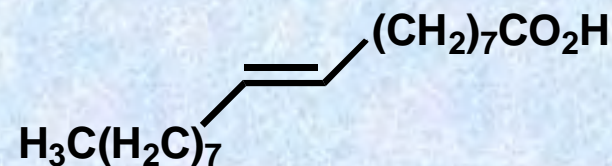
$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{15}\text{CO}_2\text{H}$ маргариновая

$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{16}\text{CO}_2\text{H}$ стеариновая

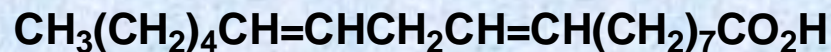
кислоты ненасыщенные



олеиновая



элаидиновая

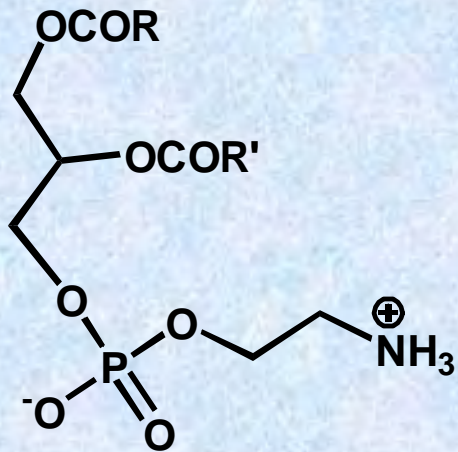
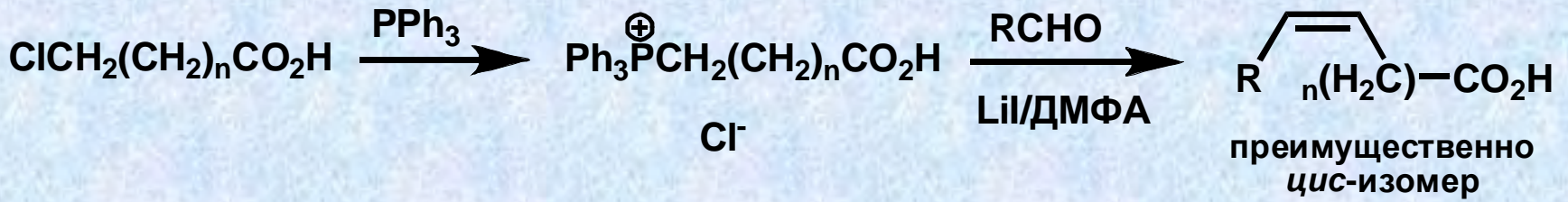


линолевая

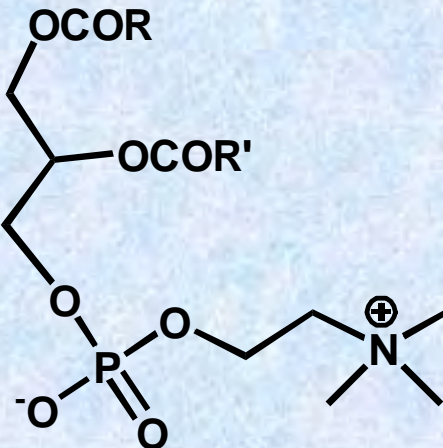


линоленовая





кефалины (биологические мембраны, нервная ткань)



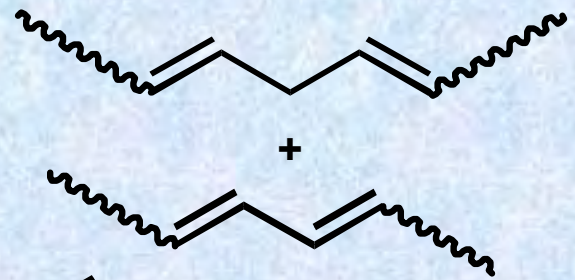
лецитины (биологические мембраны)



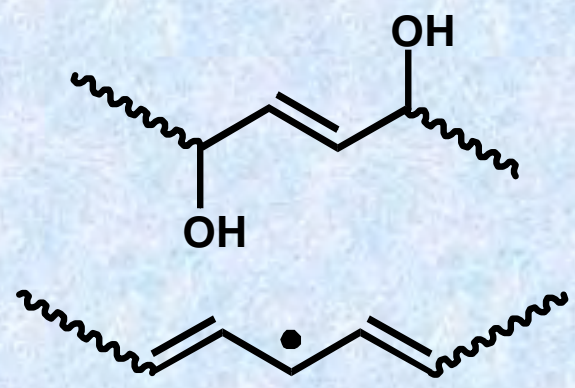
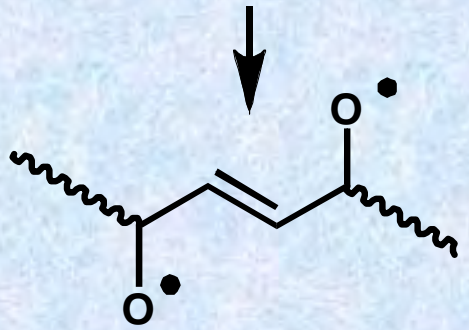
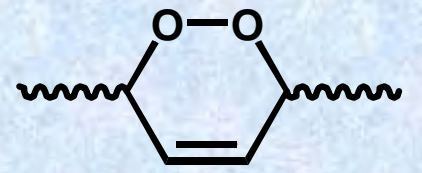


изомеризация
→

Варка



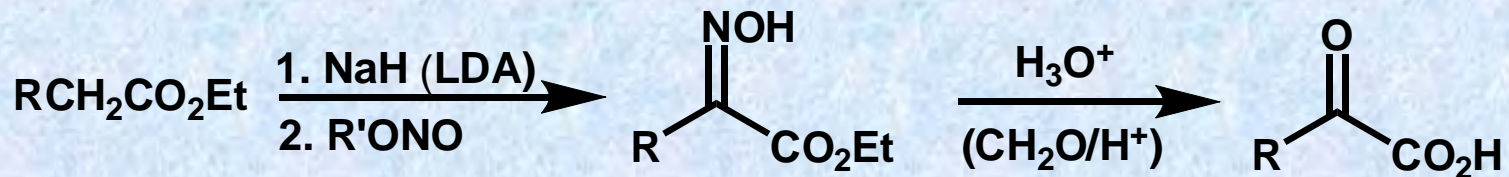
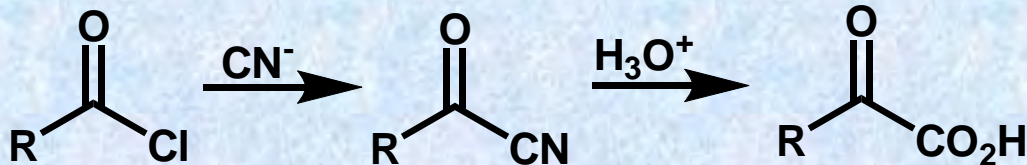
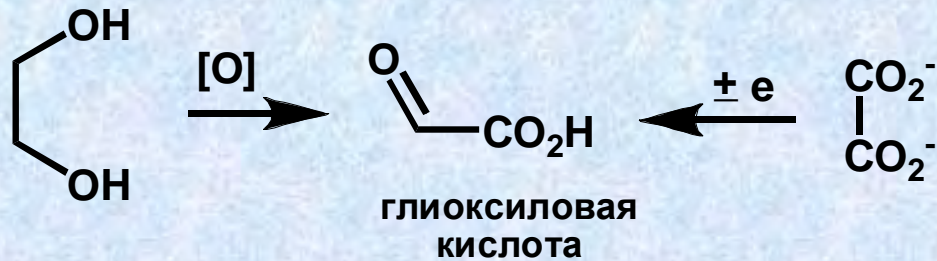
O₂



полимеризация
("высыхание")

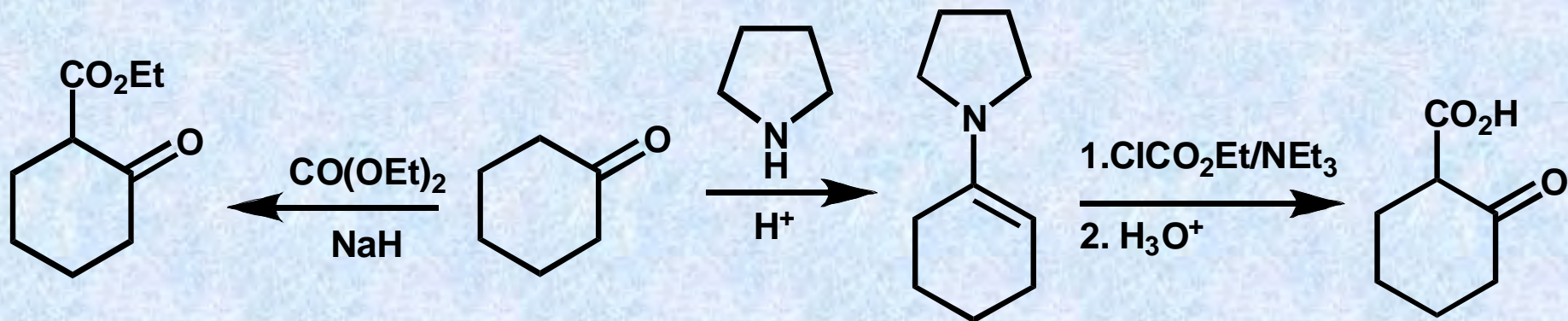
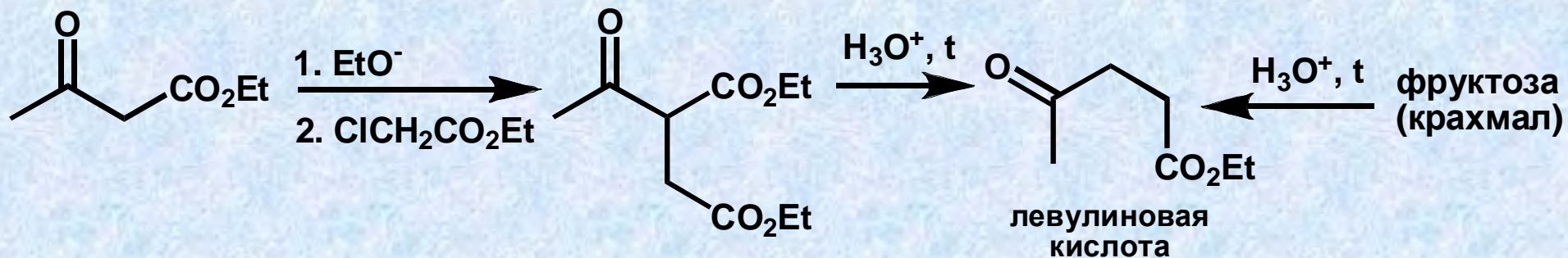
Оксокислоты

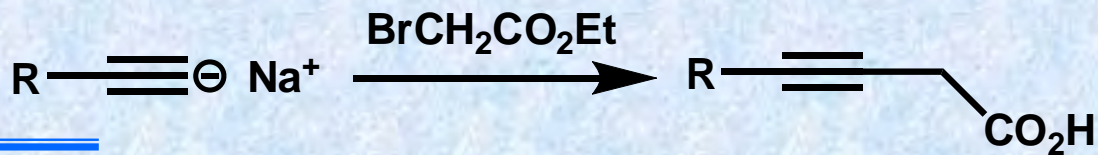
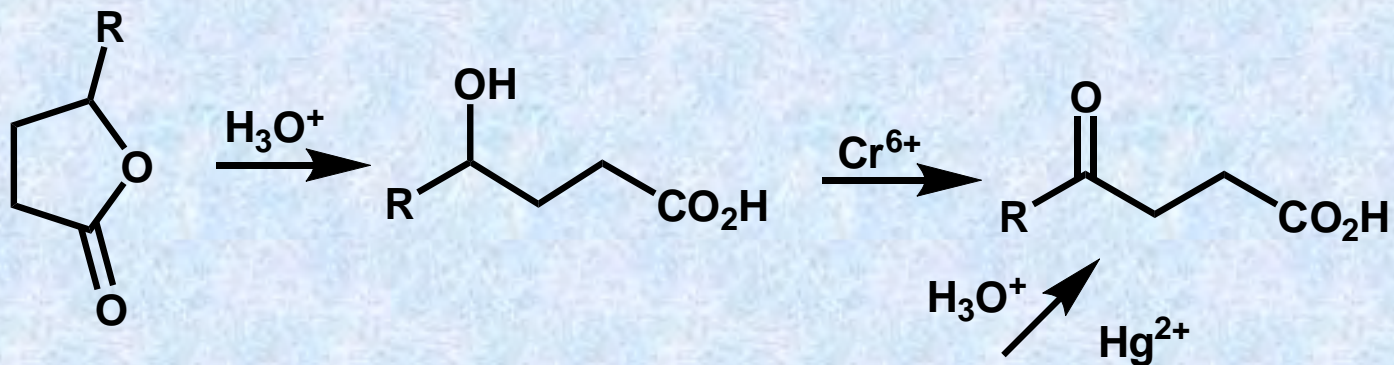
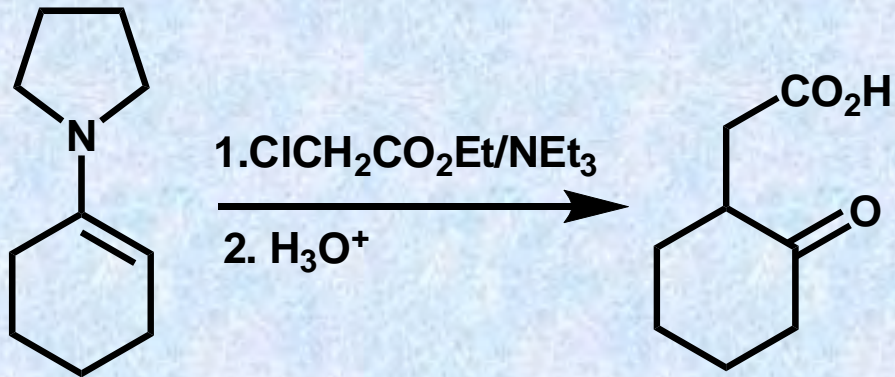
Синтез

 α -Оксокислоты

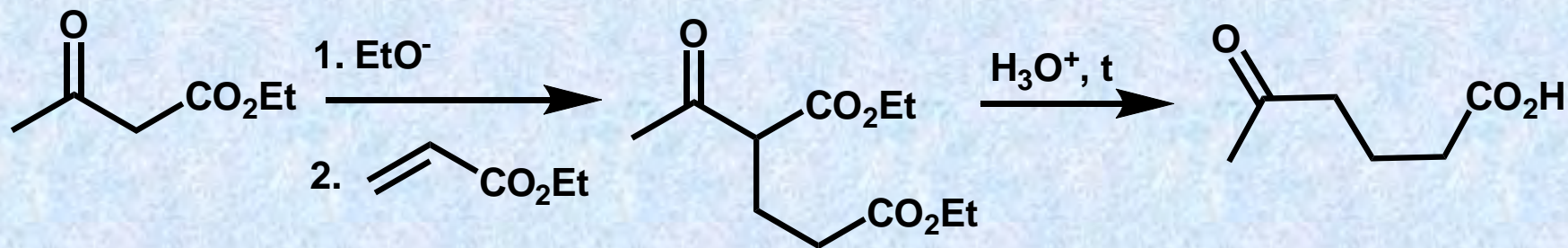
β -Оксокислоты

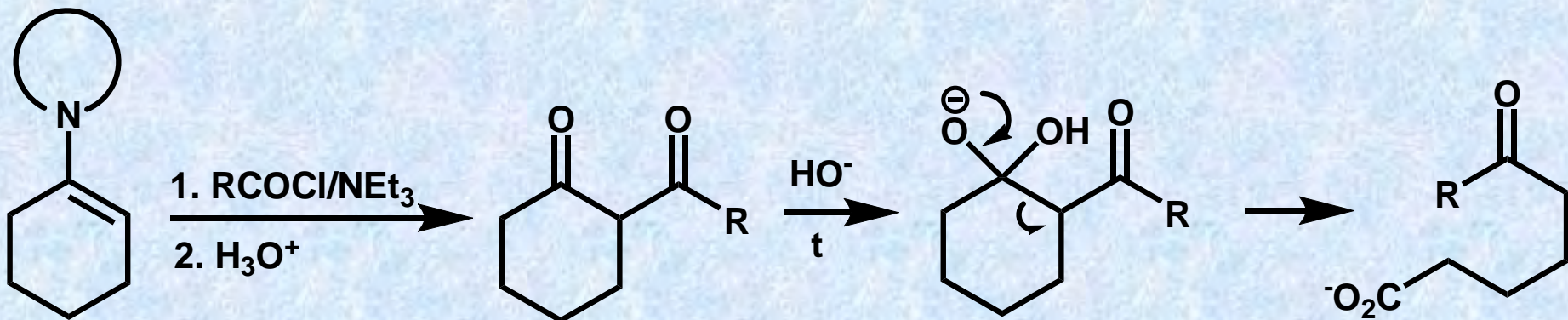
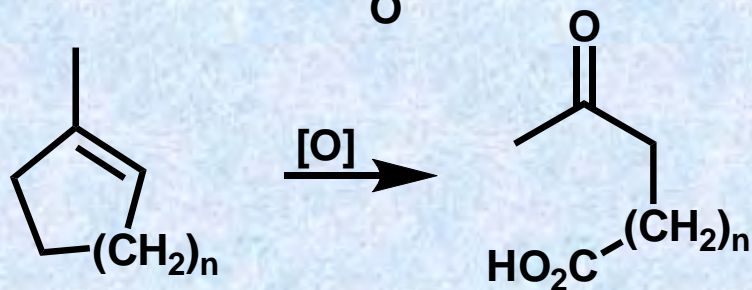
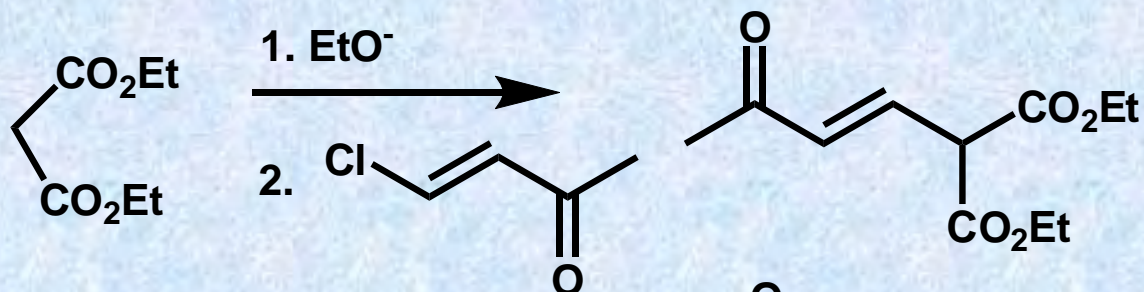
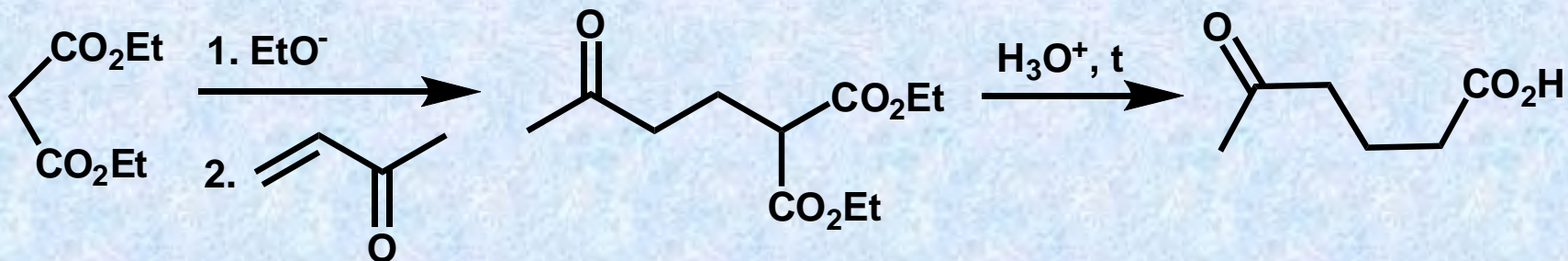
Конденсация Кляйзена

 γ -Оксокислоты



δ -Оксокислоты

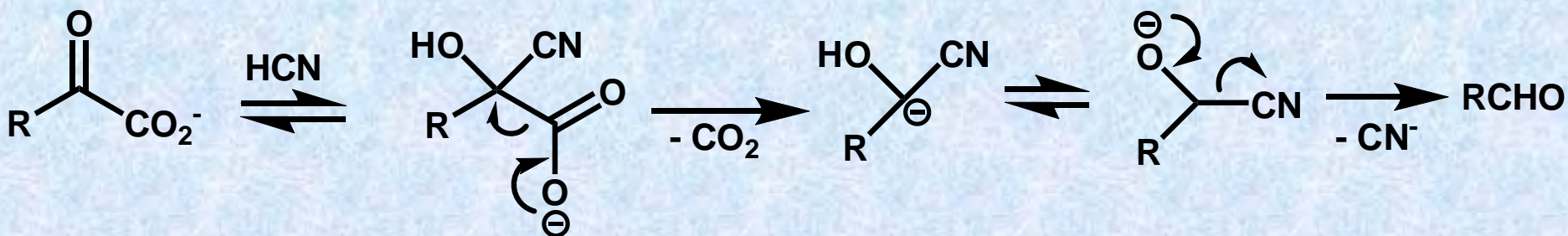




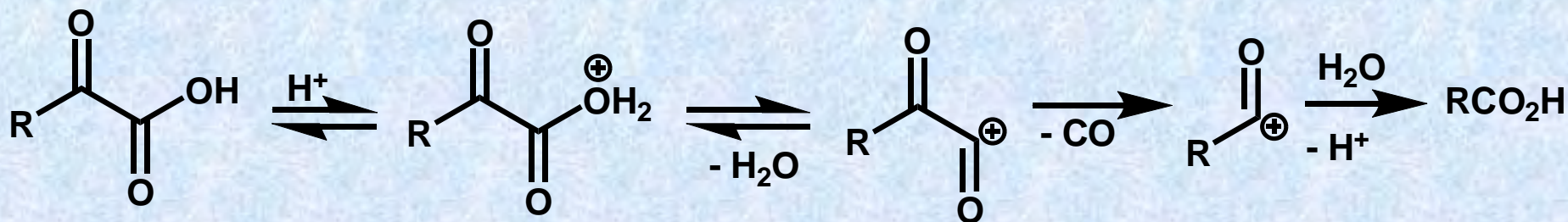
Свойства оксокислот

 α -Оксокислоты

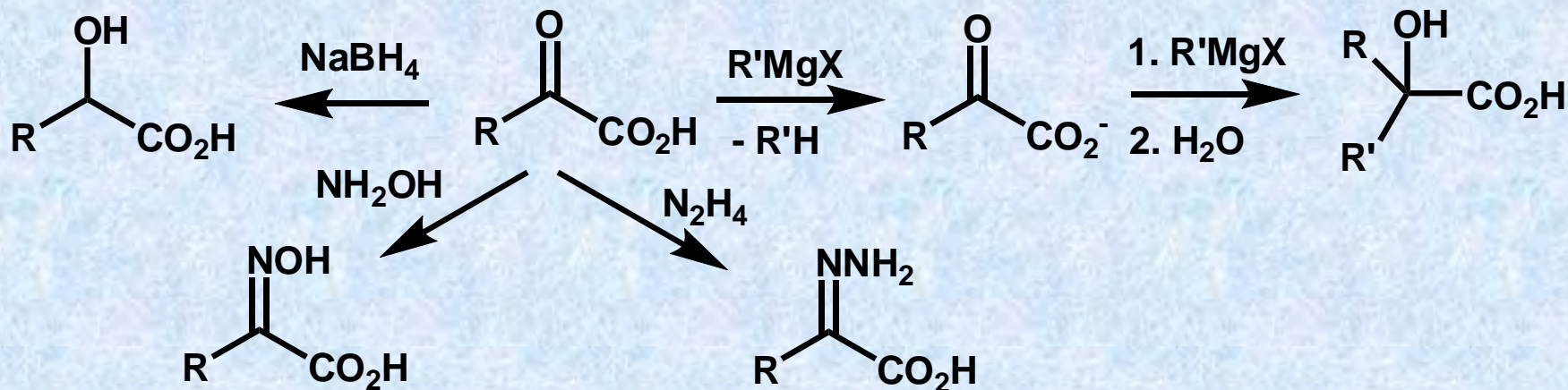
Декарбоксилирование



Декарбонилирование



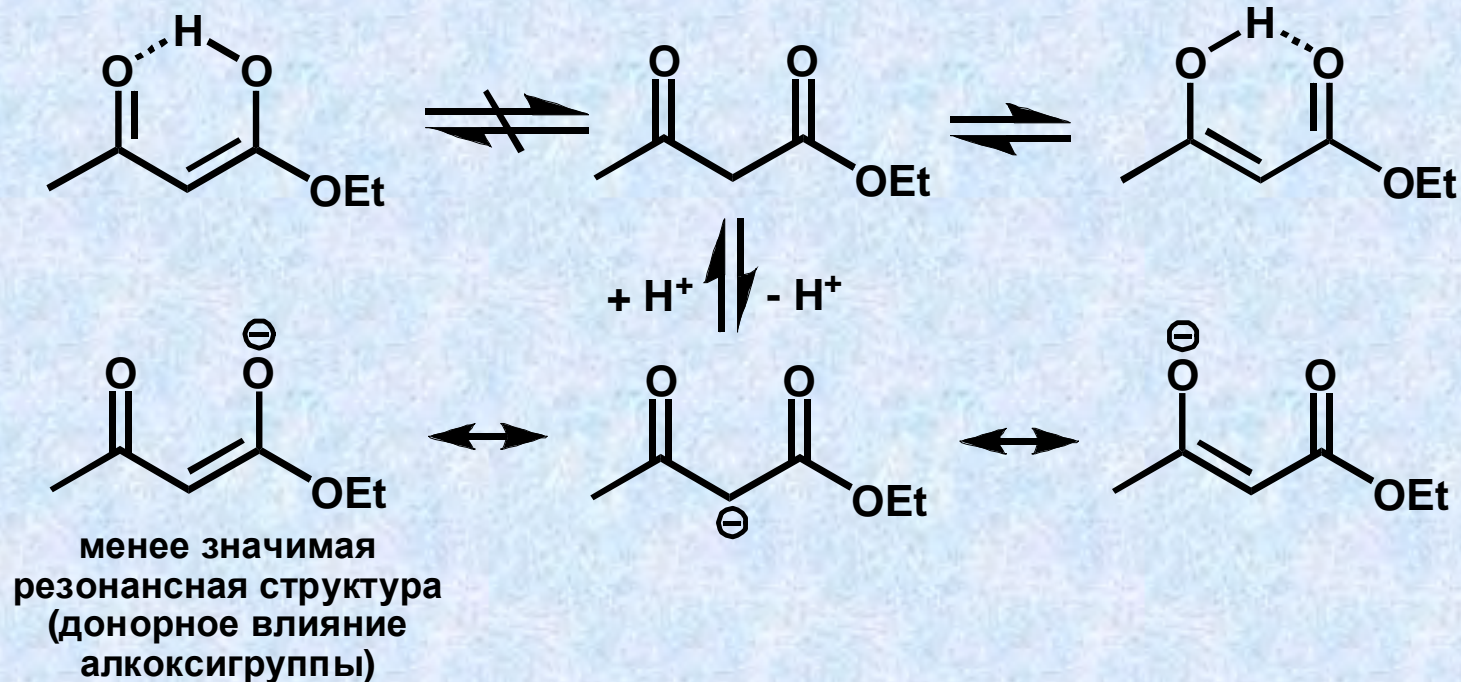
Реакции с нуклеофильными реагентами



β-Оксокислоты

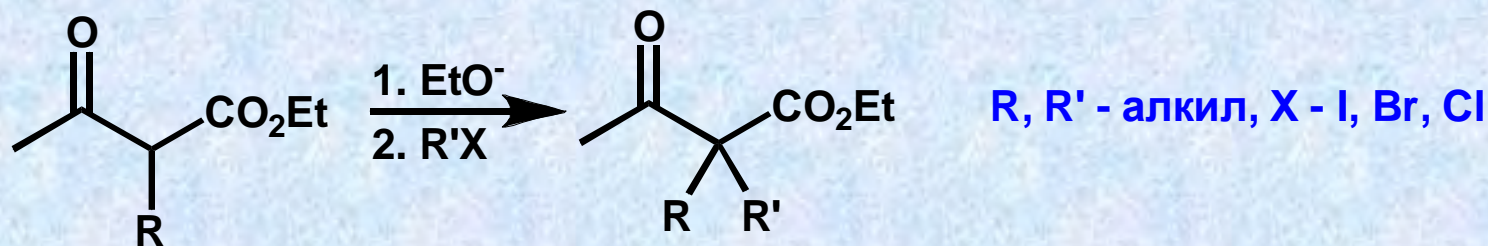
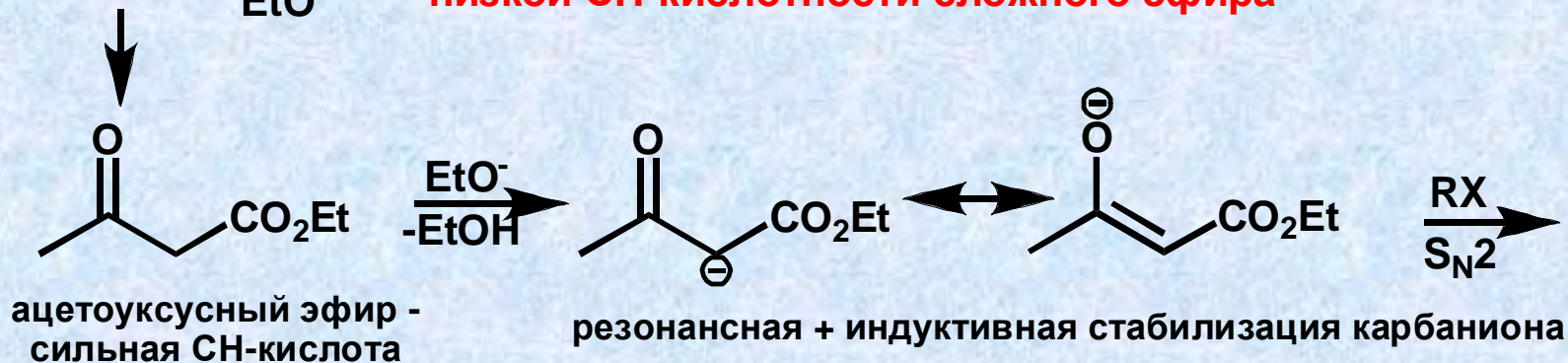
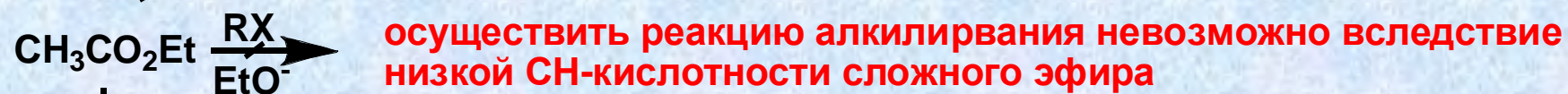
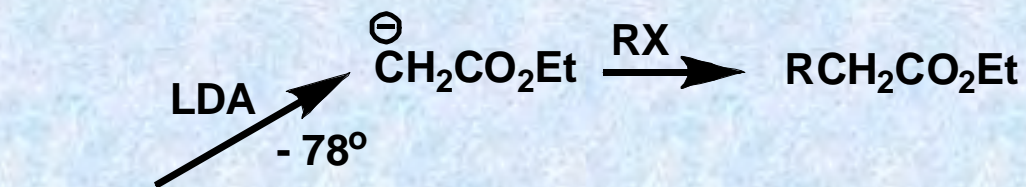
Значительная енолизация карбонильной группы (значительно в большей степени, чем для обычных кетонов, но в меньшей степени, чем в случае β-дикарбонильных соединений). Стабилизация енольной формы образованием сопряженной системы и внутримолекулярной водородной связи.

Енолизация сложноэфирной (карбоксильной) группы не происходит вследствие донорного (по мезомерному эффекту) влияния алкокси- (гидрокси-) группы.

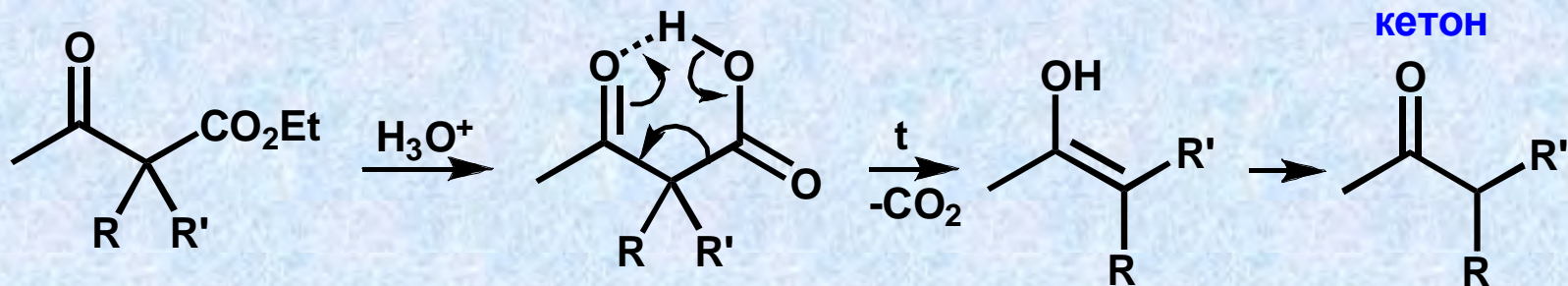


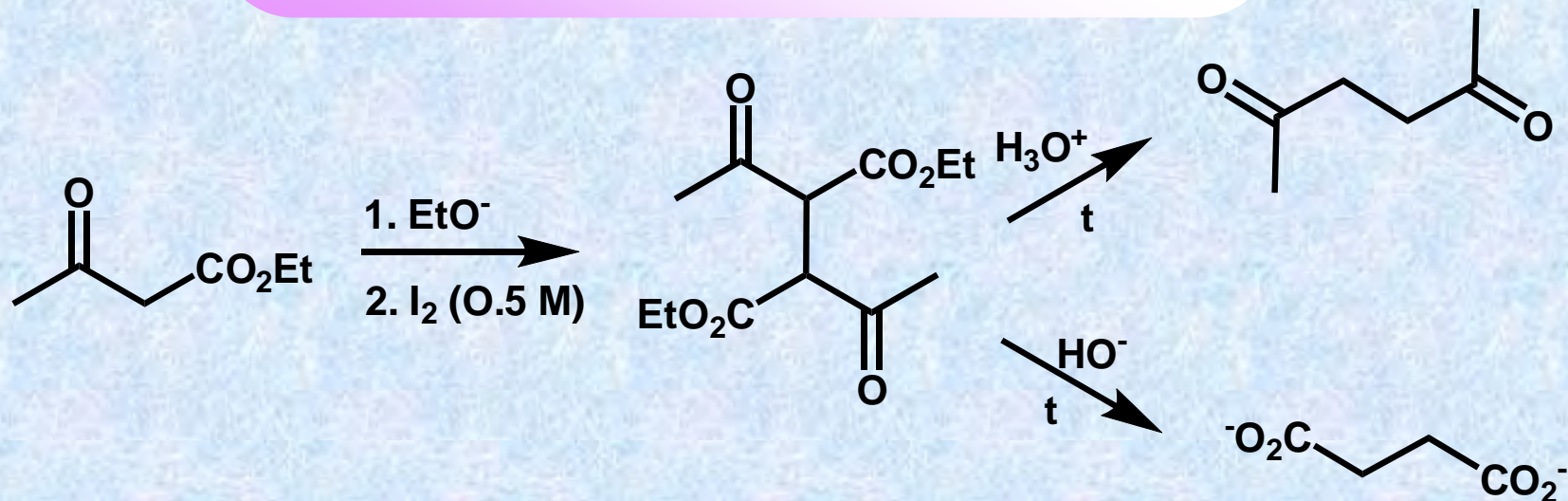
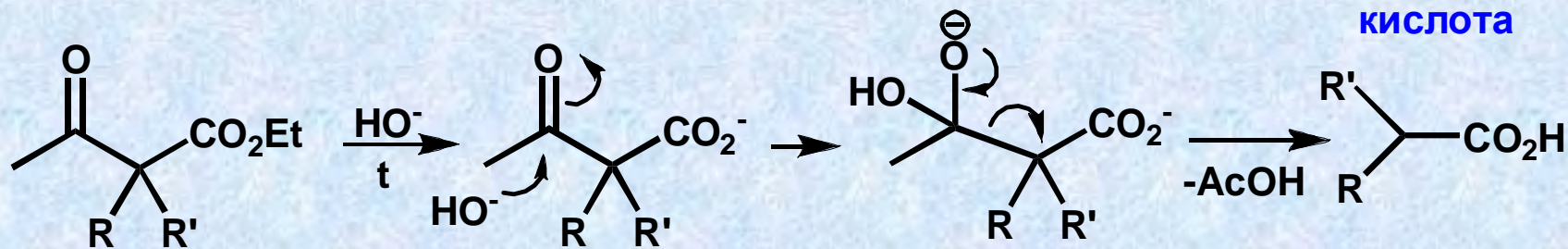
Высокая СН-кислотность – результат резонансной стабилизации карбонильной группой и индуктивным акцепторным влиянием сложноэфирной группы. Более слабые, чем β-дикетоны СН-кислоты.

Применение β-кетозэфиров в синтезе

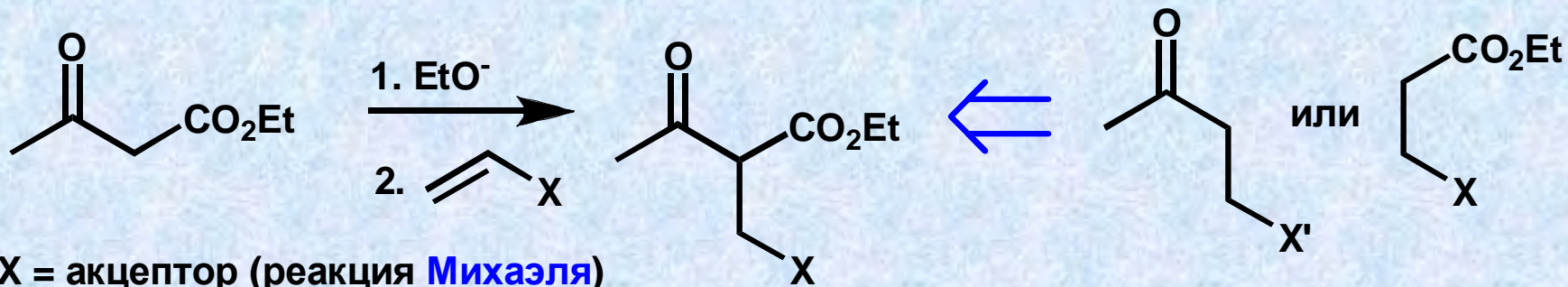
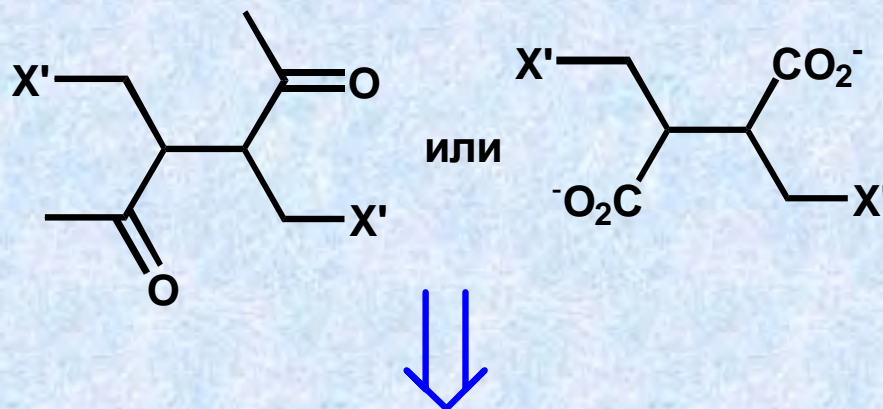
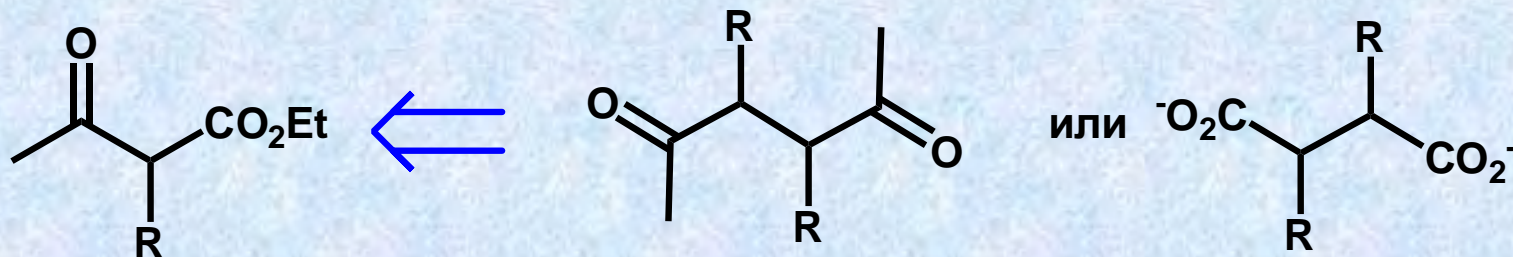


кетонное расщепление

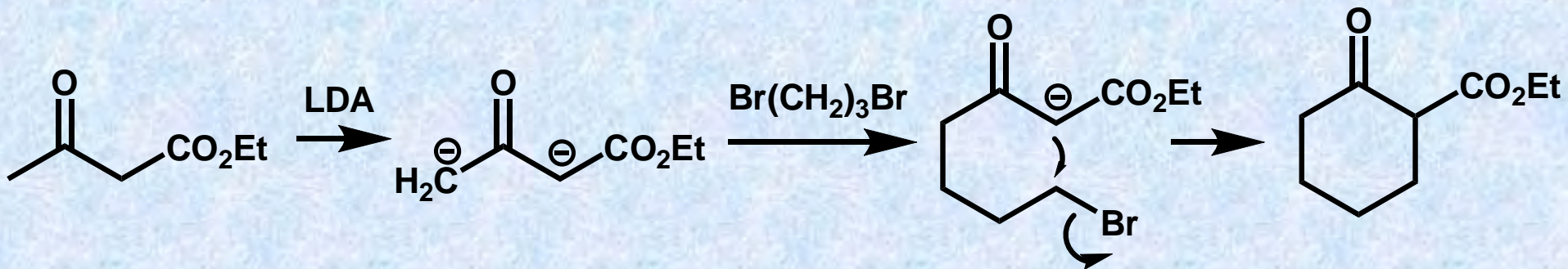
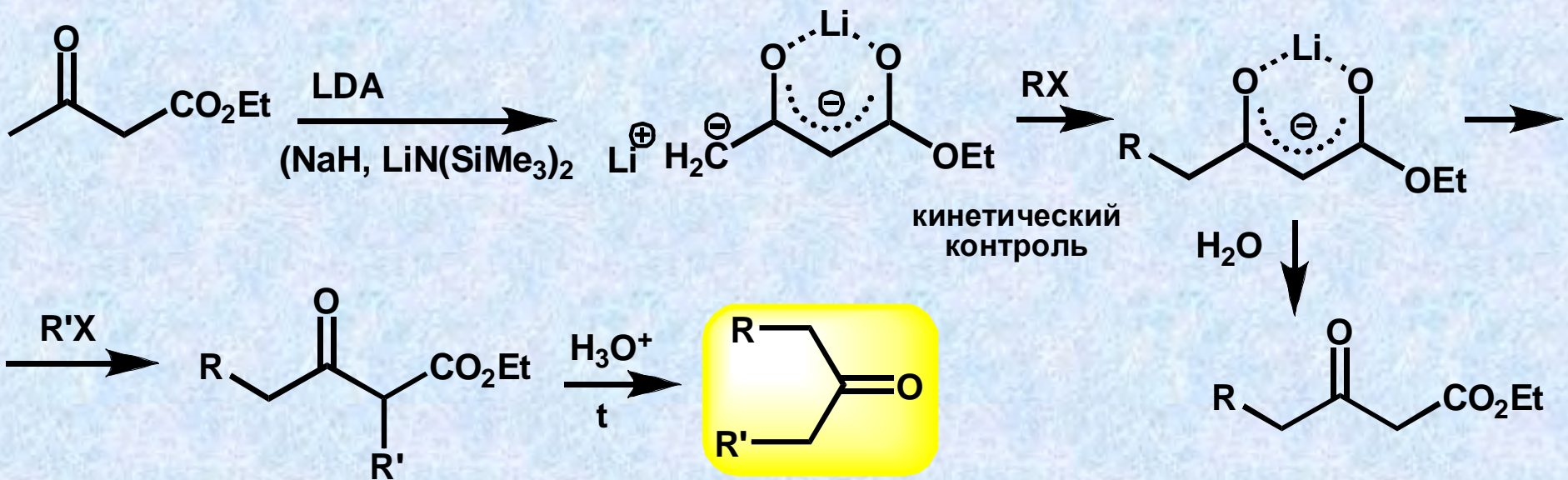




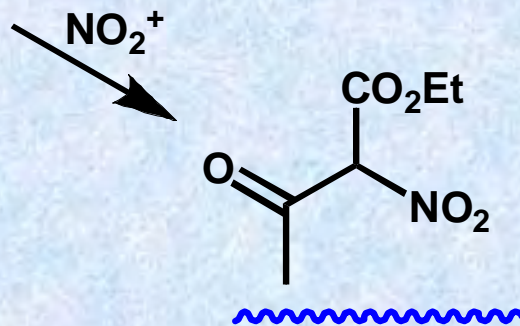
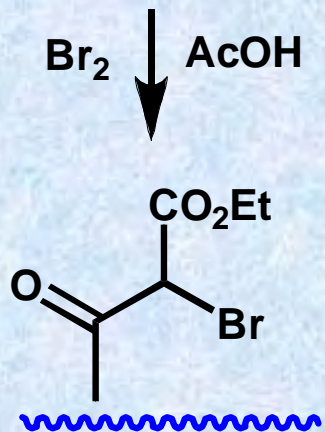
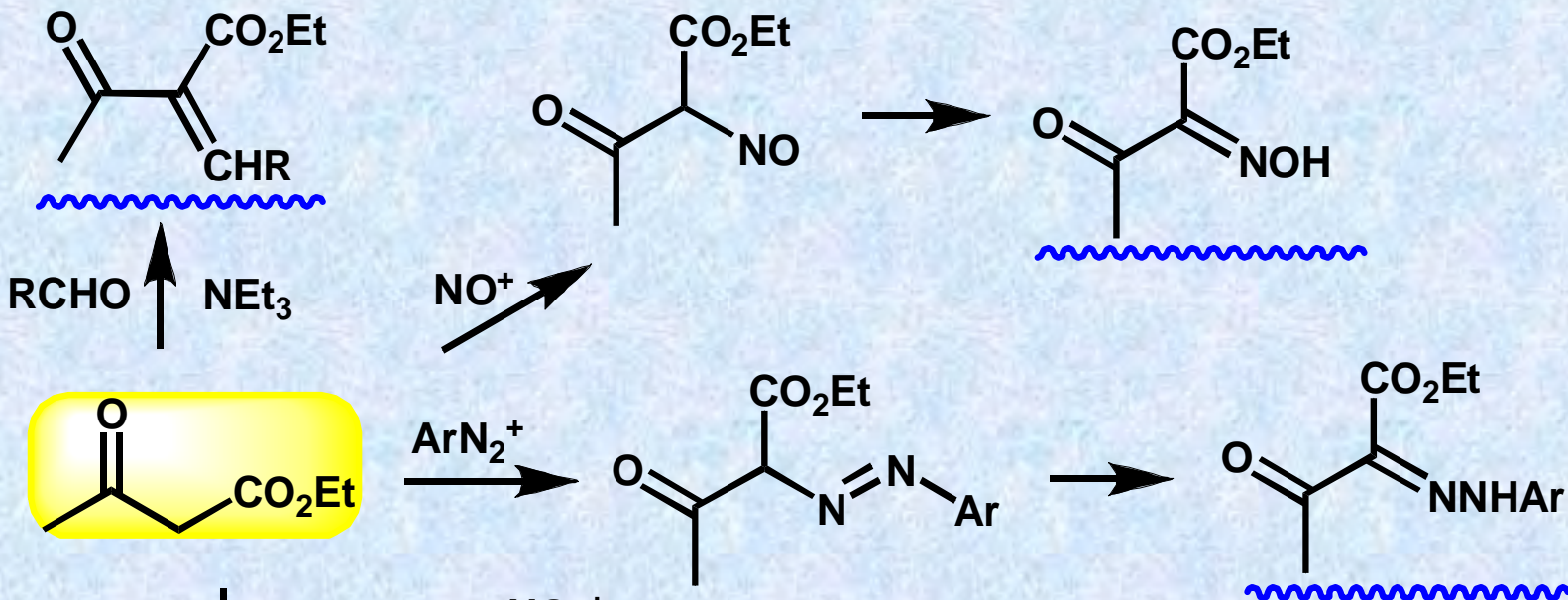
аналогично



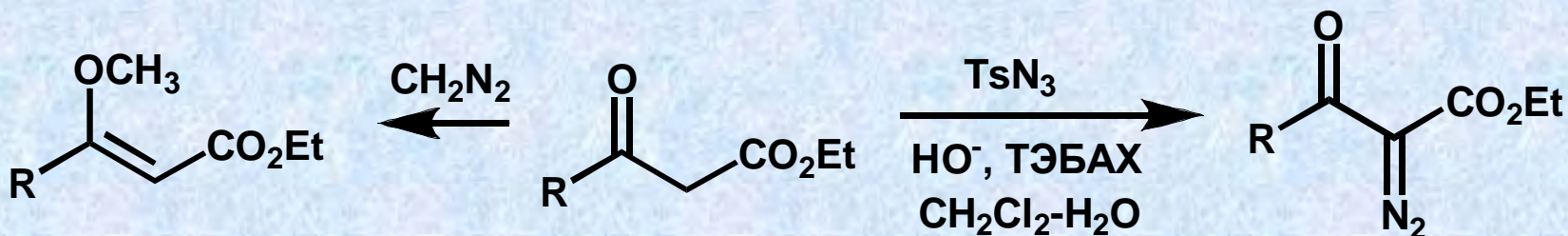
X = акцептор (реакция **Михаэля**)

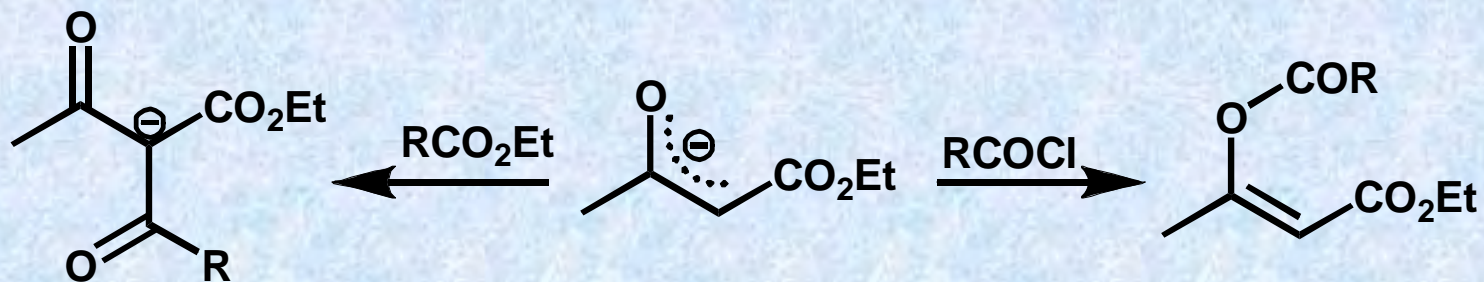


Реакции с другими электрофильными реагентами



Все указанные продукты можно вводить в "кетонное" или "кислотное" расщепление





"мягкий" электрофил (сложный эфир) взаимодействует с "мягким" нуклеофилом - атомом углерода; "жесткий" (хлорангидрид) - с "жестким" нуклеофилом - атомом кислорода енолят-аниона

Реакции с нуклеофильными реагентами

