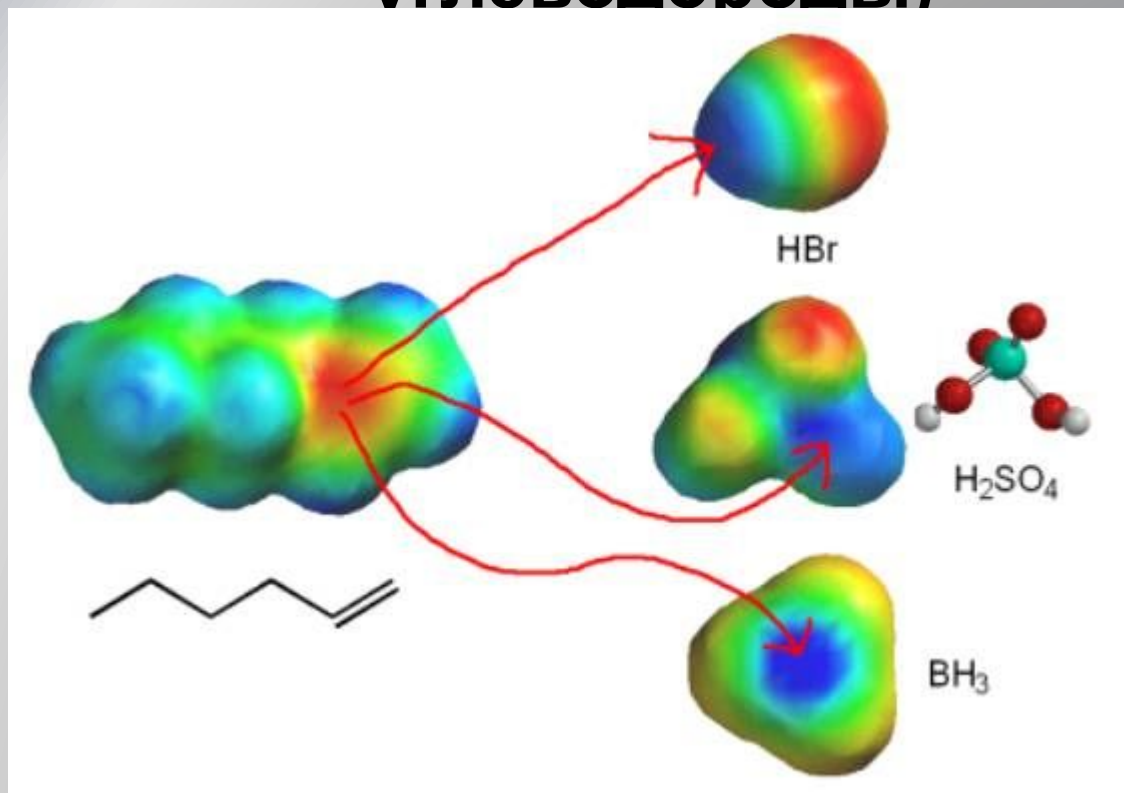


Алкены (олефины, этиленовые углеводороды)

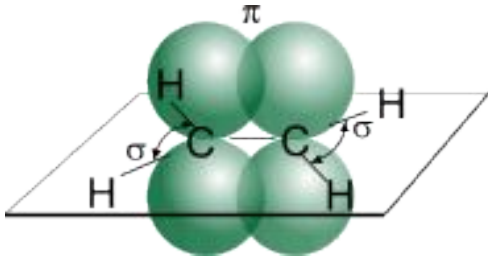


Лекция №5

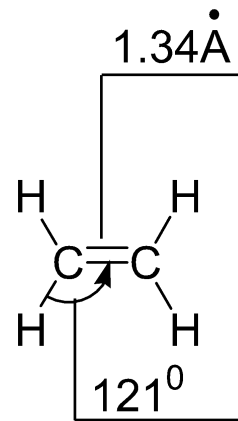
1. Строение алкенов
2. Номенклатура алкенов
3. Изомерия
4. Физические свойства алкенов

Строение

Алкены - ненасыщенные углеводороды, молекулы которых содержат одну двойную C-C-связь



Атомы углерода C=C-связи находятся в состоянии sp^2 -гибридизации

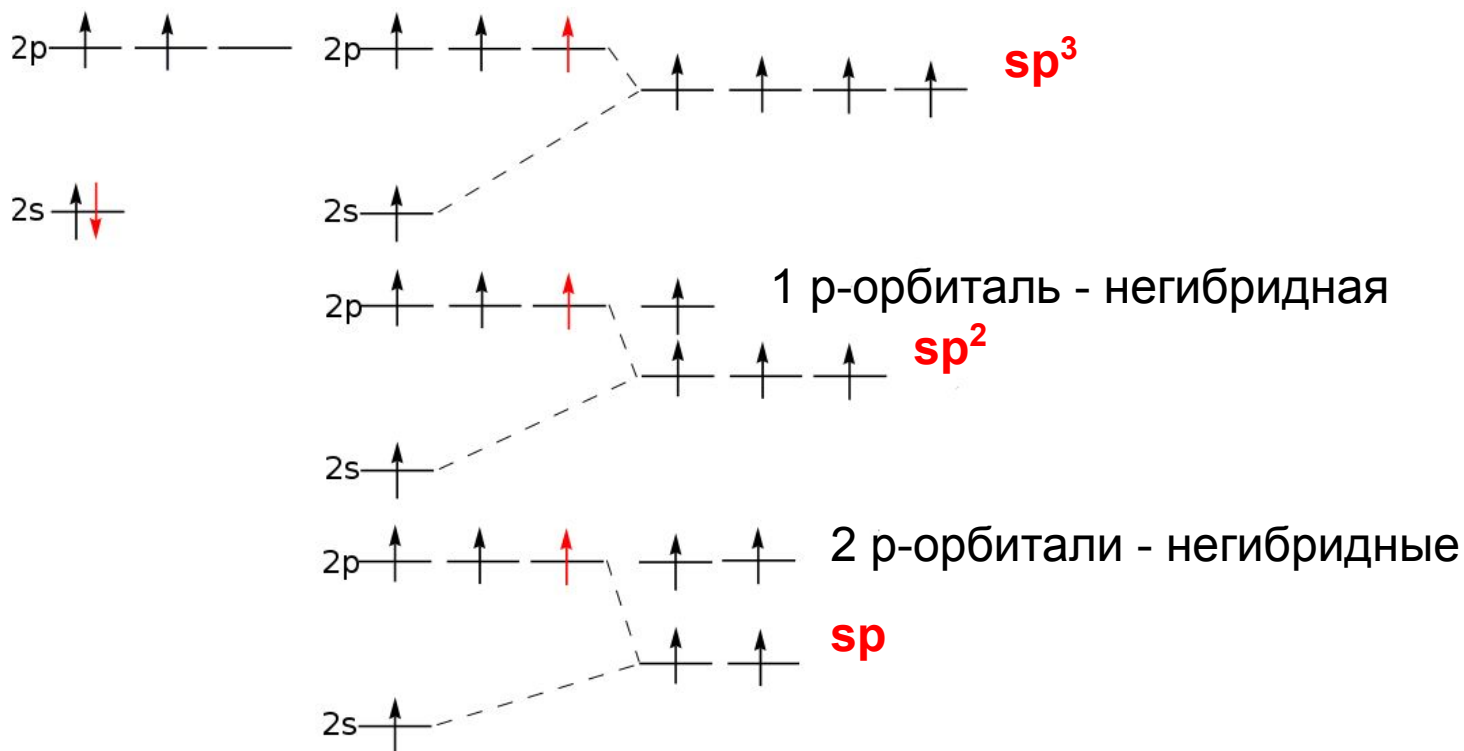


C=C-связь более короткая, чем C-C-связь

**C=C-связь более прочная, чем простая C-C-связь.
Общая энергия C=C-связи 145 ккал**

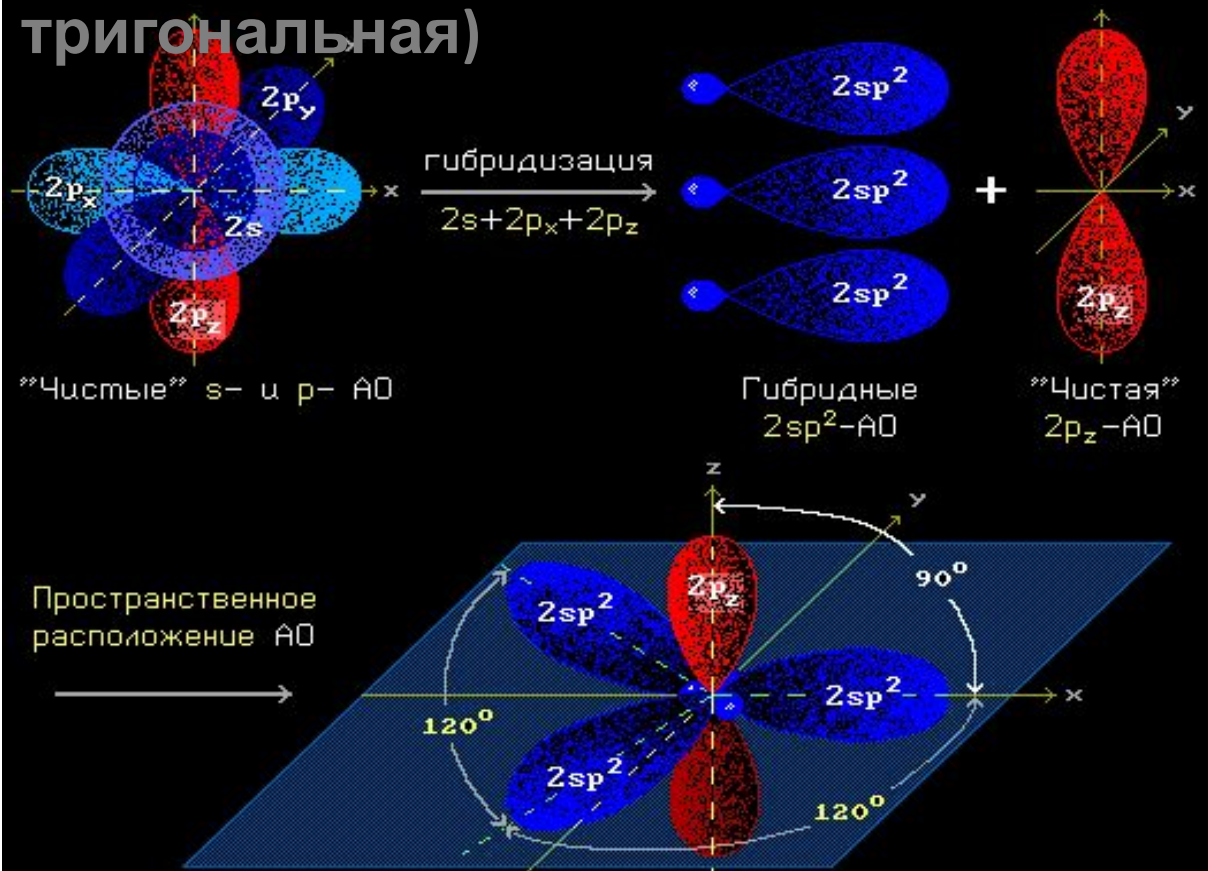
Виды гибридизации

- sp^3 — гибридизация (алканы);
- sp^2 — гибридизация (алкены);
- sp — гибридизация (алкины)

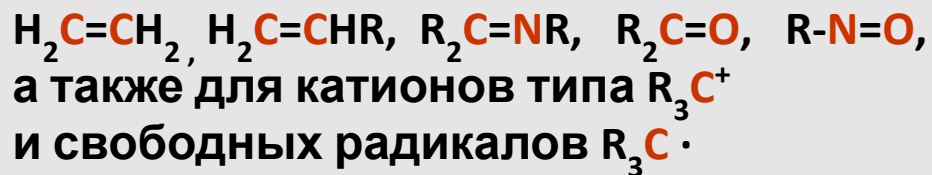


Гибридизация орбиталей — гипотетический процесс смешения разных (s, p, d) орбиталей центрального атома многоатомной молекулы с возникновением того же числа орбиталей, эквивалентных по своим характеристикам.

sp^2 -Гибридизация (плоскостно-тригональная)



Состояние характерно для атомов **C, N, O** и др. с двойной связью (sp^2 -атомы выделены красным цветом):



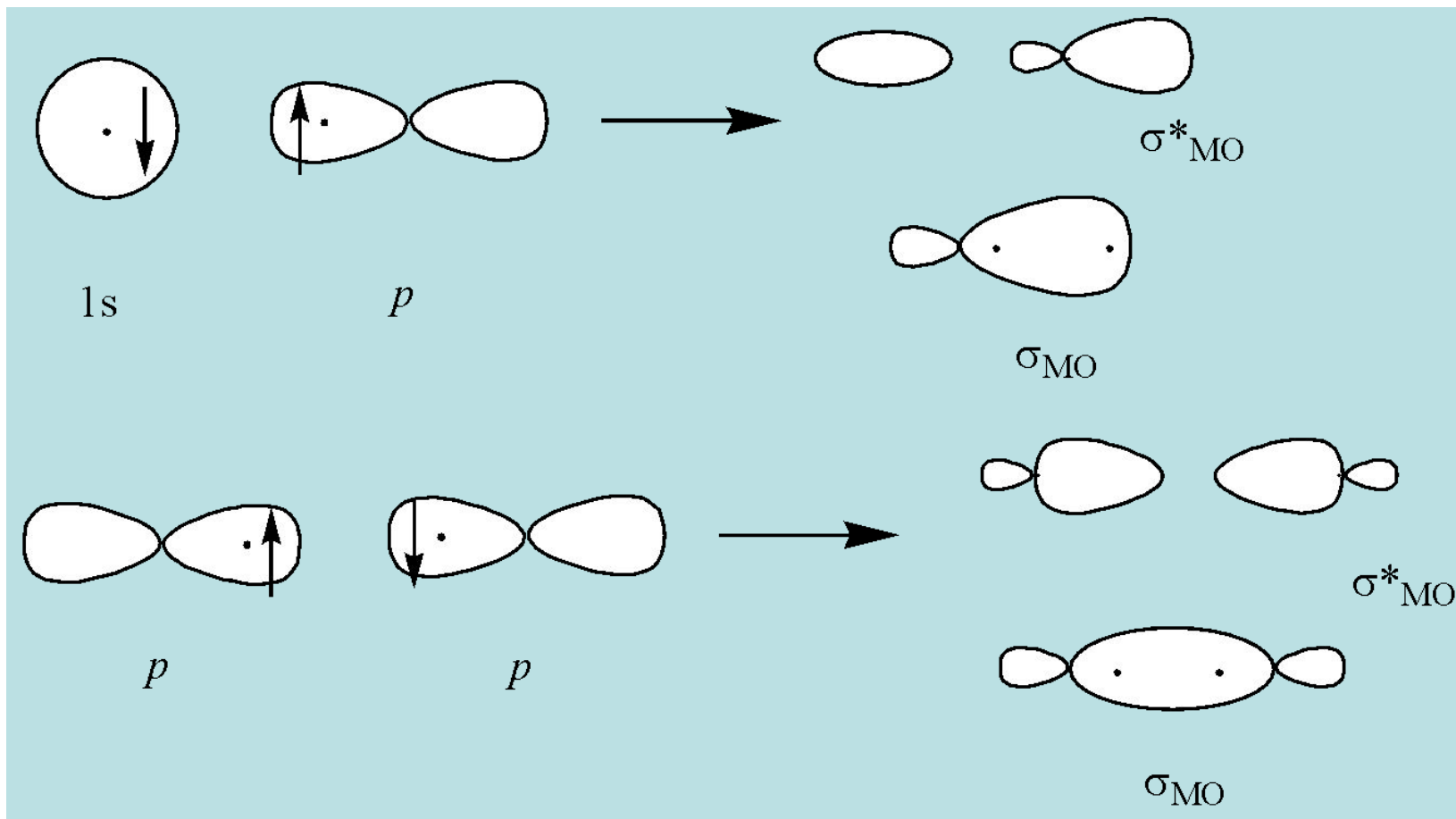
Изображение пространственного строения атомов в sp^2 состоянии



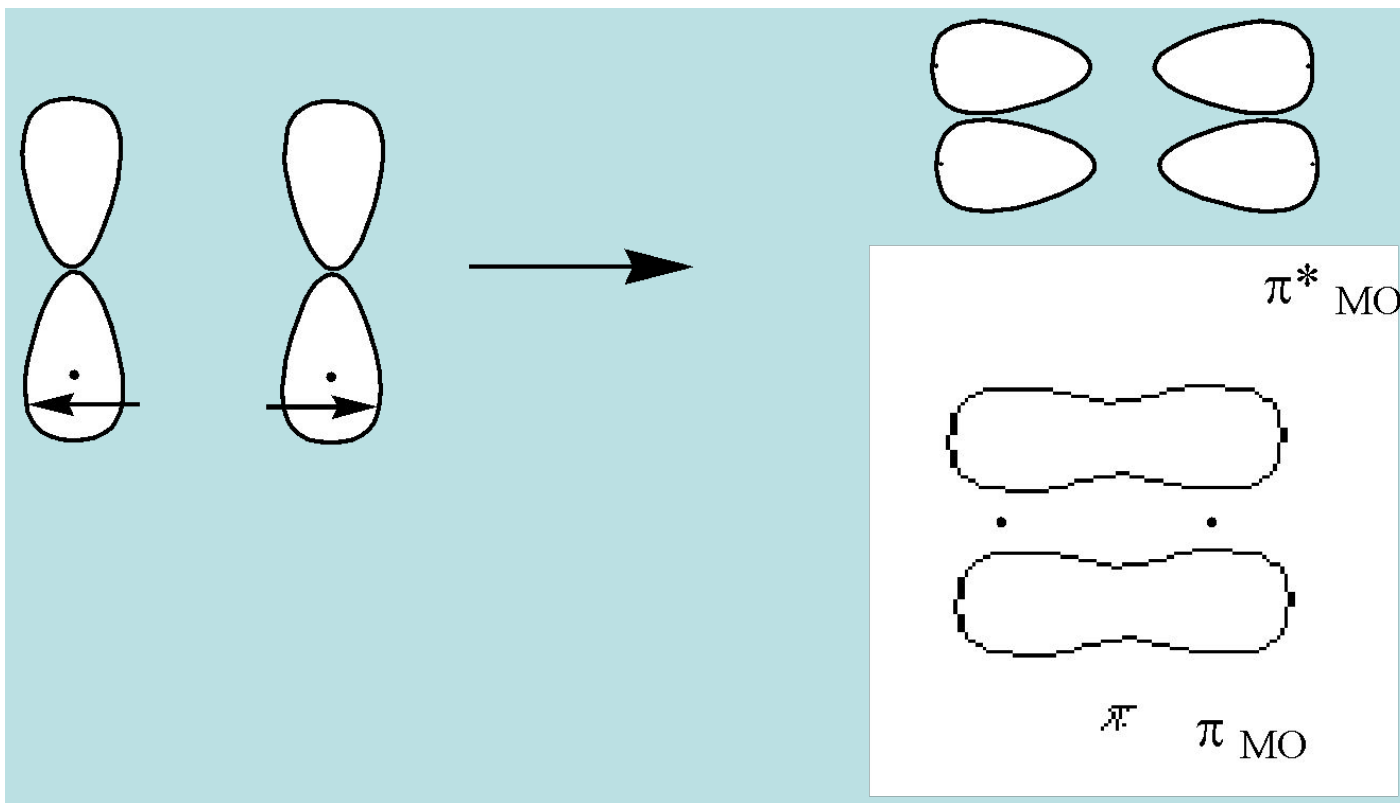
Строение атома А в sp^2 -гибризованном состоянии:

- а - пространственная ориентация АО;
- б - схематическое изображение.

σ -Связь образуется и при перекрывании s и p или осевом перекрывании двух p орбиталей:

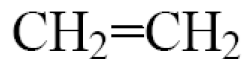


В случае параллельного расположения перекрывающихся p АО образуется π – связь:



Номенклатура алкенов

Неразветвленную цепь нумеруют с того конца, ближе к которому находится двойная связь. Суффикс –ан заменяется на –ен:



этен,
этилен

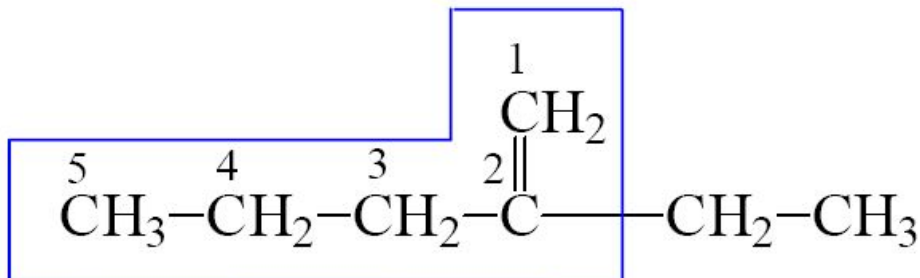


пропен,
пропилен

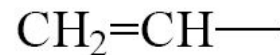


гекс-2-ен

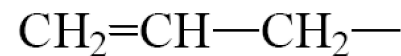
В случае разветвления главной считается цепь, включающая двойную связь, даже если эта цепь и не является самой длинной. Нумерация проводится таким образом, чтобы С-атом от которого начинается двойная связь, получил наименьший номер:



2-этилпент-1-ен



этинил,
винил

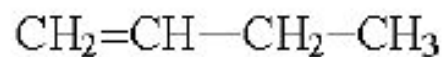


проп-2-енил,
аллил

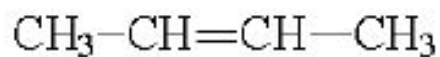
Изомерия

Структурная изомерия

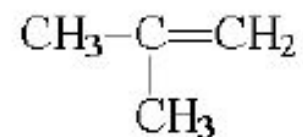
ИЗОМЕРИЯ УГЛЕРОДНОГО СКЕЛЕТА



бутен-1



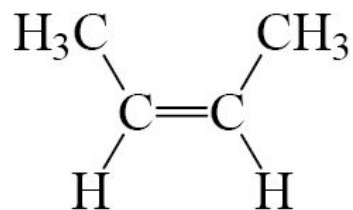
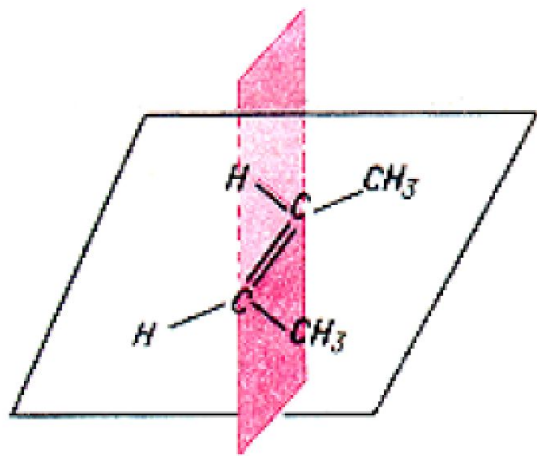
бутен-2



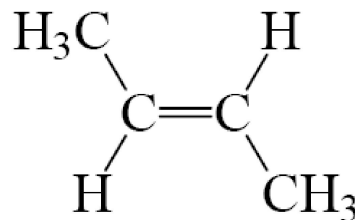
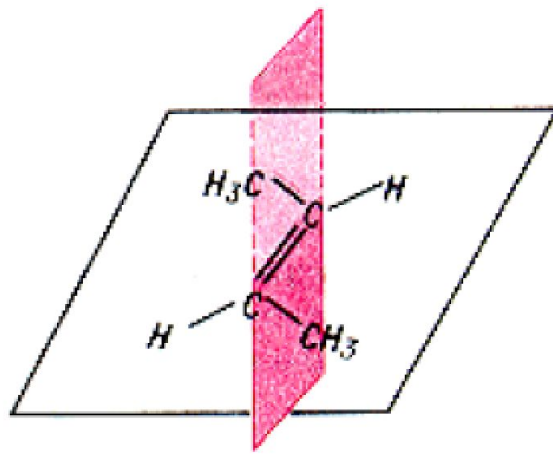
2-метилпропен-1

ИЗОМЕРИЯ ПОЛОЖЕНИЯ ДВОЙНОЙ СВЯЗИ

Изомерия. Пространственная изомерия

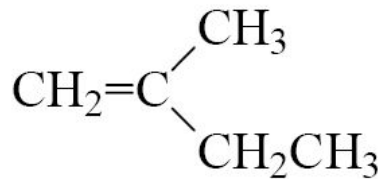


цис-бут-2-ен
 $T_{\text{кип}} = 4^{\circ}\text{C}$



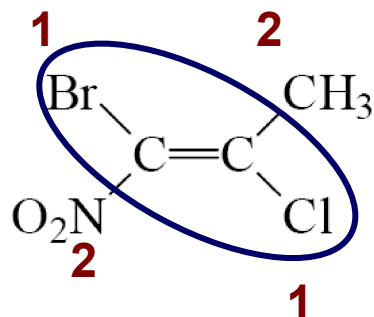
цис- и
транс- изомеры
бут-2-ена

транс-бут-2-ен
 $T_{\text{кип}} = 1^{\circ}\text{C}$



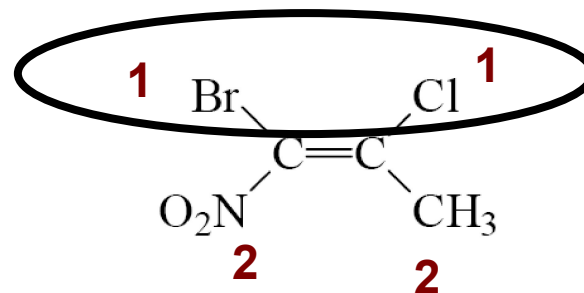
2-метилбут-1-ен

Пространственная изомерия. E, Z-номенклатура



(E)-1-бром-1-нитро-2-хлорпроп-1-ен

(E)-1-bromo-2-chloro-1-nitroprop-1-ene



(Z)-1-бром-1-нитро-2-хлорпроп-1-ен

(Z)-1-bromo-2-chloro-1-nitroprop-1-ene

1. Используя **систему Кана-Ингольда-Прелога**, определяют относительное старшинство заместителей, связанных двойной связью и дают им номера по старшинству 1 или 2.
 - а) Атом с большим атомным номером является старшим относительно атома с меньшим номером.
 - б) Если два атома являются изотопами, то преимущество имеет атом с большим массовым числом.

Моррисон Р., Бойд Р. Органическая химия. Стр.88-90

2. Если две наиболее старшие группы расположены по одну сторону от плоскости π -связи,

то конфигурация заместителей обозначается символом Z.

3. Если же эти группы находятся по разные стороны от плоскости π -связи, то конфигурацию

обозначают символом E.

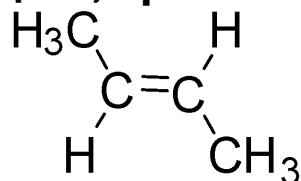
E, Z-

номенклатура

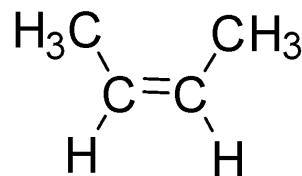
E, Z-номенклатура применима и к алкенам, для которых используется

цис-, транс-терминология. Благодаря своей универсальности E, Z-система

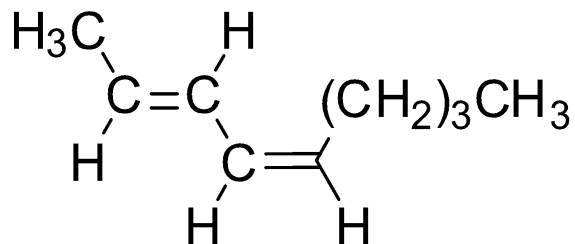
вытесняет цис-, транс-номенклатуру



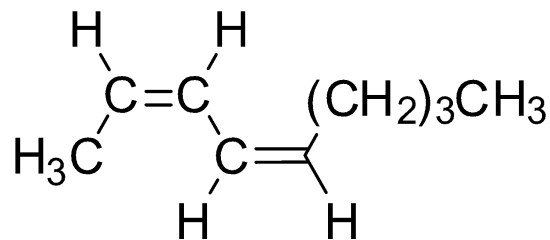
(E)-2-бут-2-ен



(Z)-2-бут-2-ен



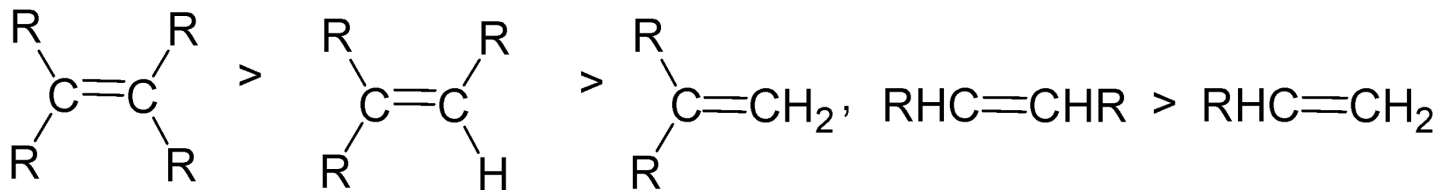
(2E, 4Z)-нона-2,4-диен



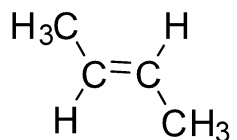
(2Z, 4Z)-нона-2,4-диен

Относительная устойчивость

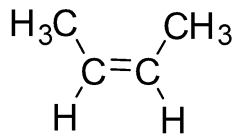
Устойчивость алкенов возрастает по мере увеличения степени алкилирования при двойной связи:



Уменьшение устойчивости



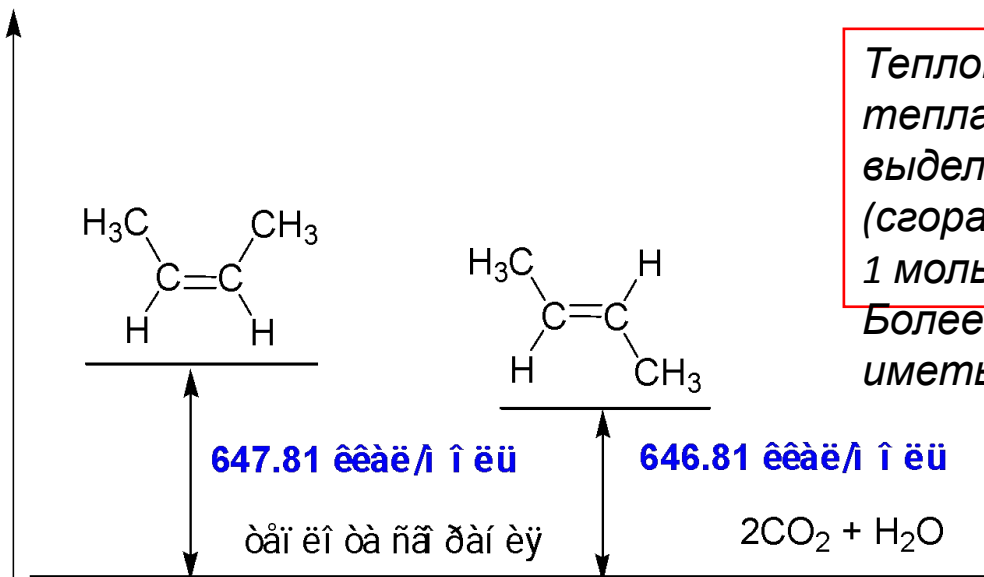
(E)-2-бут-2-ен



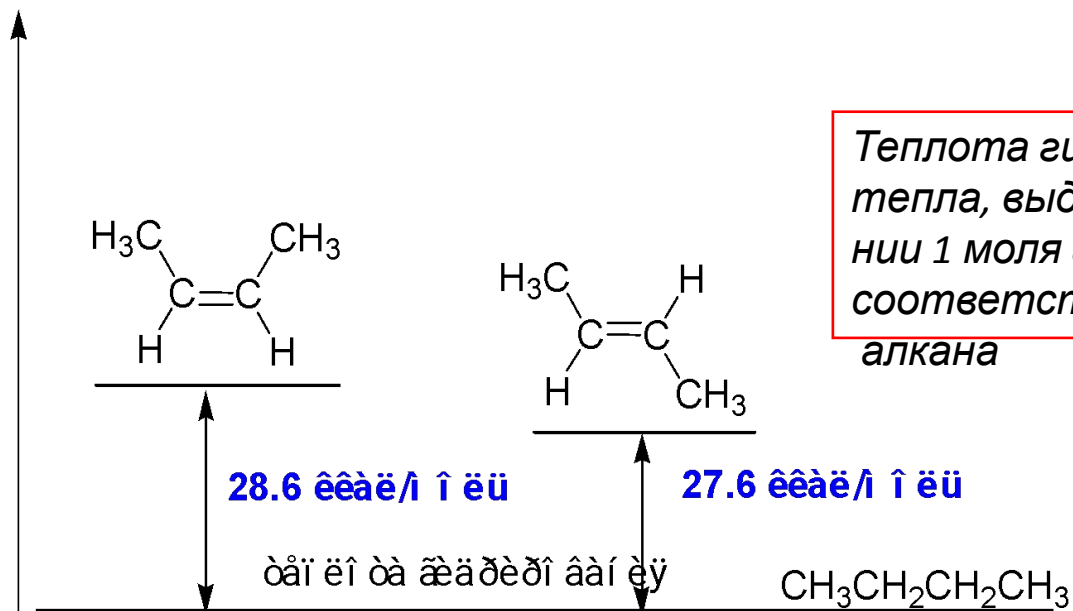
(Z)-2-бут-2-ен

в целом транс-алкены более устойчивы, чем соответствующие цис-изомеры.

Количественная оценка устойчивости получена на основании теплот сгорания и теплот гидрирования



Теплота сгорания – количество
 тепла,
 выделяющегося при окислении
 (сгорании)
 1 моль вещества до CO_2 и H_2O .
 Более устойчивое вещество должно
 иметь меньшую теплоту сгорания



Теплота гидрирования – количество
 тепла, выделяющегося при гидрирова-
 нии 1 моля алкена до
 соответствующего
 алкана

Физические свойства алкенов

По физическим свойствам этиленовые углеводороды близки к алканам. При нормальных условиях углеводороды C₂–C₄ – газы, C₅–C₁₇ – жидкости,

высшие представители – твердые вещества.

Температура их плавления и кипения, а также плотность увеличиваются с

ростом молекулярной массы.

Все алкены легче воды, плохо растворимы в ней, однако растворимы

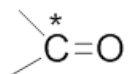
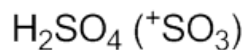
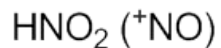
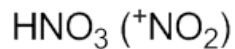
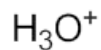
Название	Формула	t°пл., °C	t°кип., °C	d ₄ ²⁰
Этилен	CH ₂ =CH ₂	-169,2	-103,8	0,570 (при -103,8°C)
Пропилен	CH ₂ =CH-CH ₃	-187,6	-47,7	0,610 (при -47,7°C)
Бутен-1	CH ₂ =CH-CH ₂ -CH ₃	-185,3	-6,3	0,630 (при -10°C)

Химические свойства алкенов

Типичная реакция алкенов – электрофильное присоединение A_E

Электрофил (E) – катион или нейтральная молекула, имеющая в своем

составе атом с незанятой орбиталью



Классификация органических реакций по характеру

Тип реакции	Реагент, Z	Типичные условия	Обозначение
$\begin{array}{c} \text{~} \\ \\ \text{C}-\text{X} \\ \\ \text{~} \end{array} \xrightarrow{\text{Z}} \begin{array}{c} \text{~} \\ \\ \text{C}-\text{Z} \\ \\ \text{~} \end{array} + \text{X}$ <p>Замещение</p>			
	R·	Повышенная температура; облучение; H ₂ O ₂ , Нейтральная среда	S _R
$\begin{array}{c} \diagup \\ \text{C}=\text{X} \\ \diagdown \end{array} \xrightarrow{\text{Z}-\text{Y}} \begin{array}{c} \diagup \\ \text{C}-\text{X} \\ \quad \\ \text{Z} \quad \text{Y} \\ \diagdown \end{array}$ <p>Присоединение</p>	E		A _E
	R·	Повышенная температура; облучение; H ₂ O ₂ , Нейтральная среда	A _R