

# Окислительно–восстановительные реакции

1 Процессы с изменением степеней окисления атомов

2 Окисление

- процесс, в ходе которого атом или ион отдает электроны
- реакция органического вещества с окислителем

3 Восстановление

- процесс, в ходе которого атом или ион принимает электроны
- реакция органического вещества с восстановителем

**✗ Не путать!**

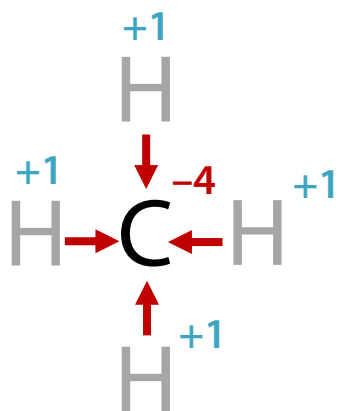
Окислитель принимает электроны (понижает С.О.)

Восстановитель отдает электроны (повышает С.О.)

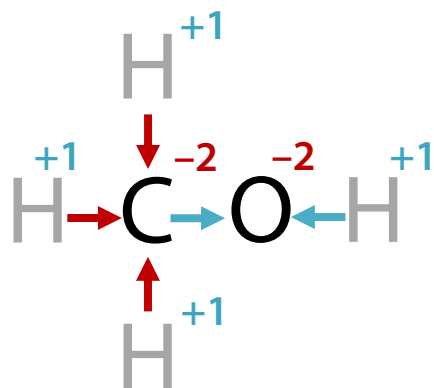
# Степень окисления в органике

– **условный заряд** атома, появляющийся в результате перераспределения электронов по химическим связям.

**!** Ряд элементов по ЭО: **O > N ≈ Cl > Br > S > C > H**



Метан  $\text{CH}_4$

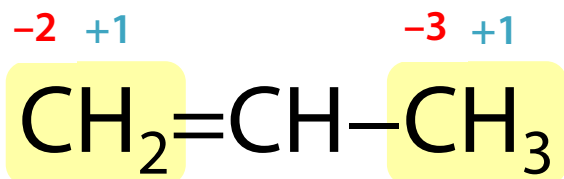


Метанол  $\text{CH}_3\text{OH}$

**С.О. углерода** = число стрелок от «C→» минус число стрелок к «C←»

# Степень окисления в органике

Более сложные молекулы разбиваем на «нулевые блоки»:

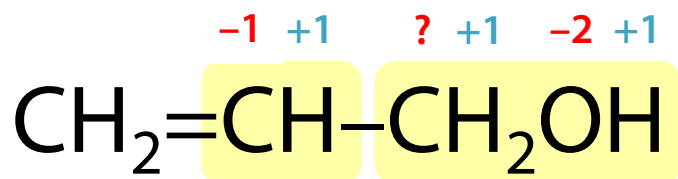


$$? + 2 = 0$$

$$? + 3 = 0$$

$$? = -2$$

$$? = -3$$



$$? + 1 = 0$$

$$? + 2 - 2 + 1 = 0$$

$$? = -1$$

$$? = -1$$

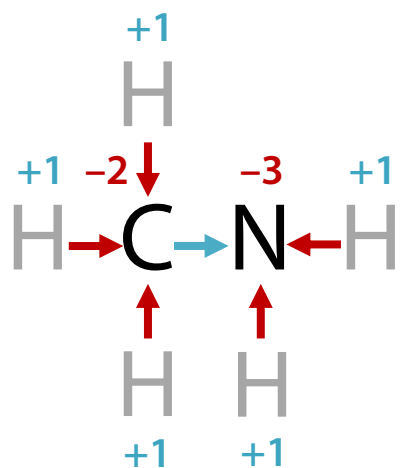


В рамках ЕГЭ степень окисления кислорода принимаем равной  $-2$ , а водорода  $+1$

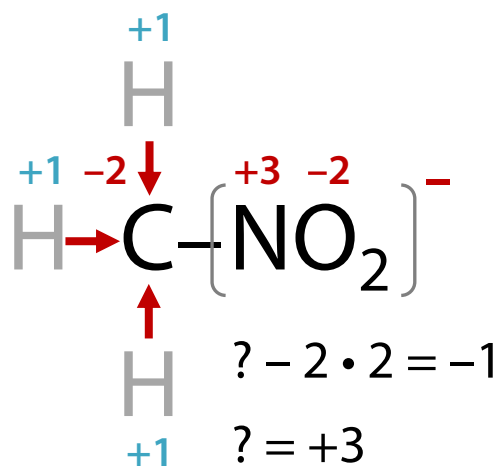
# Степень окисления в органике

Азотсодержащая органика уникальна!

Из-за наличия связь C–N **блоки не будут иметь** смысла:



Метиламин  $\text{CH}_3\text{NH}_2$



Нитрометан  $\text{CH}_3\text{NO}_2$

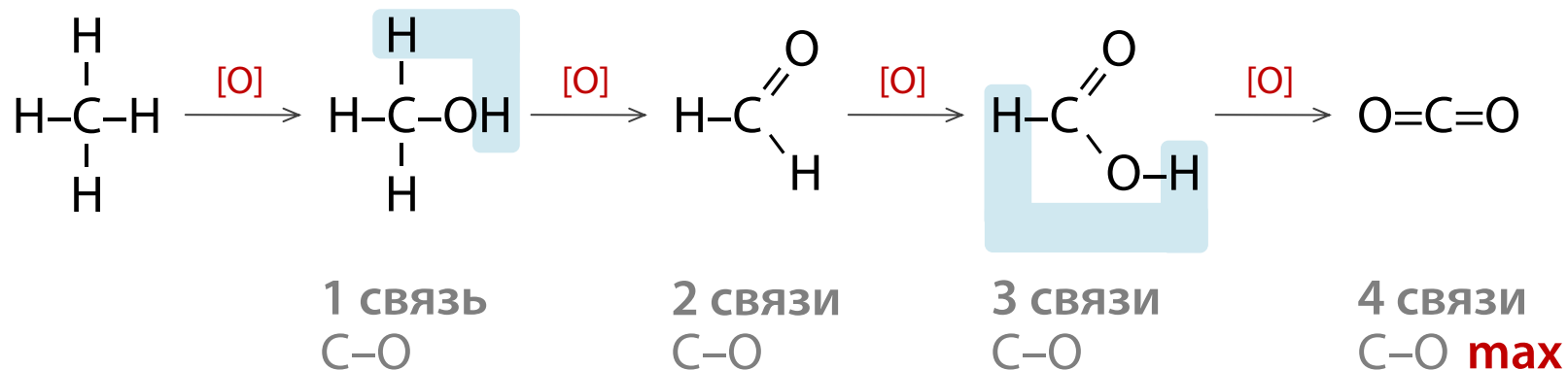


В рамках ЕГЭ степень окисления **кислорода** принимаем равной  $-2$ , а **водорода**  $+1$

У **азота** переменная степень окисления!

# Окисление органических веществ

– взаимодействие органических веществ с окислителями и увеличение числа связей C–O.



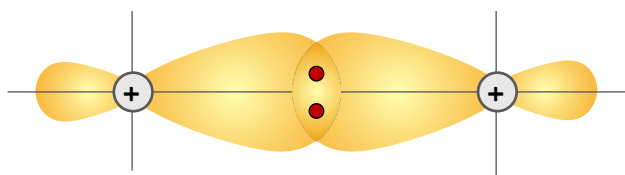
Два вида окисления в органической химии:

- 1 Горение = полное окисление
- 2 Каталитическое, специфическое окисление = неполное окисление

# Окисление органических веществ

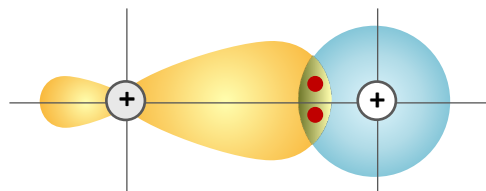
- 1 Горение = полное окисление
- 2 Каталитическое, специфическое окисление = неполное окисление

При наличии кратных связей ( $C=C$ ,  $C\equiv C$ ) возможно два случая:



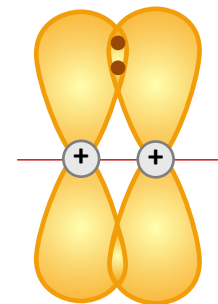
Образование  $C-C$  связи

$\sigma$ -связь



Образование  $C-H$  связи

$\sigma$ -связь



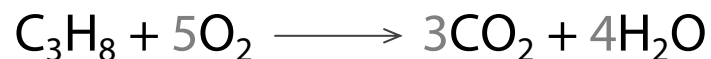
Образование  $C=C$  связи

$\sigma$  и  $\pi$ -связь

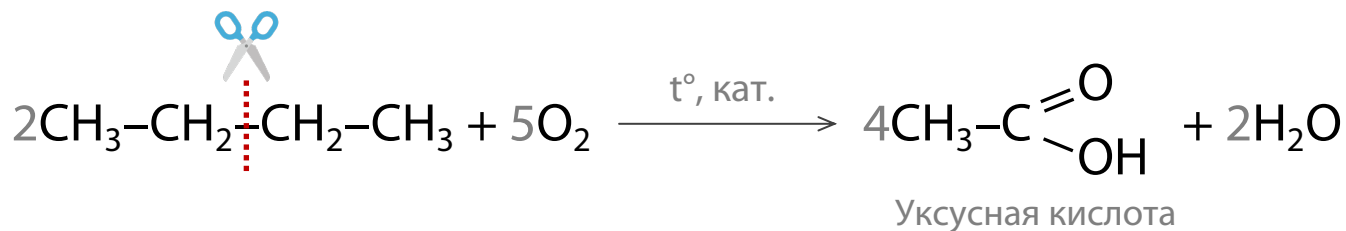
- 3 Мягкое окисление (без разрыва  $\sigma$ -связей  $C-C$ )
- 4 Жесткое окисление (с разрушением углеродного скелета)

# Окисление предельных УВ

**Полное окисление** с образованием углекислого газа и воды:

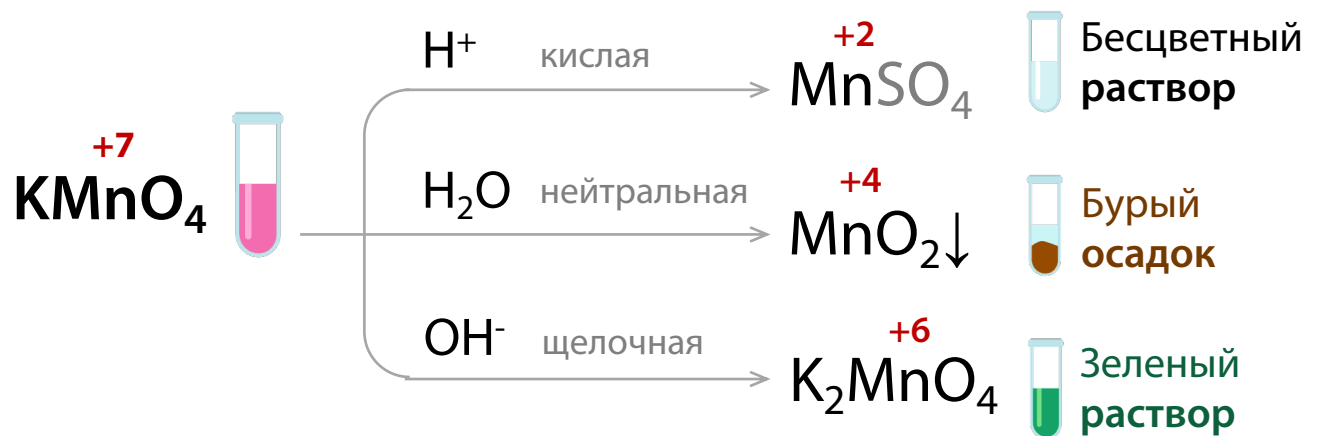


**Каталитическое окисление** метана и бутана:



# Типичные окислители в органике

Для окисления непредельных УВ используются:



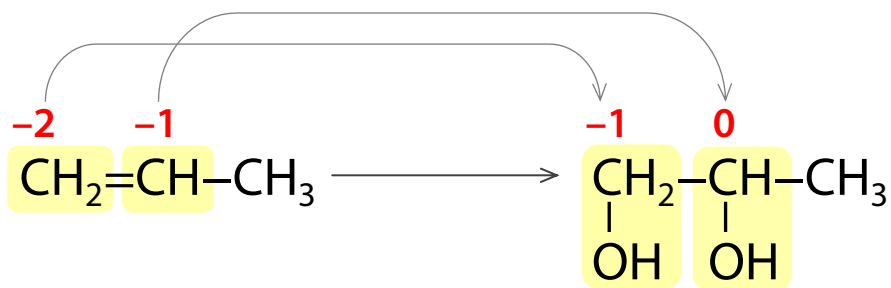


# Окисление непредельных УВ

Непредельные УВ содержат  $\pi$ - и  $\sigma$ -связи в составе молекулы.

## Мягкое окисление

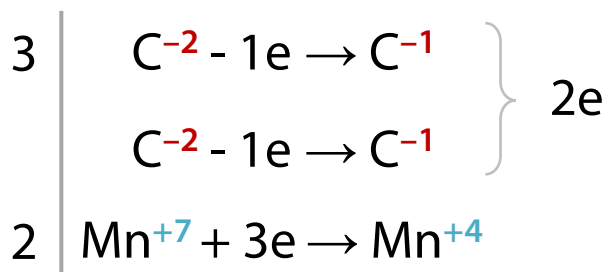
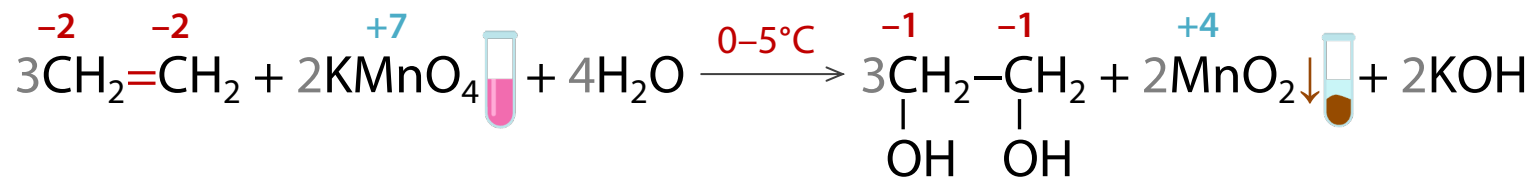
- Разрыв только  $\pi$ -связей между атомами углерода
- Окисление при комнатной или пониженной температуре
- Применяется нейтральный или слабощелочной раствор  $\text{KMnO}_4$



# Окисление непредельных УВ

## Мягкое окисление

Окисление по Вагнеру. Получение двухатомных спиртов, гликолей.

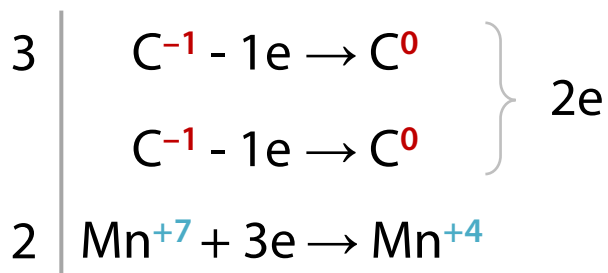
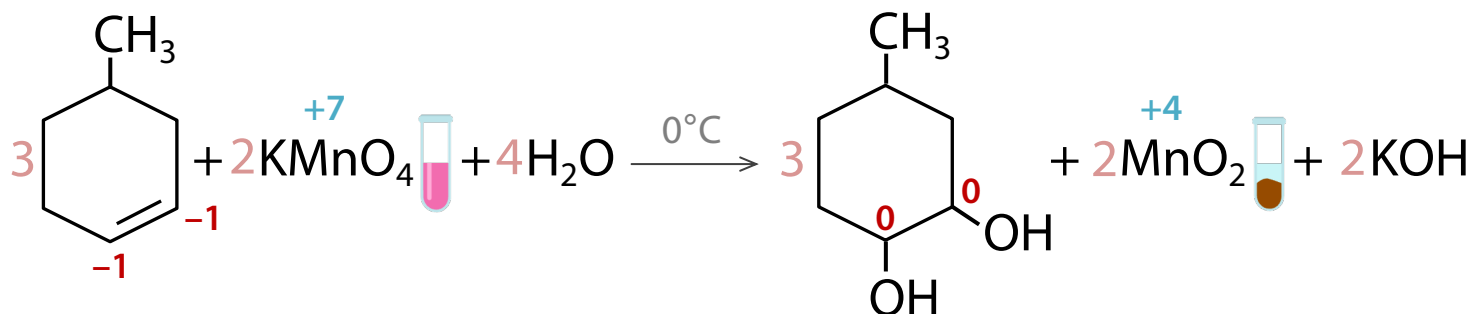


**!** Постоянные коэффициенты при окислении одной C=C связи: 324–322

# Окисление непредельных УВ

## Мягкое окисление

Окисление по Вагнеру. Получение двухатомных спиртов, гликолей.



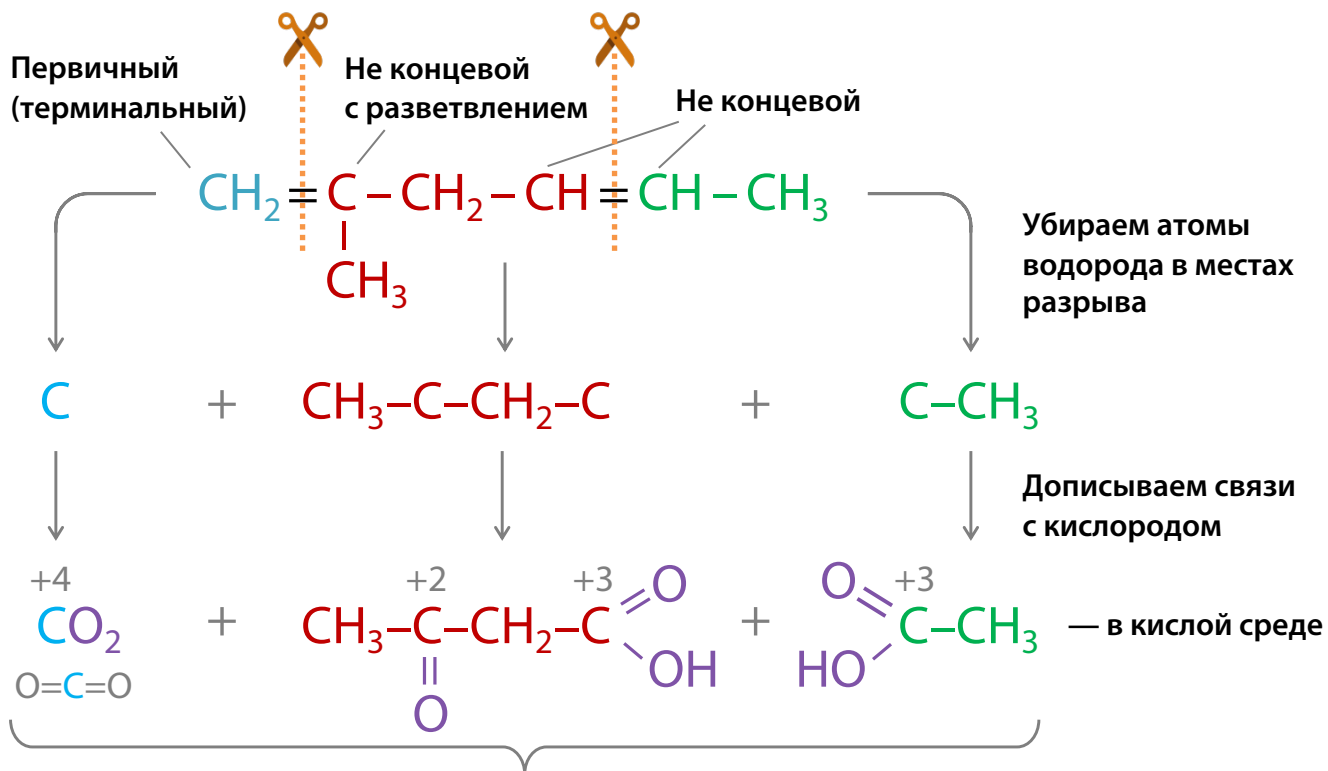
# Окисление непредельных УВ

Непредельные УВ содержат  $\pi$ - и  $\sigma$ -связи в составе молекулы.

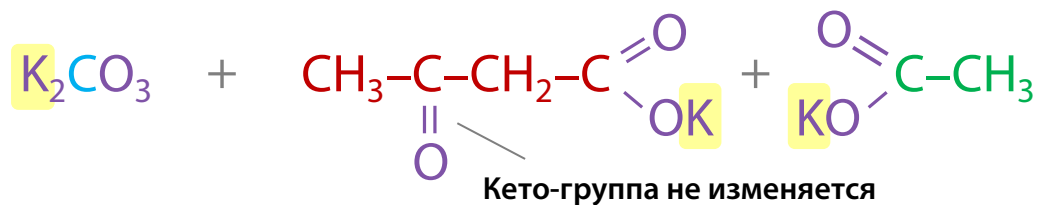
## Жесткое окисление

- Разрыв  $\sigma$  и  $\pi$  «углерод–углеродных» связей в составе молекулы
- Окисление при нагревании, агрессивные условия
- Применяются подкисленные или сильно щелочные растворы  $\text{KMnO}_4$  или  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7/\text{K}_2\text{CrO}_4$

# Схема окисления алкенов



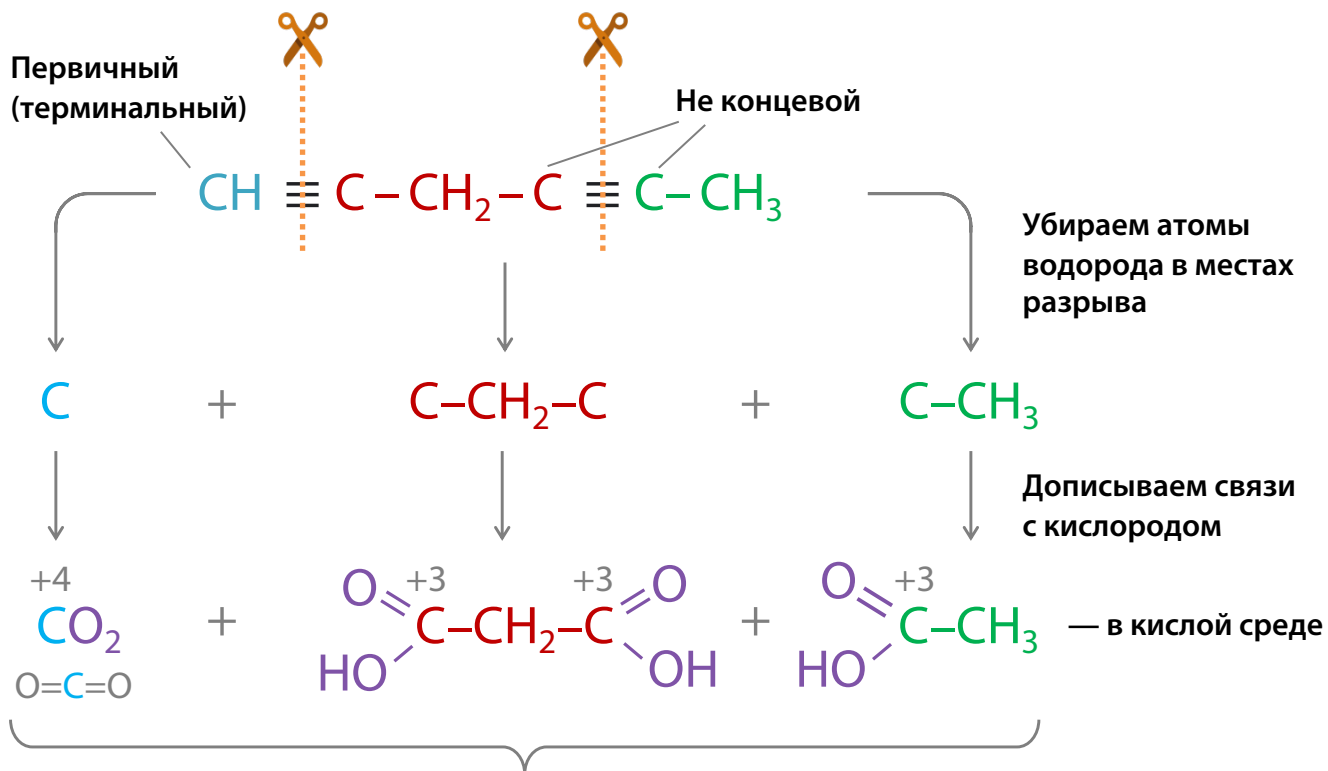
+ KOH: переход в щелочную среду с образованием солей



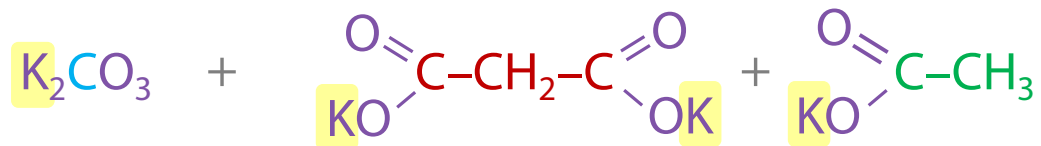
✗ Запоминаем!

При окислении алкенов **можно** **получить** CO<sub>2</sub>, кетон или кислоту!

# Схема окисления алкинов



+ KOH: переход в щелочную среду с образованием солей



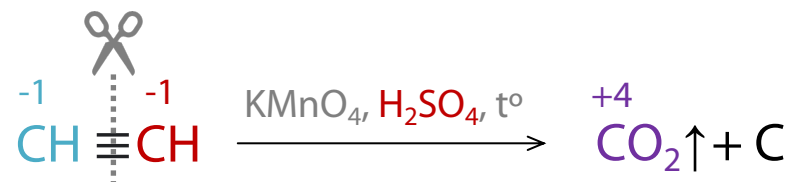
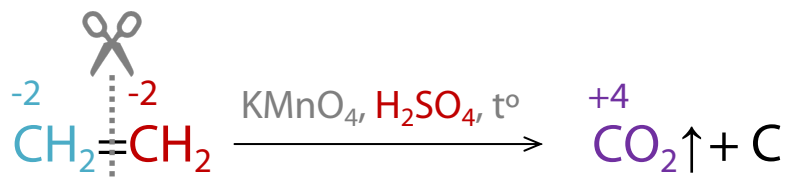
✗ Запоминаем!

При окислении алкинов **можно** **получить** только  $\text{CO}_2$  или кислоту!

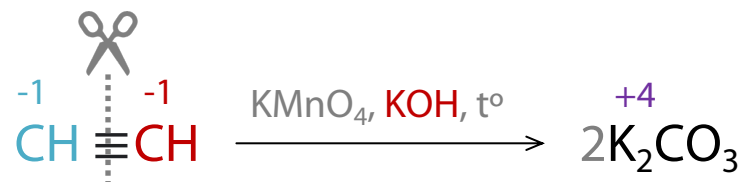
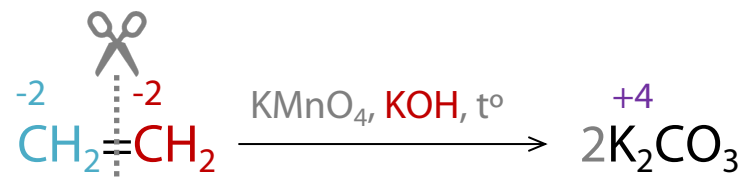
# Окисление этилена и этина

Простейшие алкен и алкин окисляются до углекислого газа или карбонатов в зависимости от среды раствора:

В кислой среде



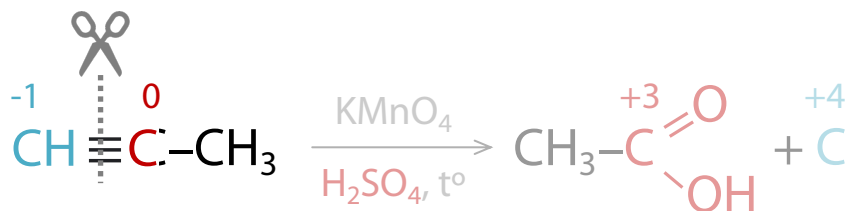
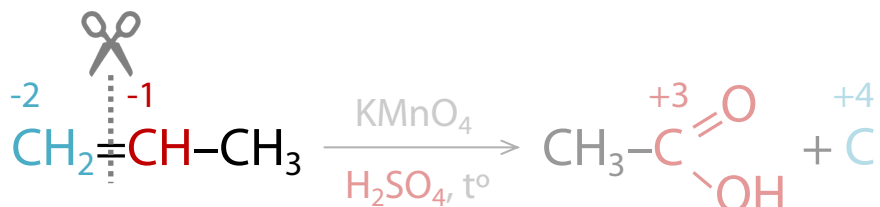
В щелочной среде



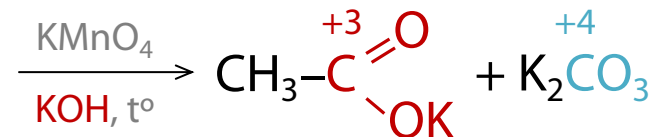
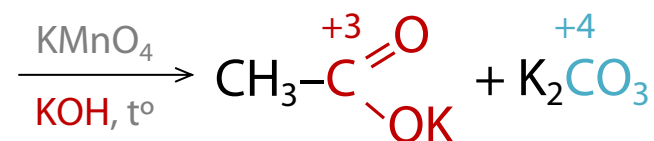
# Окисление пропена и пропина

Помимо углекислого газа в растворе образуется уксусная кислота.  
Или ее соль, в зависимости от среды раствора:

В кислой среде



В щелочной среде

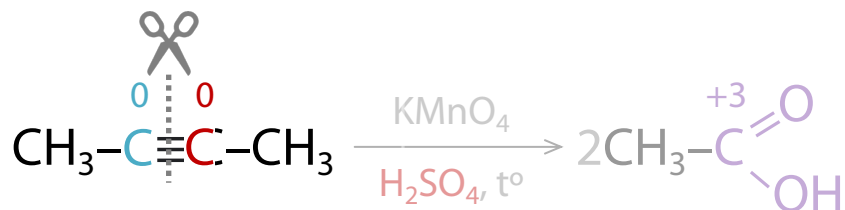
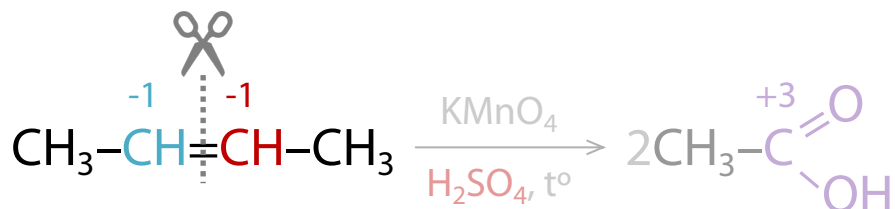




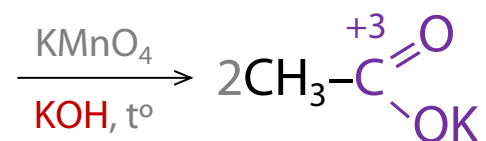
# Окисление бутена-2 и бутина-2

Газообразные продукты отсутствуют. В растворе образуется кислота или ее соль в зависимости от среды:

В кислой среде

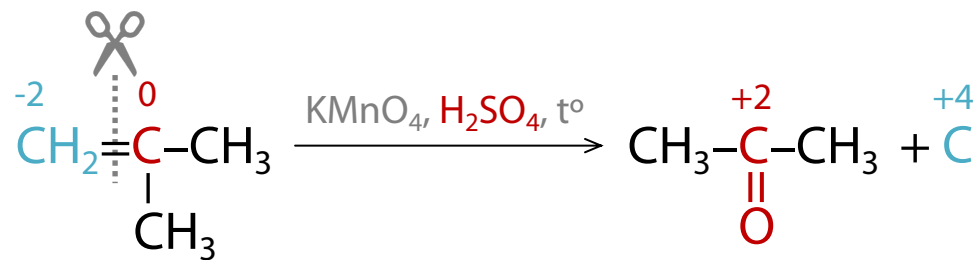
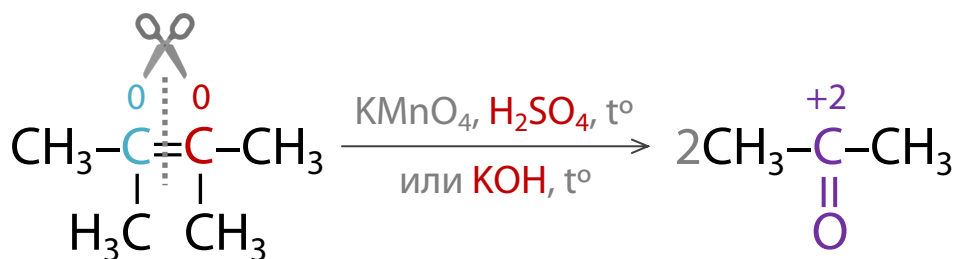


В щелочной среде



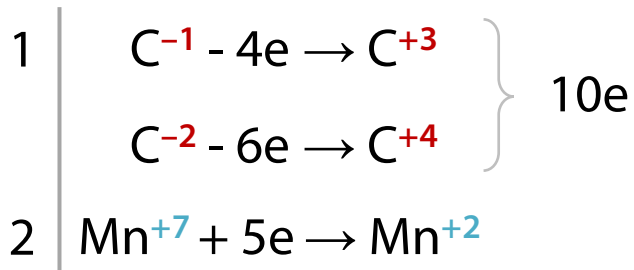
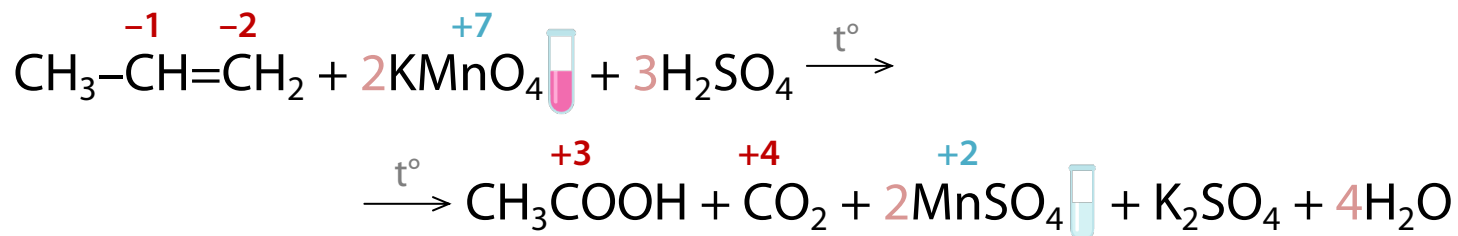
# Окисление разветвленных алкенов

Алкены, имеющие разветвленный скелет и третичные атомы углерода при C=C связи, окисляются с **образованием кетонов**:



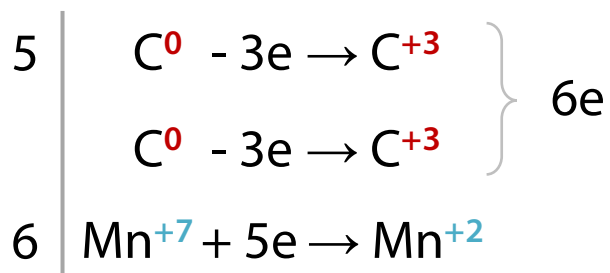
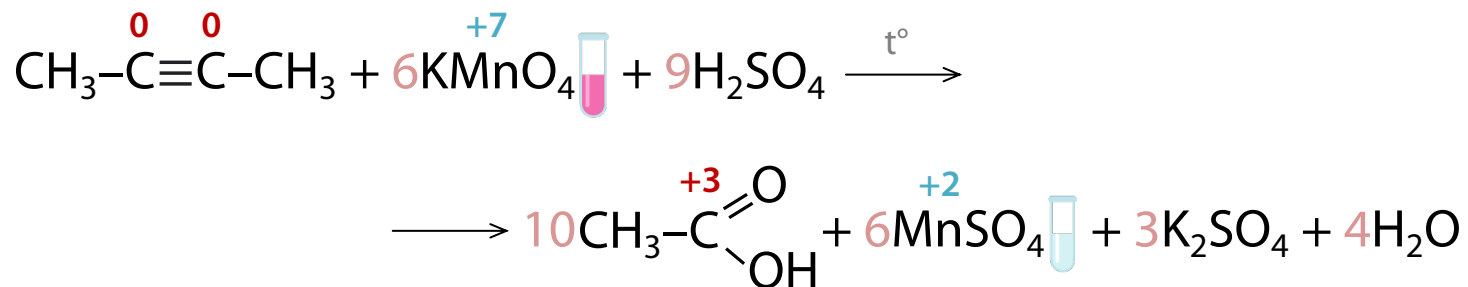
# Составление уравнения реакции

№32 ЕГЭ



# Составление уравнения реакции

№32 ЕГЭ

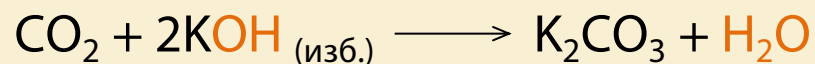
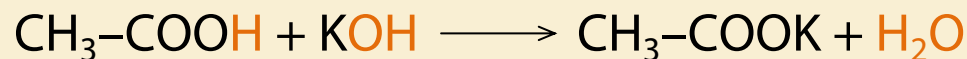
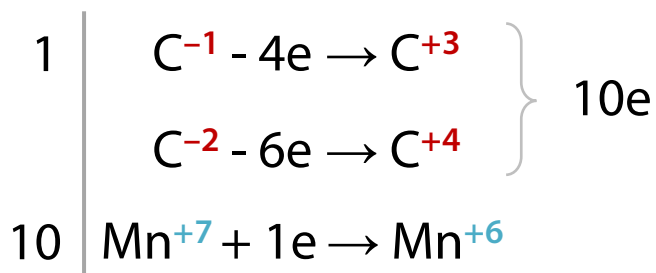
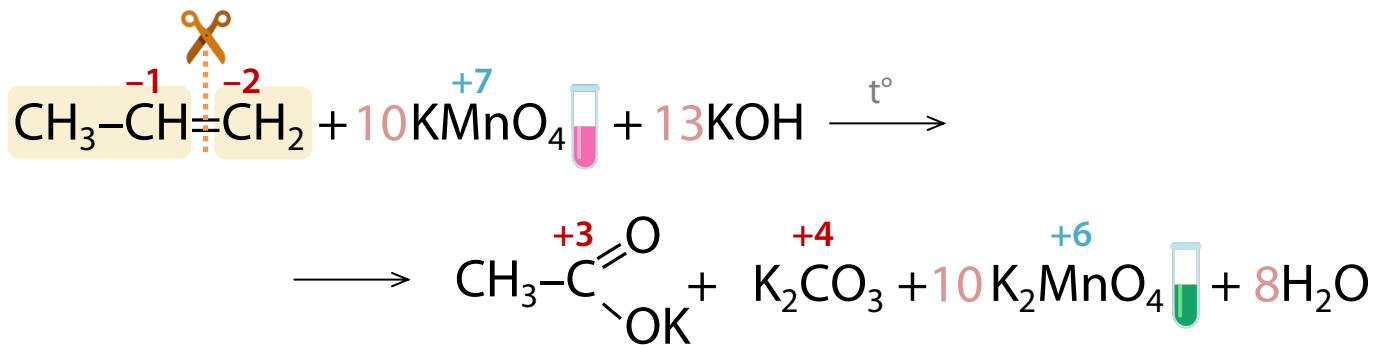


# Составление уравнения реакции

№32 ЕГЭ

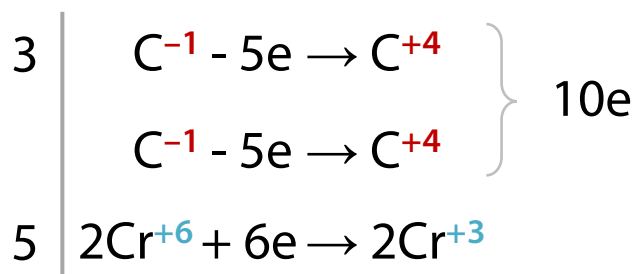
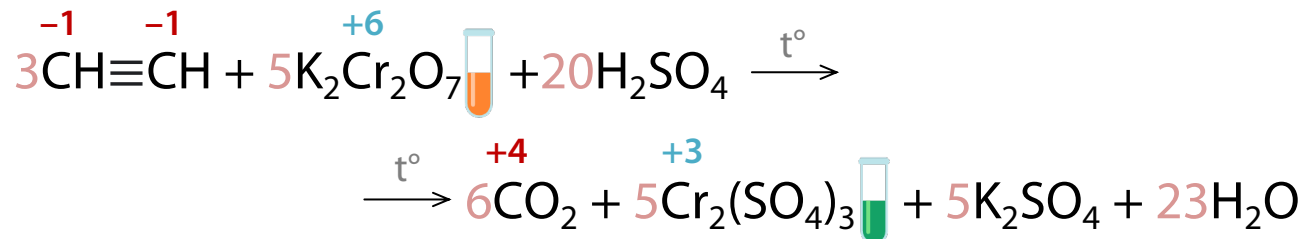


Манганат калия



# Составление уравнения реакции

№32 ЕГЭ



Отличие только в неорганических продуктах и изменении цвета!

# Составление уравнения реакции

№32 ЕГЭ

