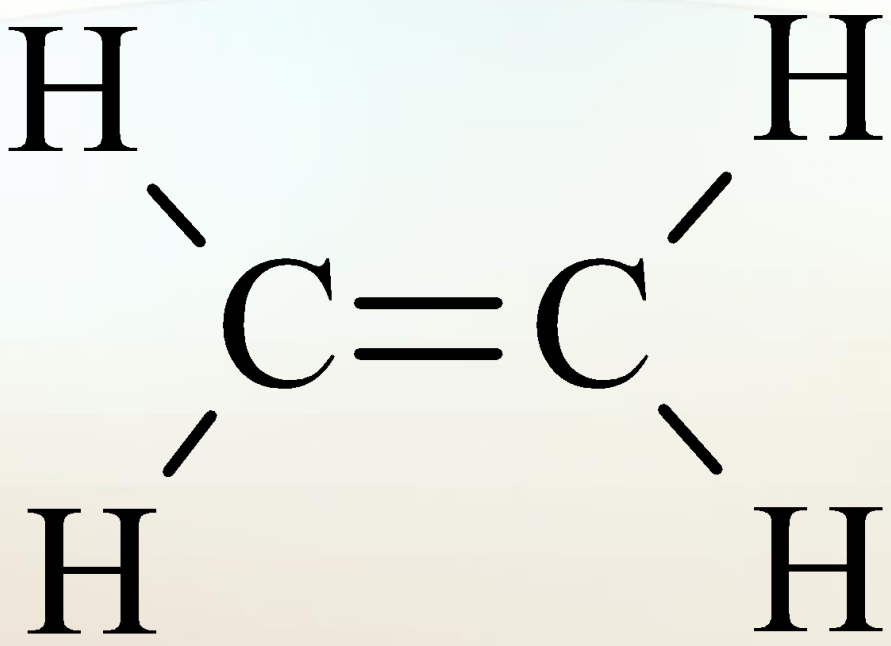
Алкены

Алкенами ***называются ненасыщенные углеводороды, молекулы которых содержат одну двойную связь.***

C_nH_{2n} **олефины**

Алкены

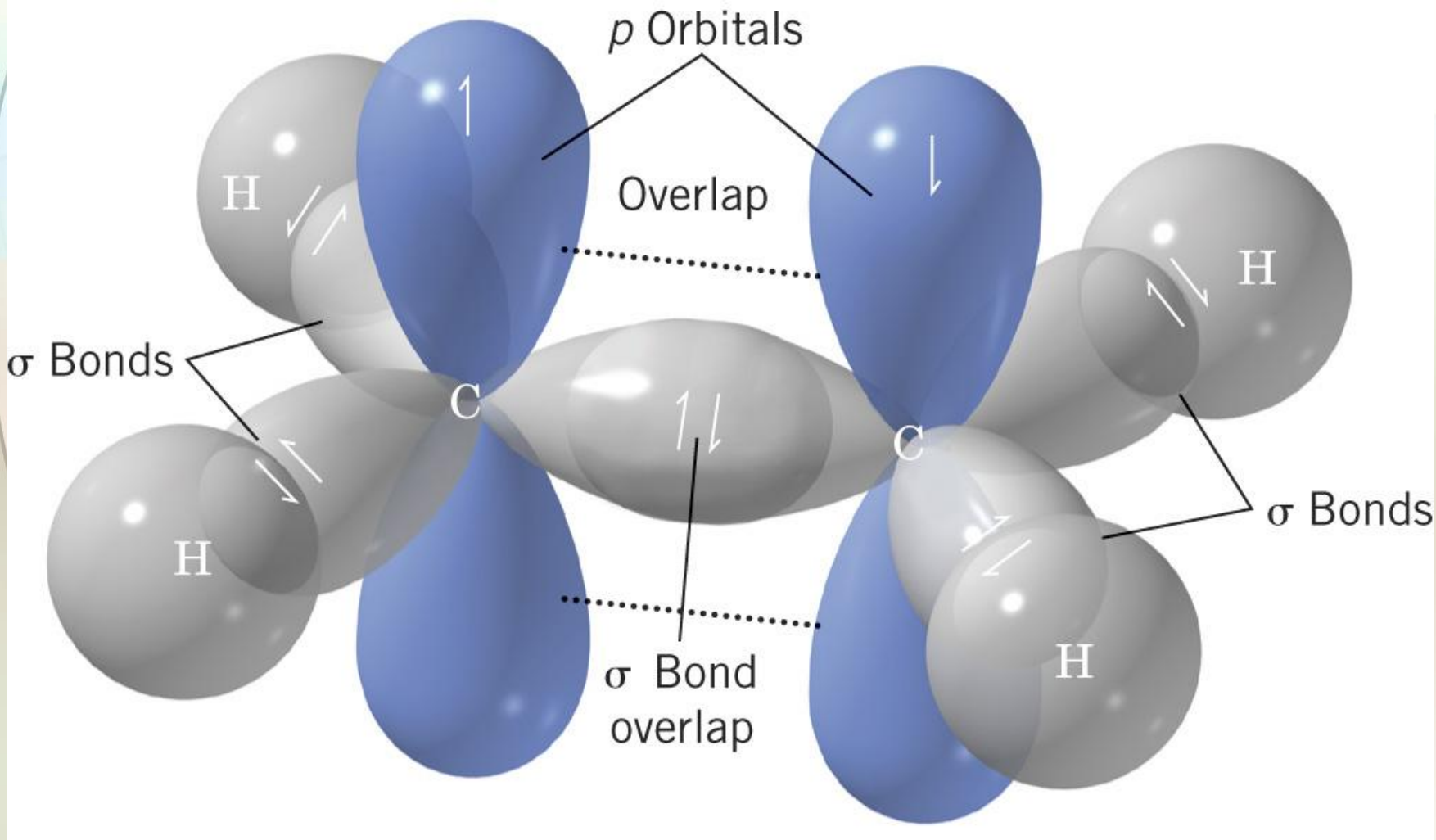
Электронное строение



этилен

Алкены

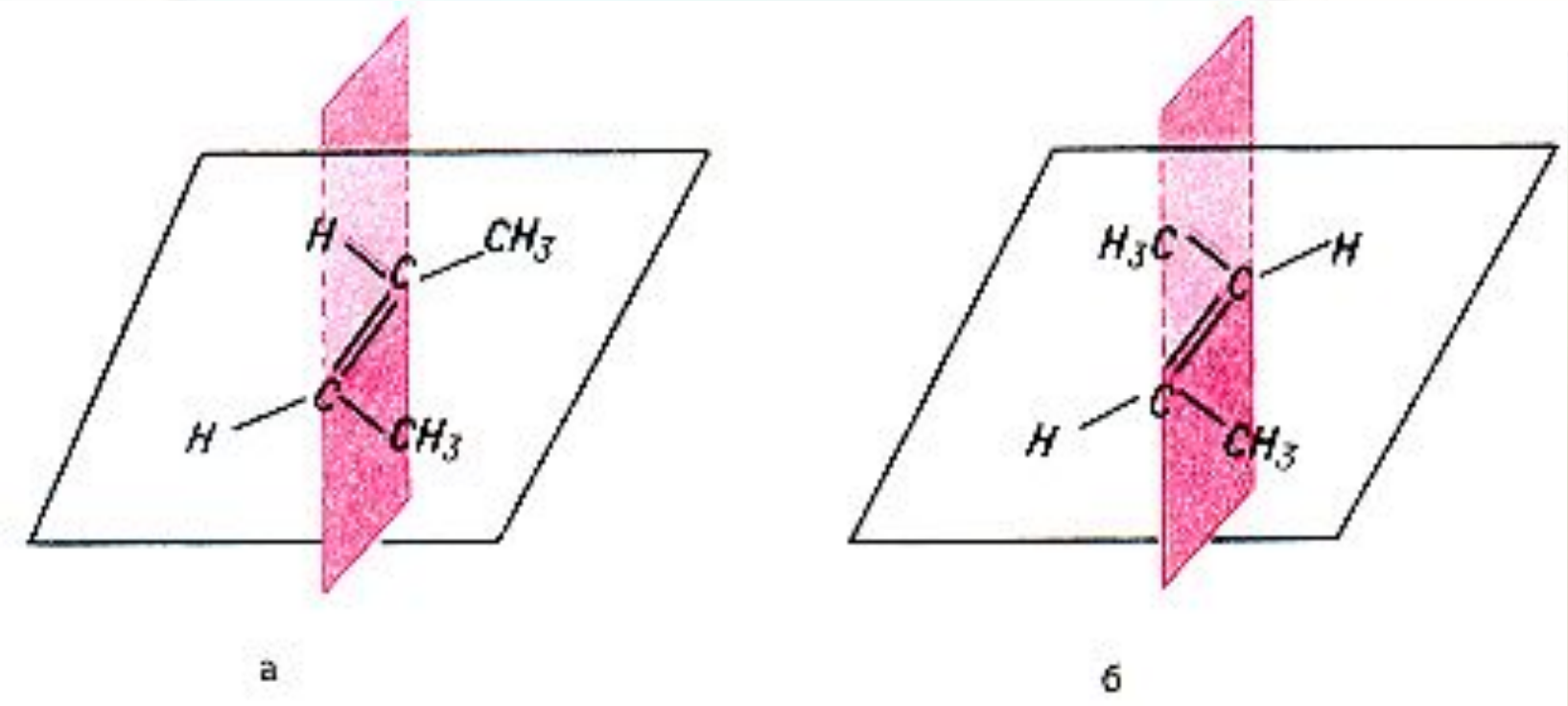
Электронное строение



Алкены

Изомерия

Пространственная изомерия

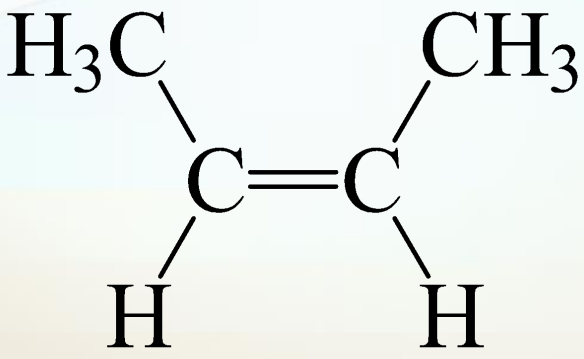


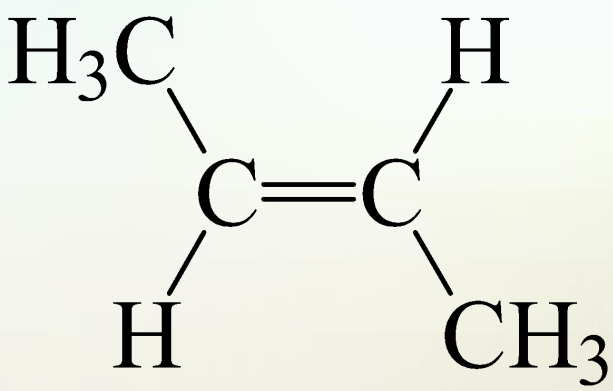
Цис- и транс-изомеры бутена-2

Алкены

Изомерия

Пространственная изомерия





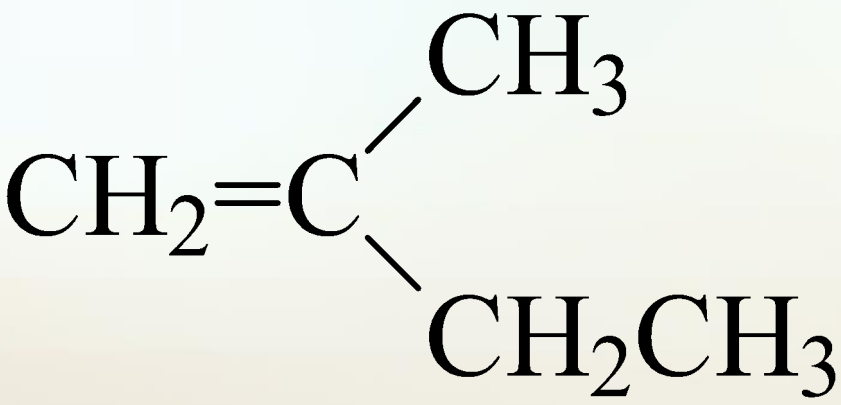
цис-бутен-2
$T_{кип}$=4°C

транс-бутен-2
$T_{кип}$=1°C

Алкены

Изомерия

Пространственная изомерия

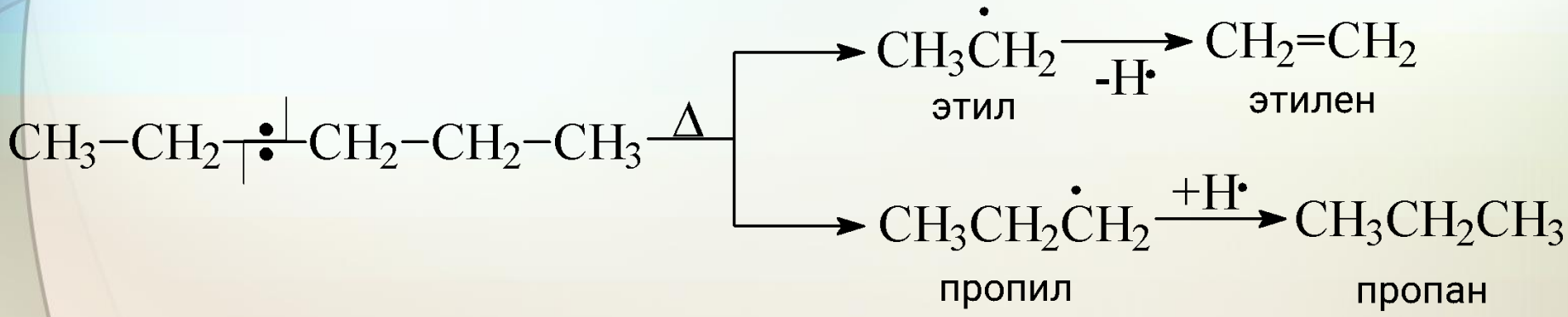


2-метилбутен-1

Алкены

Способы получения

Пиролиз алканов

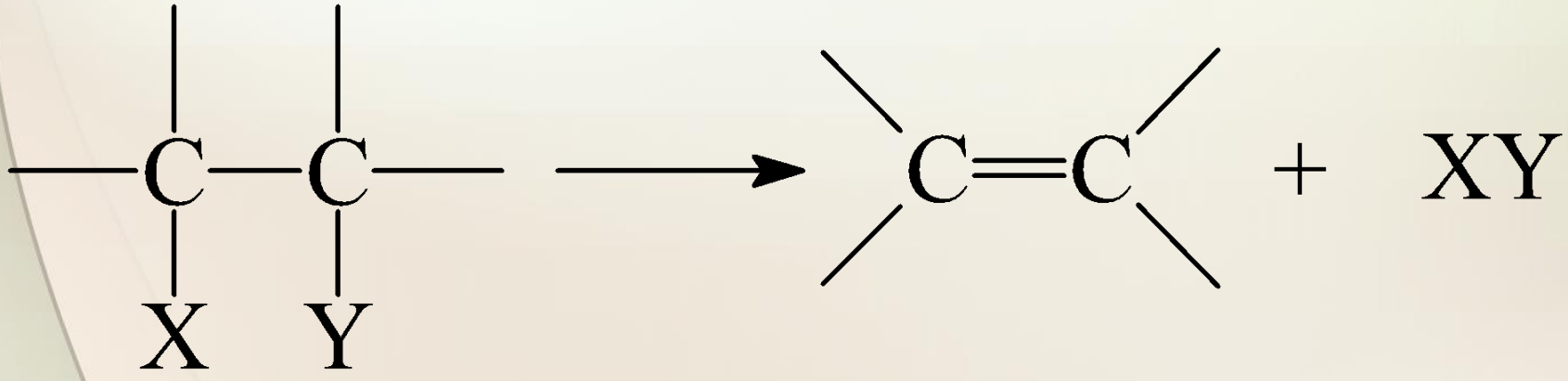


Алкены

Способы получения

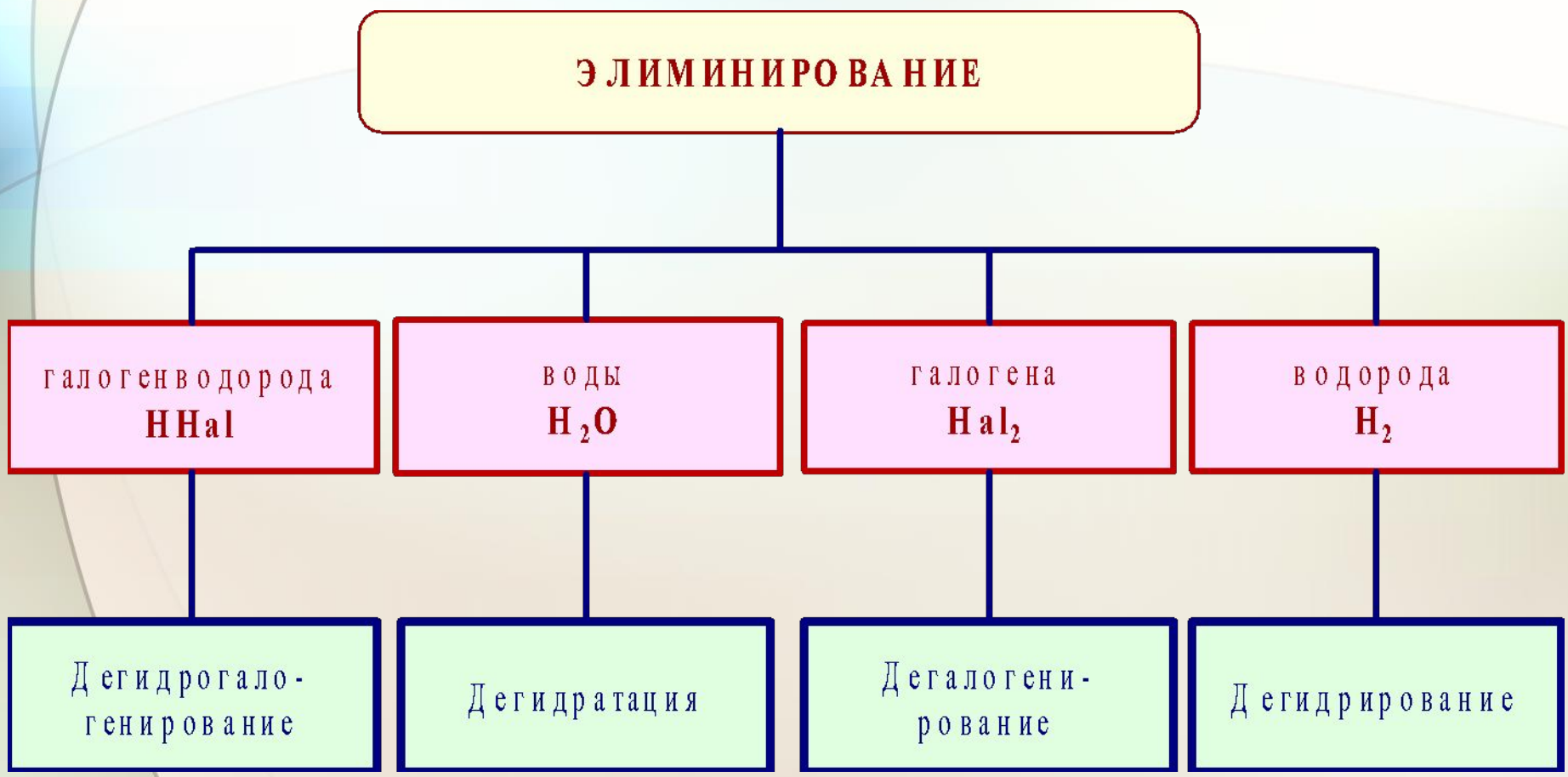
Реакции элиминирования

Элиминирование — это отщепление двух атомов или групп атомов от соседних атомов углерода с образованием между ними π-связи.



Алкены

Реакции элиминирования



Алкены

Реакции элиминирования

Дегидрогалогенирование

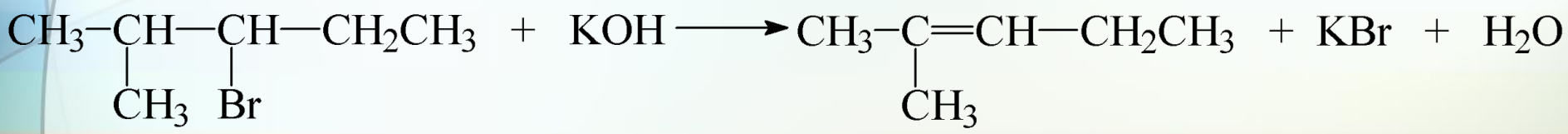
$$CH_3-\underset{\underset{Br}{|}}{CH}-CH_3 + KOH \longrightarrow CH_3CH{=}CH_2 + KBr + H_2O$$

2-бромпропан пропен

Алкены

Реакции элиминирования

Дегидрогалогенирование



3-бром-2-метилпентан

2-метилпентен-2

Правило Зайцева

В случае несимметричных алкилгалогенидов отщепление атома водорода происходит от наименее гидрогенизированного атома углерода.

Алкены

Реакции элиминирования

Дегидратация

$$CH_2(H)-CH_2(OH) \xrightarrow{H_2SO_4,\ 170°C} CH_2=CH_2 + H_2O$$

этанол — этилен

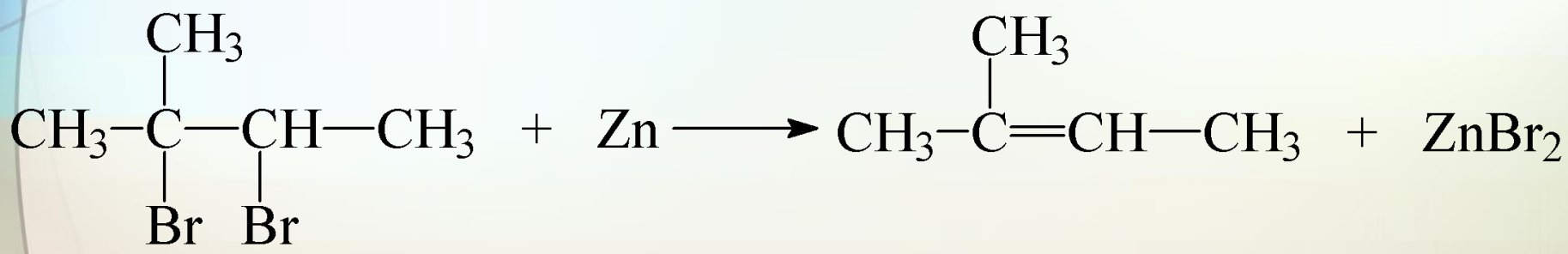
$$CH_3-CH(H)-CH_2(OH) \xrightarrow{H_2SO_4,\ 180°C} CH_3-CH=CH_2 + H_2O$$

пропанол-1 — пропен

Алкены

Реакции элиминирования

Дегалогенирование



2,3-дибром-2-метилбутан

2-метилбутен-2

Алкены

Реакции элиминирования

Дегидрирование

$$CH_3CH_2CH_2CH_3 \xrightarrow{Cr_2O_3,\ 500°C} CH_3CH{=}CHCH_3 + H_2$$

бутан → бутен-2

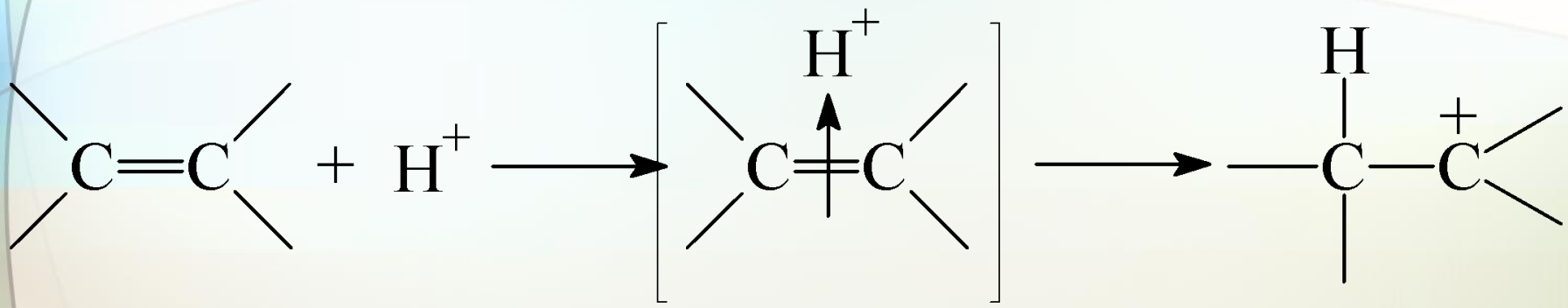
$$CH_3CH_2CH_2CH_3 \xrightarrow{Cr_2O_3,\ 500°C} CH_2{=}CHCH_2CH_3 + H_2$$

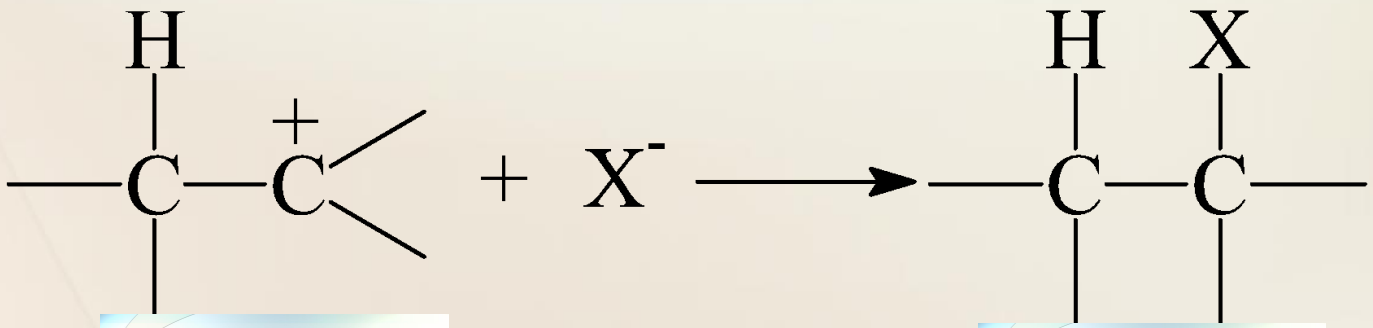
бутан → бутен-1

Алкены

Химические свойства

Реакции электрофильного присоединения





Алкены

Химические свойства

Реакции электрофильного присоединения

Гидрогалогенирование

$$CH_3{-}CH{=}CH{-}CH_3 + HCl \longrightarrow CH_3{-}\underset{\underset{Cl}{|}}{CH}{-}\underset{\underset{H}{|}}{CH}{-}CH_3$$

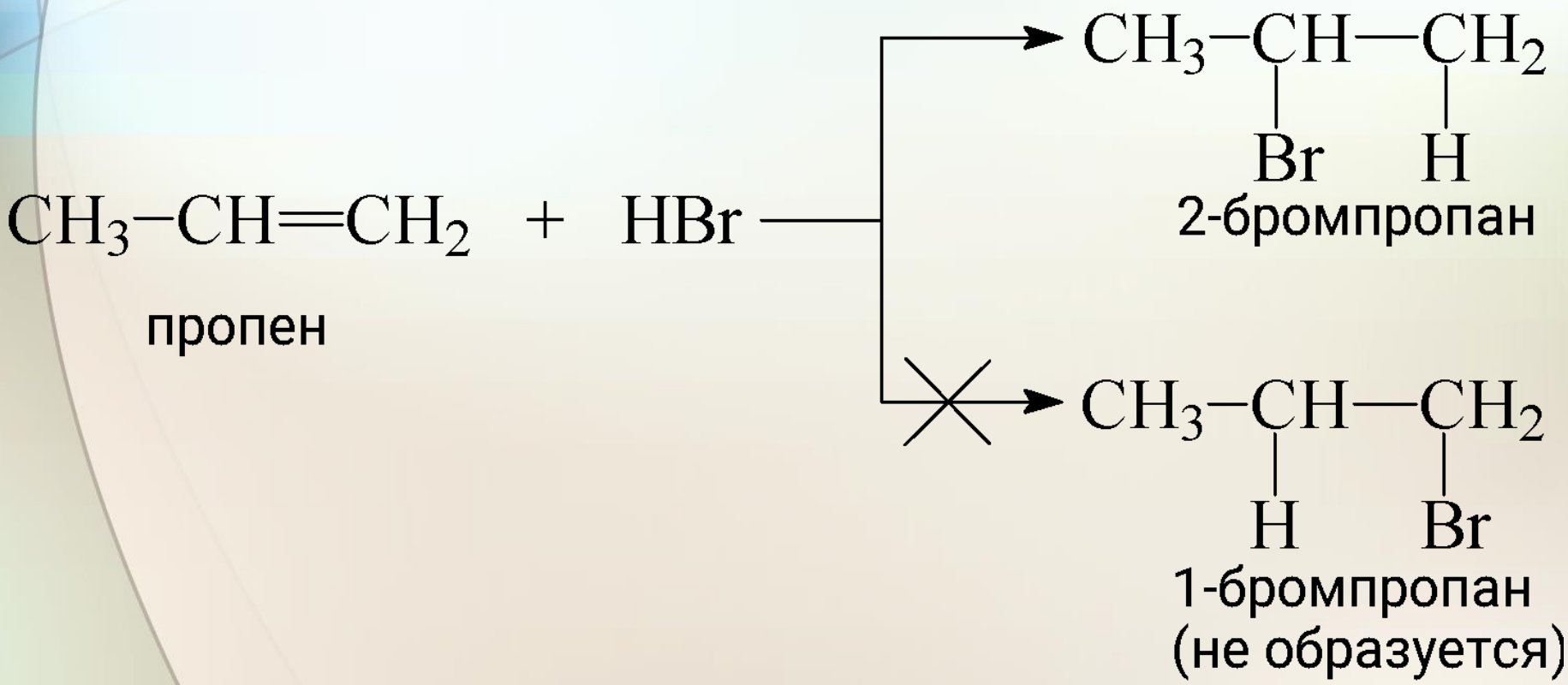
бутен-2 2-хлорбутан

Алкены

Химические свойства

Реакции электрофильного присоединения

Гидрогалогенирование



Алкены

Химические свойства

Реакции электрофильного присоединения

Гидрогалогенирование

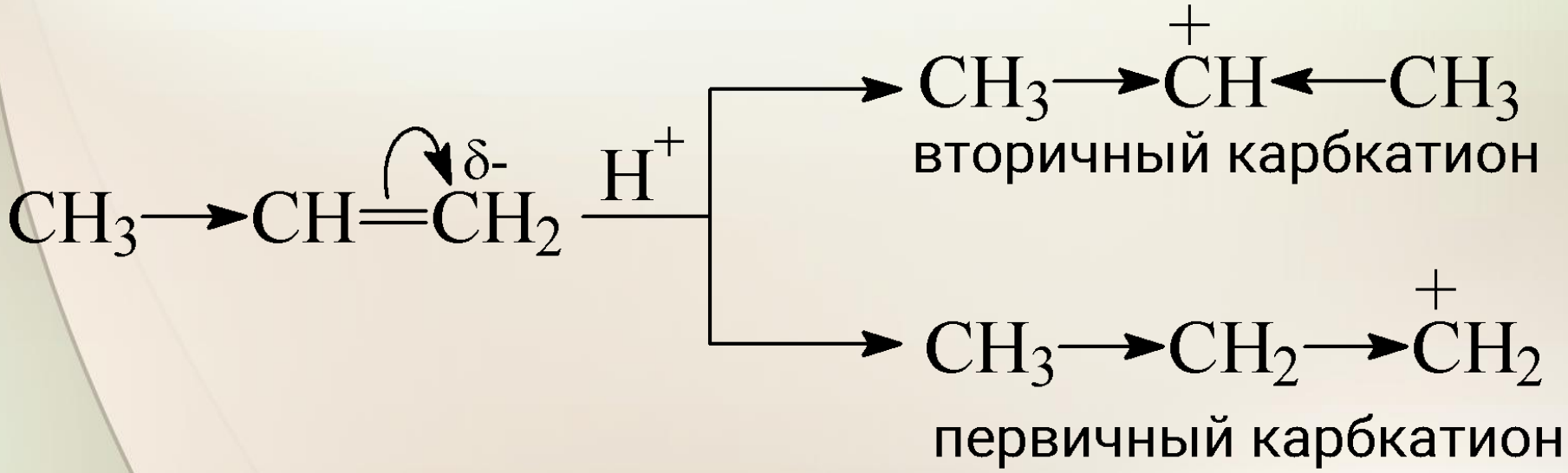
Правило Марковникова: ***при присоединении молекул типа HX к несимметричным алкенам атом водорода присоединяется к более гидрогенизированному атому углерода двойной связи.***

Алкены

Химические свойства

Реакции электрофильного присоединения

Гидрогалогенирование



Алкены

Химические свойства

Реакции электрофильного присоединения

Гидратация

$$CH_3{-}CH{=}CH_2 + H_2O \xrightarrow{H_2SO_4} CH_3{-}\underset{\underset{OH}{|}}{CH}{-}\underset{\underset{H}{|}}{CH_2}$$

пропен

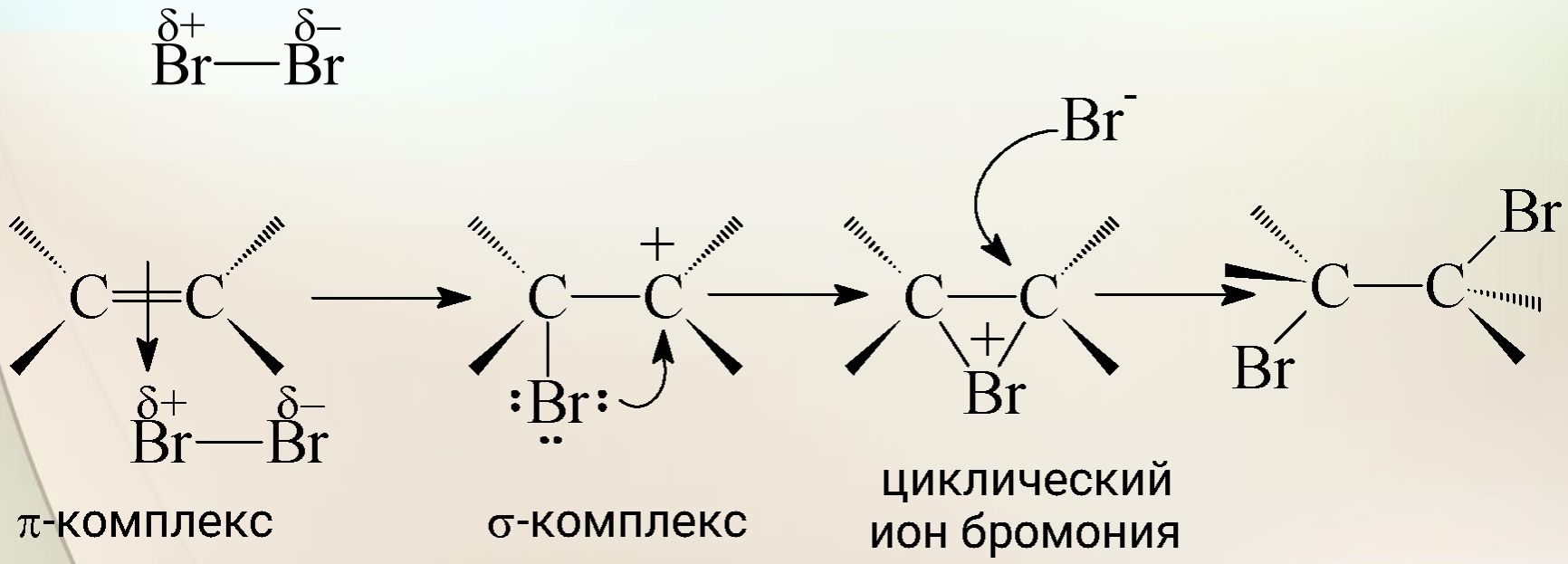
пропанол-2

Алкены

Химические свойства

Реакции электрофильного присоединения

Галогенирование



Алкены

Химические свойства

Окисление

Горение

$$C_2H_4 + 3O_2 \rightarrow 2CO_2 + 2H_2O$$

Алкены

Химические свойства

Окисление

Окисление по Вагнеру

$$3CH_2{=}CH_2 + 2KMnO_4 + 4H_2O \longrightarrow 3\underset{\underset{OH}{|}}{CH_2}{-}\underset{\underset{OH}{|}}{CH_2} + 2KOH + 2MnO_2$$

этилен

этиленгликоль

Алкены

Химические свойства

Окисление

$$CH_3{-}CH{=}CH{-}CH_3 \xrightarrow{[O]} 2CH_3{-}C(=O)OH$$

бутен-2 уксусная кислота

$$2CH_2{=}CH_2 + O_2 \xrightarrow[Ag]{350°C} 2H_2C{-}CH_2 \text{ (с мостиком O)}$$

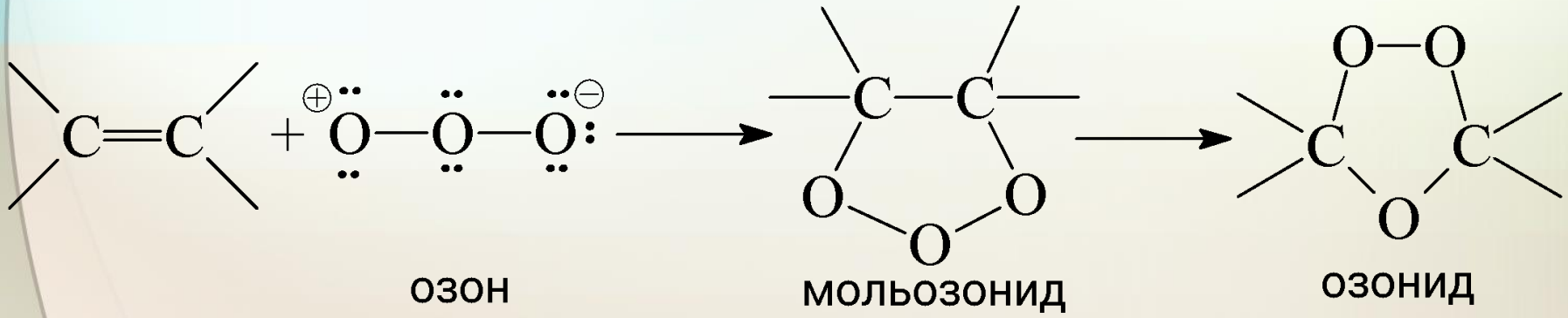
оксид этилена

Алкены

Химические свойства

Окисление

Озонолиз



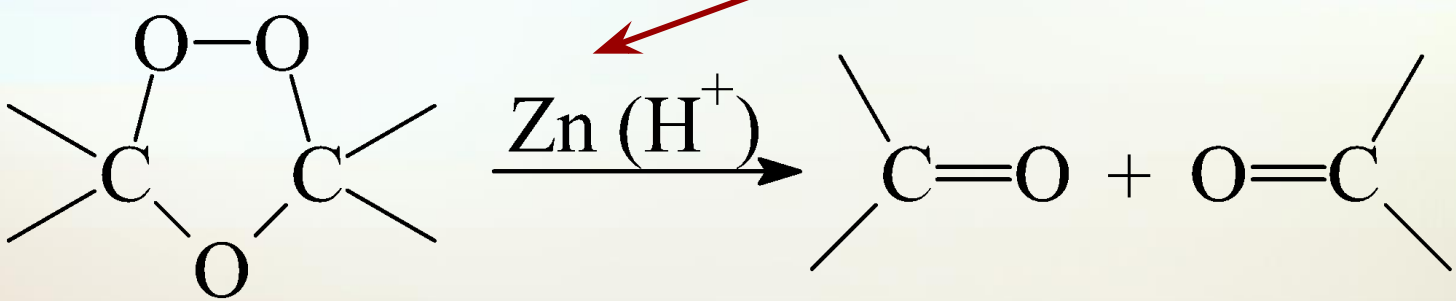
Алкены

Химические свойства

Окисление

Озонолиз

Восстановительная обработка



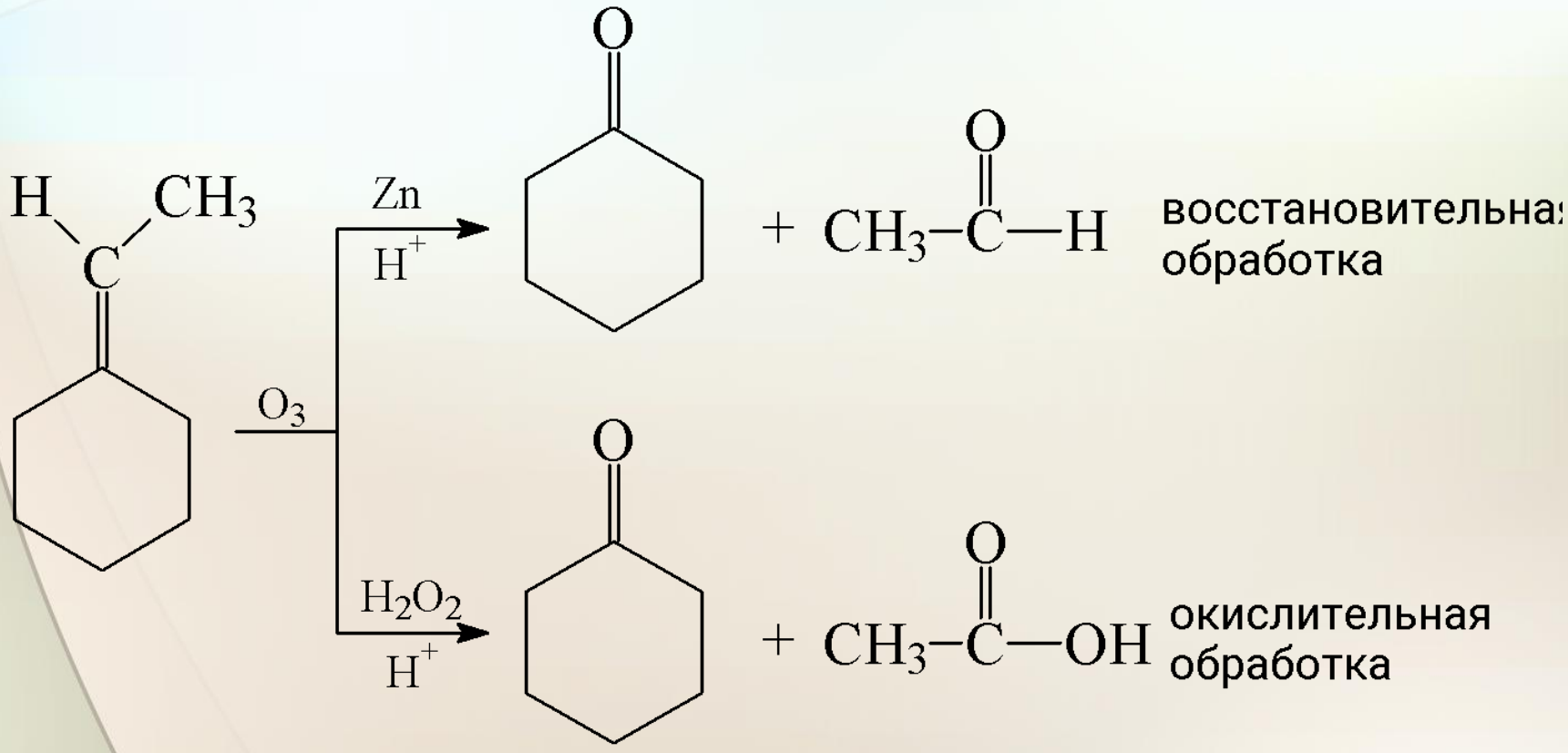
Окислительная обработка

Алкены

Химические свойства

Окисление

Озонолиз



Алкены

Химические свойства

Восстановление (гидрирование)

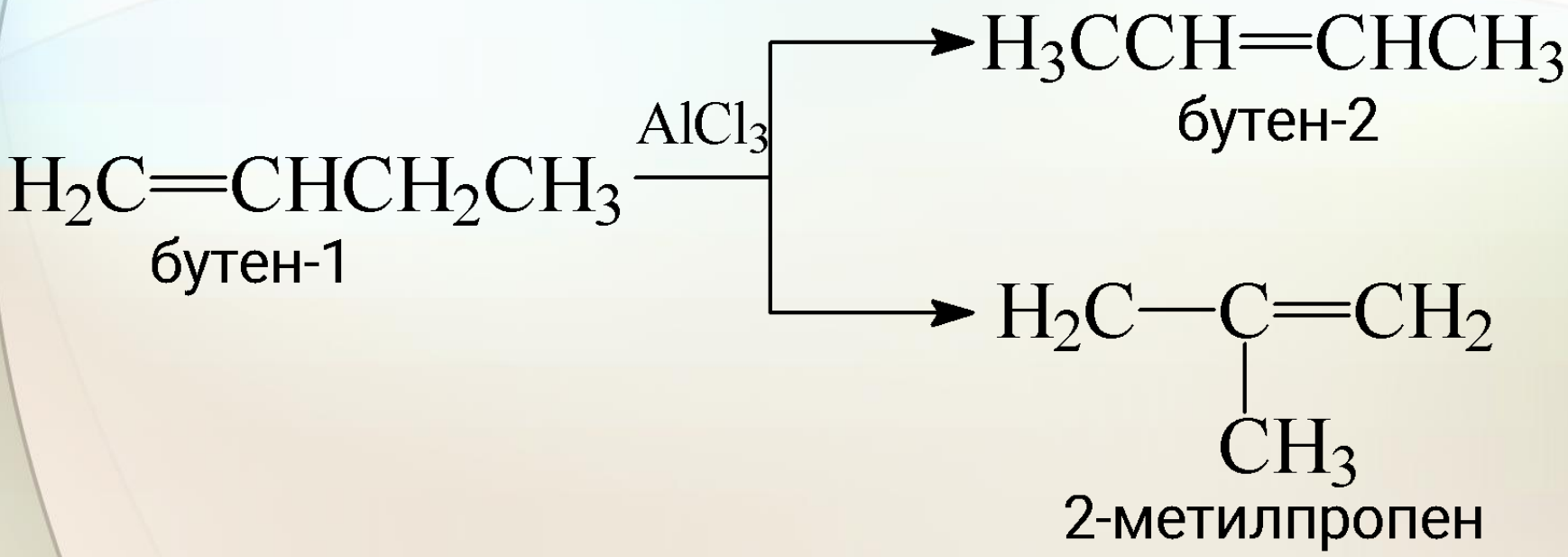
$$R{-}CH{=}CH{-}R' + H_2 \xrightarrow{Ni,\ 150\text{-}300^\circ C} R{-}CH_2{-}CH_2{-}R'$$

алкен алкан

Алкены

Химические свойства

Реакция изомеризации



Алкены

Химические свойства

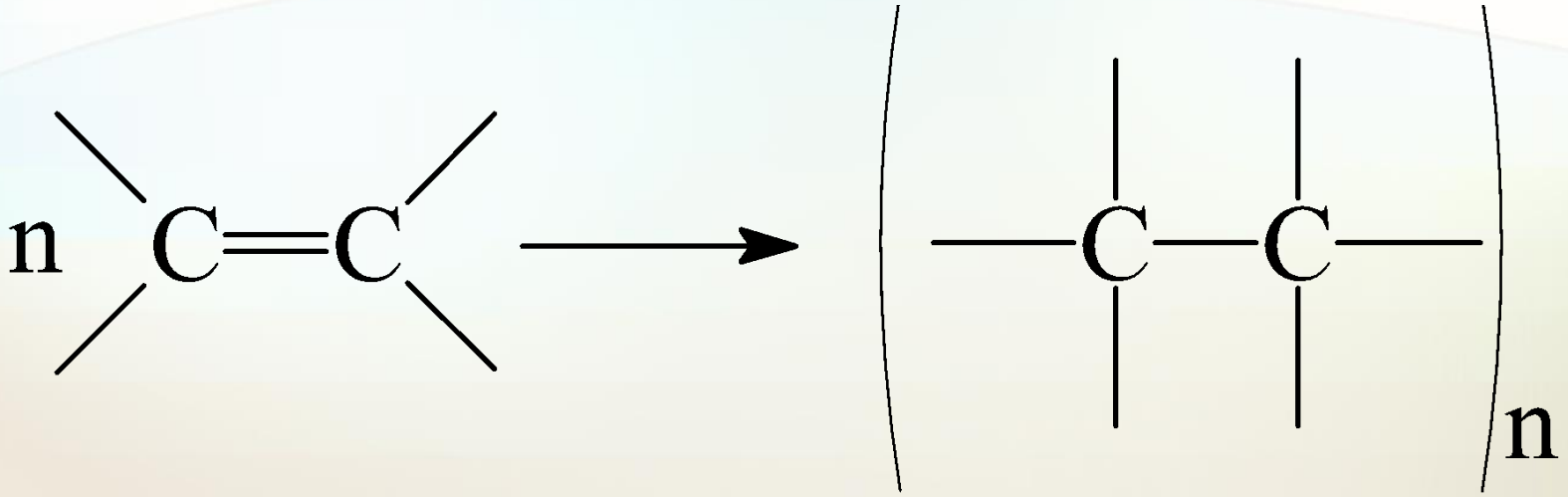
Реакция полимеризации

Реакция полимеризации — это последовательное присоединение молекул ненасыщенных соединений друг к другу с образованием высокомолекулярного продукта — полимера.

Алкены

Химические свойства

Реакция полимеризации



Реакция полимеризации — это последовательное присоединение молекул ненасыщенных соединений друг к другу с образованием высокомолекулярного продукта — полимера.

Алкены

Химические свойства

Реакция полимеризации

$$n CH_2{=}CH_2 \longrightarrow \left(-CH_2-CH_2- \right)_n$$

полиэтилен

$$n \underset{\displaystyle CH_3}{\underset{|}{CH}}{=}CH_2 \longrightarrow \left[-\underset{\displaystyle CH_3}{\underset{|}{CH}}-CH_2- \right]_n$$

полипропилен

Алкадиены

две двойные связи

$$H_2C{=}CH{-}HC{=}CH_2$$

сопряженный

бутадиен-1,3

через одну

$$H_2C{=}CH{-}CH_2{-}HC{=}CH_2$$

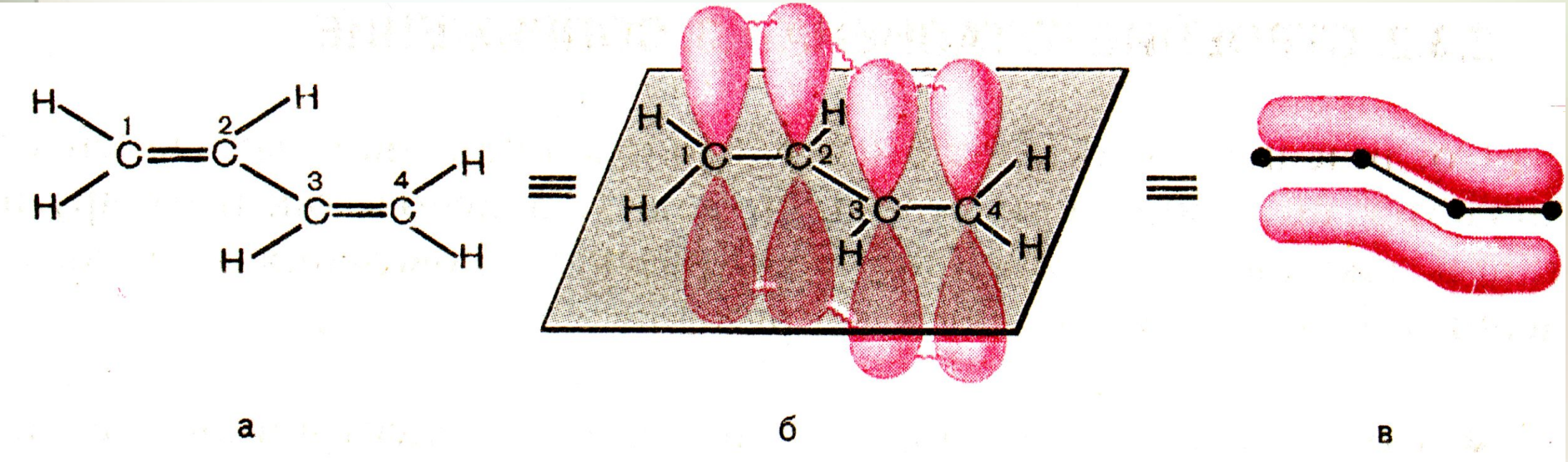
изолированный

пентадиен-1,4

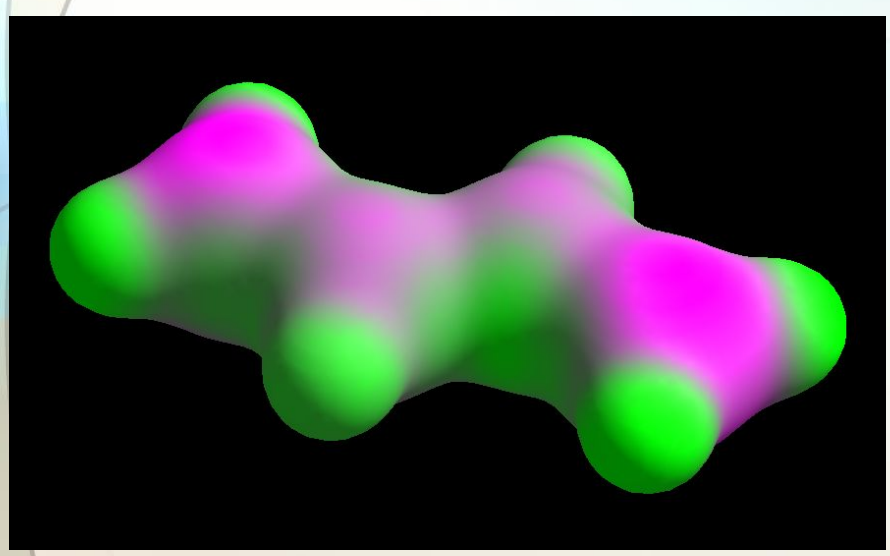
Алкадиены

Строение и классификация

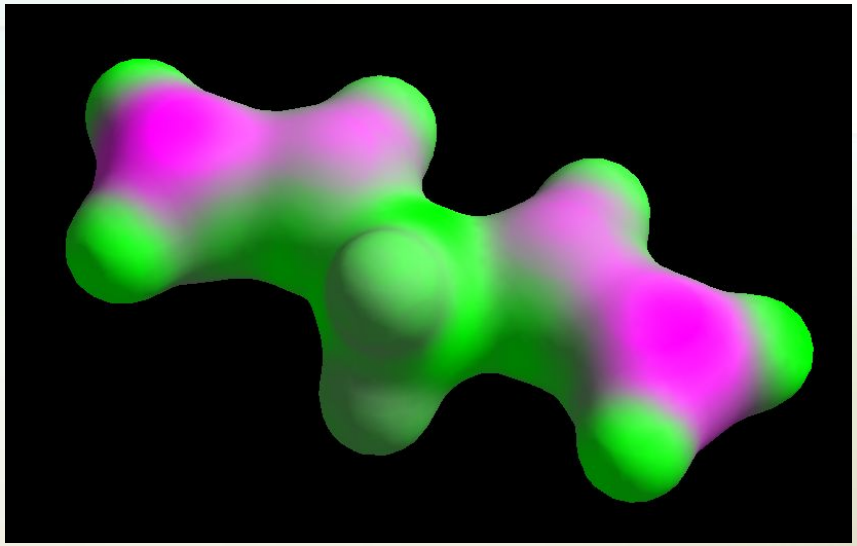
***Сопряжение* — это образование единого электронного облака**



Алкадиены



бутадиен-1,3

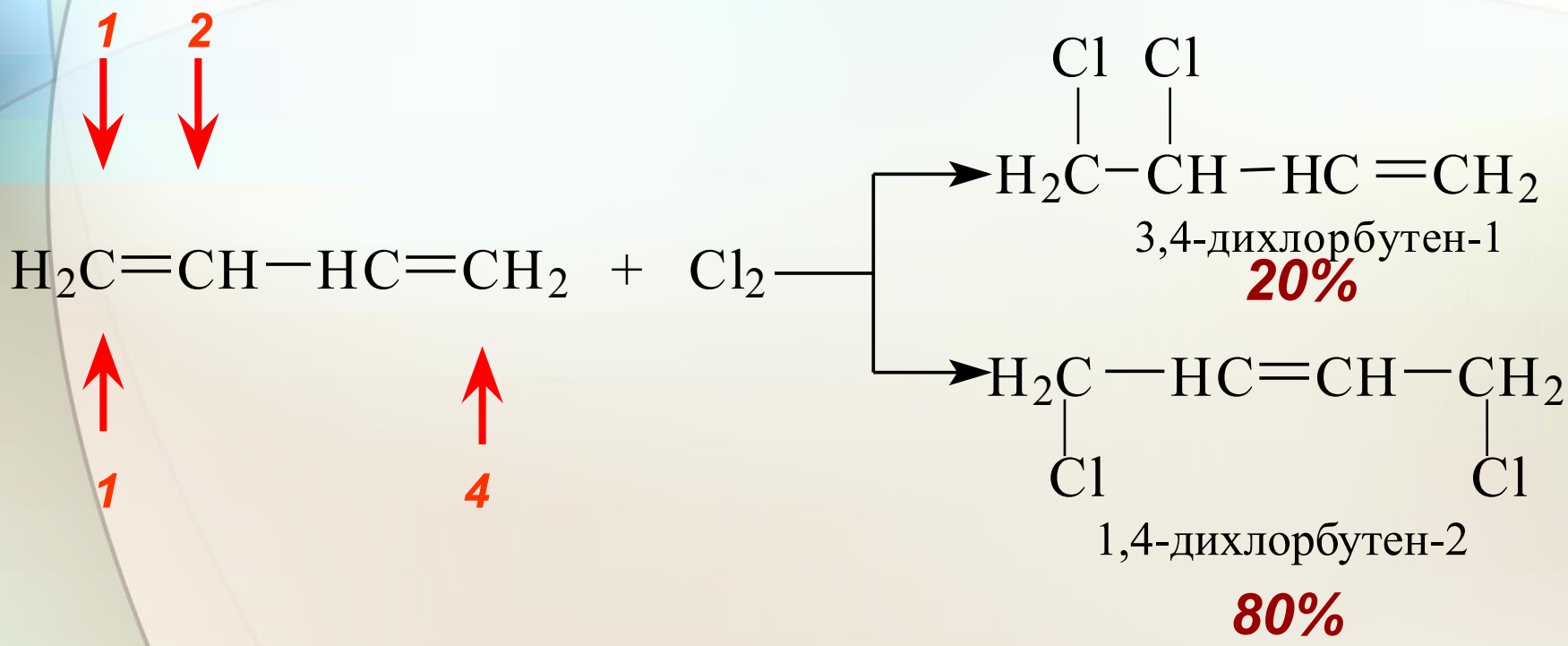


пентадиен-1,4

Алкадиены

Химические свойства

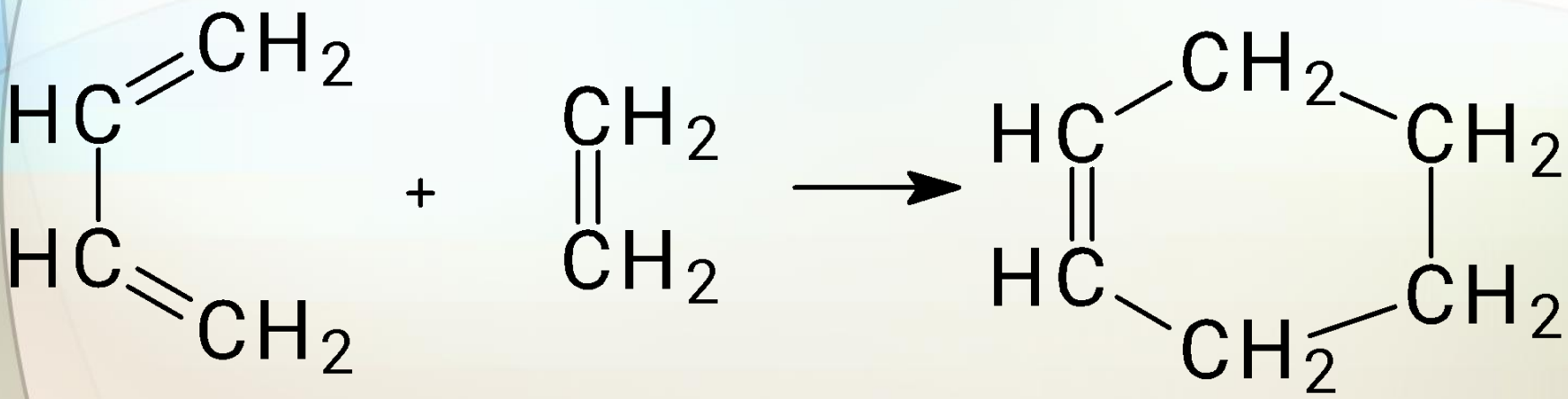
Реакции присоединения 1,2 и 1,4



Алкадиены

Химические свойства

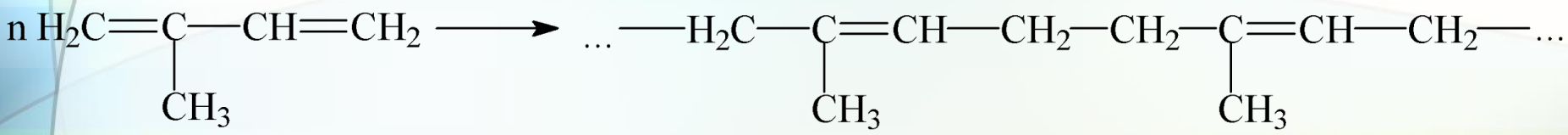
Диеновые синтезы (реакция Дильса-Альдера)



Алкадиены

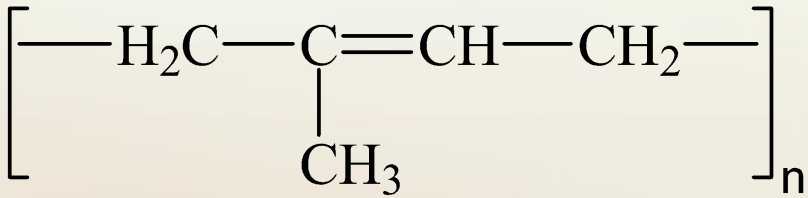
Химические свойства

Реакции полимеризации



2-метилбутадиен-1,3

фрагмент молекулы полиизопрена



Алкадиены

Каучуконосы

ГЕВЕЯ БРАЗИЛЬСКАЯ (*Hevea brasiliensis*)

ГЕВЕЯ БРАЗИЛЬСКАЯ (*Hevea brasiliensis*) Содержание каучука в млечном соке у этого каучукового дерева бассейна Амазонки, достигает 40—50%. Каучук, добываемый из этого растения, составляет 90—92% мирового производства натурального каучука. В настоящее время гевея бразильская широко культивируется в тропической Азии (остров Шри-Ланка, полуостров Малакка, Малайский архипелаг), Африке (Нигерия).

Алкадиены

Каучуконосы

ГЕВЕЯ БРАЗИЛЬСКАЯ
(*Hevea brasiliensis*)

Алкадиены

Каучуконосы

На полях кок-сагыза. Фото 1943 года

Одуванчик кок-сагыз (*Taraxacum kok-saghyz Rodin*) открыт в 1931 г. Распространен в долинах восточного Тянь-Шаня (Нарынкольский район Алма-Атинской обл.). В культуре его возделывали в России, Казахстане, Белоруссии, на Украине (в 1956 г. здесь засевалось 7 тыс. га), в странах Прибалтики, Швеции, Северном Китае, США. Эффективный каучуконос. В корнях содержится 6-11% каучука (в корнях дикорастущих растений - до 27%), который по качеству не уступает каучуку из гевеи.

Алкадиены

Каучуконосы

Кок-сагыз

Алкины

***Алкины* —непредельные углеводороды с тройной связью**

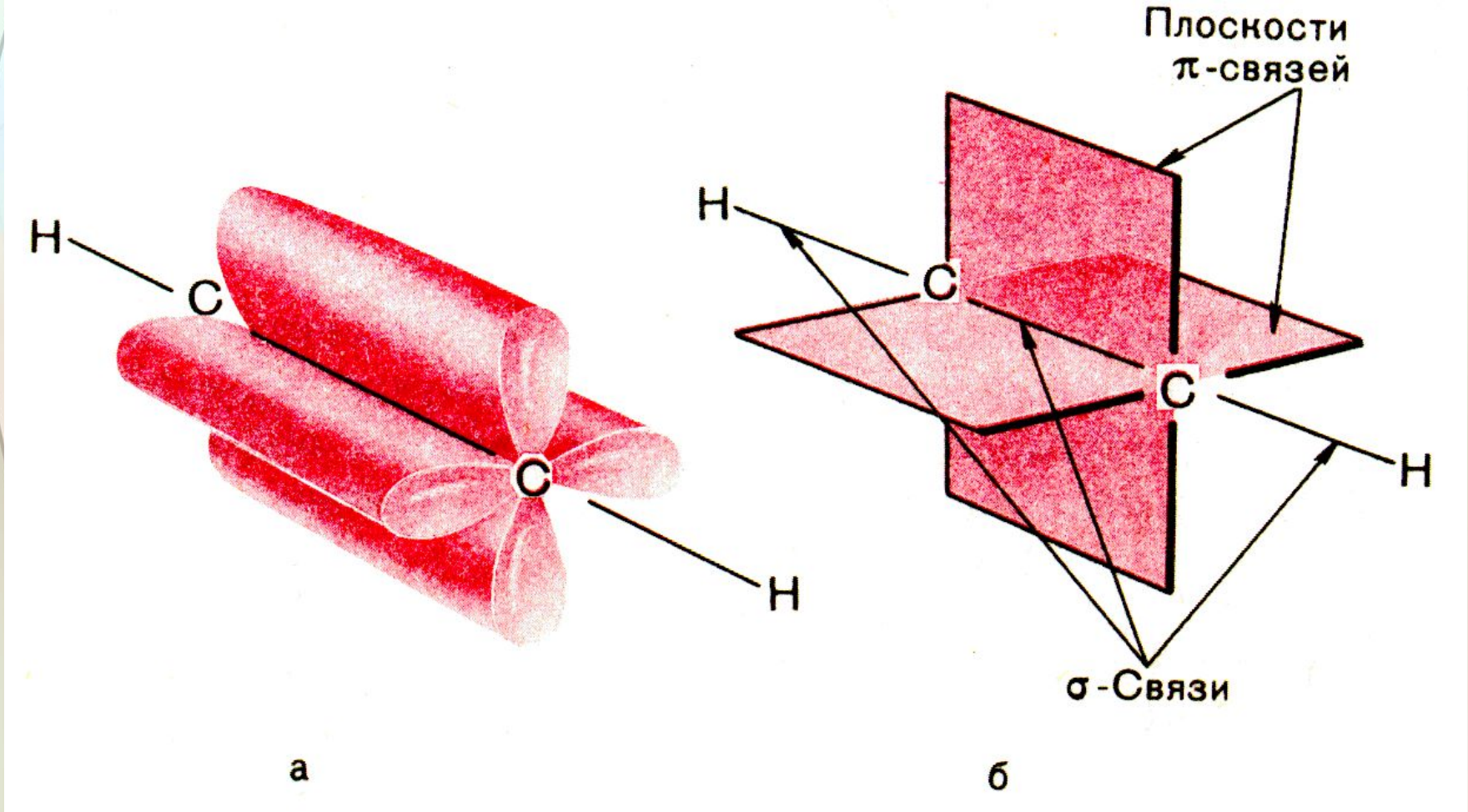
$$H-C\equiv C-H$$

ацетилен
(этин)

C_nH_{2n-2}

Алкины

Строение алкинов



Алкины

Способы получения

Крекинг

$$2CH_4 \xrightarrow{1500^\circ C} HC{\equiv}CH + 3H_2$$

$$C_2H_6 \xrightarrow{1200^\circ C} HC{\equiv}CH + 2H_2$$

Алкины

Способы получения

Из карбида кальция

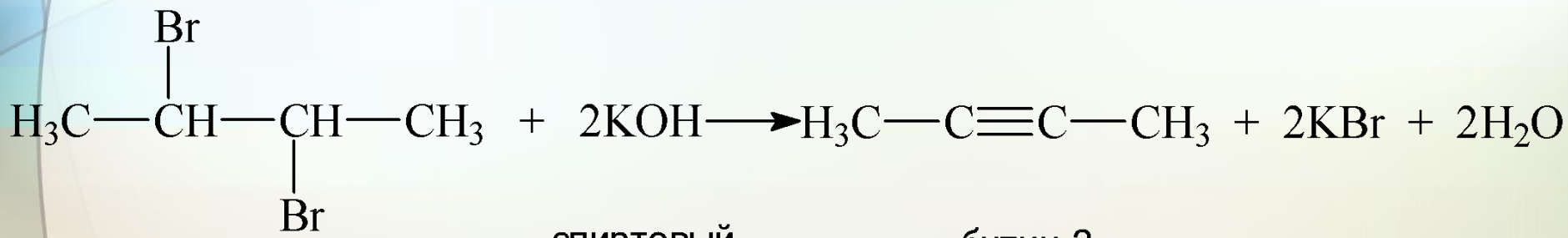
$$CaO + 3C \xrightarrow{2500^\circ C} CaC_2 + CO$$

$$CaC_2 + 2H_2O \longrightarrow HC{\equiv}CH + Ca(OH)_2$$

Алкины

Способы получения

Дегидрогалогенирование



2,3-дибромбутан

спиртовый раствор щелочи

бутин-2 (диметилацетилен)

Алкины

Химические свойства

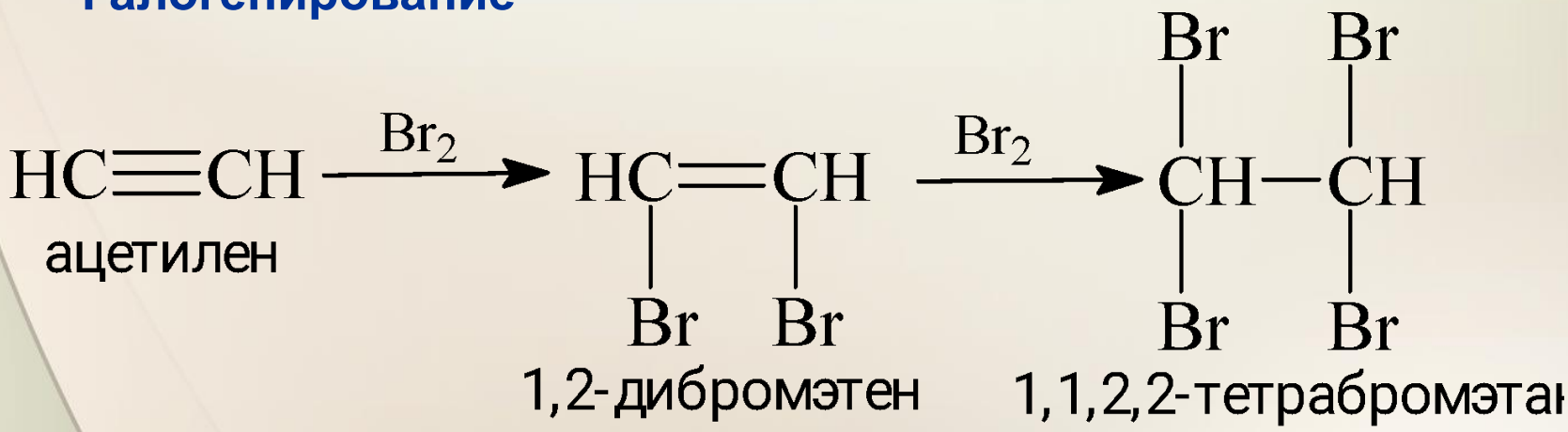
Реакции электрофильного присоединения

Гидрирование

$$HC{\equiv}CH \xrightarrow{H_2\,(Pt)} H_2C{=}CH_2 \xrightarrow{H_2\,(Pt)} CH_3{-}CH_3$$

ацетилен — этилен — этан

Галогенирование

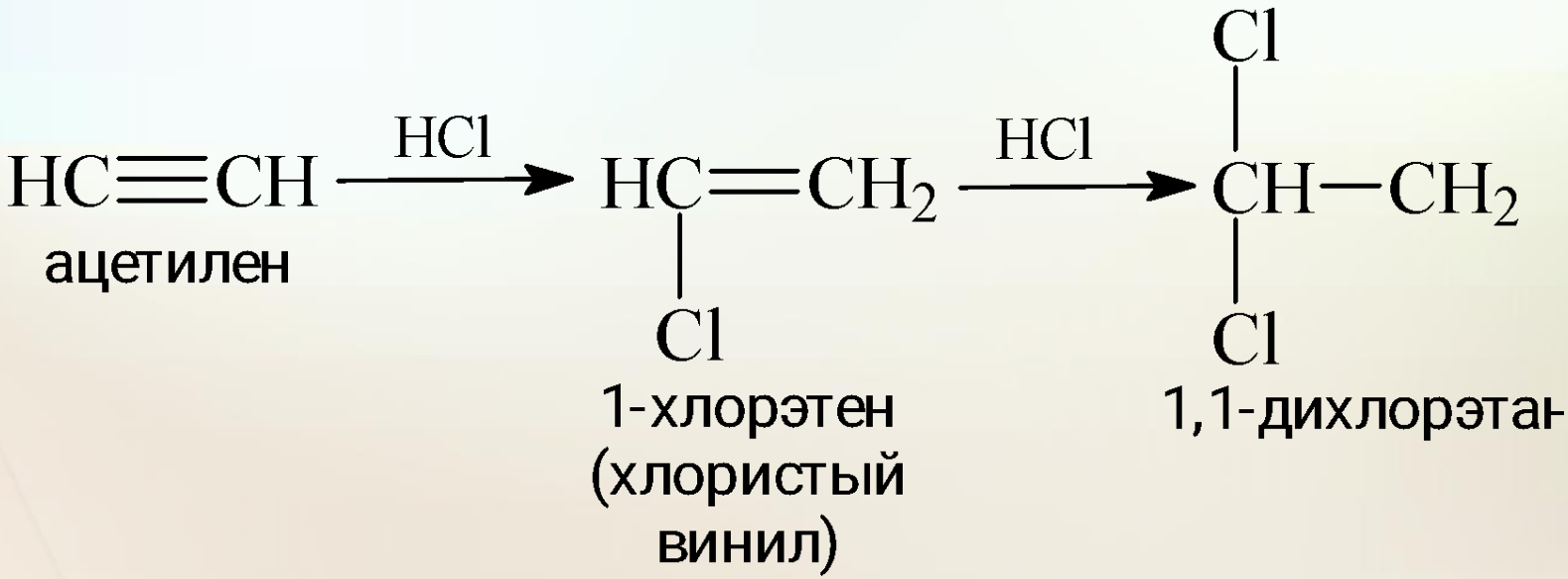


Алкины

Химические свойства

Реакции электрофильного присоединения

Гидрогалогенирование



Алкины

Химические свойства

Реакции электрофильного присоединения

Присоединение синильной кислоты

$$HC{\equiv}CH + HCN \xrightarrow{\text{катал.}} H_2C{=}CH{-}CN$$

ацетилен акрилонитрил

Алкины

Химические свойства

Присоединение воды (реакция М.Г.Кучерова, 1881)

$$CH_3C{\equiv}CH + H_2O \xrightarrow{Hg^{+2},\ H_2SO_4} CH_3-\overset{\overset{\displaystyle O}{\|}}{C}-CH_3$$

пропанон
(ацетон)

Алкины

Химические свойства

Присоединение спиртов

$$HC{\equiv}CH + HO{-}C_2H_5 \xrightarrow{KOH} H_2C{=}CH{-}O{-}C_2H_5$$

ацетилен

этилвиниловый эфир

Присоединение карбоновых кислот

$$HC{\equiv}CH + CH_3{-}C(=O)OH \xrightarrow{Hg^{+2},\ H^{+}} H_2C{=}CH{-}O{-}C(=O){-}CH_3$$

винилацетат

(виниловый эфир уксусной кислоты)

Алкины

Химические свойства

Реакция изомеризации

$$H_3C-CH_2-C\equiv CH \xrightarrow{Na\ (спирт.\ р\text{-}р)} H_3C-C\equiv C-CH_3$$

бутин-1 бутин-2

Алкины

Химические свойства

Реакции полимеризации

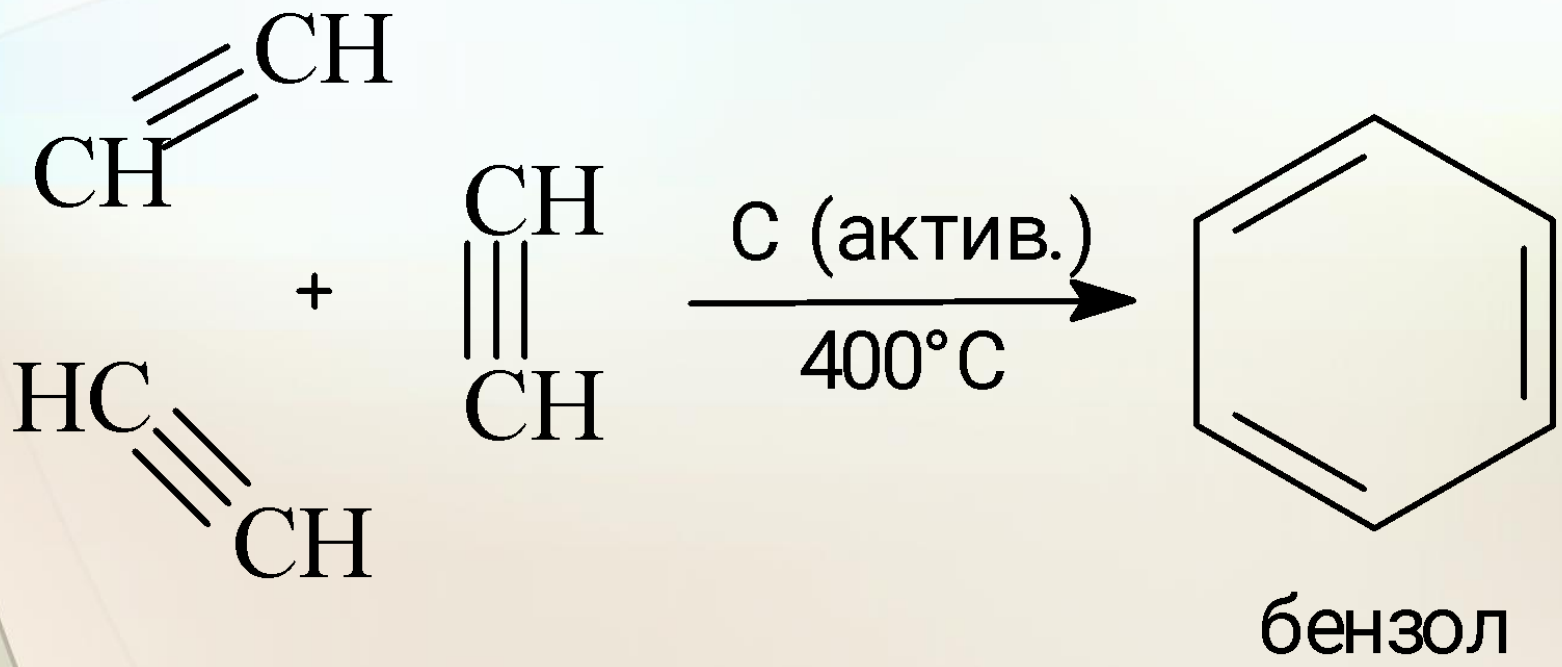
$$HC{\equiv}CH + HC{\equiv}CH \xrightarrow[80^\circ C]{Cu_2Cl_2} HC{\equiv}C{-}HC{=}CH_2$$

винилацетилен
(бутен-1-ин-3)

Алкины

Химические свойства

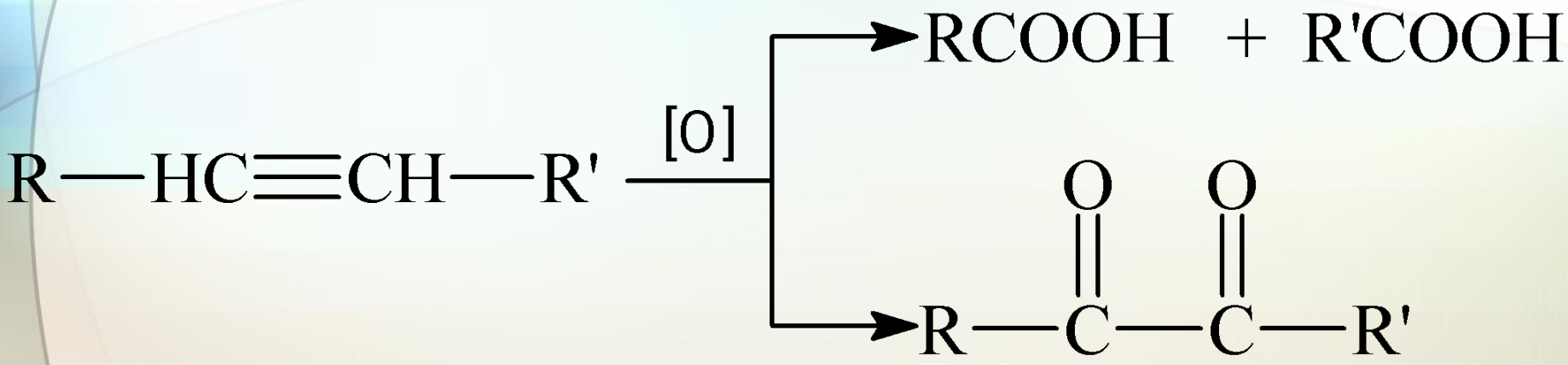
Реакции полимеризации



Алкины

Химические свойства

Реакции окисления



Алкины

Химические свойства

Реакции окисления

$$2HC{\equiv}CH + 5O_2 \longrightarrow 4CO_2 + 2H_2O$$

$$HC{\equiv}CH + O_2 \longrightarrow C + CO + H_2O$$

недостаток кислорода

коптящее пламя

Алкины *(отличие от алкенов)*

Химические свойства

Реакции замещения

$$\overset{\delta+}{H} \rightarrow \overset{\delta-}{C} \equiv \overset{\delta-}{C} \leftarrow \overset{\delta+}{H}$$

подвижный

$$HC\equiv CH + 2[Ag(NH_3)_2]OH \longrightarrow Ag-C\equiv C-Ag + 4NH_3 + 2H_2O$$

ацетиленид серебра

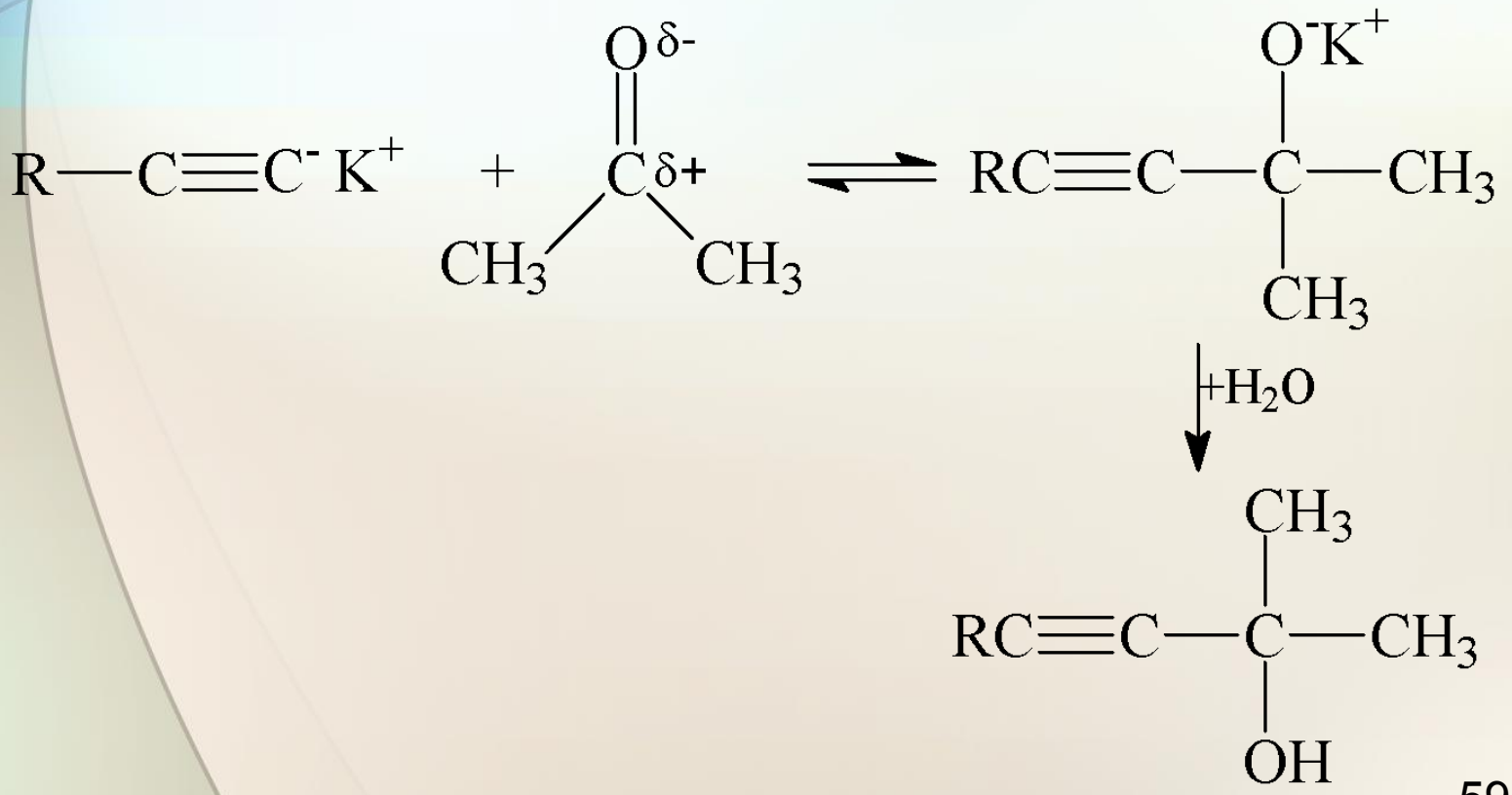
можно заменить

Алкины *(отличие от алкенов)*

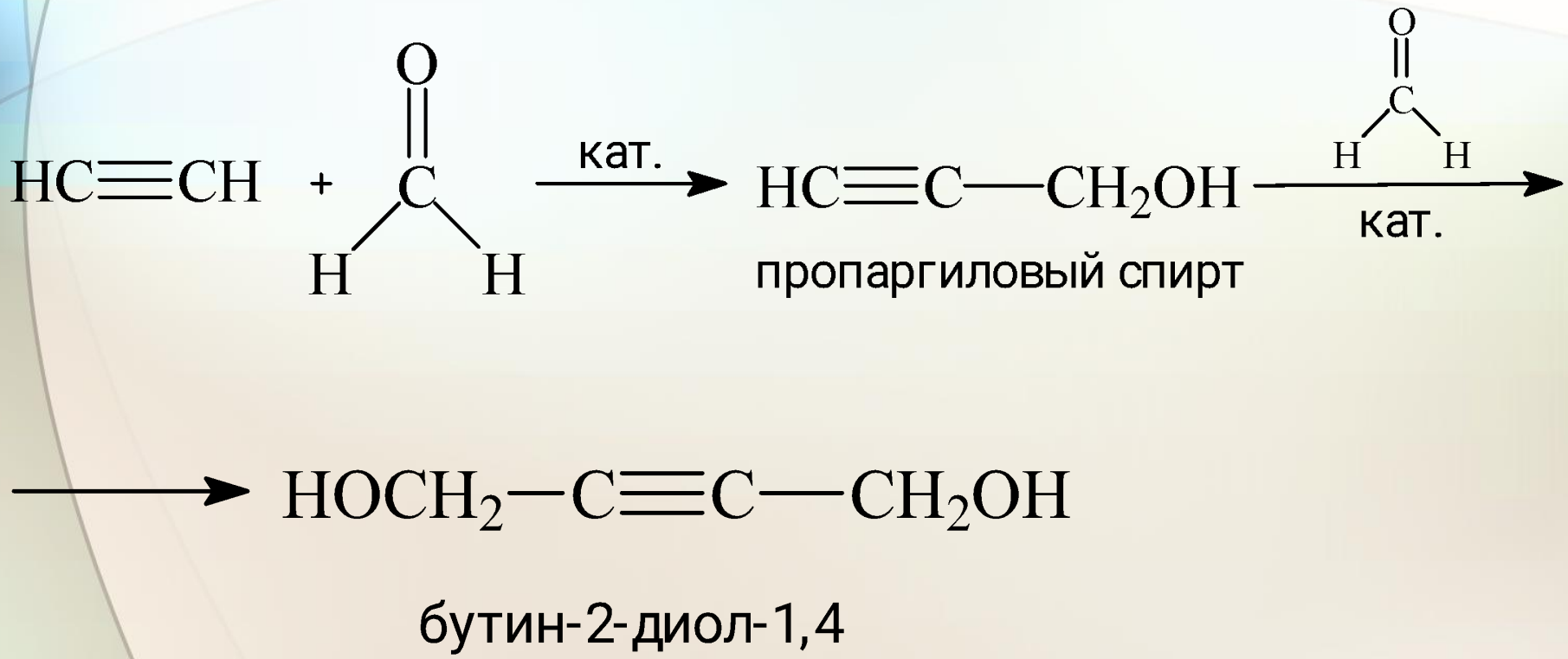
Химические свойства

Присоединение к альдегидам и кетонам

$$R-C\equiv C-H + KOH \rightleftharpoons R-C\equiv C^{-}K^{+} + H_2O$$



Алкины

Химические свойства

Присоединение к альдегидам и кетонам