



Кафедра общей и медицинской химии

Лекция 3-1

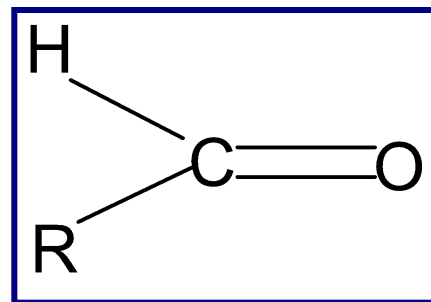
**Биологически важные реакции
карбонильных соединений.
Масс-спектрометрия.**

Карбонильные соединения.

Соединения, содержащие **C=O** (оксо группу), называются карбонильными.

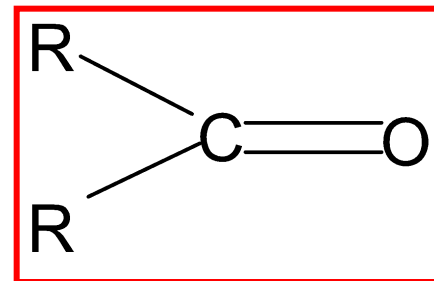
Существует два класса карбонильных соединений:

(А) Альдегиды

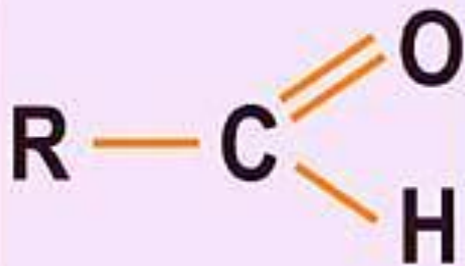


И

(К) Кетоны



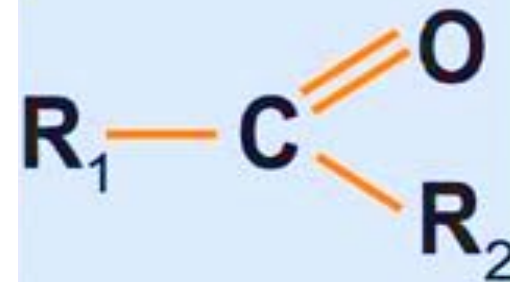
АЛЬДЕГИДЫ



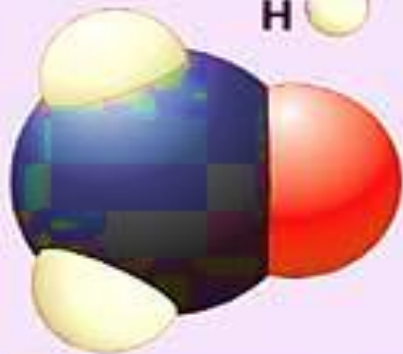
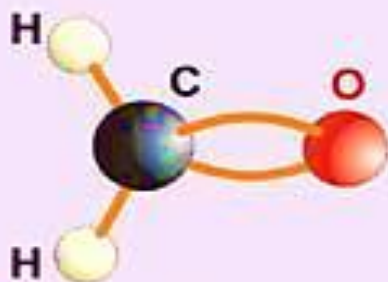
СТРОЕНИЕ КАРБОНИЛЬНОЙ ГРУППЫ



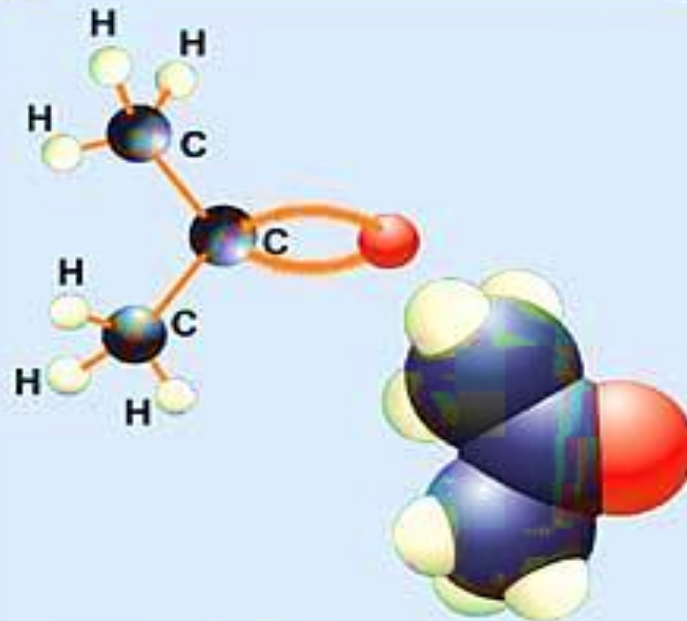
КЕТОНЫ



МОДЕЛИ МЕТАНАЛЯ $\text{H}-\text{C} \begin{array}{l} \text{// O} \\ \text{\textbackslash H} \end{array}$

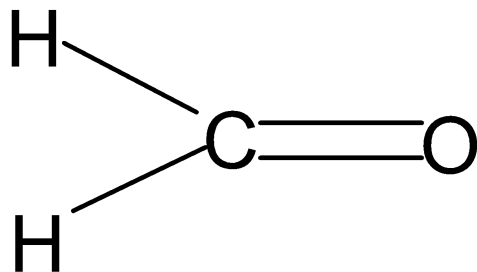


МОДЕЛИ АЦЕТОНА $\text{CH}_3-\text{C} \begin{array}{l} \text{// O} \\ \text{\textbackslash CH}_3 \end{array}$



I. Классификация и номенклатура альдегидов (А)

По природе R : 1) предельные ($C_n H_{2n} O$)



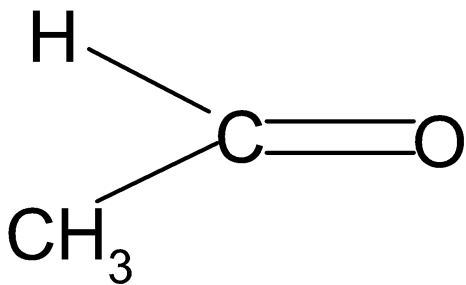
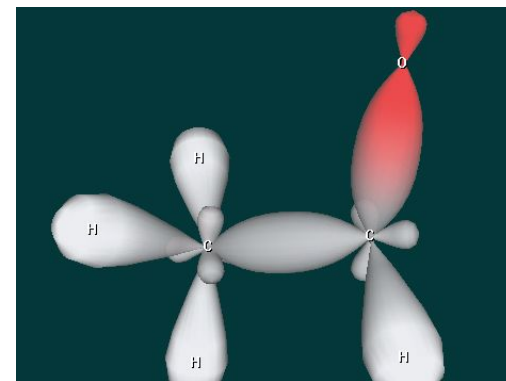
Систематическая заместительная номенклатура ИЮПАК: название УВ + **АЛЬ**

- метан**АЛЬ**

Тривиальная номенклатура:

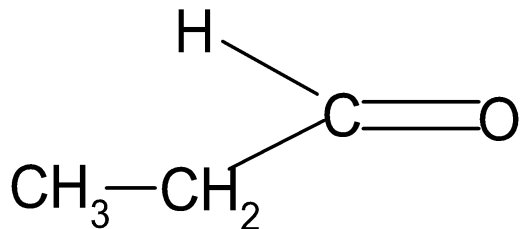
формальдегид
альдегид.

муравьиный



- этан**АЛЬ**

- ацетальдегид,
уксусный альдегид.

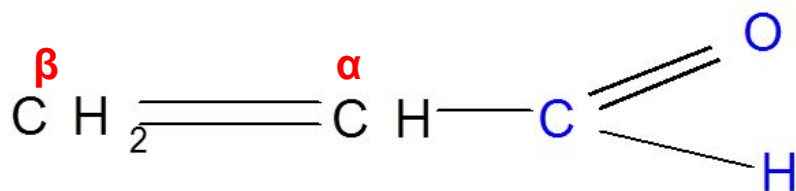


- пропан**АЛЬ**

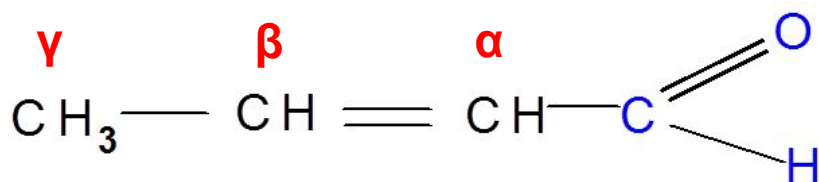
- пропионовый альдегид

- метилуксусный альдегид

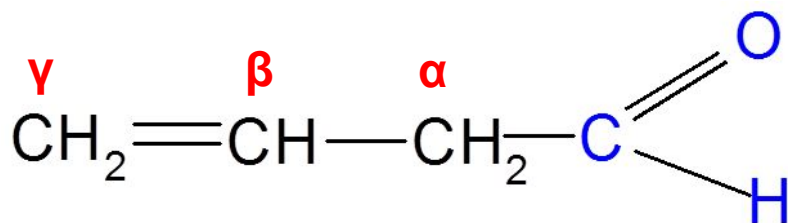
2) непредельные ($C_n H_{2n-2} O$)



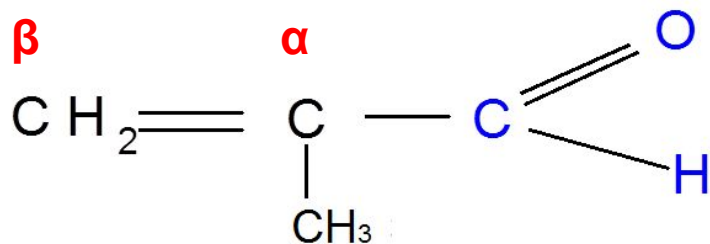
- пропеналь
- акролеин, акриловый А.



- бутен-2-аль
- изокротоновый (цис-бутен-2-аль)
- кротоновый (транс-бутен-2-аль)

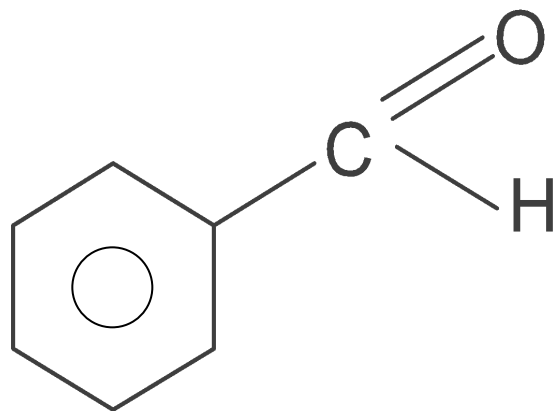


- бутен - 3- аль
- винилуксусный альдегид

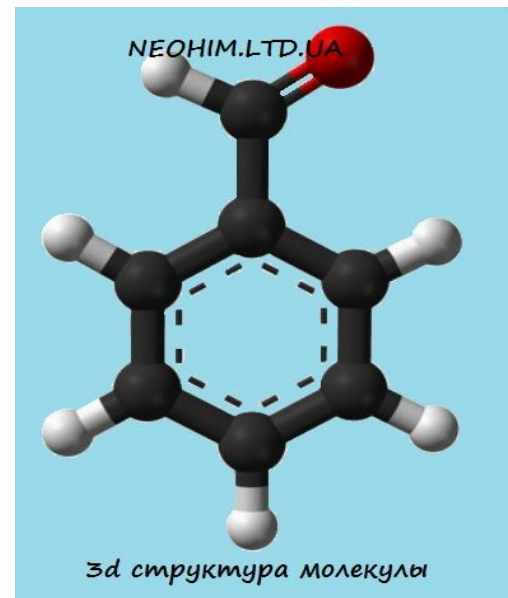


- метилпропеналь
- метакриловый альдегид

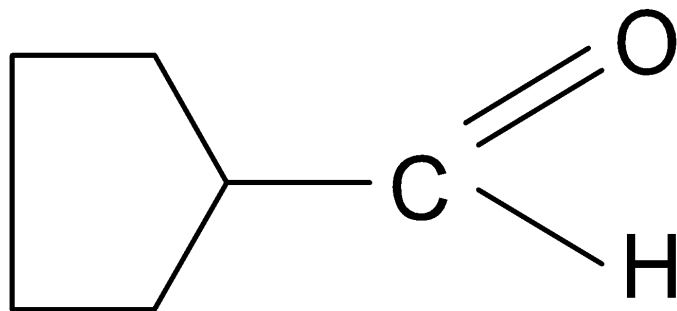
3) Ароматические А



бензальдегид



4) Алициклические А



Циклопентанкарбальдегид

Физические свойства



формальдегид



**уксусный
альдегид**

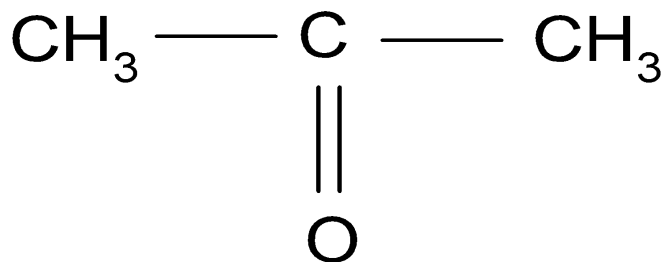


бензальдегид

Кетоны

(представители, номенклатура)

1) Алифатические



Систематическая заместительная номенклатура (ИЮПАК)

Название УВ + **ОН**

пропан**ОН**

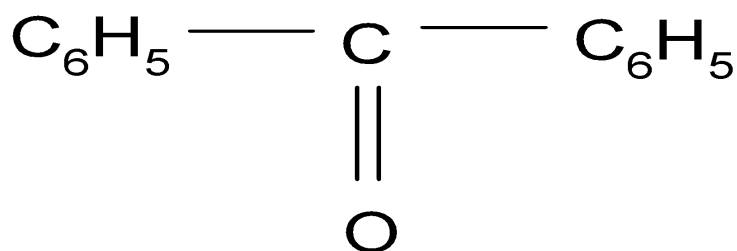
Радикало-функциональная номенклатура

- диметил**кетон**

Тривиальная номенклатура -**ацетон**

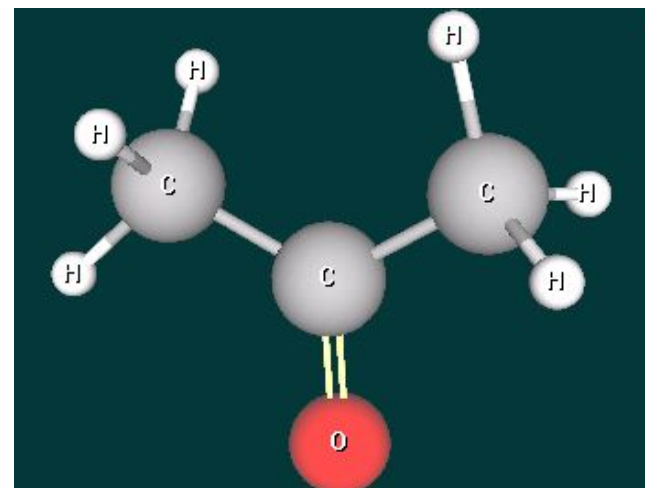


2) Ароматические

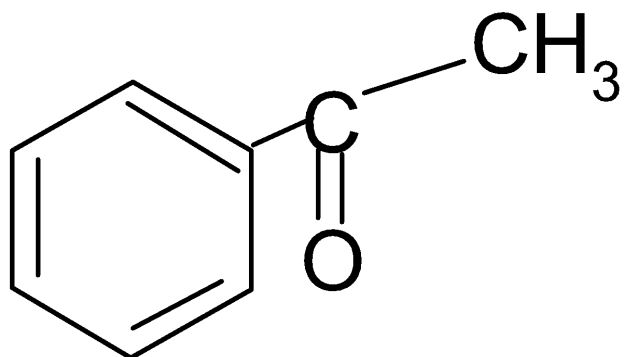


-дифенил**кетон**

- **бензофенон**

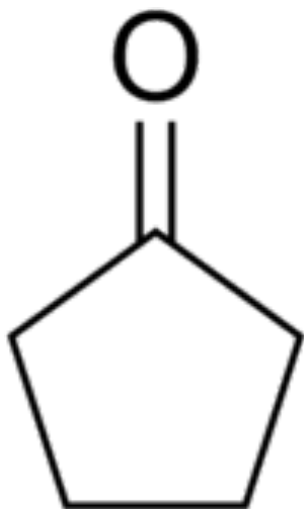


3) Смешанные



- метилфенил**кетон**
- ацетофенон

4) Циклические

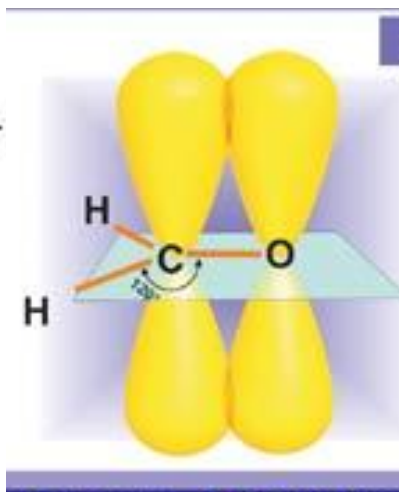
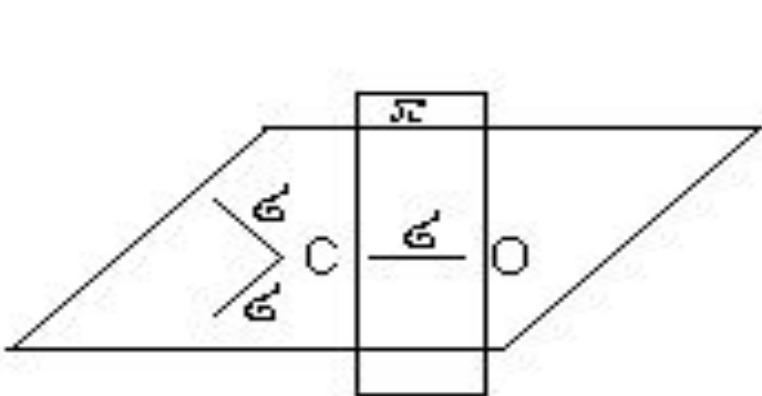


- циклопентанон

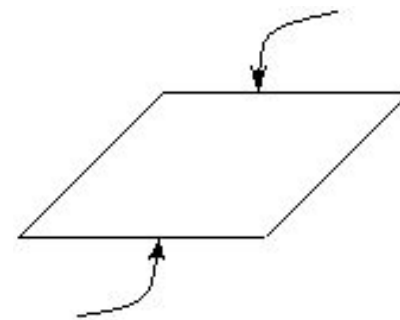


II. Электронное строение и природа химической связи >C=O группы

1. Гибридизация атомных орбиталей C



“C” в >C=O находится в sp² – гибридизации, 3σ, 1π-связи, плоская геометрия.

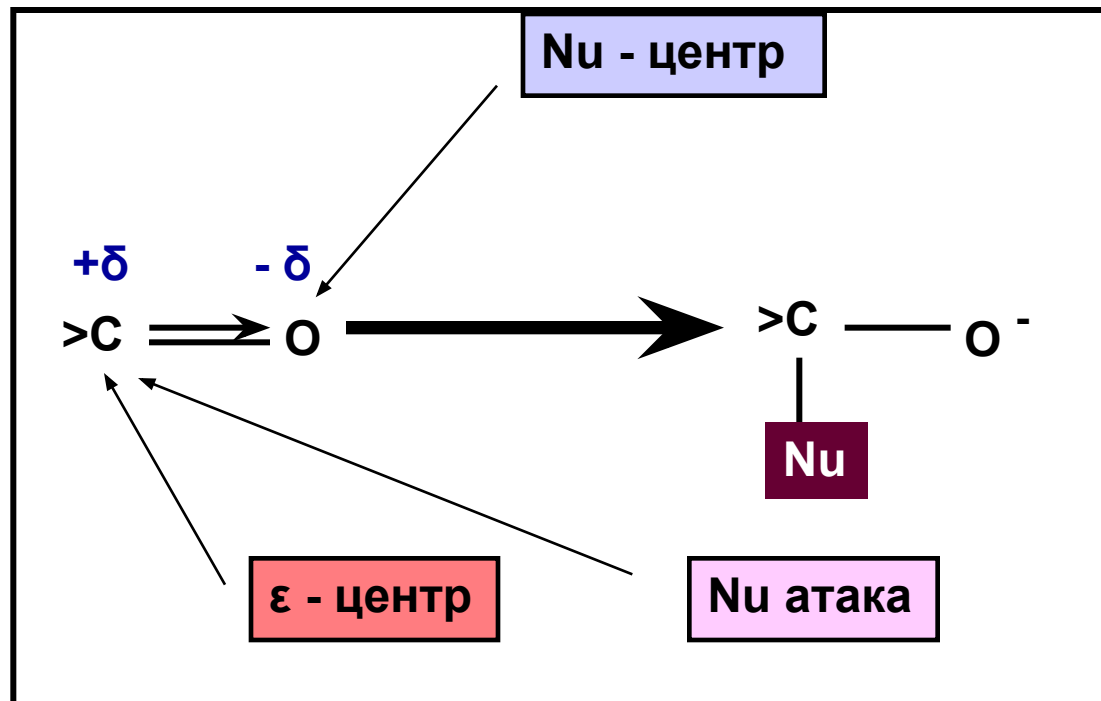


Благодаря такому электронному строению **оксо-группы** для карбонильных соединений возможны **реакции присоединения А**

2. Полярность и поляризуемость связи С – О

- 1) Из-за большой электроотрицательности атома О ($\chi_{\text{O}} > \chi_{\text{C}}$) связь сильно поляризована $\text{C} \longrightarrow \text{O}$.
- 2) **π - связь** легко поляризуется.
- 3) Образуется электрофильный центр на атоме С.
- 4) К электрофильному центру С происходит **присоединение нуклеофила**.

Для карбонильных соединений характерны реакции нуклеофильного присоединения (A_N)

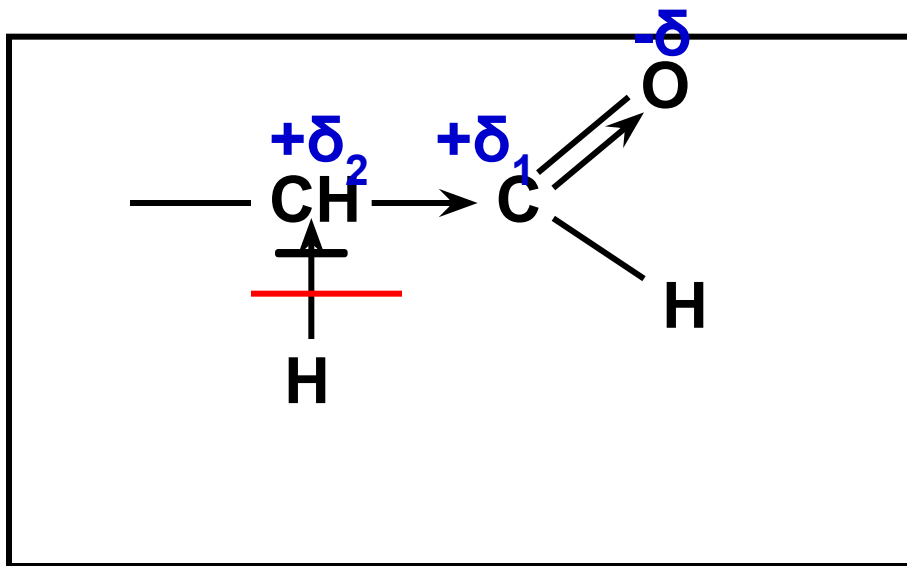


3. Особые свойства H при α C атоме

Водород при α C атоме обладает **кислотными свойствами** (из-за $-I$ эффекта C=O-группы), которые он проявляет при соответствующих условиях. Кислотный характер H обуславливает протекание следующих реакций:

1) альдольной конденсации

2) кето – енольной таутомерии



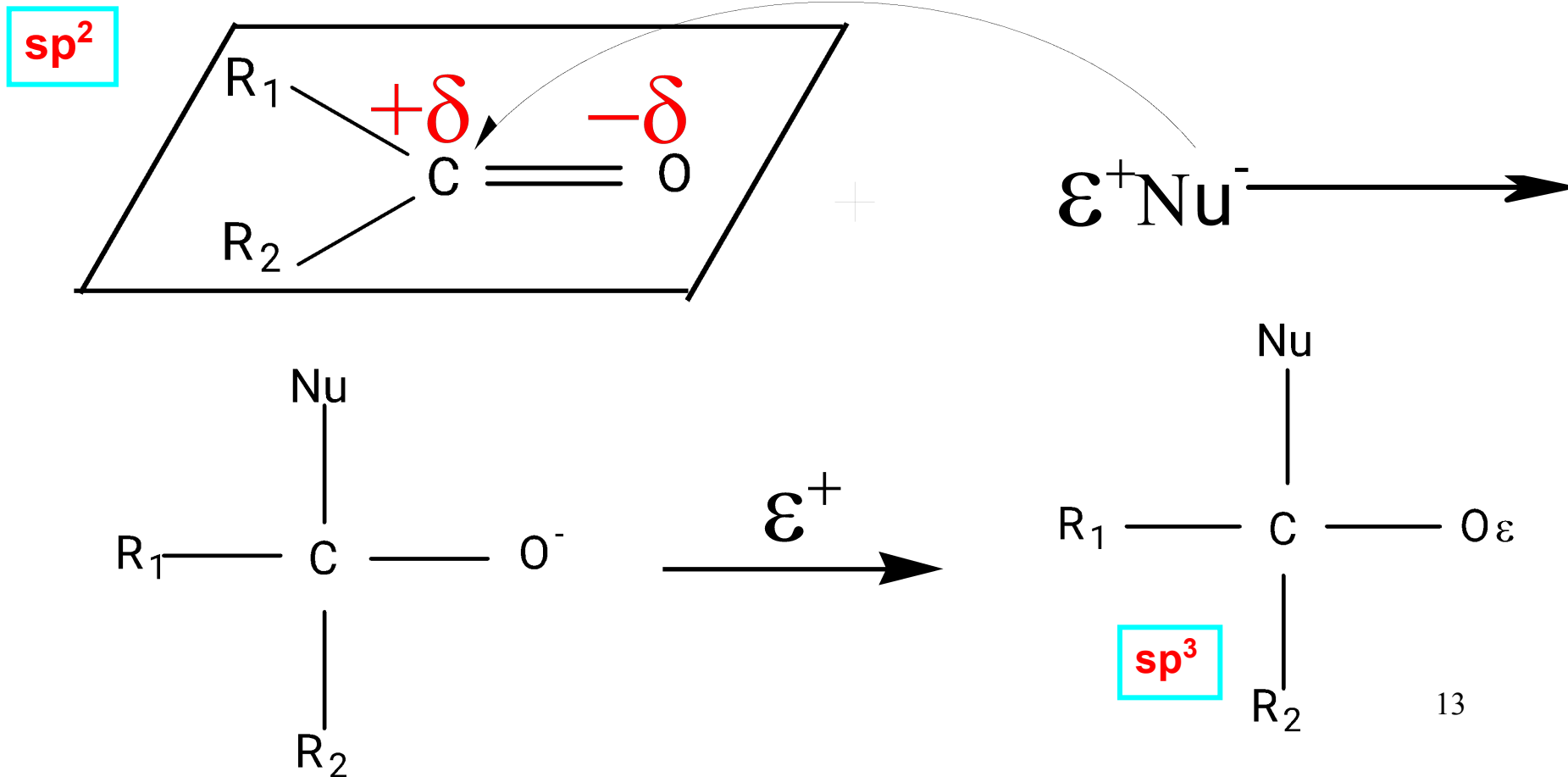
Для **альдегидов** и **кетонов** характерны следующие реакции:

I. A_N

II. ОВР

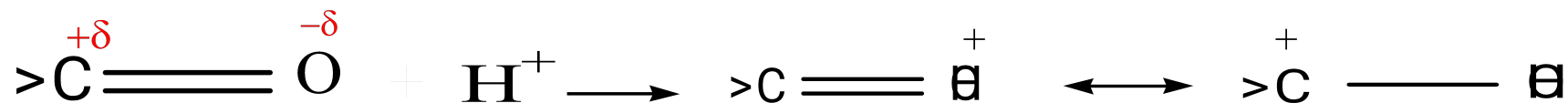
III. Реакции в R

Схема реакции нуклеофильного замещения A_N



Для увеличения заряда $+δ$ на электрофильном центре С и облегчения протекания реакций A_N используется кислотный катализатор.

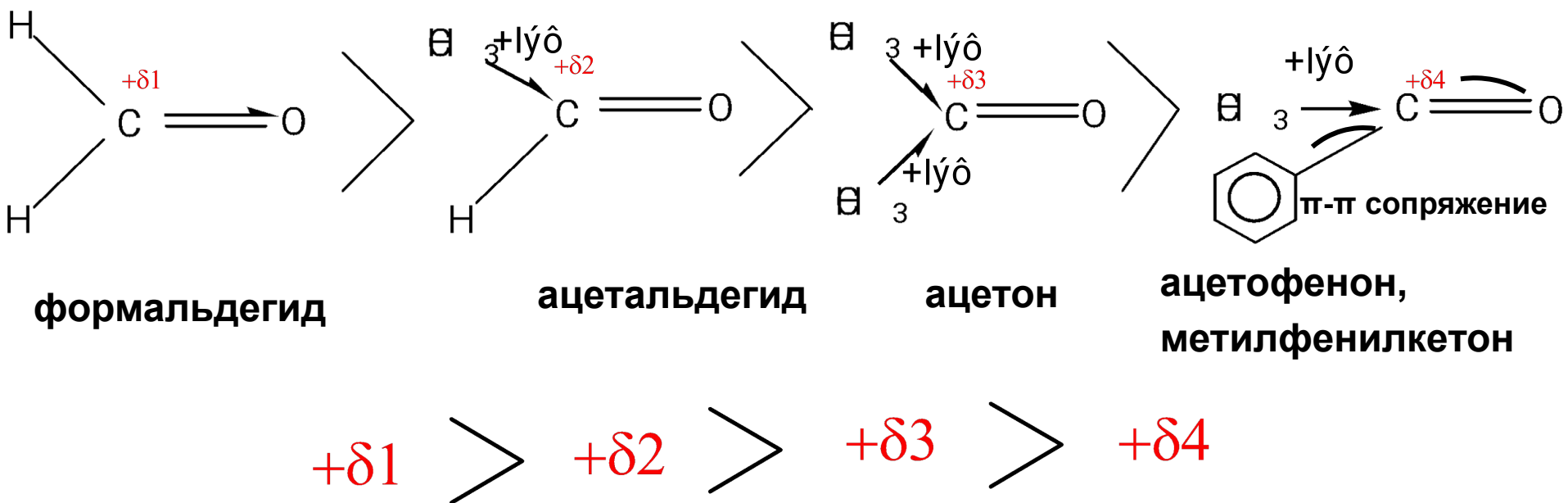
Схема кислотного катализа.



Многие реакции нуклеофильного замещения протекают в кислой среде.

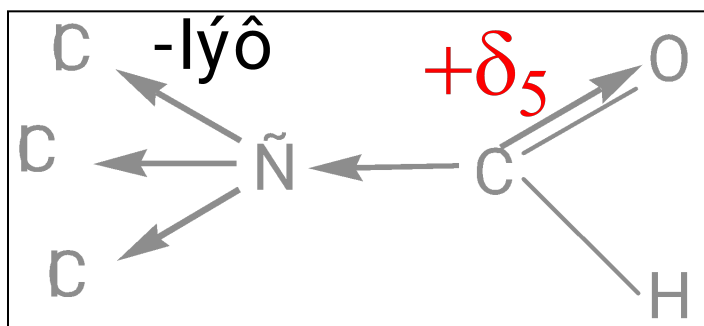
Закономерности реакционной способности А и К в реакциях A_N

1) **Альдегиды** легче вступают в реакции A_N , из-за большего положительного заряда ($+\delta$) на С атоме (электрофильном центре)

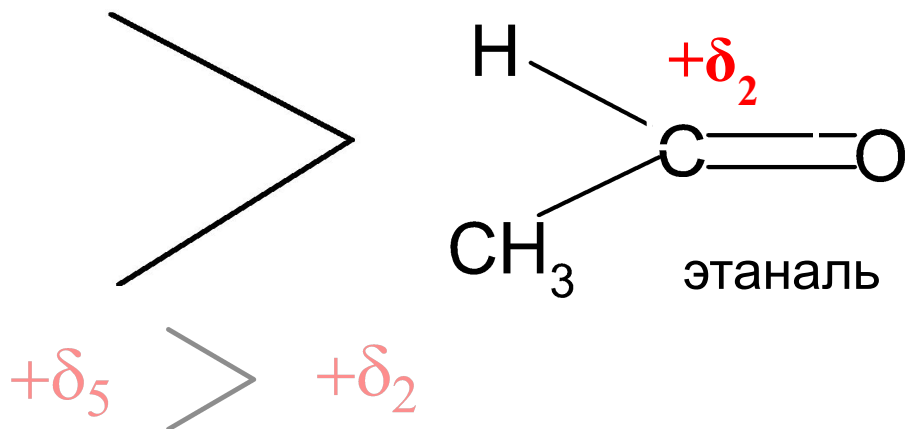


Наиболее реакционноспособное соединение - **формальдегид**

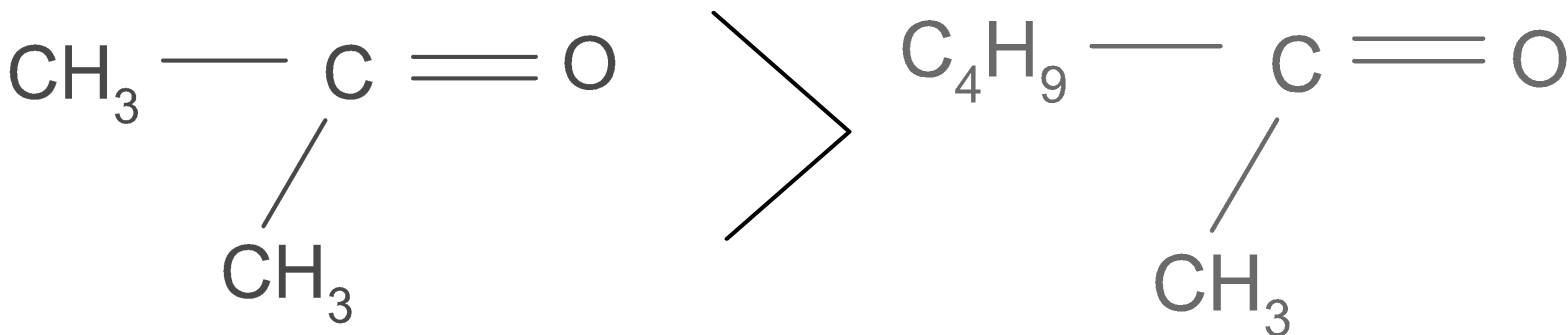
2) Введение **ЭА заместителя** увеличивает **активность** в реакциях нуклеофильного присоединения **A_N**.



хлораль



3) **Большие заместители** затрудняют доступ **Nu** к **C^{+δ}** (стерический фактор)



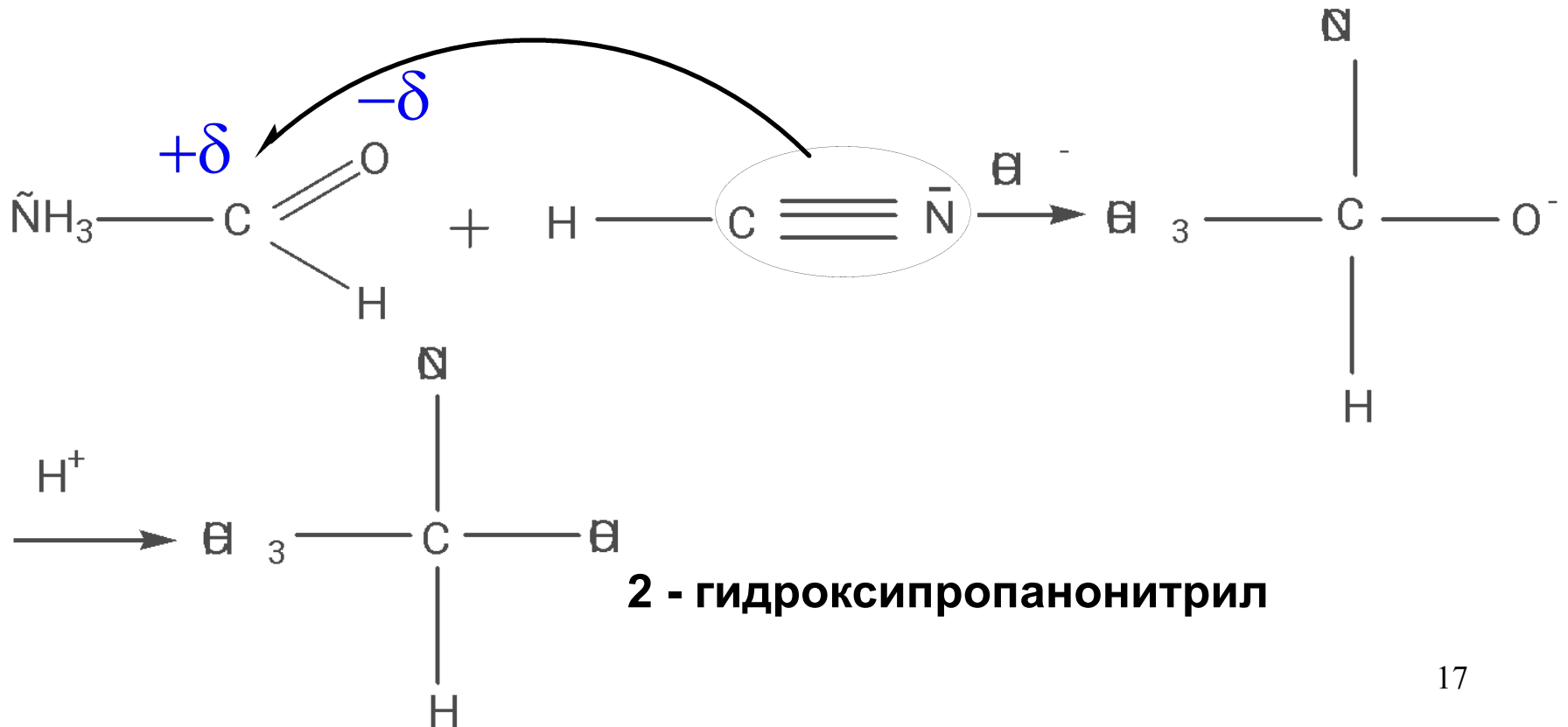
Химические свойства карбонильных соединений.

I. Реакции A_N

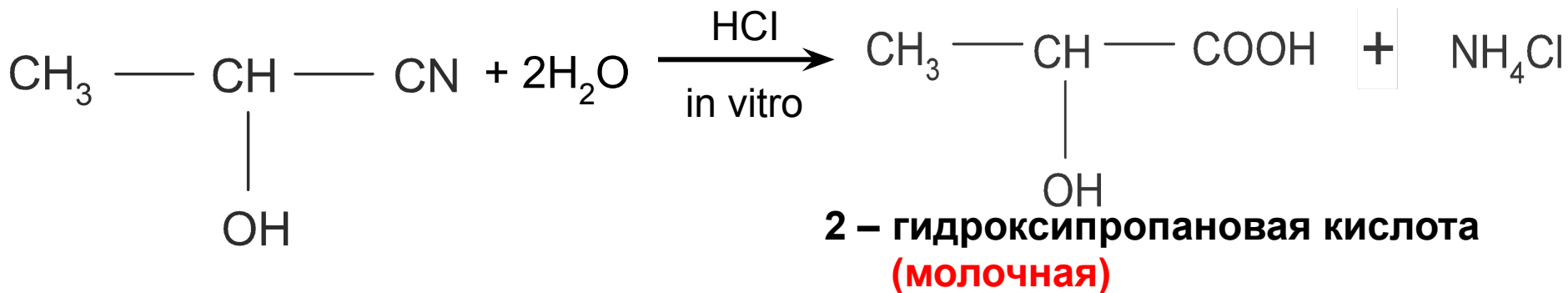
1) Присоединение HCN – образование α - гидроксинитрилов (циангидринов)

Вступают в реакцию альдегиды и кетоны – A, K.

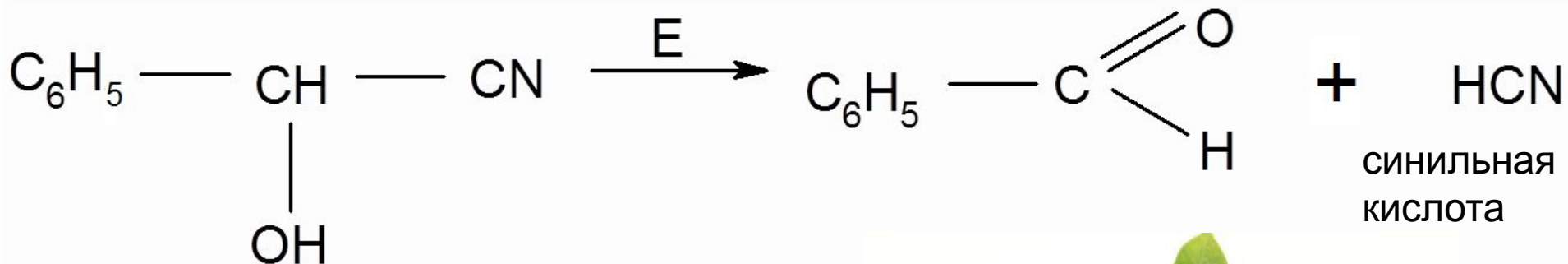
Реагент: - HCN (условие- следы KOH или KCN в H^+ среде)



Гидролиз α -гидроксинитрилов приводит к образованию α -гидроксикарбоновых кислот



In vivo – в живом организме - происходит ферментативное разложение циангидринов с образованием



2 – гидроксинитрил миндальной кислоты



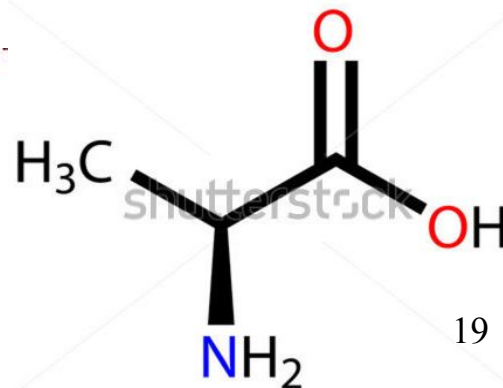
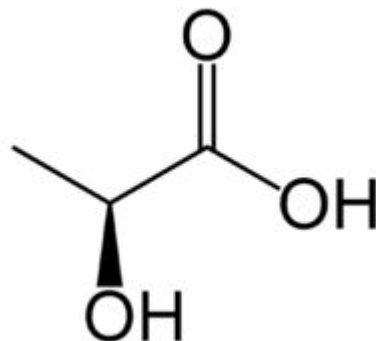
!Значение реакции присоединения HCN



1) Используется при **синтезе аминов и карбоновых кислот**
(образуются соединения с большей длиной углеродной цепи)



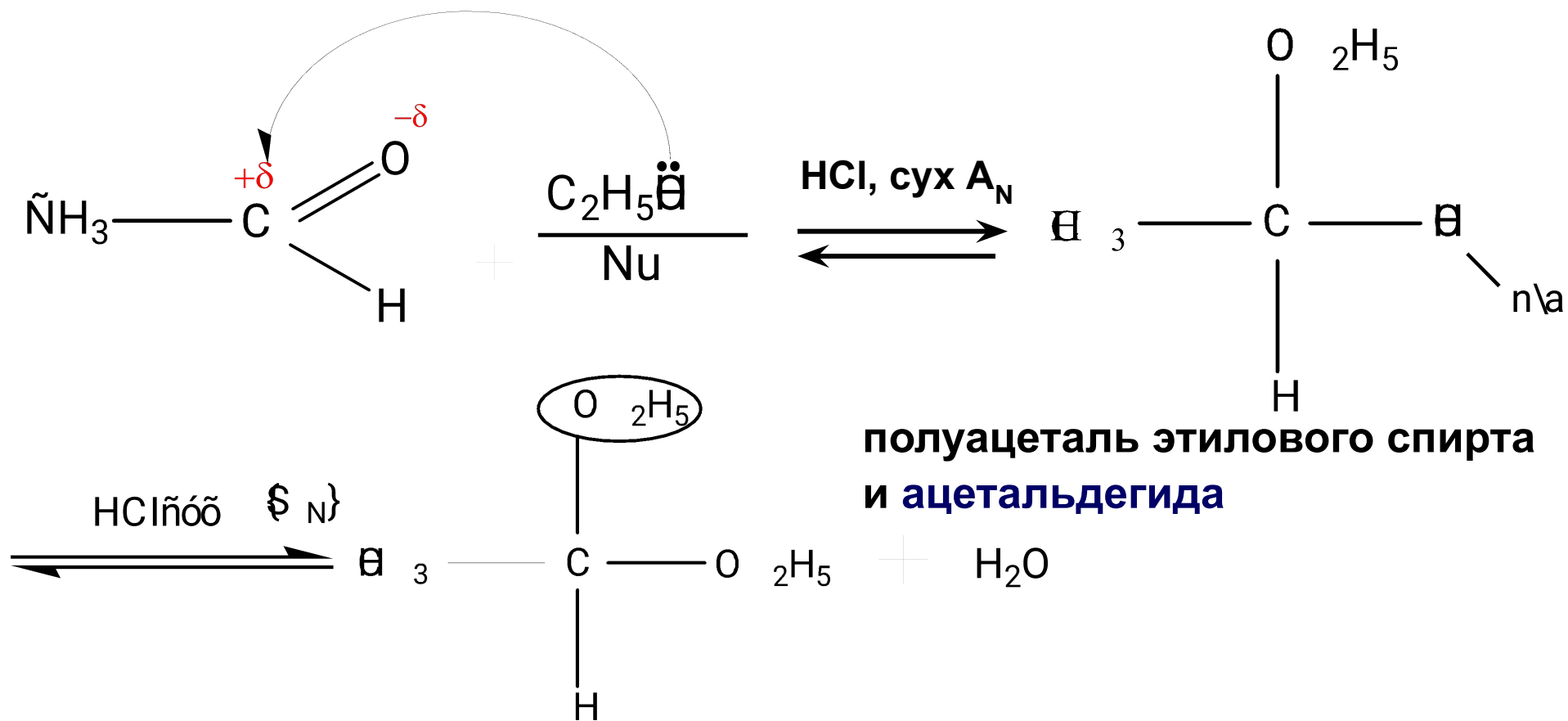
2) Применяется для получения **α - гидрокси-** и **α - аминокислот.**



2) Присоединение спиртов – образование полуацеталей и ацеталей (реакции - в основном для **A**)

а) реагент – **RON** (CH_3OH , $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ и т.д.)

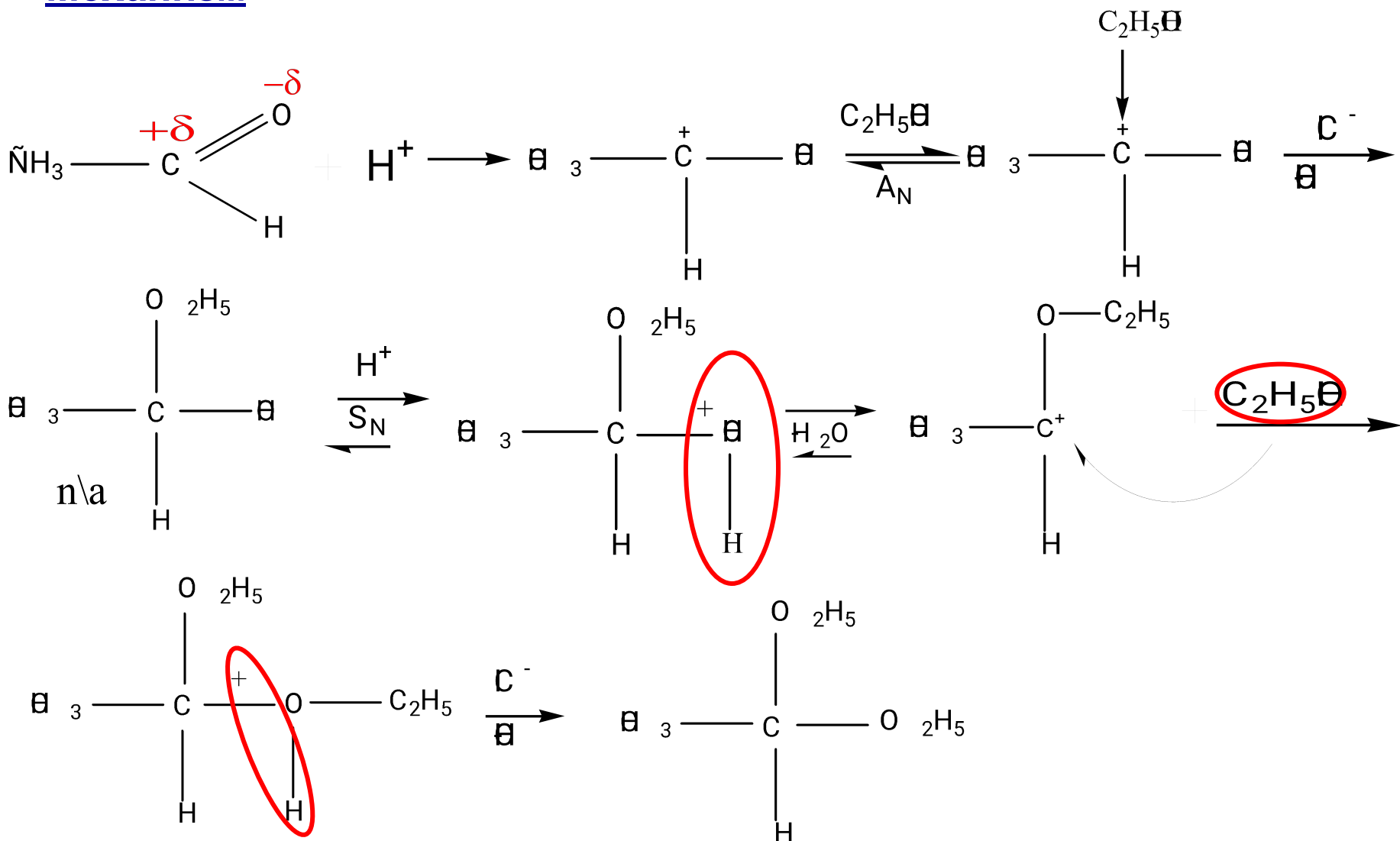
условие – **HCl сухой** – обратимость процесса



диэтилацетальдегид

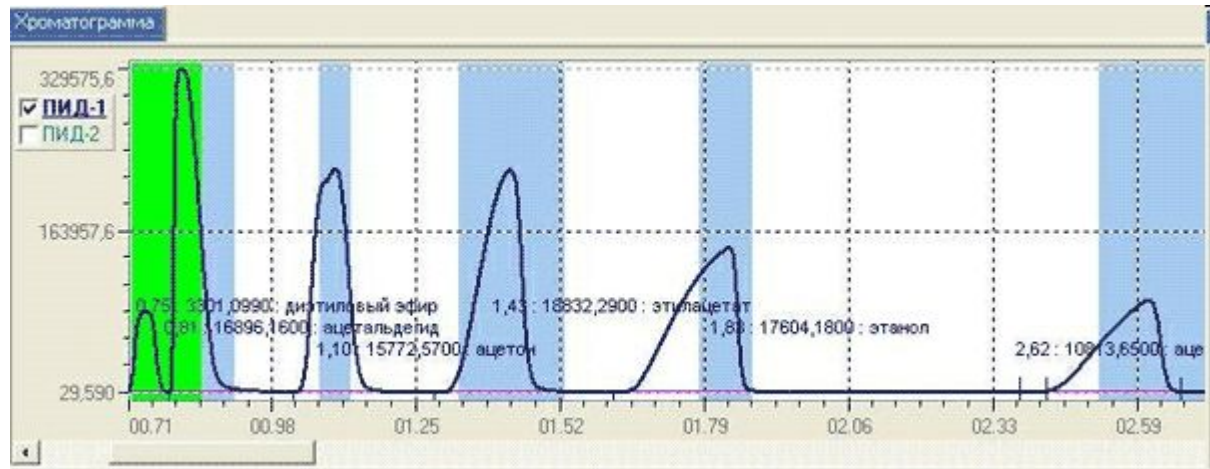
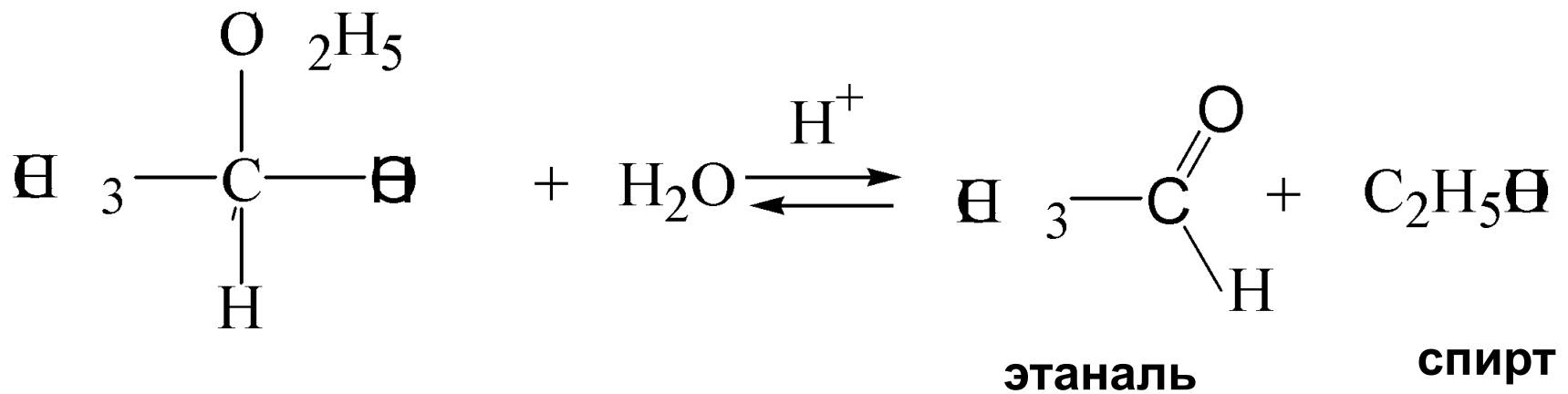
Роль катализатора в реакции AN - увеличение заряд $+\delta$ на C,
в SN - создание хорошо уходящей группы H_2O .

Механизм

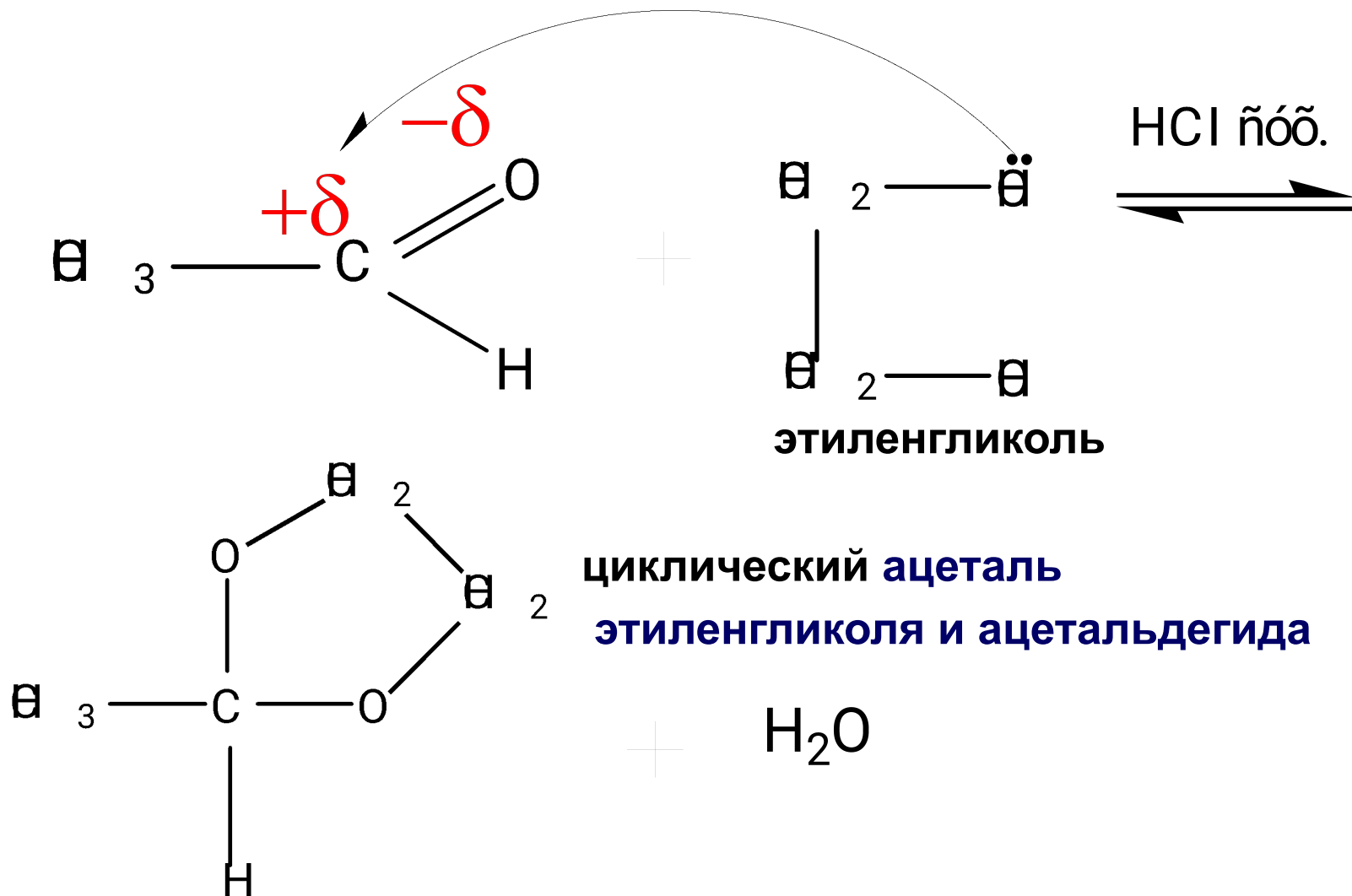


Гидролиз ацеталей и полуацеталей происходит только в кислой среде – образуются исходные вещества -альдегид и спирт.

В щелочной среде- ацетали и полуацетали устойчивы.

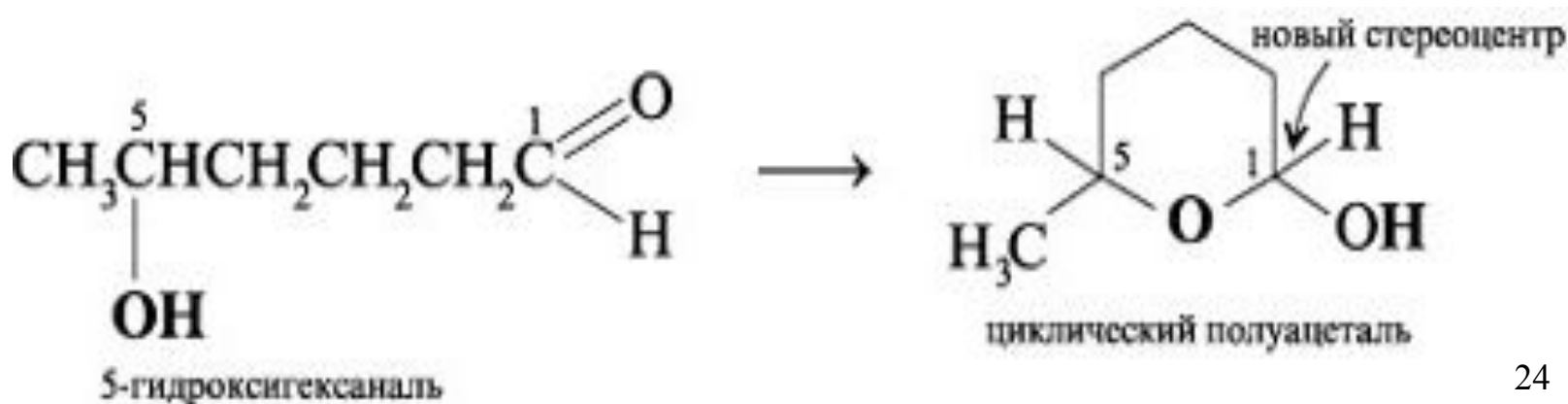
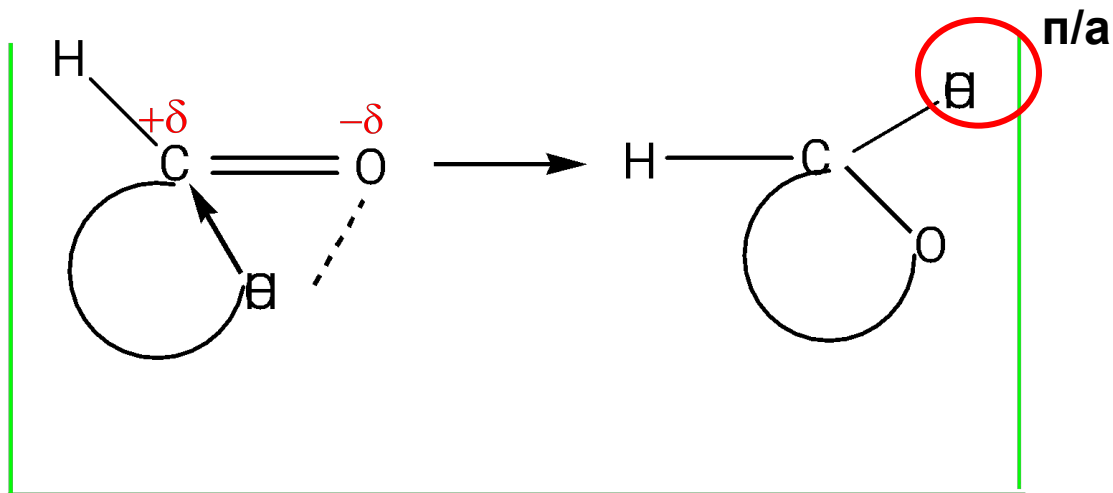


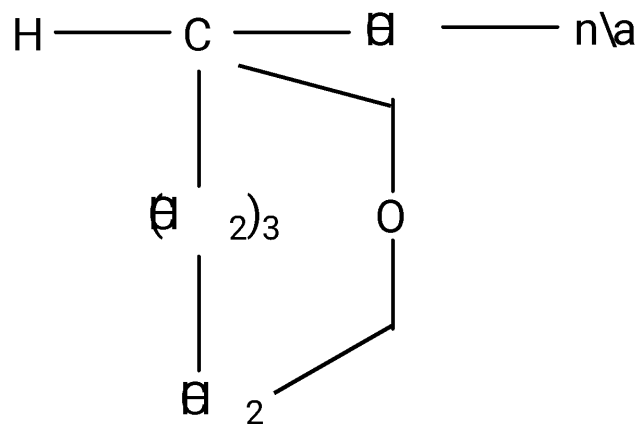
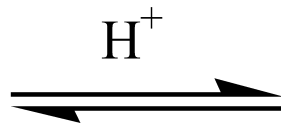
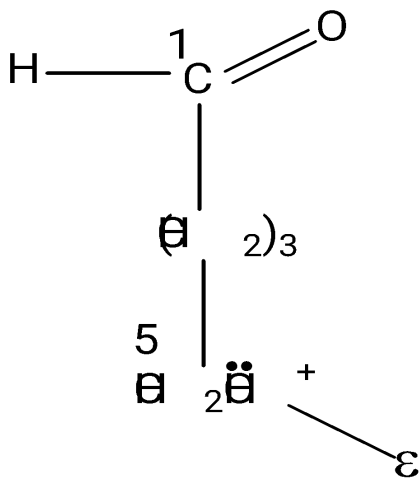
Присоединение многоатомного спирта – образуется циклический ацеталь:



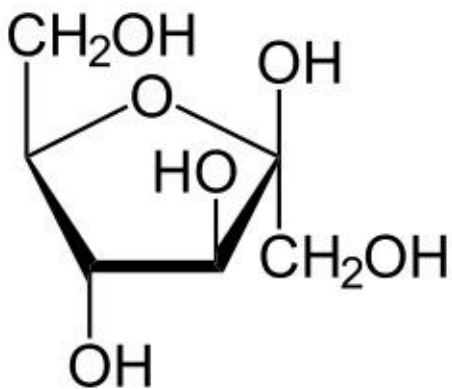
Внутримолекулярное взаимодействие альдегидной и гидроксигруппы приводит к образованию **циклических полуацеталей**.

Общая схема образования **полуацеталей**

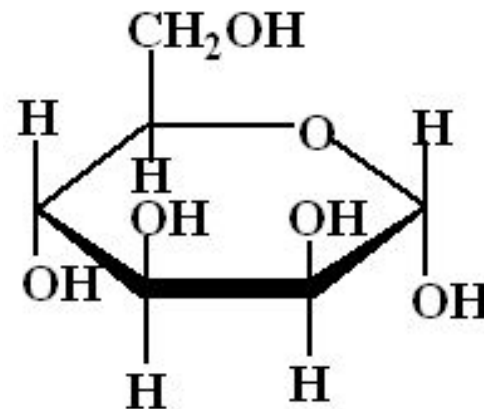




5 – гидроксипентаналь



Пятичленный цикл
- **фуранозный**



шестичленный цикл
- **пиранозный**

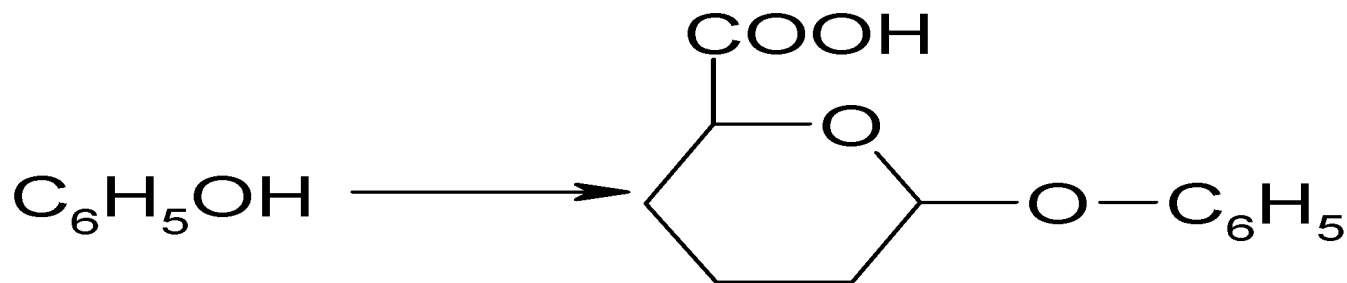
Значение реакции ацетализации

1). Реакция лежит в основе получения природных полисахаридов (полиацеталей) – целлюлозы, крахмала и т.д. (гетерополисахаридов – хондроитинсульфатов).

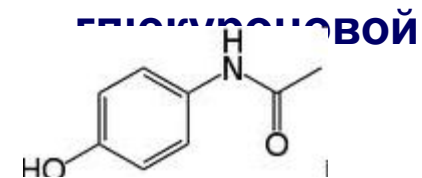


Значение реакции ацетализации

- 2). Образование ацеталей происходит при выделении из организма **чужеродного** соединения – например **фенола** (может содержаться в составе лекарственных препаратов - парацетомола) **глюкуроновой кислотой**



Фенилглюкуронид (ацеталь)



- 3). Используется в органическом синтезе для временной защиты **альдегидной группы**

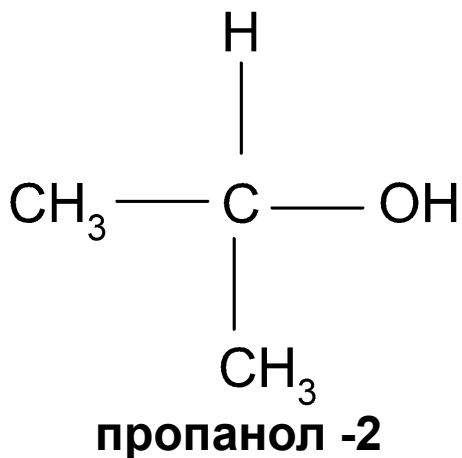
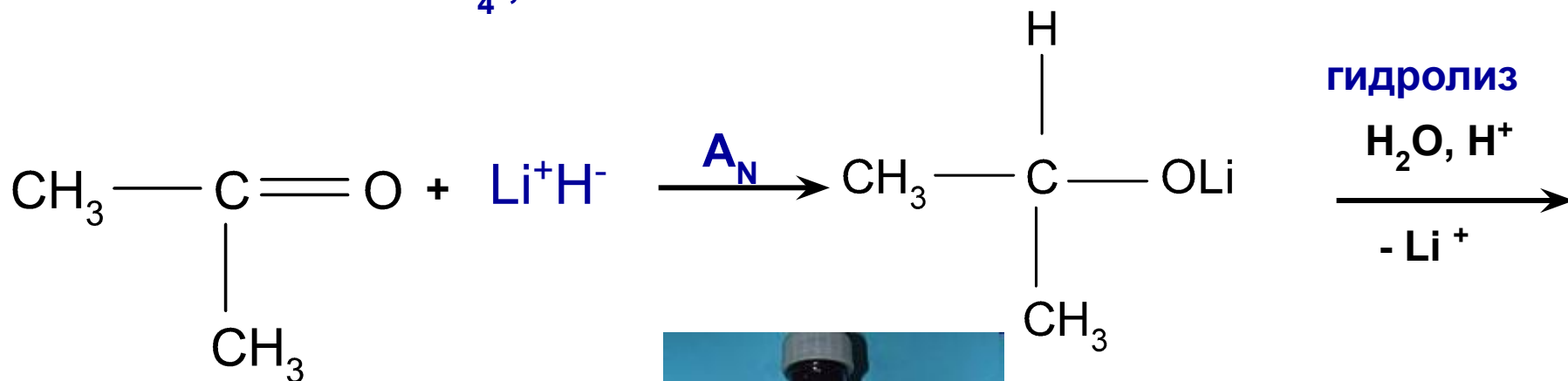
Кетоны - образуют кетали, реакция протекает хуже, затруднена.



3) Присоединение H- гидридов металлов (гидрид – ионов). В результате образуются спирты .

Альдегиды восстанавливаются в **первичные** , а **кетоны** - во **вторичные спирты**.

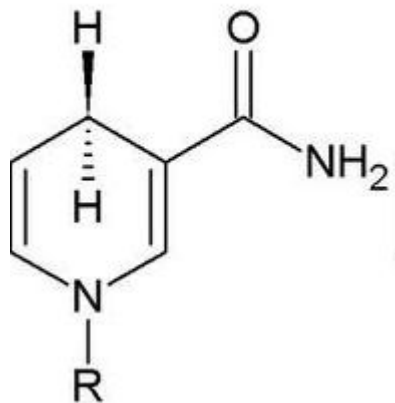
Реагенты: NaAlH_4 , LiH



Восстановление в организме А и К

В организме восстановление(гидрирование) **альдегидов** и **кетонов** до спиртов осуществляется ферментативно под действием **восстановленных форм коферментов (НАДН) или ФАД(2Н).**

NADH



(никотинамидадениндинуклеотид)
восстановленная форма



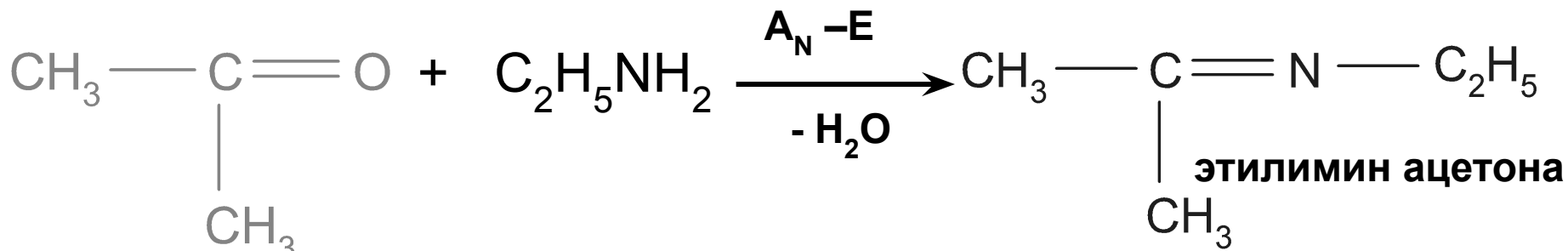
4) Взаимодействие с аминами и их производными (NH₂X) - образуются имины - (основания Шиффа).

□ В реакцию вступают и **альдегиды** и **кетоны**, процесс протекает в два этапа:

-**нуклеофильное присоединение NH₂X** - первичных аминов или аммиака NH₃

-**отщепление H₂O**

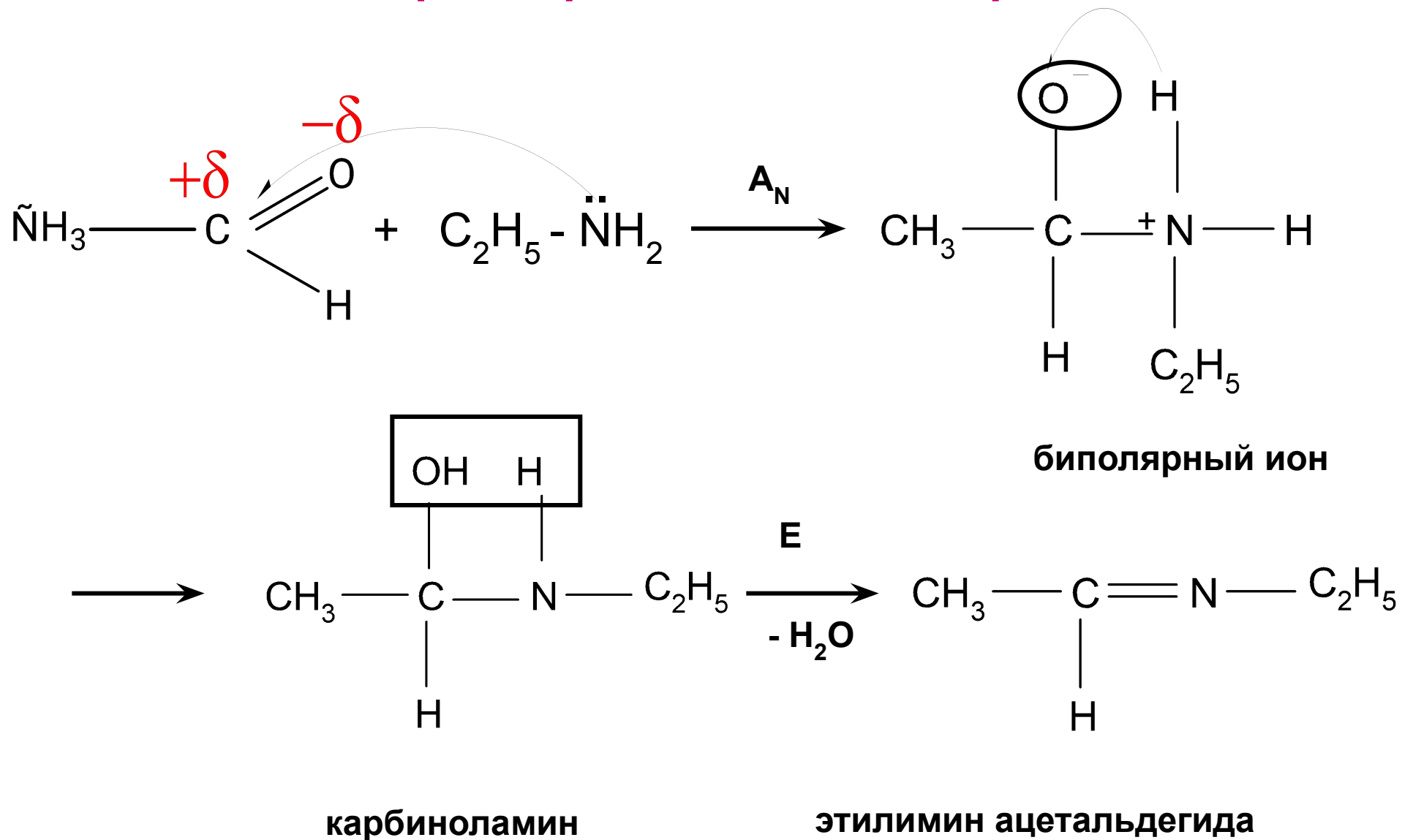
классифицируется как **реакция A_N-E** (присоединения-отщепления)



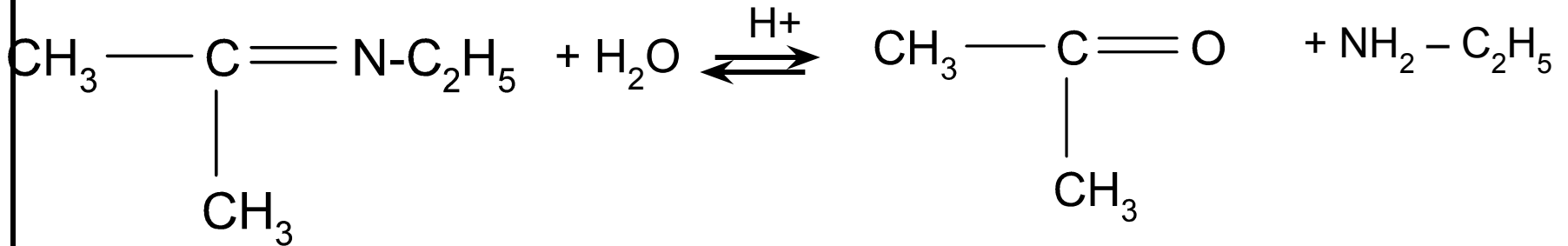
Рассматриваются 2 механизма этой реакции :

- 1) с H⁺ катализатором;
- 2) через образование биполярного иона

Механизм через образование биполярного иона.



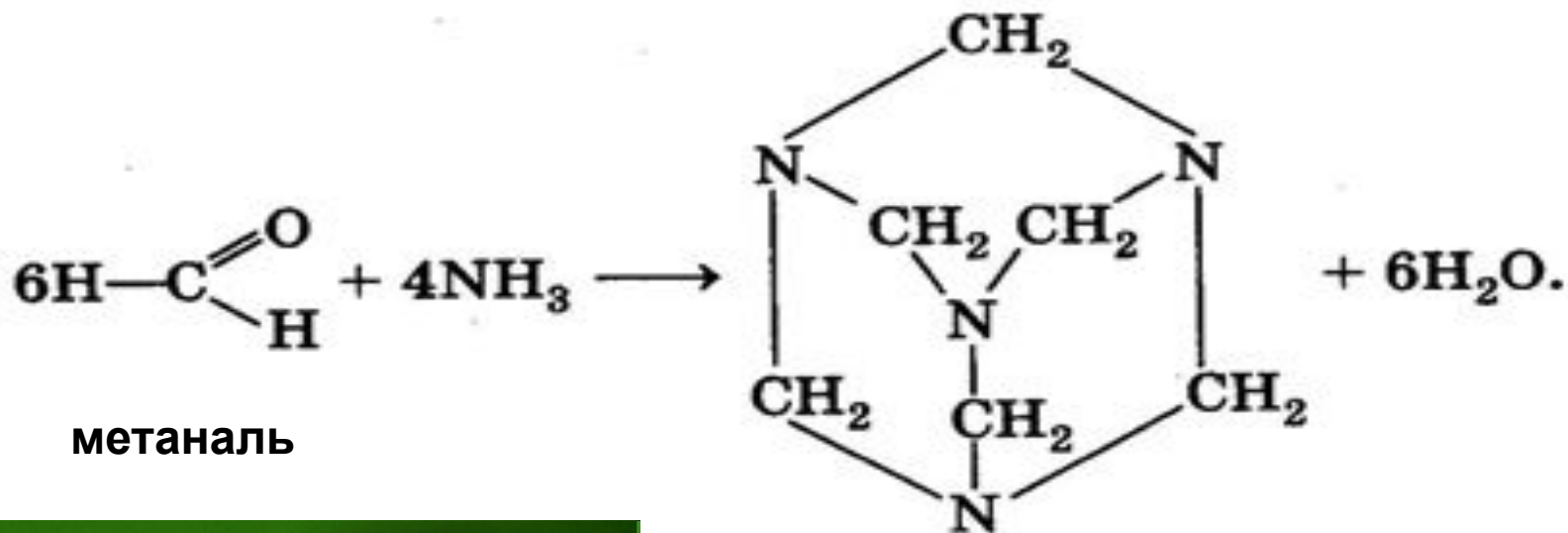
□ **Гидролиз:** основания Шиффа и подобные соединения легко гидролизуются **в кислой (H⁺) среде:**



Образуются исходные вещества: карбонильное соединение и амин.

Взаимодействие альдегидов и кетонов с аммиаком

- Реакция осложняется циклизацией первоначальных продуктов присоединения



метаналь



Гексаметилентетрамин-уротропин

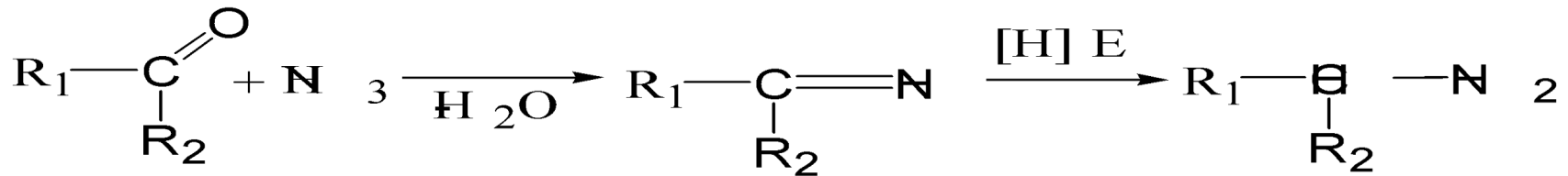
Уротропин - лекарственный препарат, **дезинфицирующее средство**, используемое при воспалении мочевых путей (А.М.Бутлеров 1859г).

- Из уротропина в кислой среде (гидролиз) образуются **формальдегид и аммиак**, которые обладают антимикробными свойствами.
- Особенно сильное антимикробное действие уротропин оказывает в кислой среде мочевыводящих путей почек.

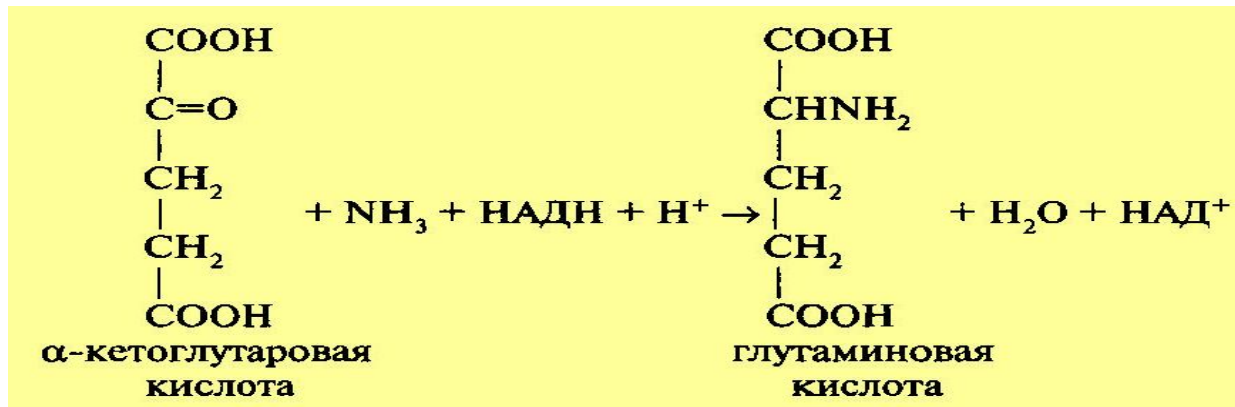


□ Роль иминов в биохимических процессах.

- **Имины** - промежуточные соединения при получении аминов из **альдегидов** и **кетонов** **восстановительным аминированием**.

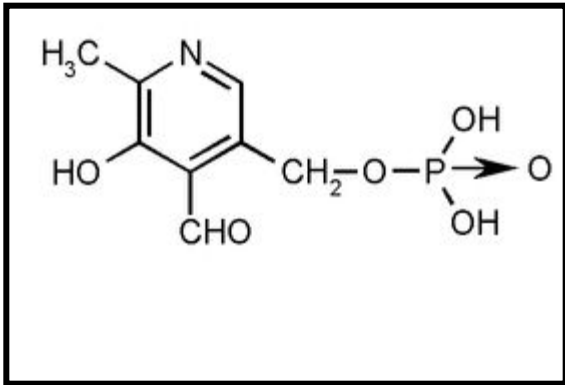


- В организме восстановительное аминирование осуществляется в ходе синтеза α -аминокислот



Процесс образования α - аминокислот из α - оксокислот называется **переаминированием или трансаминированием**.

- ✓ Он протекает через стадию получения **ИМИНОВ**.
- ✓ В процессе трансаминирования участвует кофермент **пиридоксальфосфат**.

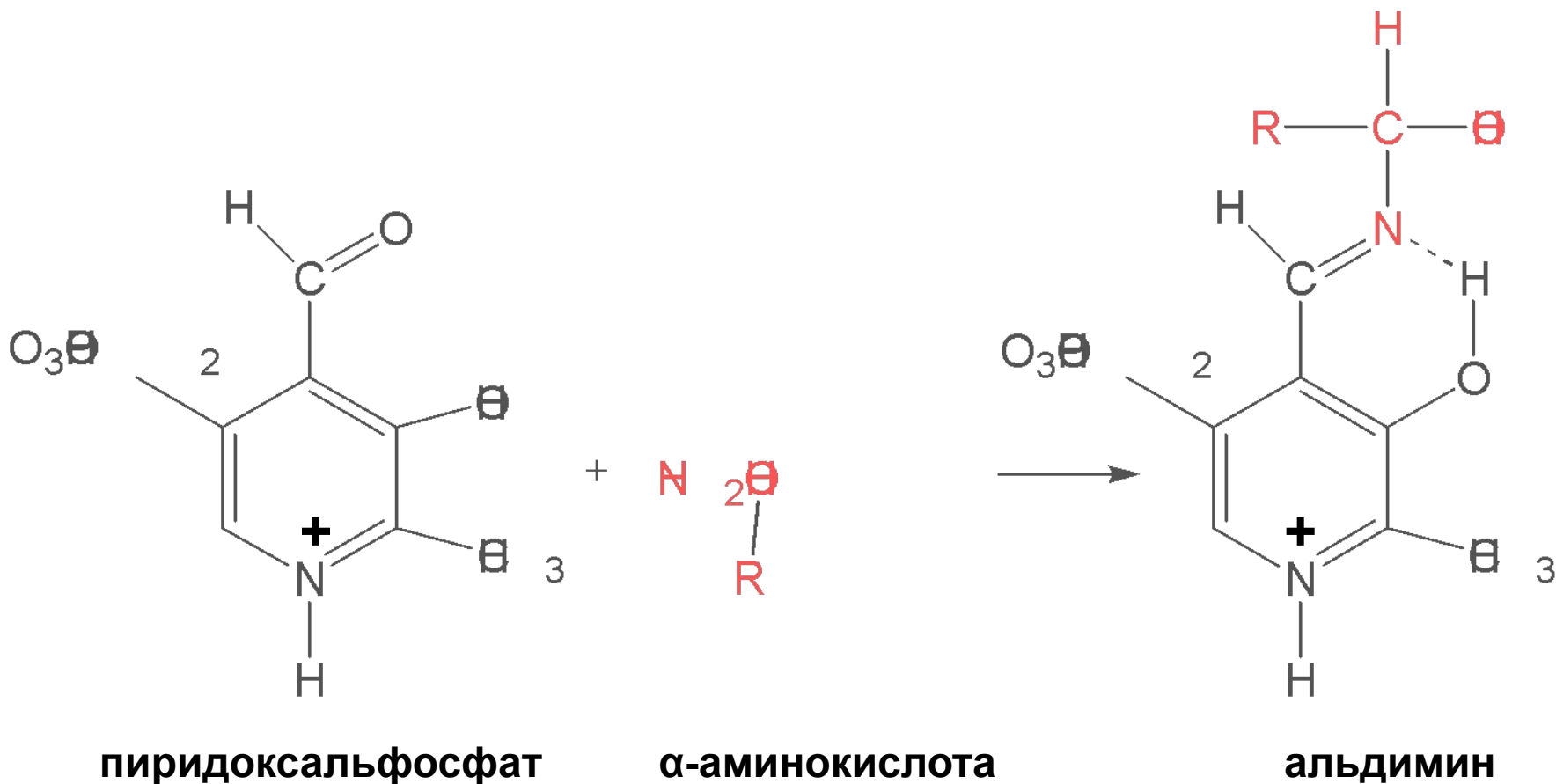


2 метил – 3 гидроксид, 5 гидроксид – пиридин – 4 карбальдегидфосфат

Пиридоксальфосфат выполняет функцию переносчика аминогруппы т.е. временно хранит NH₂-группу, являясь «камерой хранения»)

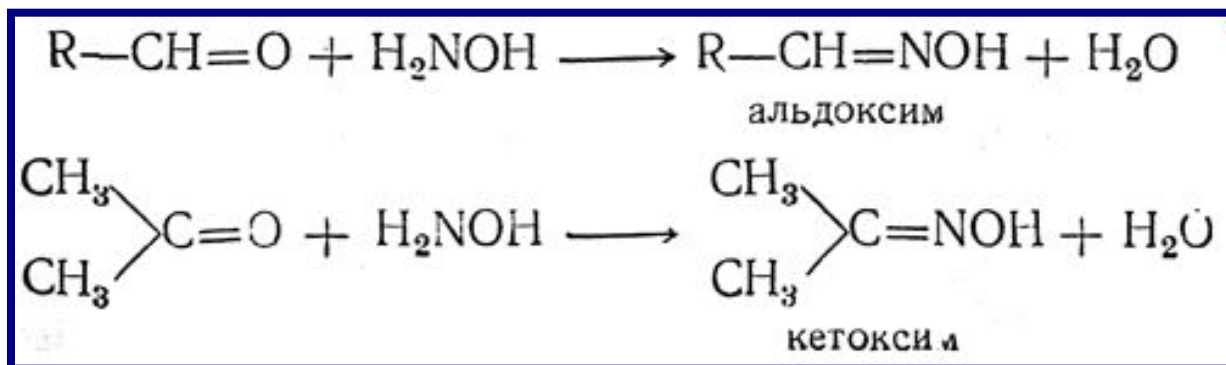


Химические превращения α -аминокислот в организме с участием пиридоксальфосфата.

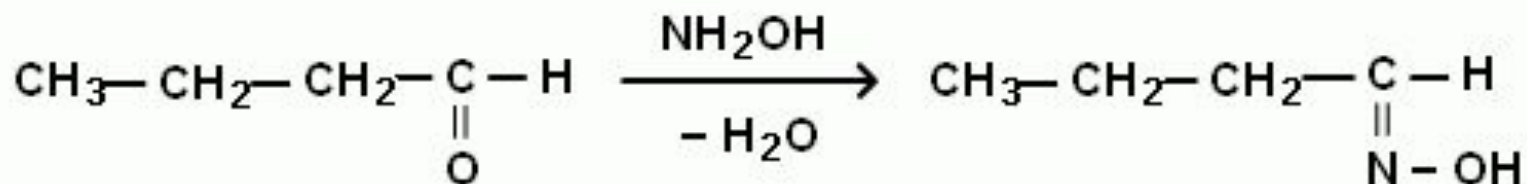


□ Аналитические реакции иминов

- Используя производные NH_3 и аминов, можно выделить А и К из реакционной смеси и идентифицировать их по температурам плавления.
- Оксимы - продукты реакции А и К с гидроксиламином NH_2OH , механизм реакции $\text{A}_\text{N} - \text{E}$

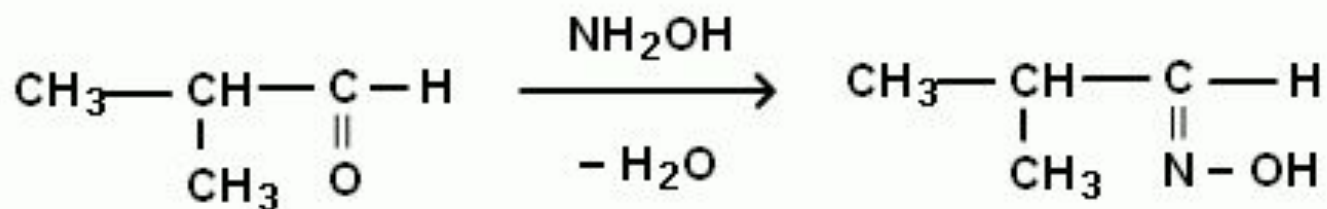


Примеры получения некоторых оксимов



масляный альдегид

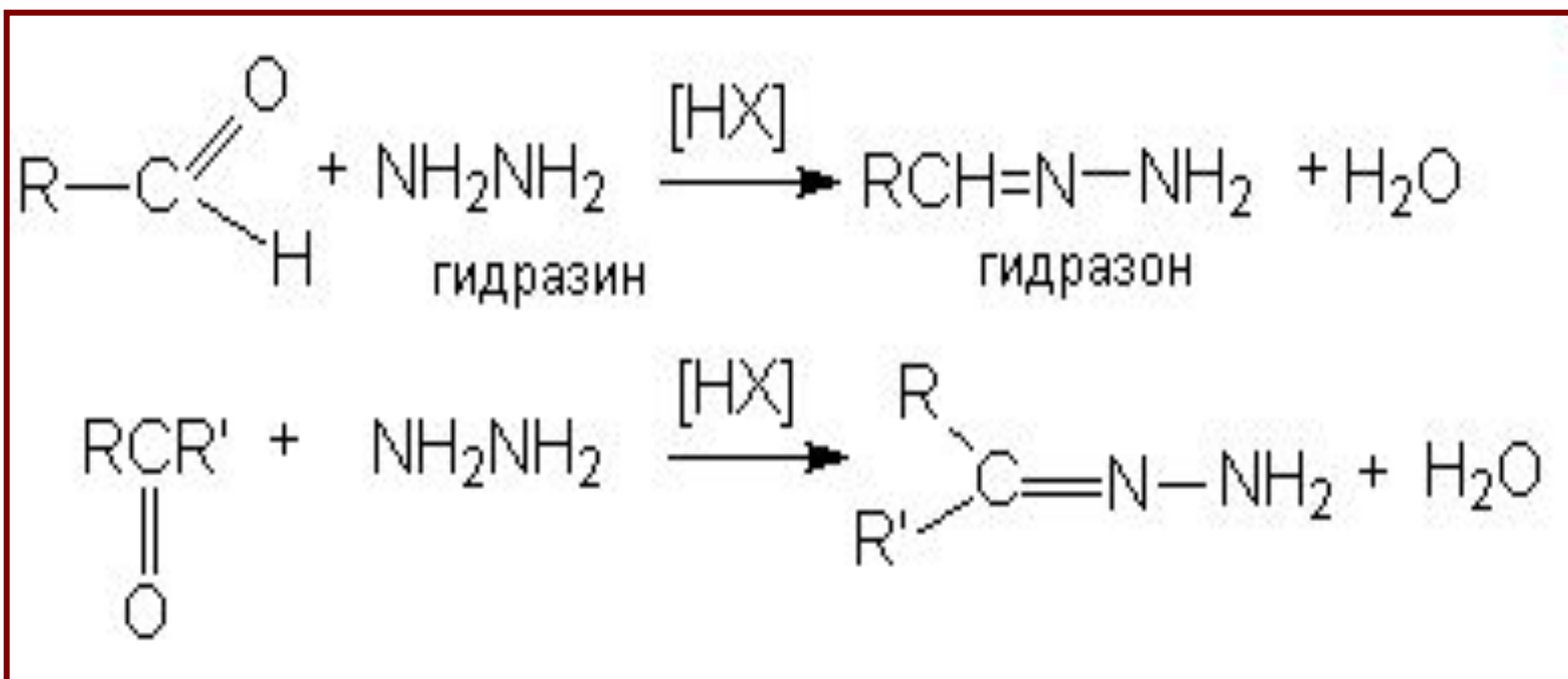
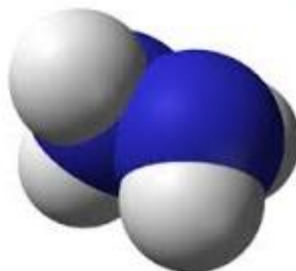
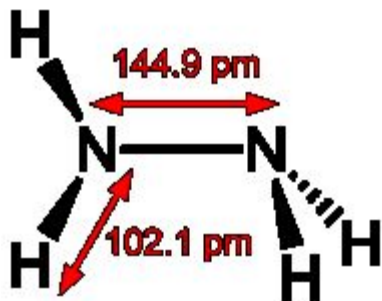
оксим масляного альдегида



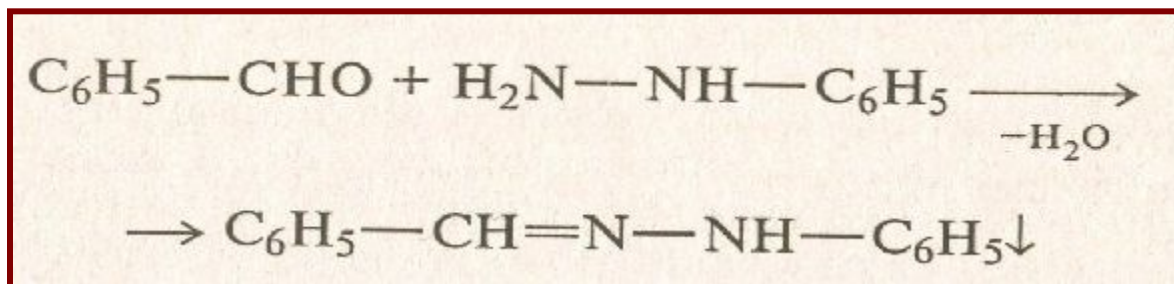
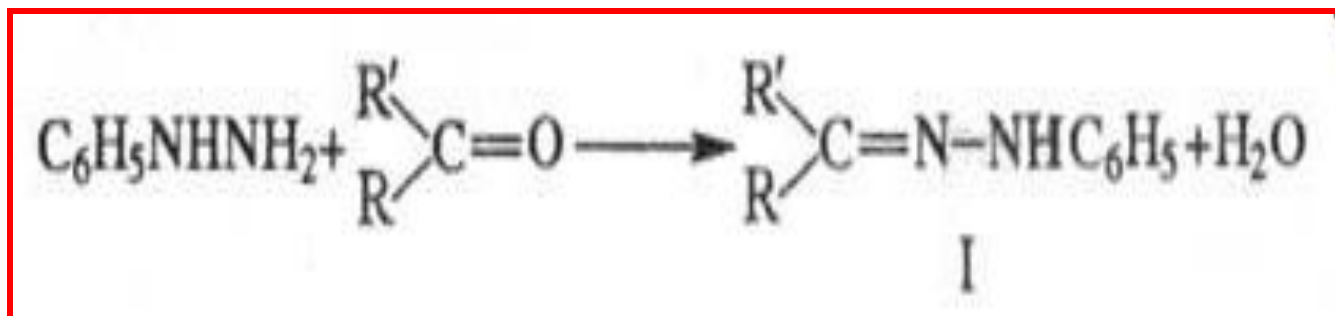
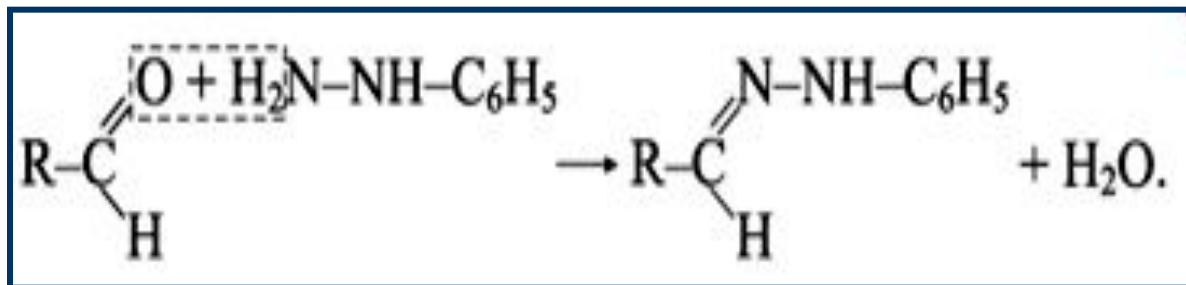
изомасляный альдегид

оксим изомасляного альдегида

- **Гидразоны** - продукты взаимодействия гидразина $\text{NH}_2\text{-NH}_2$ с **альдегидами** и **кетонами**.



- Фенилгидразоны - продукты взаимодействия **A** и **K** с фенилгидразином $\text{NH}_2\text{-NH-C}_6\text{H}_5$

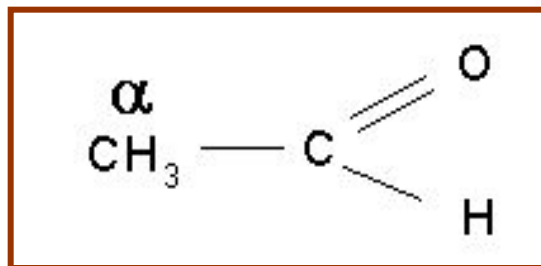


5. Альдольная конденсация (А,К)

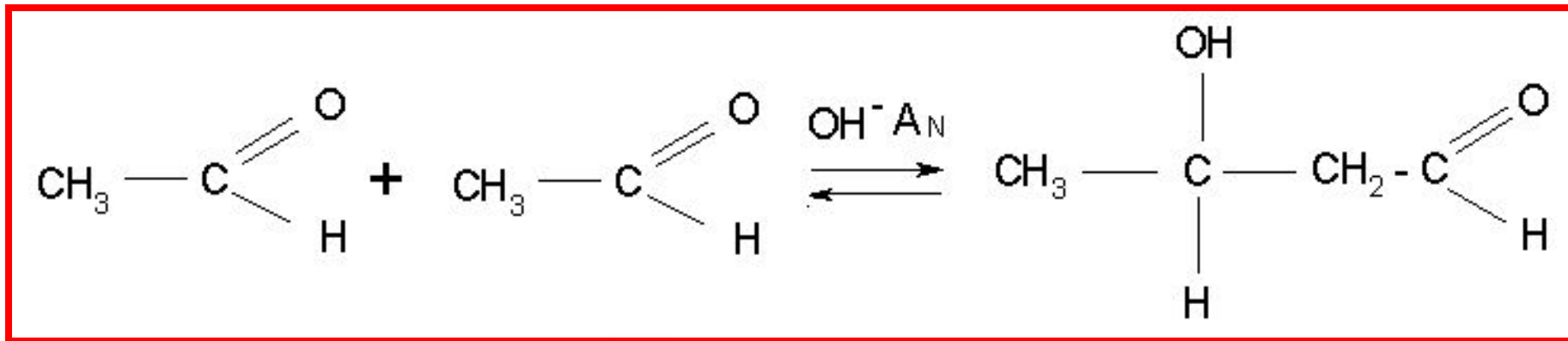
Конденсация - реакция, образования из относительно простых молекул более **сложных**.

Условия протекания реакции:

- 1) Реакции возможны только для **А** и **К**, имеющих **Н** при α **С**, обладающий кислотным характером:



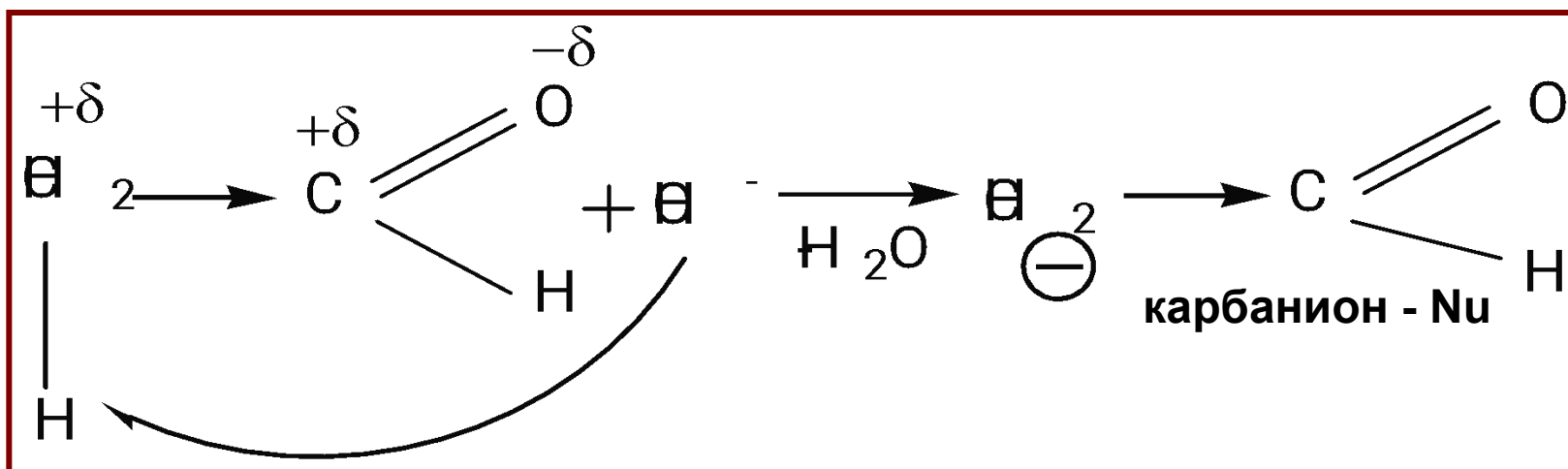
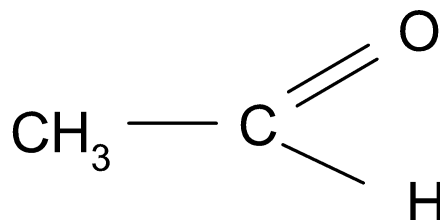
- 2) **Щелочная среда (OH^-)**



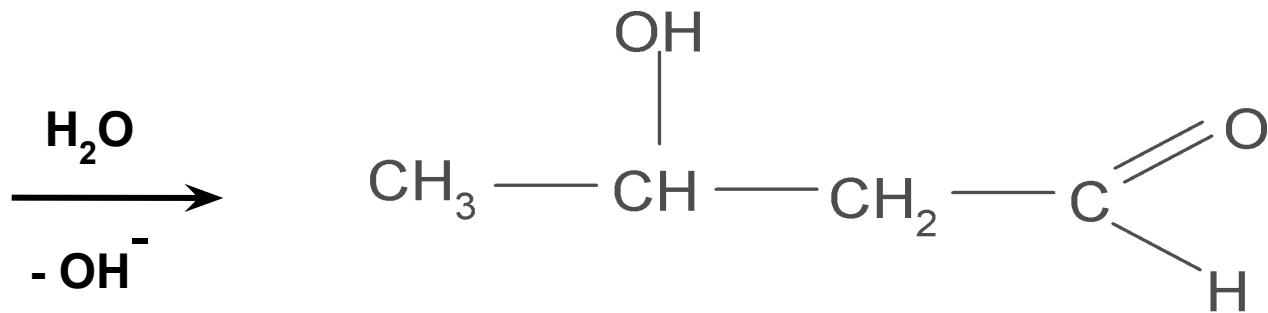
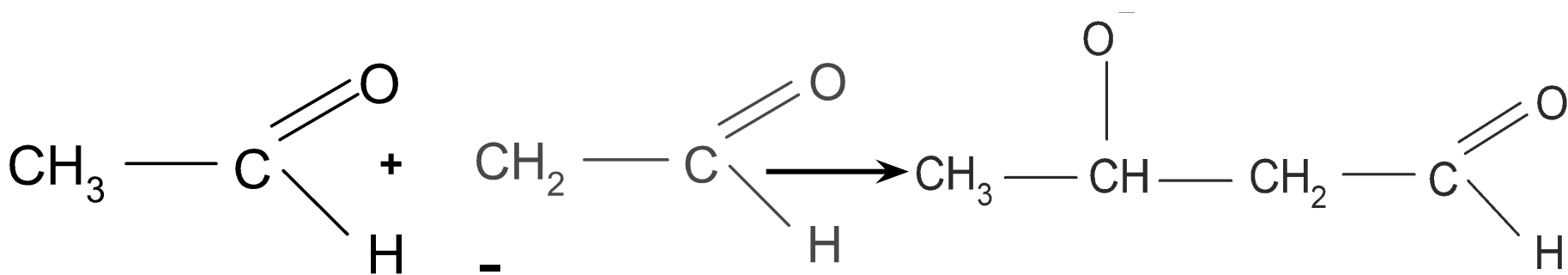
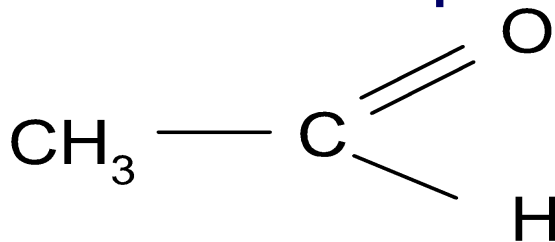
3- гидроксипутаналь (альдоль)

Механизм реакции альдольной конденсации A_N

а) Образование **нуклеофильной частицы (Nu)** из 1-ой молекулы альдегида



б) Присоединение образовавшегося Nu ко второй молекуле карбонильного соединения – образование альдоля

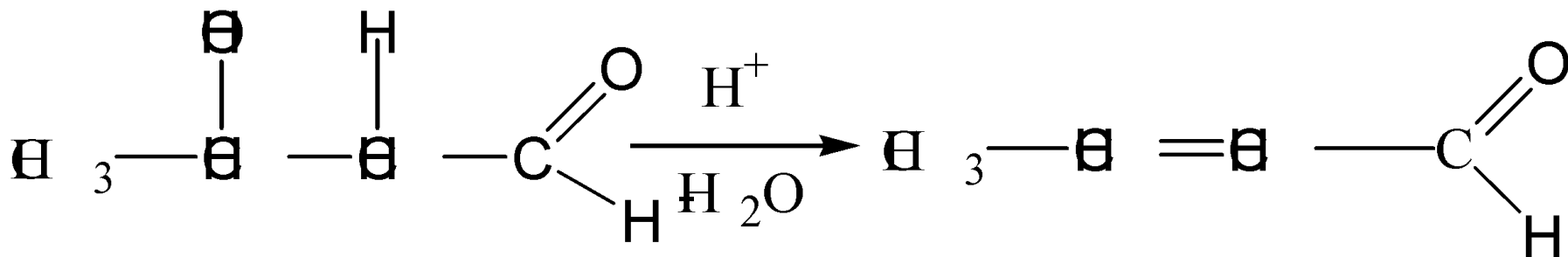


возврат катализатора

3- гидроксипутаналь альдоля

Кротоновая конденсация

Если реакцию конденсации проводить в более жестких условиях (при нагревании и в кислой среде), то альдоль дегидратируется с образованием **кротонового альдегида**



trans бутен – 2 –аль,
кротоновый альдегид

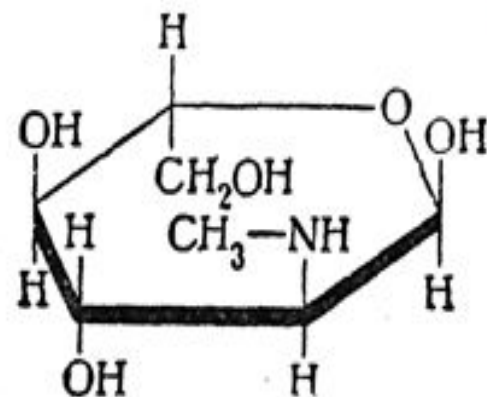
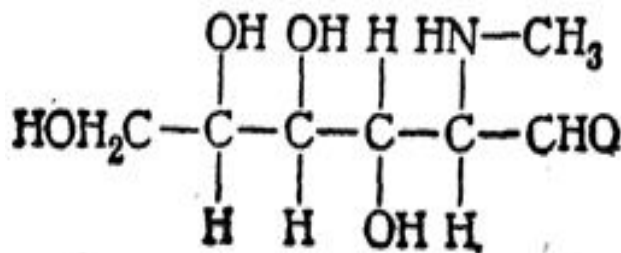
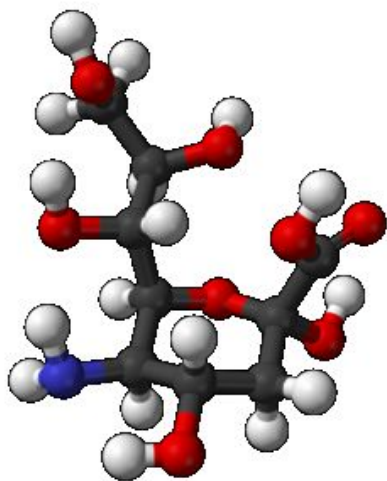
Значение реакции альдольной конденсации (присоединения).

Реакции **альдольного присоединения обратимы**. В организме происходят два процесса: **альдольная конденсация и альдольное расщепление**.

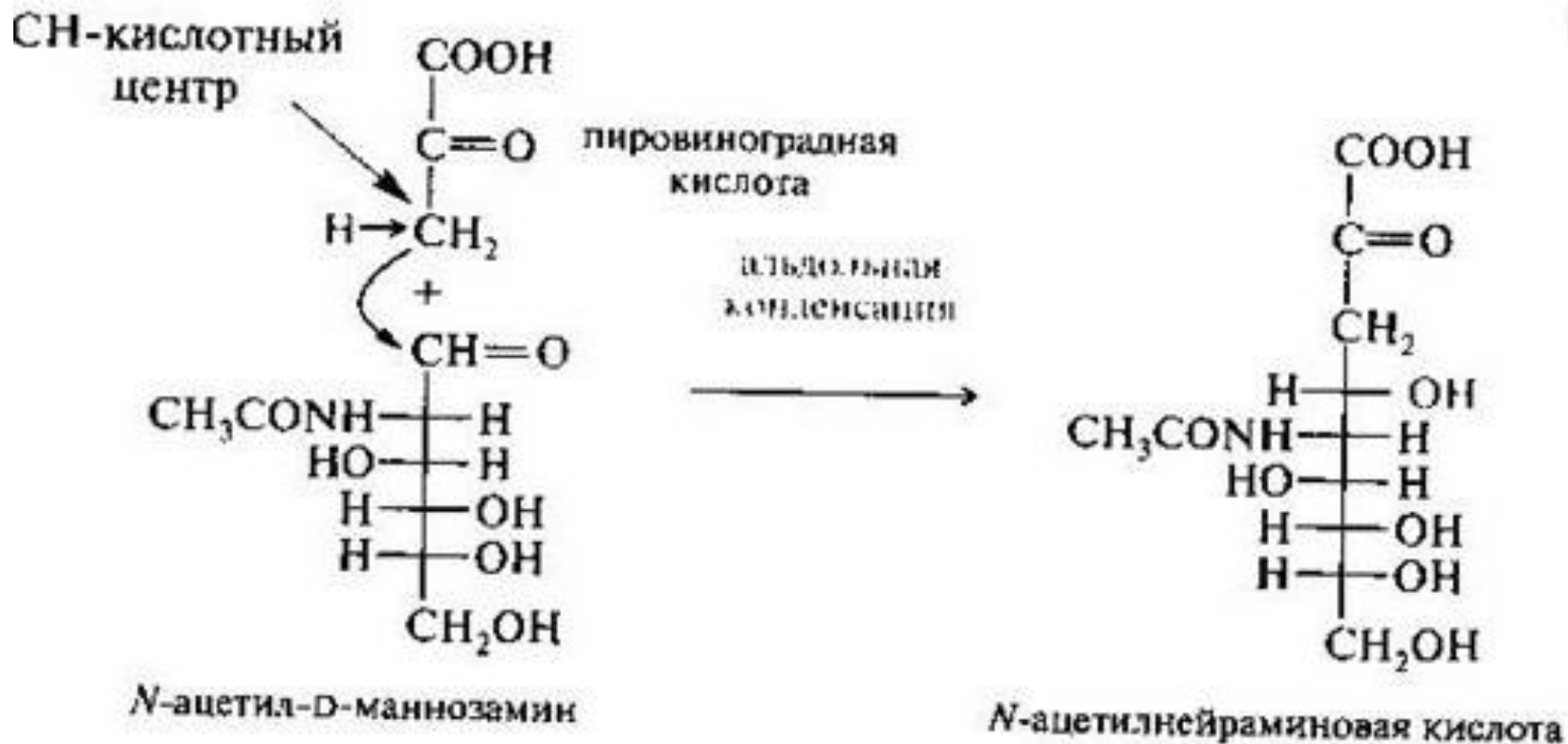
1) В **углеводном обмене**, например, образуется **нейраминовая кислота (C₉)** из C₃ и C₆. (в свободном состоянии содержится в спинномозговой жидкости).

Ее производные - **сиаловые кислоты**:

компоненты специфических веществ крови и тканей входят в состав ганглиозидов мозга, участвующих в проведении нервных импульсов



Образование нейраминовой кислоты-реакция альдольного присоединения

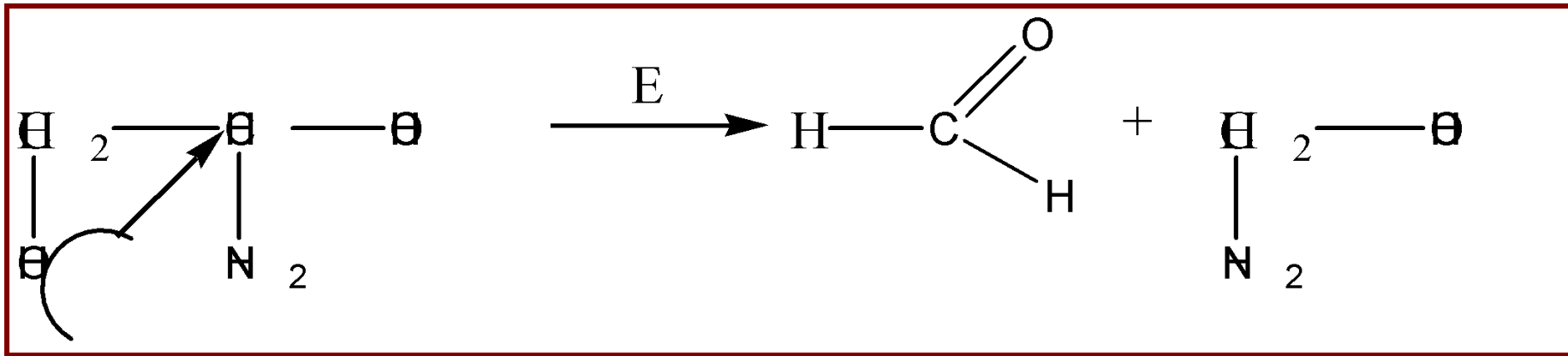


Значение реакции альдольной конденсации (присоединения).

2) Образование **новых связей С – С** с участием **тиоэфиров карбоновых кислот.**

3) Альдольное расщепление:

серин □ **гли** + **метаналь**



серин

метаналь

глицин

6. Присоединение H_2O - гидратация ,

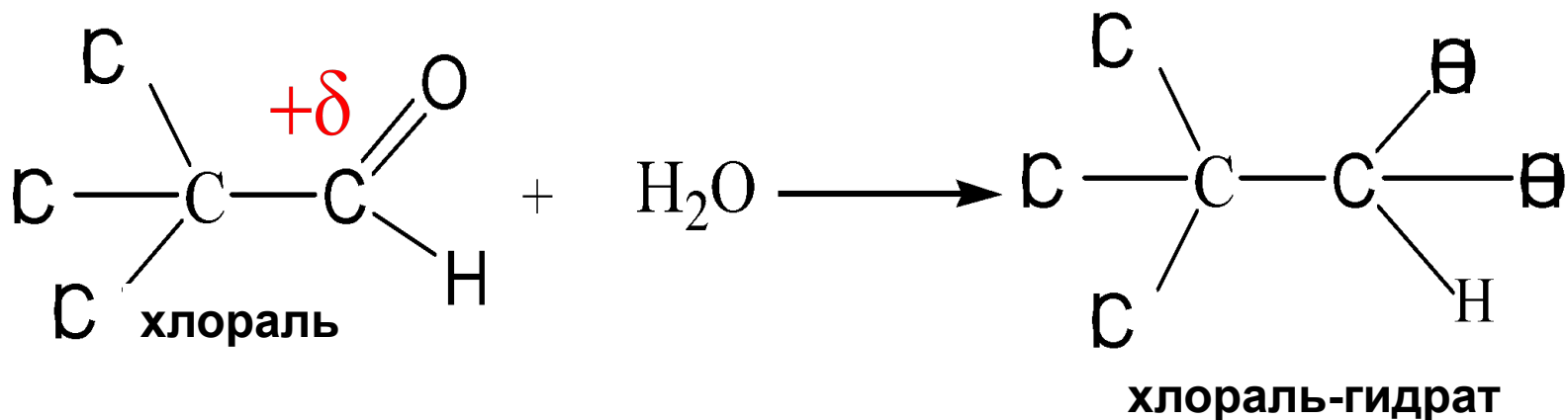
Механизм реакции- A_N

Процесс гидратации - обратимый. Чем больше положительный заряд на атоме С, тем активнее присоединяется вода.

Полностью гидратирован трихлоруксусный альдегид

(-I эффект трех атомов Cl приводит к образованию большого $+δ$ на С),

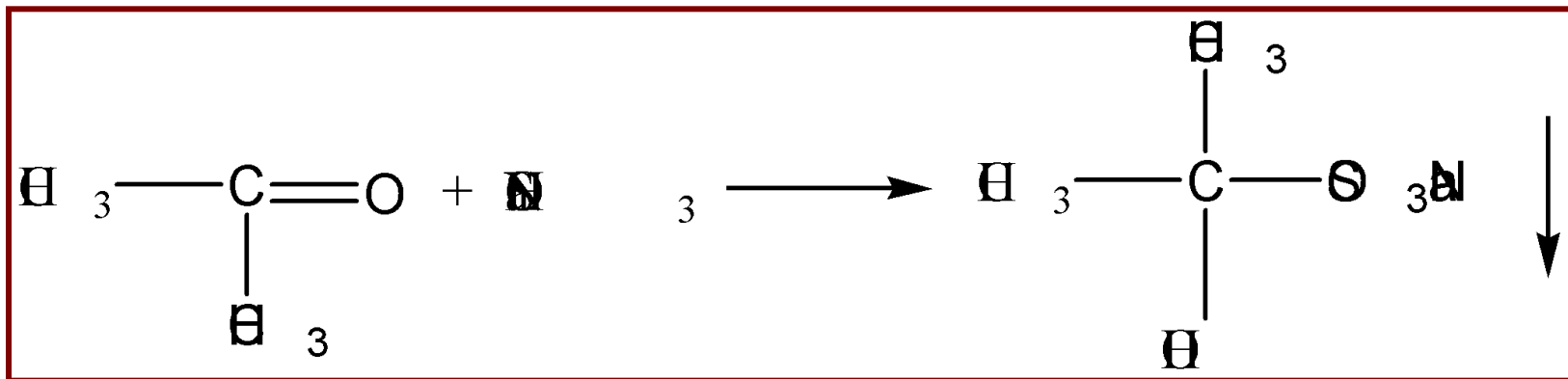
Ацетальдегид- гидратирован только наполовину,
ацетон практически не образует гидратов.



Хлоральгидрат применяется в медицине как **успокаивающее и снотворное** средство. В основе его фармакологического эффекта лежит **наркотическое действие** на организм альдегидной группы.



7. Взаимодействие с NaHSO_3 - качественная реакция на $>\text{C}=\text{O}$ группу.

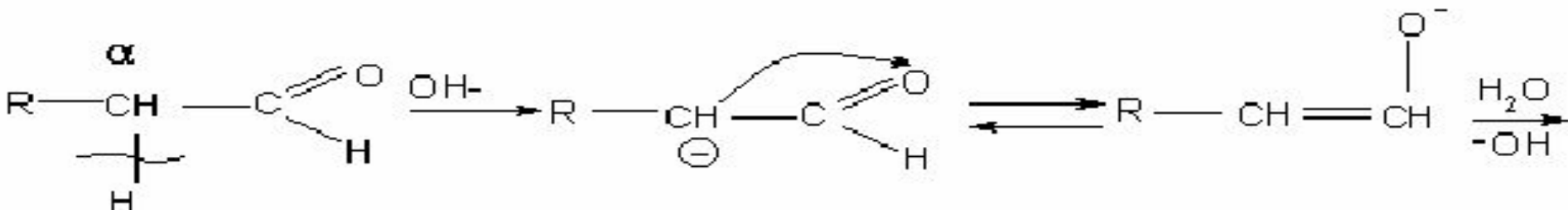


белый осадок



II. Кето-енольная таутомерия.

Таутомерия - сосуществование в динамическом равновесии двух и более изомерных форм. Кето – енольная таутомерия- частный случай прототропной T. Между кетонной и енольной формой осуществляется перенос протона. Атом H при α атоме C обладает слабыми кислотным характером



Карбанион

енолят- ион



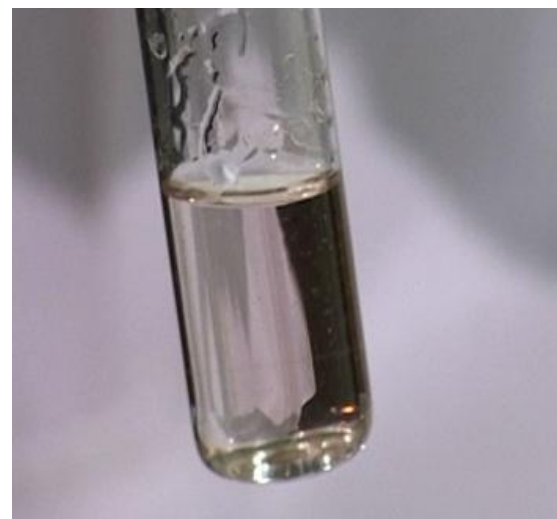
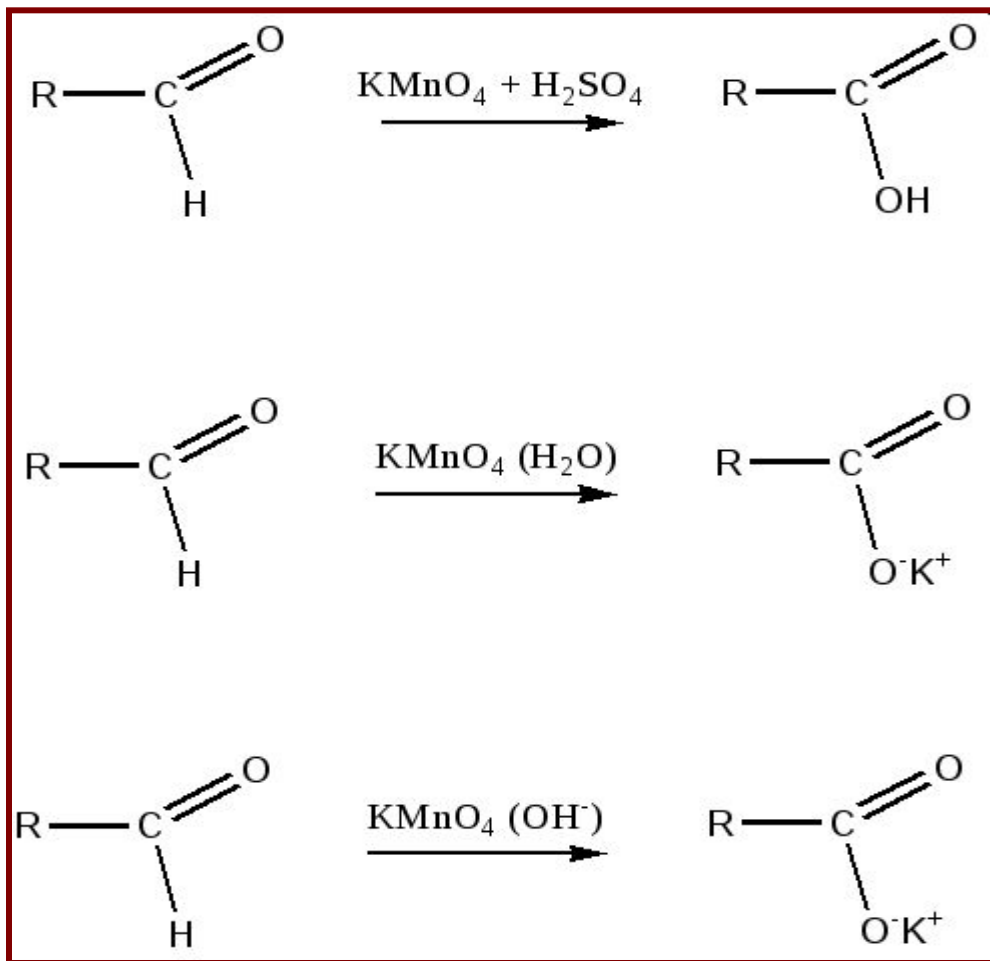
А. Е. Фаворский в год защиты докторской диссертации, 1895 г.



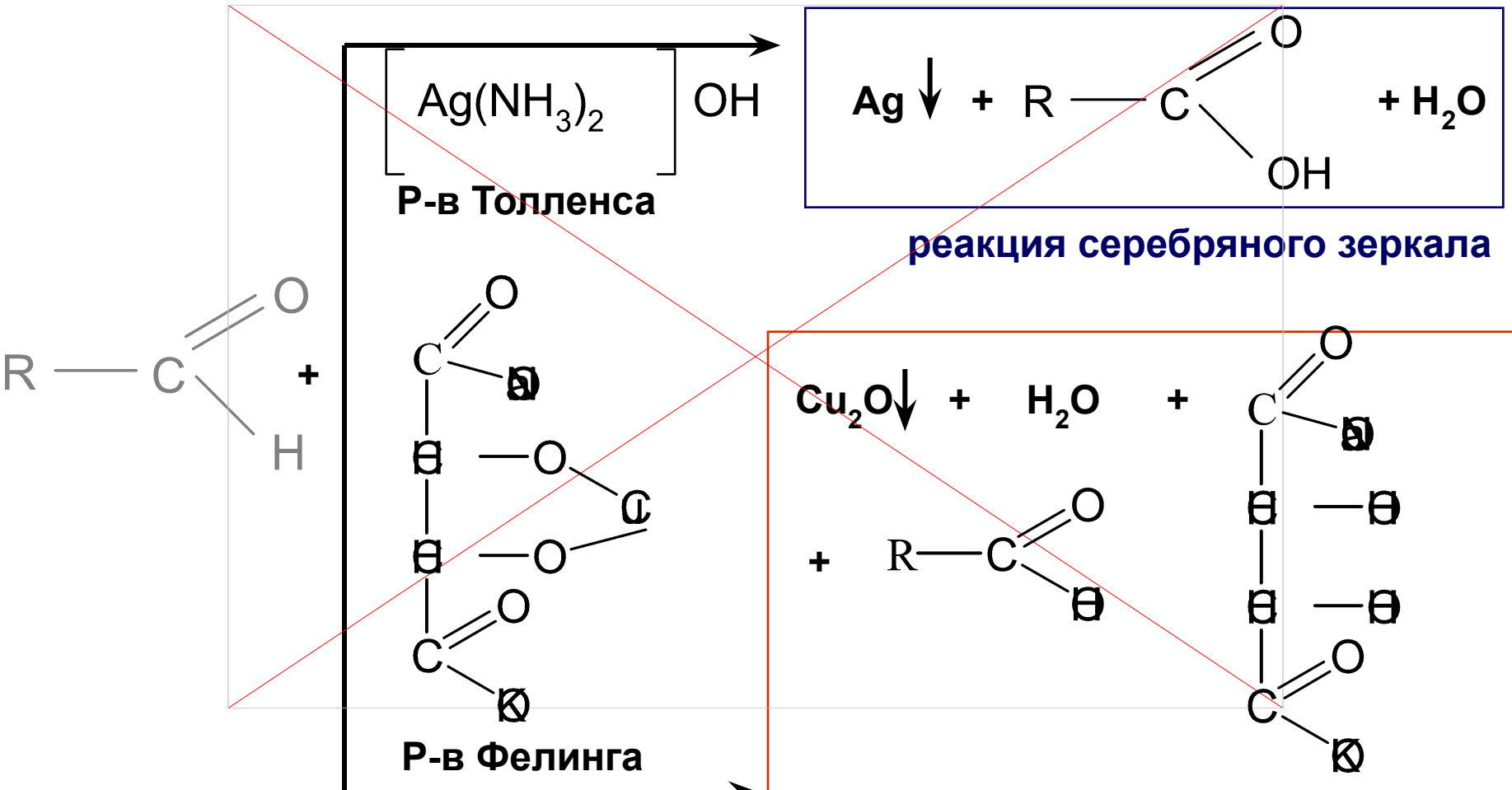
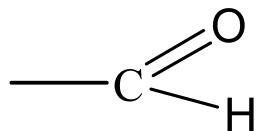
енол

III. Окисление альдегидов

1). Альдегиды легко окисляются до карбоновых кислот большинством окислителей KMnO_4 , $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$, и т.д. (даже кислородом воздуха).



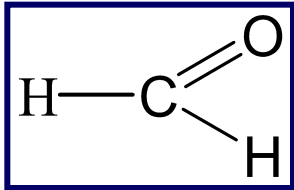
2). Окисление альдегидов реактивом Толенса и реактивом Фелинга – **качественная реакция на альдегидную группу.**



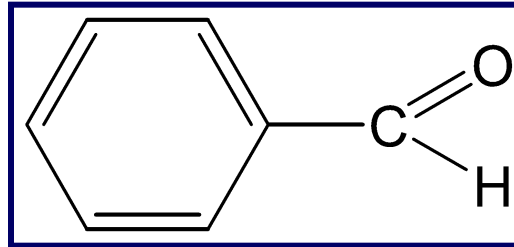
Щелочной раствор тартратного комплекса меди

3) Окислительно-восстановительная реакция альдегидов – реакция Канниццаро-Тищенко (диспропорционирования)

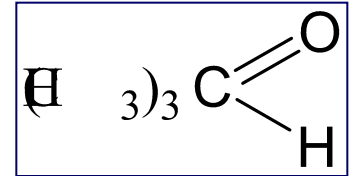
□ Характерна для альдегидов, у которых нет H при α C:



формальдегид



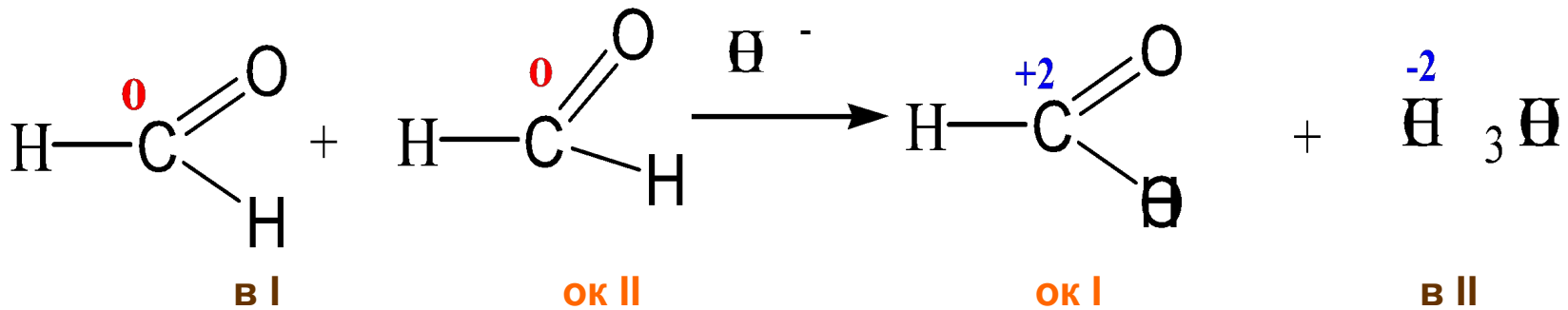
бензальдегид



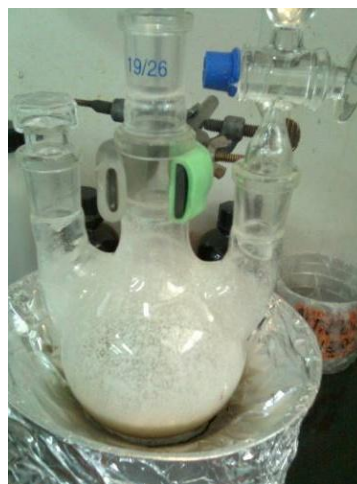
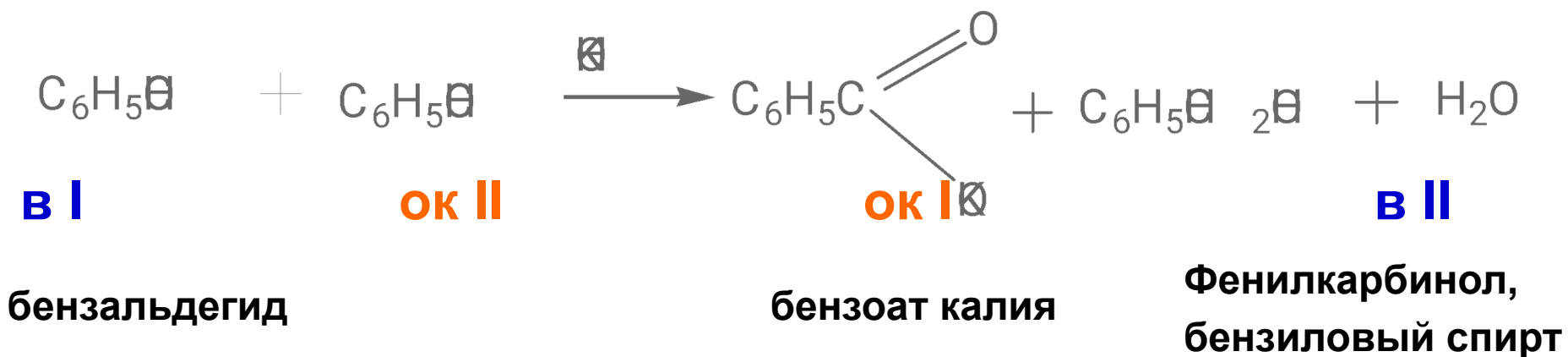
триметилалюминий
альдегид

□ Реакция протекает в OH⁻ - щелочной среде

Реакция диспропорционирования для метанала

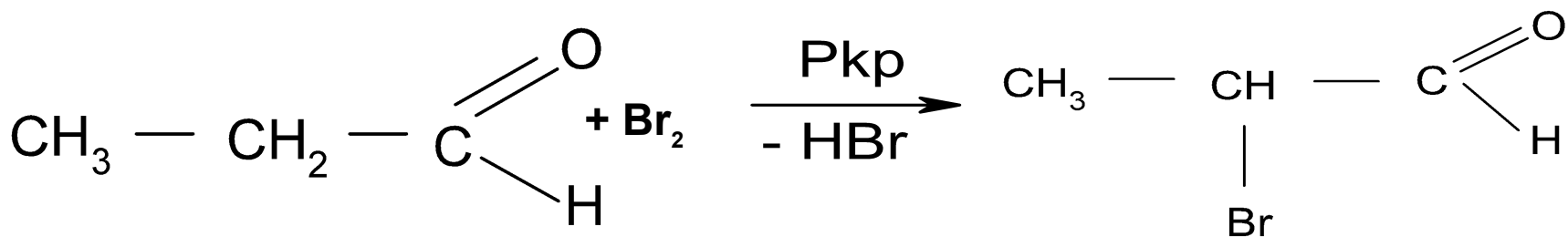


Реакция окисления – восстановления (Канниццаро-Тищенко) для бензальдегида



V Реакции карбонильных соединений в радикале .

1. Для предельных альдегидов и кетонов характерны реакции - **радикального замещения S_R** : Cl_2 , Br_2 , $h\nu$ или P красный.
Замещение происходит всегда в **α -C** атоме.

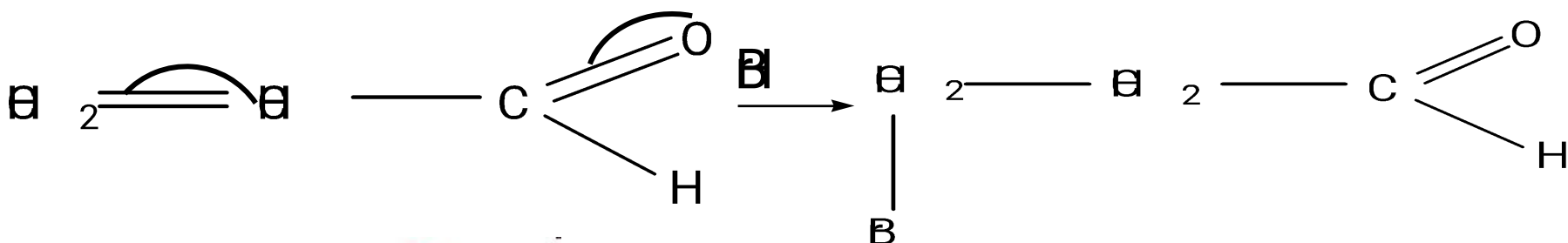


2-бромпропаналь

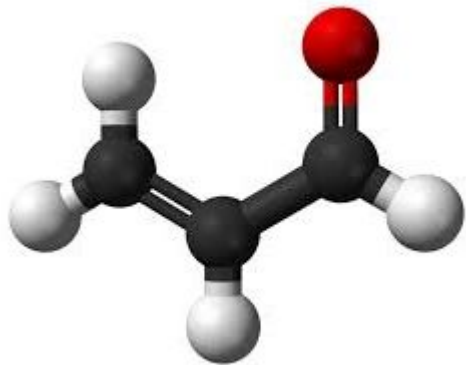
α -галогензамещенные альдегиды и кетоны оказывают сильное раздражающее действие на слизистые оболочки носа и глаз, то есть являются лакриматорами (от лат. Lacrima - слеза)



2. Для непредельных альдегидов и кетонов характерны реакции **электрофильного присоединения – A_E** в радикале, присоединение к α, β атомам С происходит против правила Марковникова



3-бромпропаналь

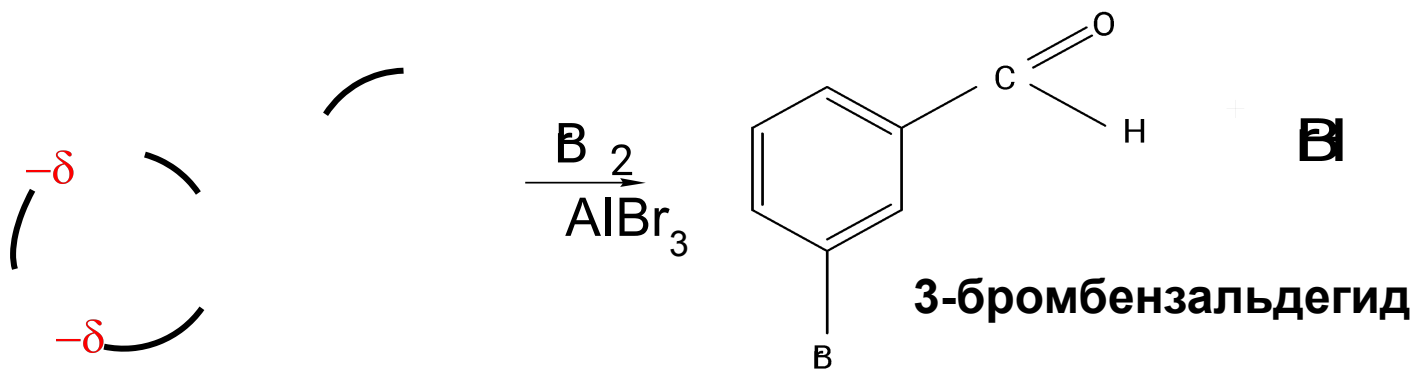


акролеин

Акролеин - сильный **лакриматор, очень токсичен.**

Используется для синтеза **глицерина, пиридина, аминокислот, лекарственных препаратов** и ряда других веществ.

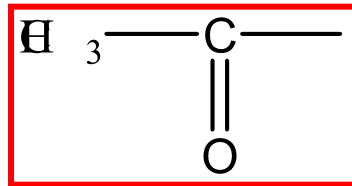
3) Для **ароматических альдегидов** и **кетонов** характерны реакции **электрофильного замещения** - S_E (катализатор $AlCl_3$, $AlBr_3$) – замещение происходит в **мета** – положении в бензольном кольце.



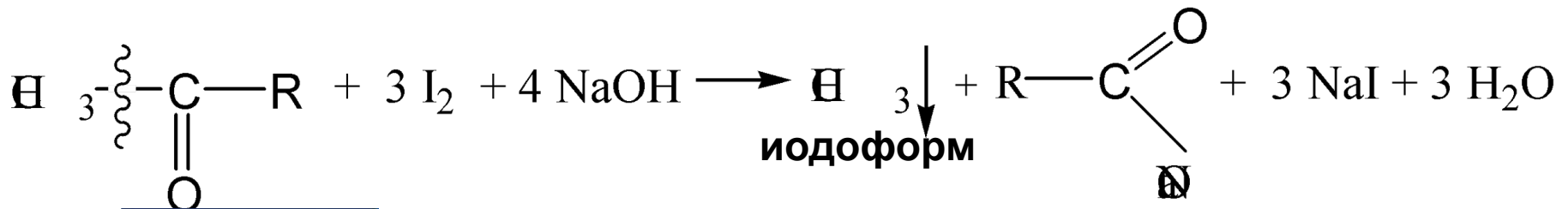
Бензальдегид применяется для синтеза душистых веществ, в парфюмерно-косметических композициях, как растворитель и т.д.



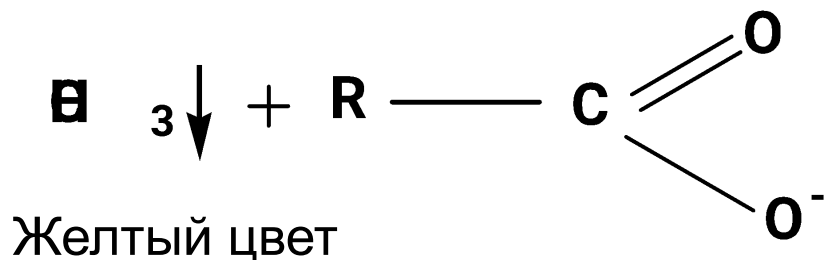
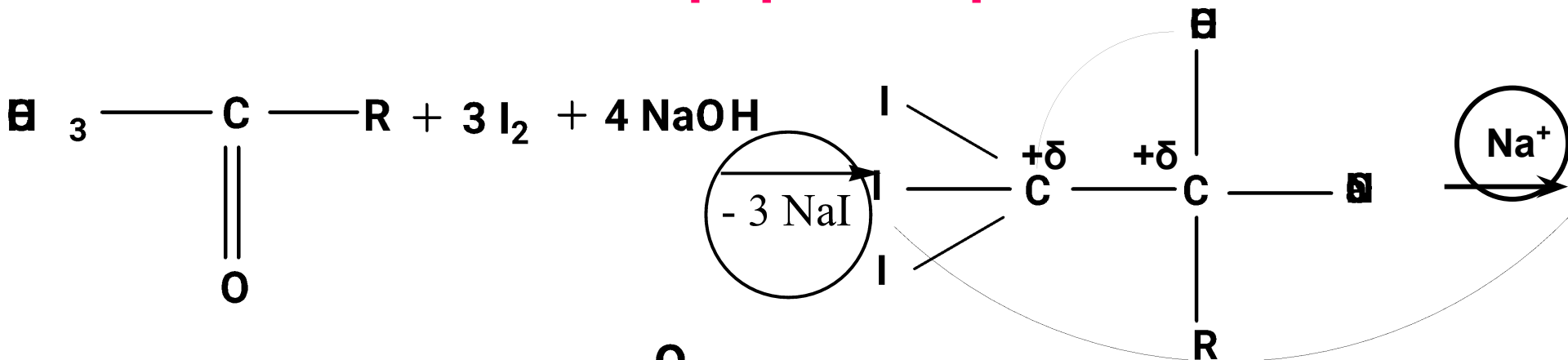
Галоформная реакция – качественная реакция на фрагмент



Используется для определения **ацетона** и **ацетоновых тел** в клиническом анализе при **сахарном диабете**.



Механизм галоформной реакции



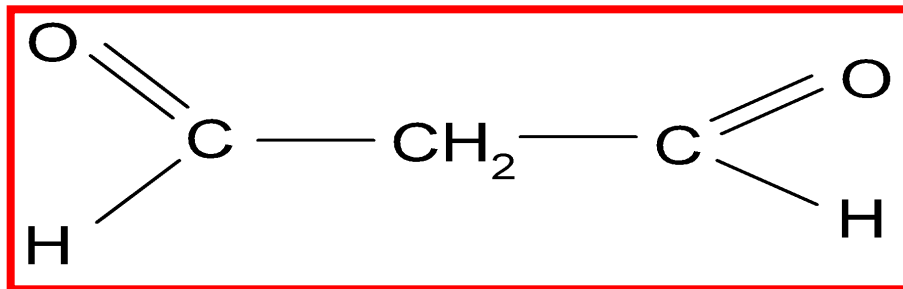
Биологическое значение.



Карбонильные соединения – активные участники метаболизма

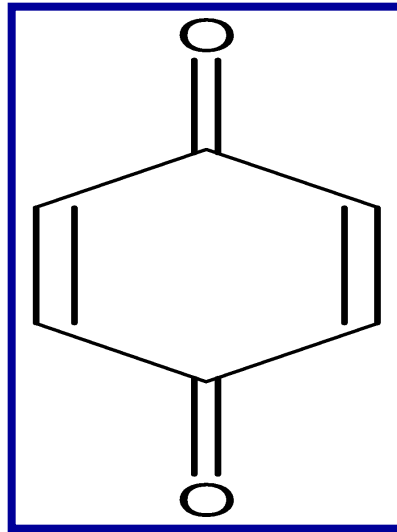
1. Кетокислоты

- участвуют в метаболизме углеводов(ПВК) и в процессах окисления липидов.
- **Малоновый альдегид** - пропандиаль - важнейший продукт перекисного окисления липидов, его определение в биосредах практикуется в биохимическом анализе.

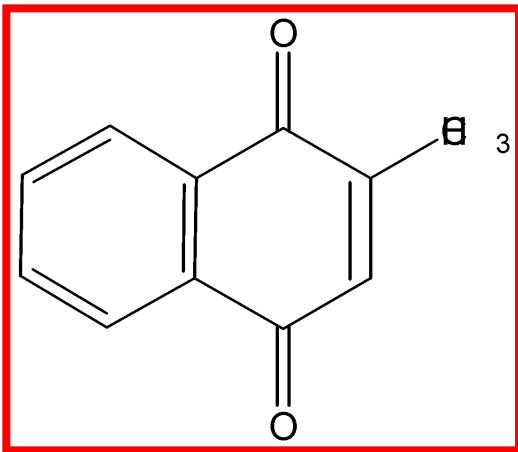


2. Убихиноны

Участвуют в окислительно-восстановительных процессах



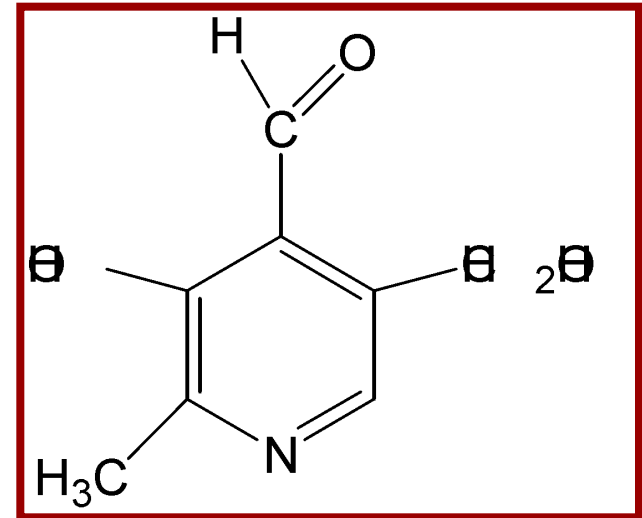
пара-хинон
циклогексадиен - 2,5 – дион 1,4



2- метилнафтохинон - 1,4

Витамин K₄ – отвечает за свертываемость крови.

3. Пиридоксальфосфат – участник реакций трансаминирования (переаминирования), декарбоксилирования, важнейших химических реакций аминокислот.



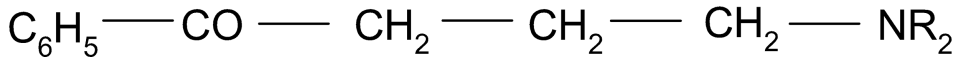
4. Углеводы – участники гликолиза.

5. Многие стероидные гормоны содержат кетонную группировку, например, тестостерон и прогестерон – половые гормоны.

Карбонильные соединения как лекарственные средства

(некоторые примеры)

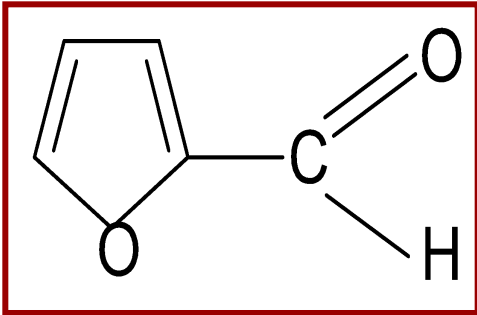
1. Производные бутиферона



обладают успокаивающим действием (нейролептики).



2) Фурфурол



- в синтезе фурацилина (лечение
больного горла)

3) Камфора – является кетоном терпенового ряда. Она с давних времен используется как средство, стимулирующее сердечную деятельность.



Масс-спектрометрия

- **Метод масс - спектрометрии основан на регистрации ионов, возникающих при ионизации нейтральных молекул**

Масс-спектрометрия позволяет определять:

- 1. Молекулярную массу вещества.**
- 2. Молекулярную формулу вещества.**
- 3. Строение вещества.**

Масс-спектрометрия включает совокупность трёх отдельных процессов:

- 1. Ионизация молекулы.**
- 2. Разделение ионов по массам.**
- 3. Детектирование ионов.**



Масс-спектрометрия

Ионизация нейтральных молекул.

Существует несколько способов ионизации молекул:

электронный удар (ЭУ), химическая ионизация, фотоионизация,

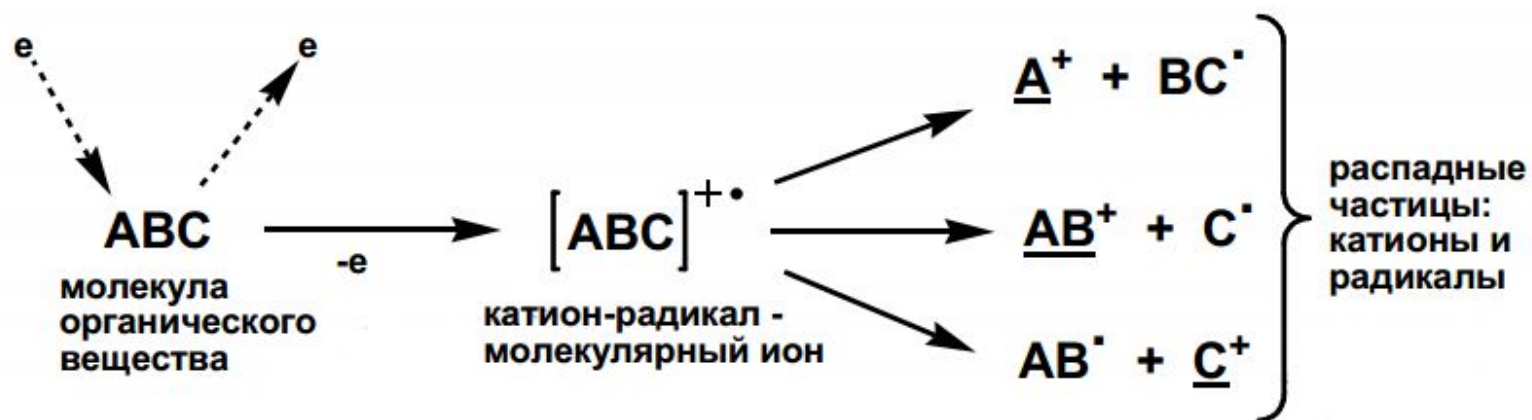
электроспрей, матричная лазерная десорбционная ионизация.

Распространённым способом ионизации является **электронный удар.**

Ионизация происходит при бомбардировке электронами с высокой энергией паров вещества при давлении $10^{-5} - 10^{-8}$ мм рт. ст. При соударении молекула вещества теряет электрон и образует **возбуждённый катион –радикал, называемый молекулярным ионом.**

Масс-спектрометрия

- Образующийся молекулярный ион, обладая избытком энергии, распадается с образованием осколочных ионов, ион – радикалов, радикалов, нейтральных частиц.



В масс-спектрометрии регистрируются только заряженные частицы: **катион-радикалы ABC^{+•} и катионы A⁺, AB⁺, C⁺.**

Незаряженные радикальные частицы **BC[•], C[•], AB[•] не регистрируются.**

Масс-спектрометрия

Разделение ионов.

- Разделение ионов основано на различии в траекториях их движения в магнитном и (или) электростатическом полях.
- Положительно заряженные ионы разделяются **в зависимости от отношения массы к заряду (m/z)**, детектируются и регистрируются.

Для разделения ионов в соответствии с отношением m/z используют устройство, называемое масс-анализатором.

Существует более 10 типов динамических анализаторов.

Основные типы масс-анализаторов:

Магнитные

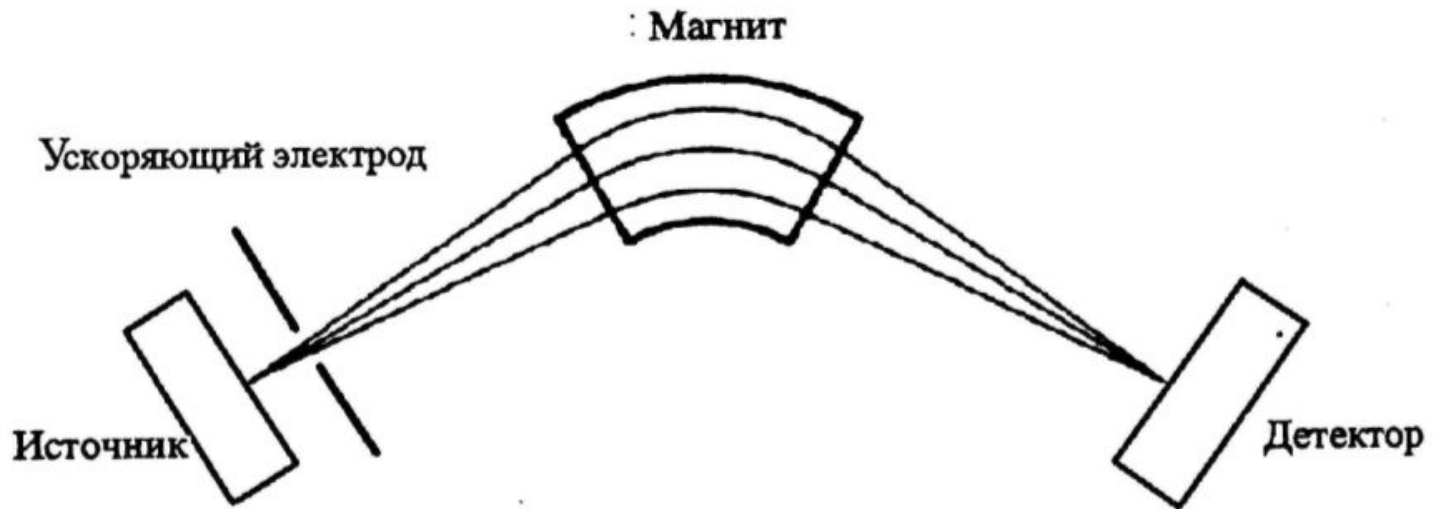
Квадрупольные

Времяпролётные

«Ионная ловушка»

Масс-спектрометрия

Разделение ионов.



Магнитный масс-анализатор

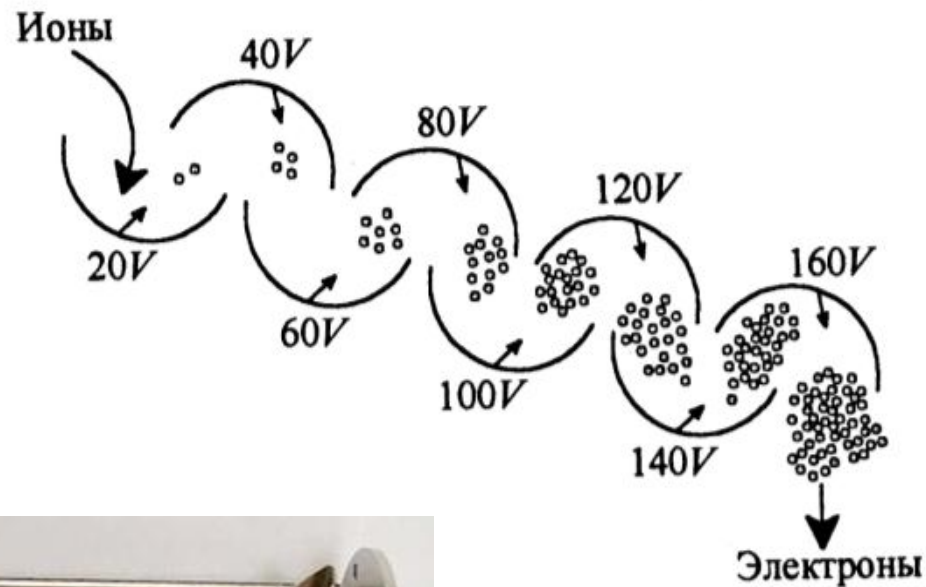
Магнитное поле разделяет потоки ионов по различным траекториям в соответствии с отношением массы к заряду (m/z),

Масс-спектрометрия

Детектирование ионов

- В современных приборах используют фото- или электроумножители, многоканальные детекторы.

Схема действия электронного умножителя (ЭУ):



**Электронный
умножитель масс-
спектрометра Thermo**

Масс-спектрометрия

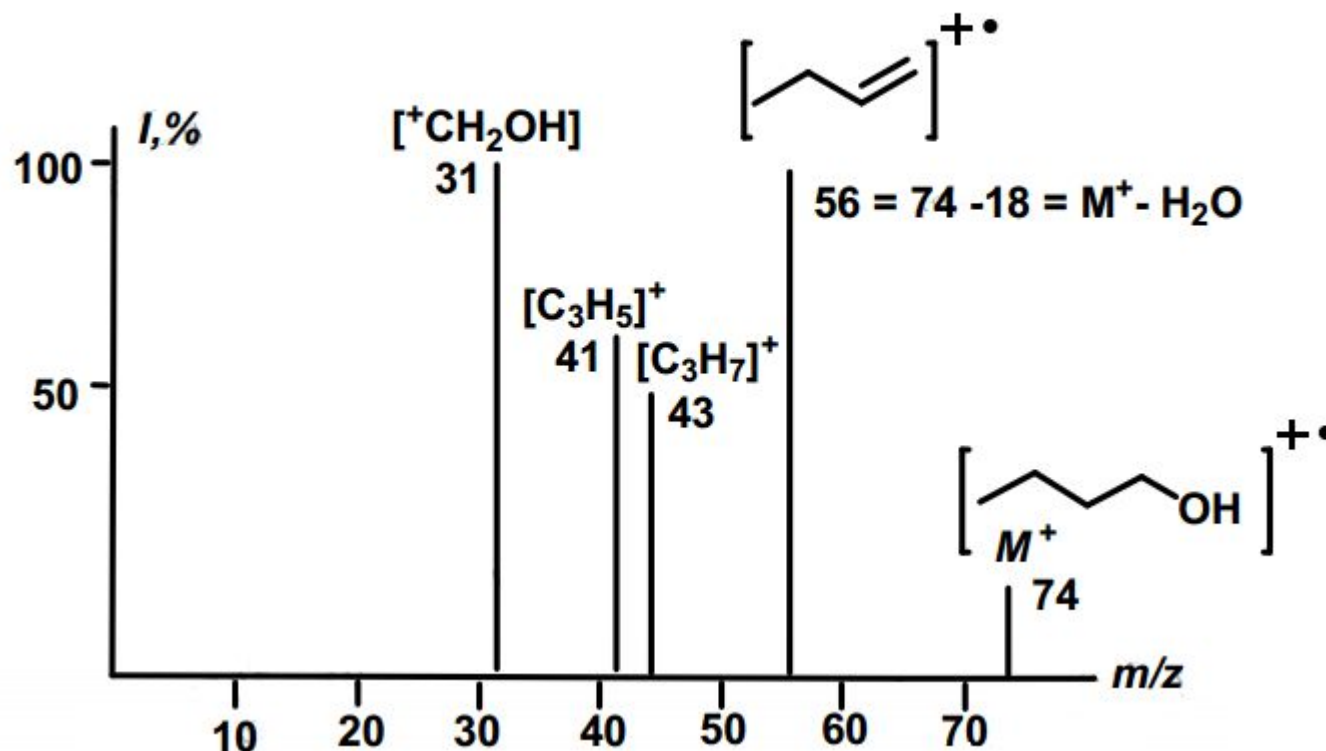
- Масс- спектры представляют в виде в виде таблицы или графика. При графическом изображении **на оси абсцисс** приводят значения **m/z** , совпадающие с массой иона , так как в основном они однозарядны. На **оси ординат- относительную интенсивность**. (Интенсивность максимального пика принимают за 100%).
- **Полные масс-спектры могут использоваться как «отпечатки пальцев» соединений.** Масс- спектр любого соединения **индивидуален** и с его помощью можно идентифицировать вещество, если известен его масс-спектр.



Масс-спектры. Спирты.

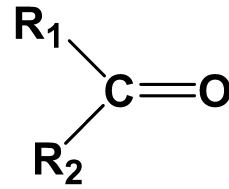
Молекулярные ионы M^+ образуются при потере электрона от неподелённой электронной пары атома кислорода.

Масс-спектр бутанола - 1



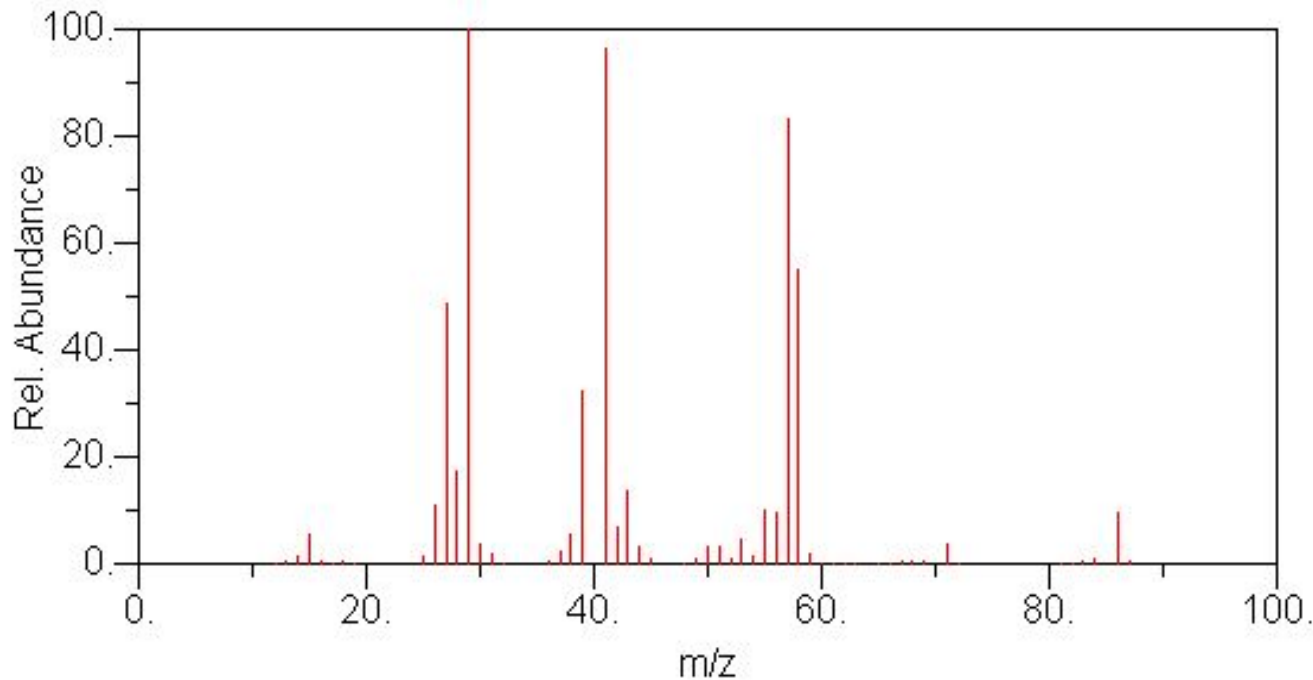
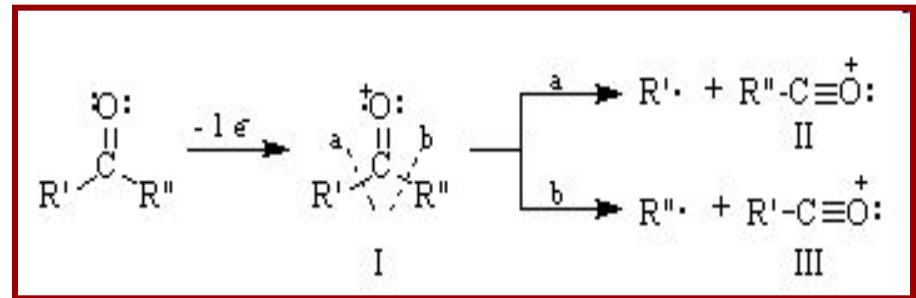
Масс-спектры. Кетоны.Альдегиды.

Масс-спектр кетонов
ионы $R_1-C\equiv O$ + и $R_2-C\equiv O^+$.



содержит

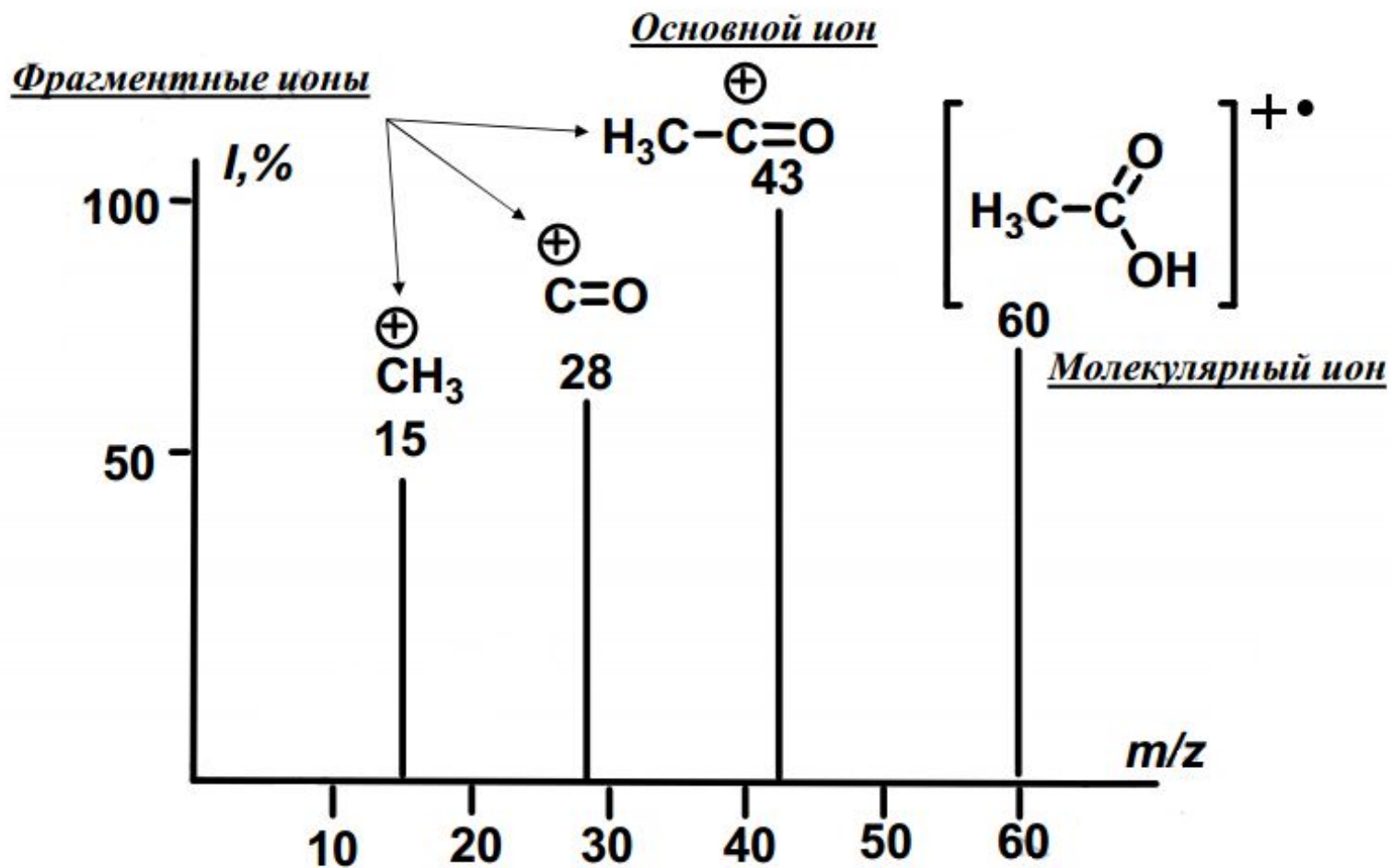
Масс-спектр метилбутанала



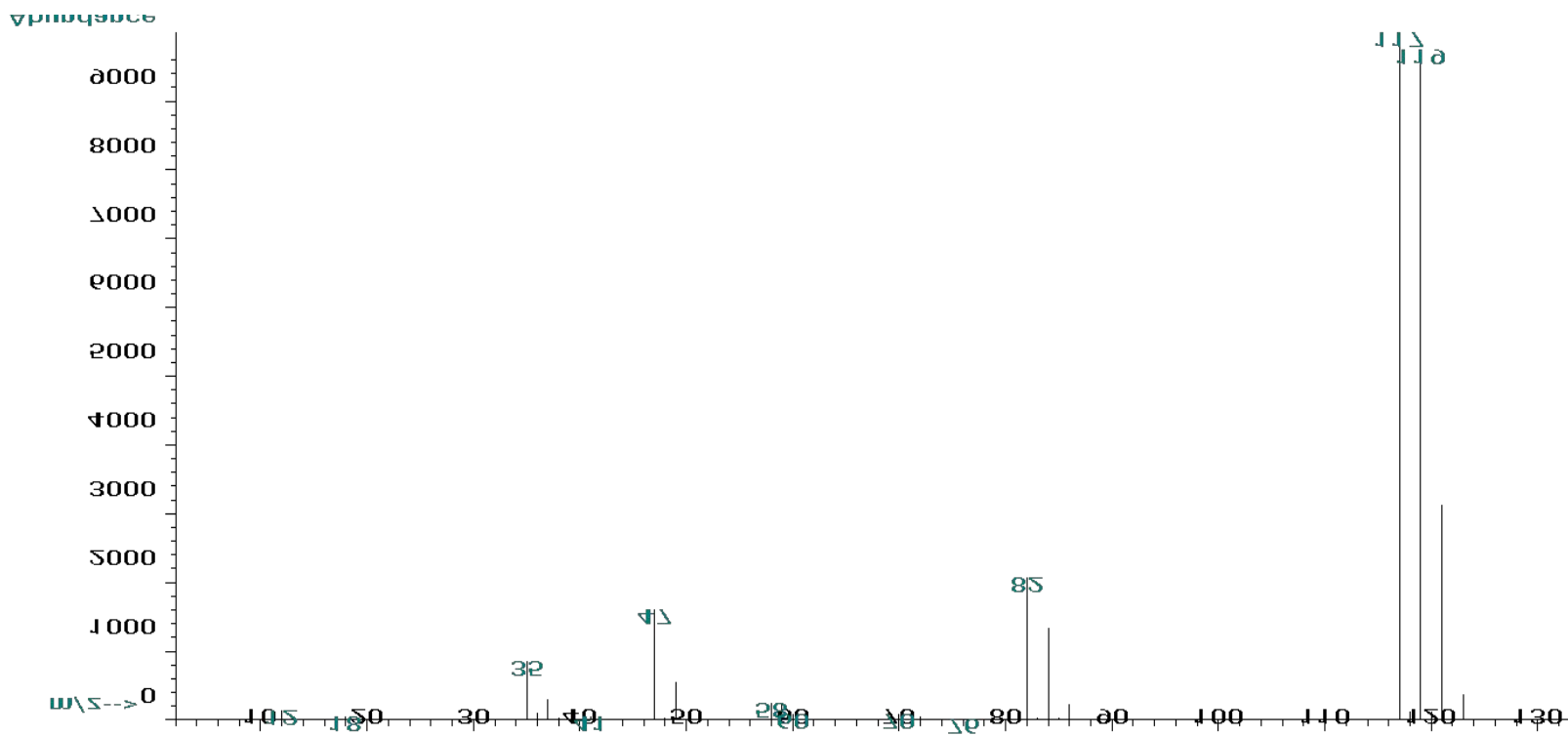
Каждый пик
соответствует
определенному
молекулярному
катиону,
образующемуся
при ионизации.

Масс-спектры.

Уксусная кислота



Масс-спектры. Тетрахлорметан. CCl_4



Увеличение энергии ионизирующих частиц приводит к более глубокому распаду молекулярного иона.

В масс-спектре CCl_4 присутствуют ионы CCl_3^+ (117), CCl_2^+ (82), CCl^+ (47), Cl^+ (35), C^+ :

Области применения масс-спектрометрии

1. Установление строения соединений.

2. Определение молекулярной массы и молекулярной формулы органических соединений.

3. Химический анализ вещества

4. Элементный анализ неорганических веществ (одновременно определяются до 70 элементов).

5. Кинетические исследования:

- Определение механизмов химических процессов (в том числе по изотопным меткам).
- Определение констант скоростей химических процессов.
- Определение порядка и молекулярности реакции.

6. Термодинамические исследования:

- Определение потенциалов ионизации молекул и появления ионов.
- Определение парциального давления паров вещества.
- Определение теплоты сублимации.
- Определение константы равновесия химической реакции и теплоты химической реакции.
- Ион-молекулярные равновесия.

Применение масс-спектрометрии в медицине

- 1. Разработка новых лекарственных средств для спасения человека от ранее неизлечимых болезней .
- 2. Контроль производства лекарств,
- 3. Генная инженерия и биохимия, протеомика.
- 4. Контроль над незаконным распространением наркотических и психотропных средств,
- 5. Криминалистический и клинический анализ токсичных препаратов, анализ взрывчатых веществ.



ХРОМАТО-МАСС-СПЕКТРОМЕТРИЯ

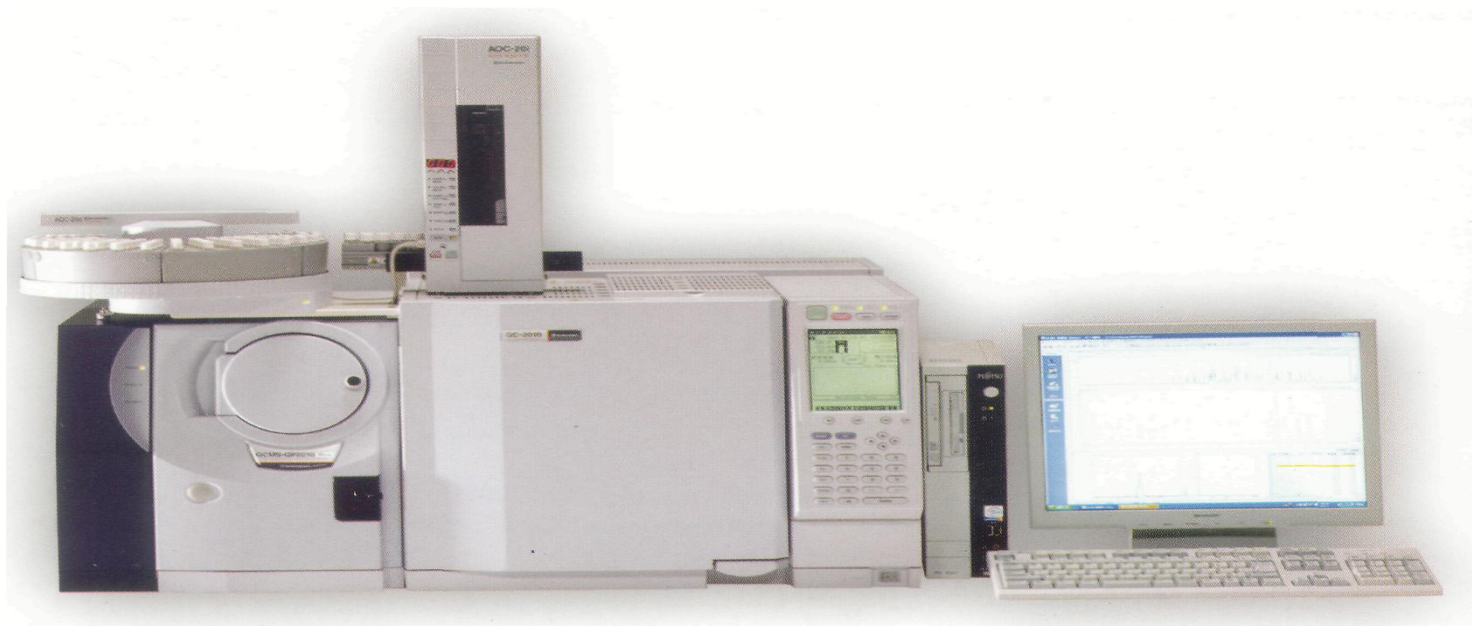
- В настоящее время для **идентификации и структурного** исследования лекарственных веществ и их метаболитов применяют **масс-спектрометры**, представляющие собой комбинацию хроматографа и масс-спектрометра



ХРОМАТО-МАСС-СПЕКТРОМЕТРИЯ

ХРОМАТО-МАСС-СПЕКТРОМЕТРИЯ - метод анализа смесей органических веществ (главным образом) и определения следовых количеств веществ в объеме жидкости.

Метод основан на комбинации двух самостоятельных методов - хроматографии и масс-спектрометрии. С помощью первого осуществляют разделение смеси на



Газовый хромато-масс-спектрометр –
GCMS-QP 2010 Ultra

ХРОМАТО-МАСС-СПЕКТРОМЕТРИЯ



Хромато-масс-спектрометр (другими словами - хромас), представляет собой комбинацию газового хроматографа и масс-спектрометра

Область применения хромаса – химический и структурный анализ веществ и соединений

- › в органической химии,
- › медицине,
- › судебно-медицинской экспертизе, криминалистике, токсикологии,

Применение масс-спектрометрии

- В настоящее время для **идентификации и структурного исследования лекарственных веществ и их метаболитов** применяют **масс-спектрометры**, представляющие собой комбинацию хроматографа и масс-спектрометра



ХРОМАТО-МАСС-СПЕКТРОМЕТРИЯ



Область применения хромаса –

- при производстве и контроле качества различных видов пищевой, парфюмерной, фармацевтической, промышленной и сельскохозяйственной продукции,
- при наркотическом и экологическом контроле,
- также в учебных, научно-исследовательских учреждениях и центрах санэпиднадзора Министерства Здравоохранения РФ.



СПБГПМУ

*СПАСИБО
ЗА ВНИМАНИЕ!*