



**ОКИСЛИТЕЛЬНО-  
ВОССТАНОВИТЕЛЬНЫЕ  
РЕАКЦИИ  
В ОРГАНИЧЕСКОЙ ХИМИИ**



**«Думать легко, действовать трудно, а превратить мысль в действие — самая трудная вещь на свете» И. Гете**

Окислительно-восстановительные реакции в органической химии представляют наибольший интерес, т.к. селективность перехода из одной степени окисления в другую сильно зависит от правильного выбора реагента и условий проведения реакций.

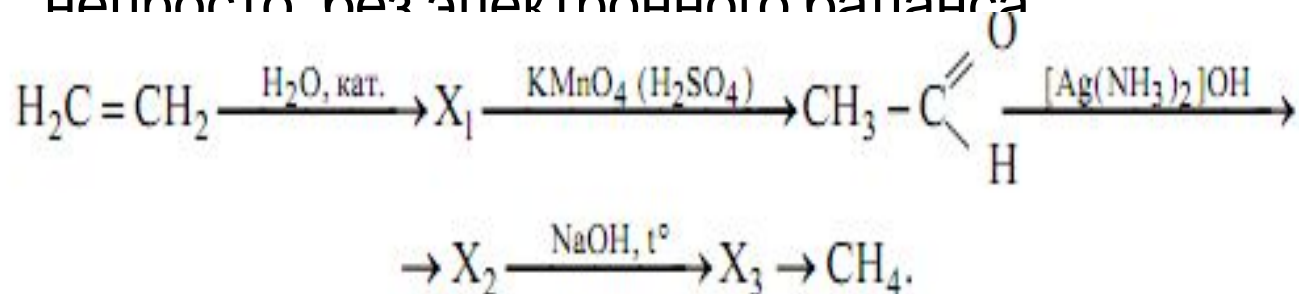
Но ОВР изучают в обязательном курсе химии недостаточно полно. Следует обратить особое внимание учащихся на окислительно-восстановительные процессы, происходящие с участием органических веществ. Это связано с тем, что окислительно-восстановительные реакции в контрольно-измерительных материалах ЕГЭ встречаются не только в заданиях С1 и С2, но и заданиях С3, представляющих цепочку превращений органических веществ.

В школьных учебниках часто окислитель записывают над стрелкой как [O]. Требованием к выполнению таких заданий на ЕГЭ является обязательное обозначение всех исходных веществ и продуктов реакции с расстановкой необходимых коэффициентов. Окислительно-восстановительные реакции традиционно важны, и в то же время изучение в 10 классе, в курсе «Органическая химия» вызывает у учащихся определенные трудности.



# СЗ . Задания этого блока проверяют знания по органической химии

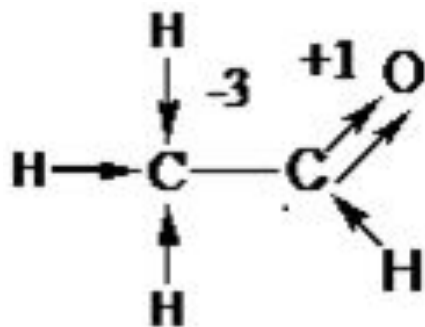
В цепочках превращений органических веществ в подавляющем большинстве заданий встречаются ОВР. Эксперт имеет право начислить балл только в том случае, если записано уравнение, а не схема реакции, т.е. верно расставлены коэффициенты. В реакциях с участием неорганических окислителей (перманганат калия, соединения хрома (VI), пероксид водорода и др.) сделать это бывает непросто без электронного баланса



# Определение степени окисления атомов в молекулах органических соединений

## ПРАВИЛО:

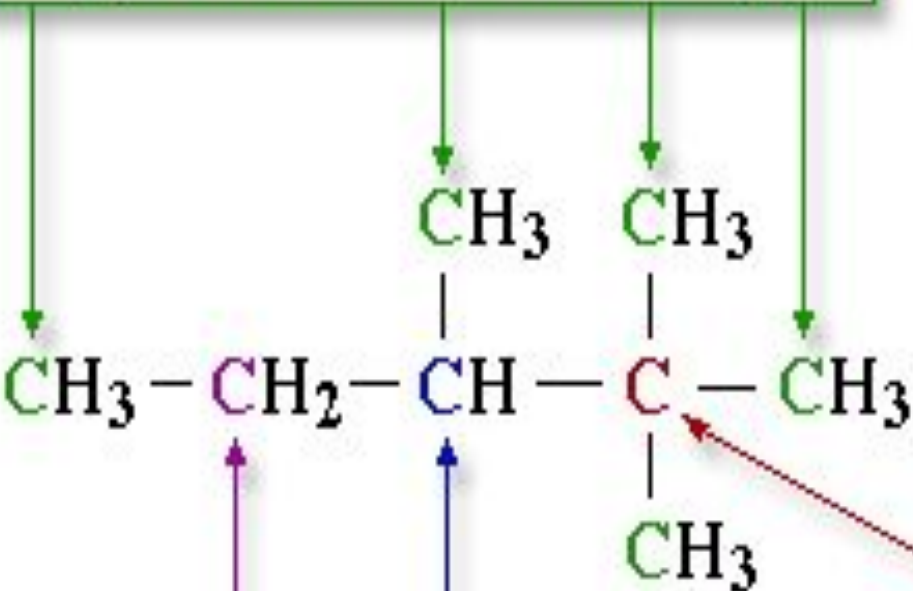
**СО (атома)** = число связей с более ЭО атомами минус число связей с менее ЭО атомами.



# Изменение степени окисления атомов углерода в молекулах органических соединений.

Класс органических соединений	Степень окисления атома углерода							
	-4/-3	-2	-1	0	+1	+2	+3	+4
Алканы	$\begin{array}{c} \text{CH}_4 \\ \text{CH}_3-\text{CH}_3 \end{array}$	$\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CH}_3$	$\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\   \\ \text{C H}_3-\text{C H}-\text{CH}_3 \end{array}$	$\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\   \\ \text{C H}_3-\text{C}-\text{CH}_3 \\   \\ \text{CH}_3 \end{array}$	-	-	-	-
Алкены	-	$\text{CH}_2=\text{CH}_2$	$\text{CH}_3-\text{CH}=\text{CH}_2$		-	-	-	-
Алкины	-	-	$\text{CH}=\text{CH}$	$\text{CH}_3-\text{C}=\text{CH}$	-	-	-	-
Спирты	-	-	$\text{H}_3\text{C}-\text{CH}_2-\text{OH}$	$\begin{array}{c} \text{H}_3\text{C}-\text{C H}-\text{CH}_3 \\   \\ \text{OH} \end{array}$	$\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\   \\ \text{H}_3\text{C}-\text{C}-\text{CH}_3 \\   \\ \text{OH} \end{array}$	-	-	-
Галогеналканы	-	-	$\text{H}_3\text{C}-\text{CH}_2-\text{Cl}$	$\begin{array}{c} \text{H}_3\text{C}-\text{C H}-\text{CH}_3 \\   \\ \text{Cl} \end{array}$	$\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\   \\ \text{H}_3\text{C}-\text{C}-\text{CH}_3 \\   \\ \text{Cl} \end{array}$	-	-	-
Альдегиды и кетоны	-	-	-	-	$\text{H}_3\text{C}-\text{CH}=\text{O}$	$\text{H}_3\text{C}-\text{COCH}_3$	-	-
Карбоновые кислоты	-	-	-	-	-	-	$\text{H}_3\text{C}-\text{COOH}$	-
Продукты полного окисления	-	-	-	-	-	-	-	$\text{CO}_2$

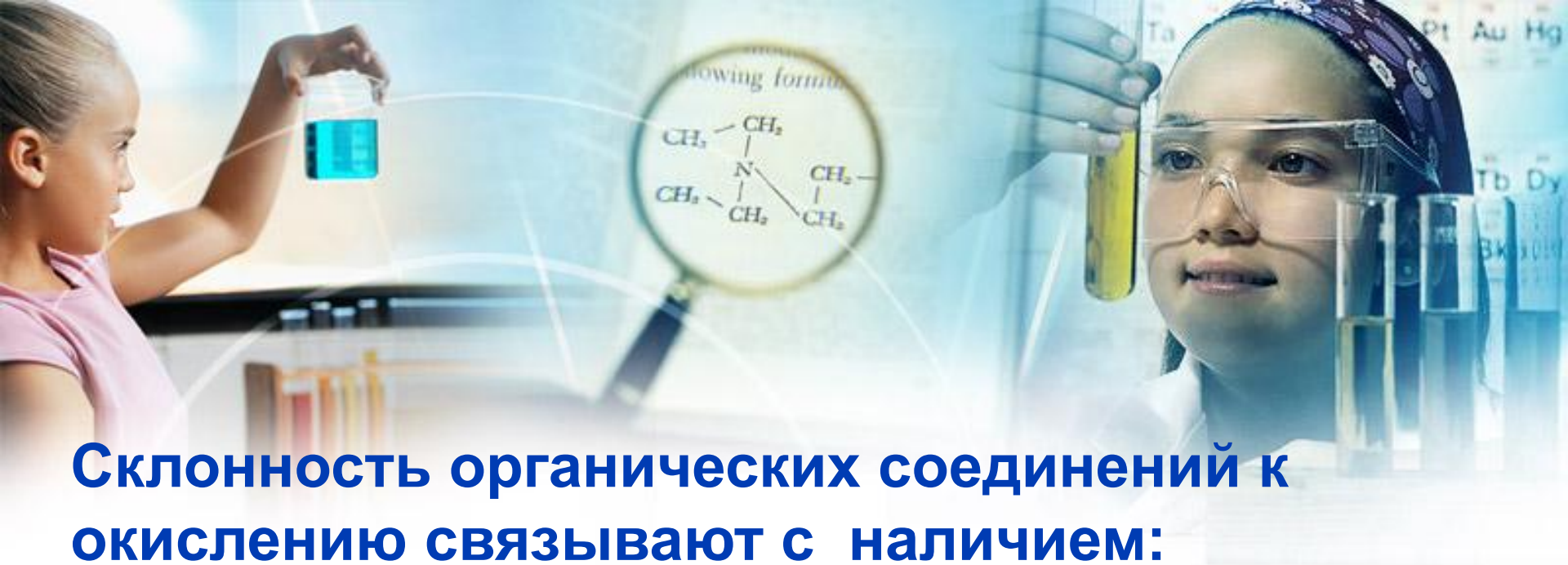
Первичные атомы углерода  
(степень окисления -3)



Вторичный атом углерода  
(степ.окисл. -2)

Третичный атом углерода  
(степ.окисл. -1)

Четвертичный атом углерода  
(степ.окисл. 0)

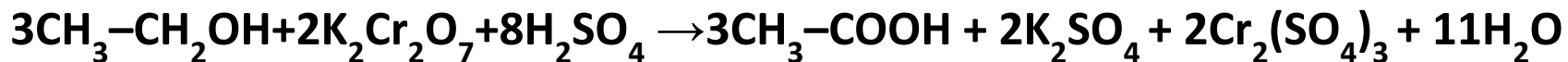
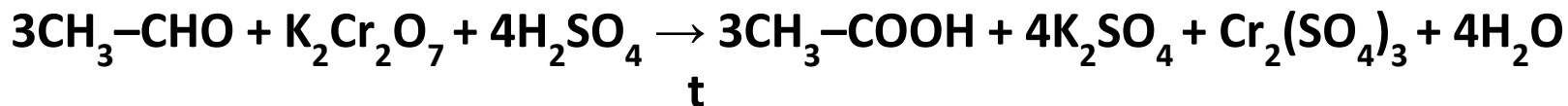


## Склонность органических соединений к окислению связывают с наличием:

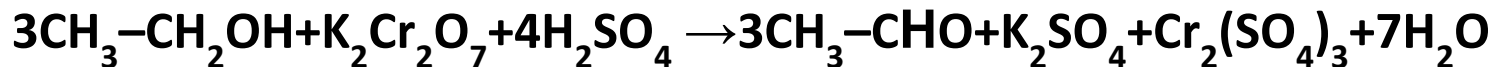
- кратных связей (легко окисляются алкены, алкины, алкадиены);
- функциональных групп, способных легко окисляться ( $-\text{OH}$ ,  $-\text{CHO}$ ,  $-\text{NH}_2$ );
- активированных алкильных групп, расположенных по соседству с кратными связями или бензольным кольцом (например, пропен может быть окислен до непредельного альдегида акролеина, окисление толуола до бензойной кислоты перманганатом калия в кислой среде);
- наличие атомов водорода при атоме углерода, содержащем функциональную группу.

# 1.МЯГКОЕ ОКИСЛЕНИЕ ОРГАНИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ

Для мягкого окисления органических соединений (спиртов, альдегдов, непредельных соединений) используются соединения хрома (VI) – оксид хрома (VI),  $\text{CrO}_3$ , дихромат калия  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$  и др. Как правило, окисление проводится в кислой среде, продуктами восстановления являются соли хрома (III), например:

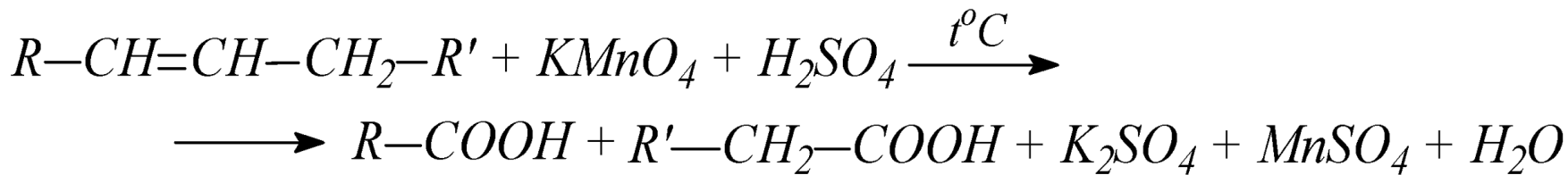
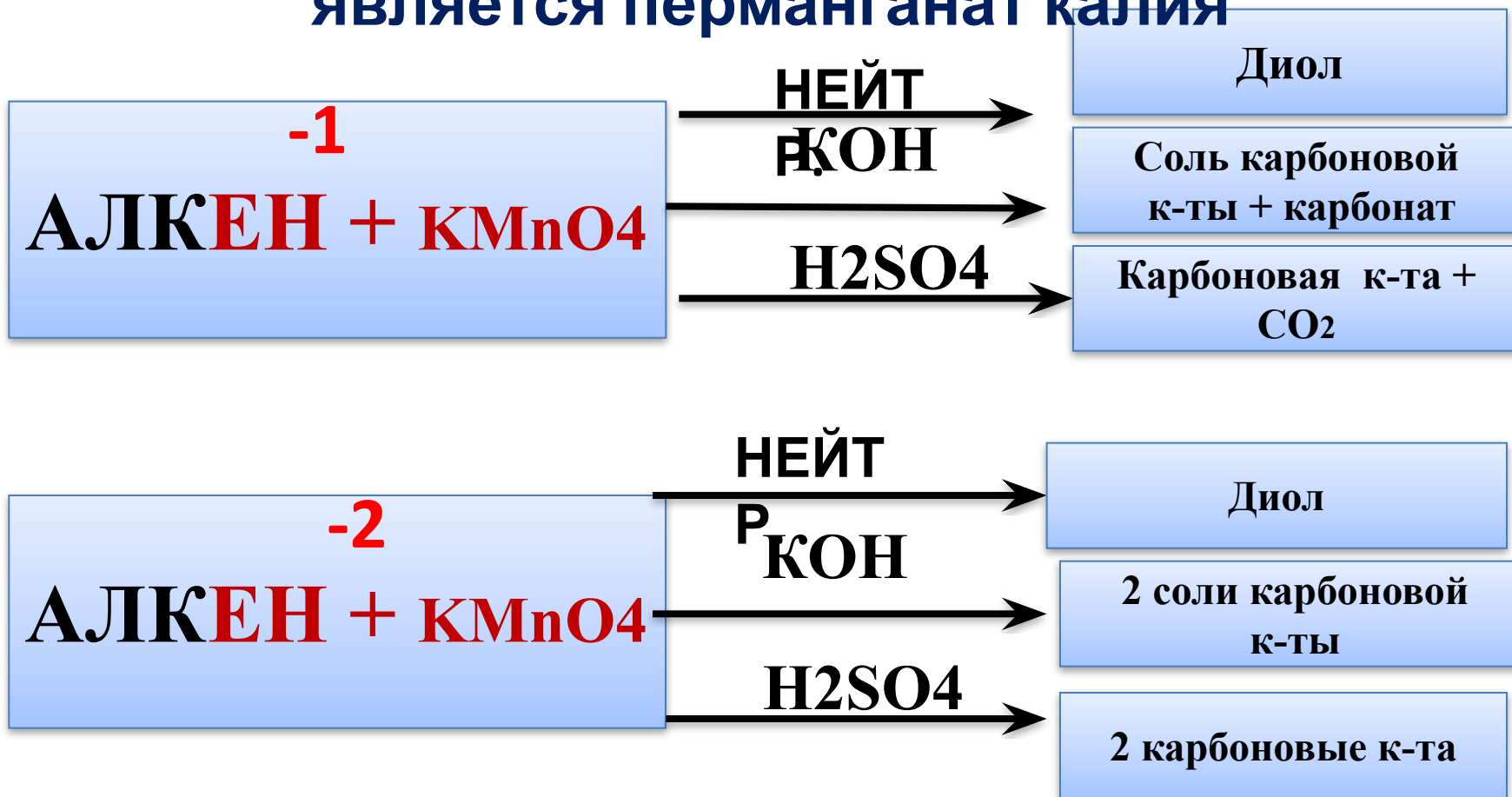


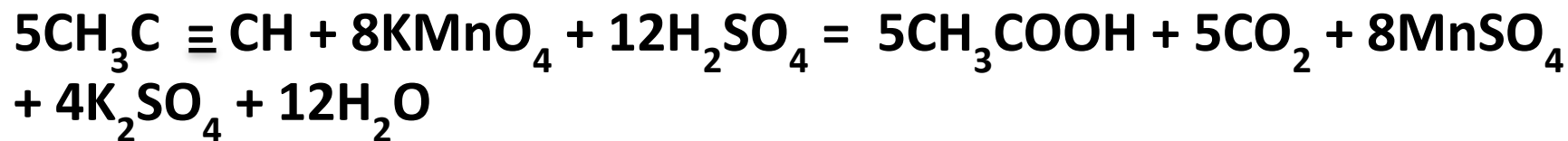
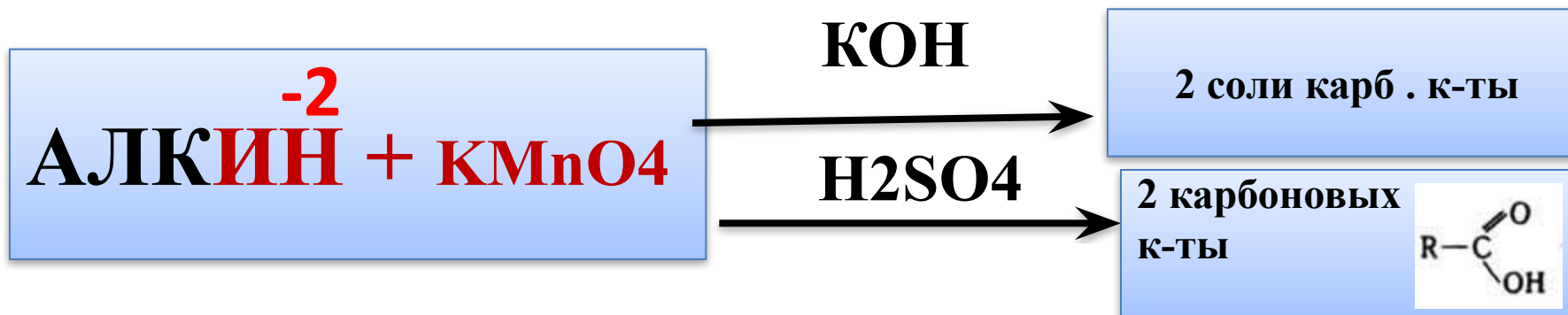
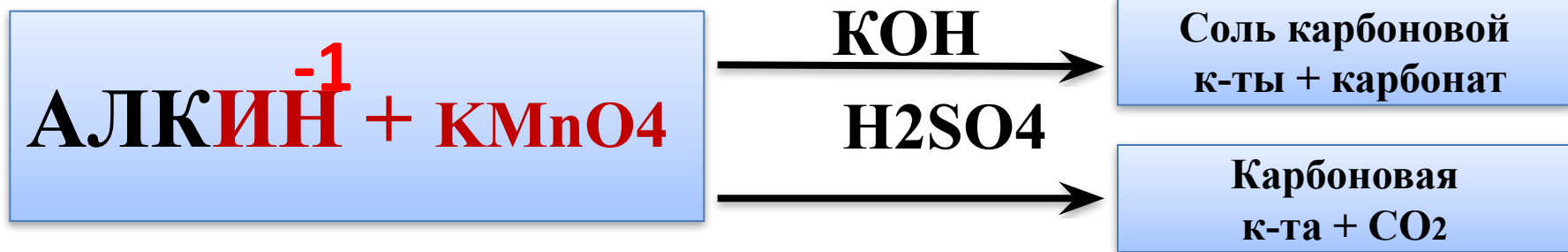
При окислении спиртов дихроматом калия на холоду окисление можно остановить на стадии образования альдегида, при нагревании же образуются карбоновые кислоты:





## 2.3 значительно более сильным окислителем является перманганат калия



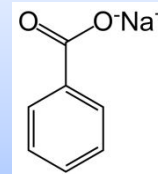


**Гомологи бензола +  
KMnO<sub>4</sub>**

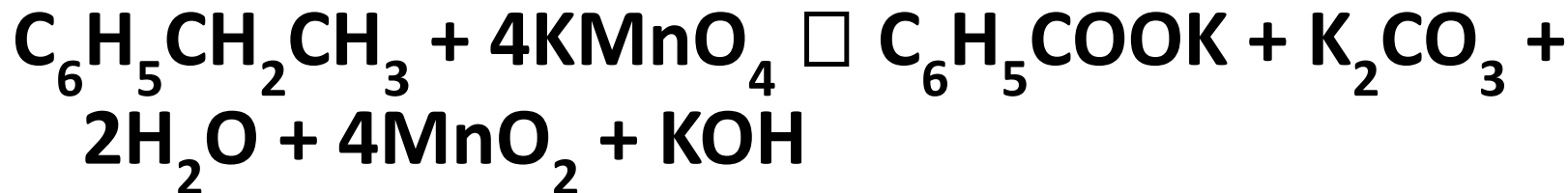
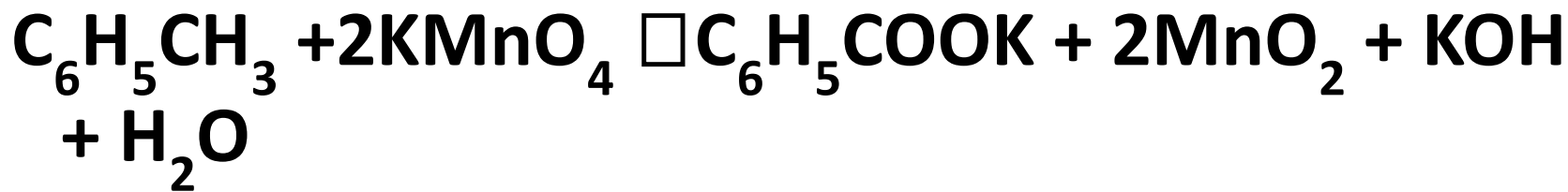
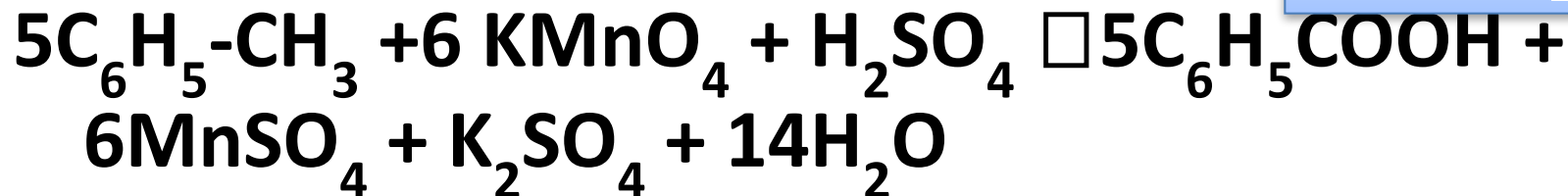
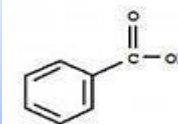
НЕЙТР  
KOH

H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>

**Бензоат**



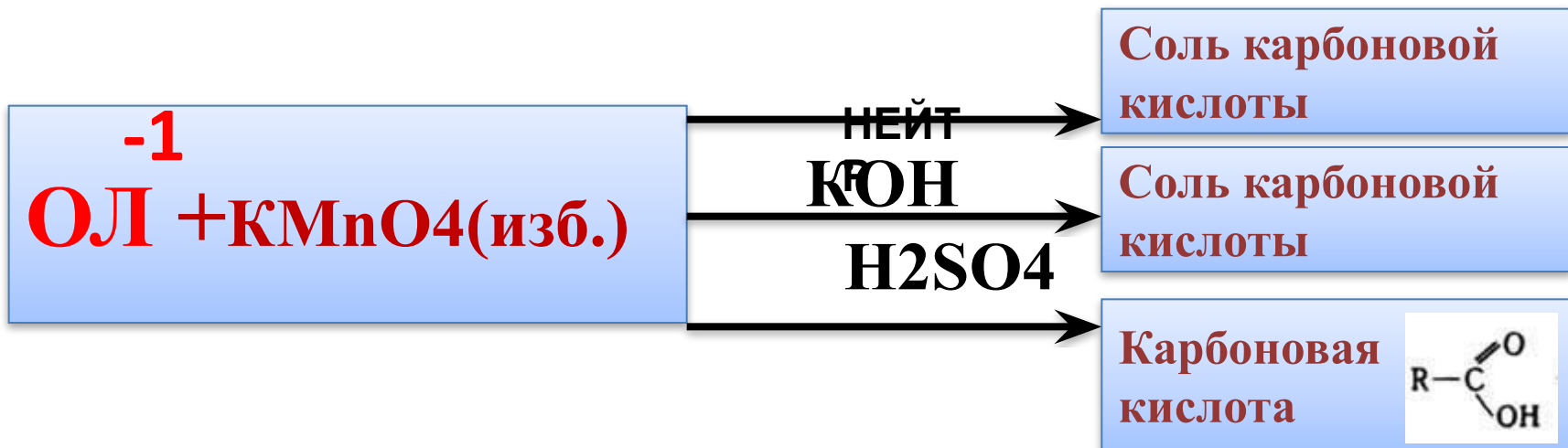
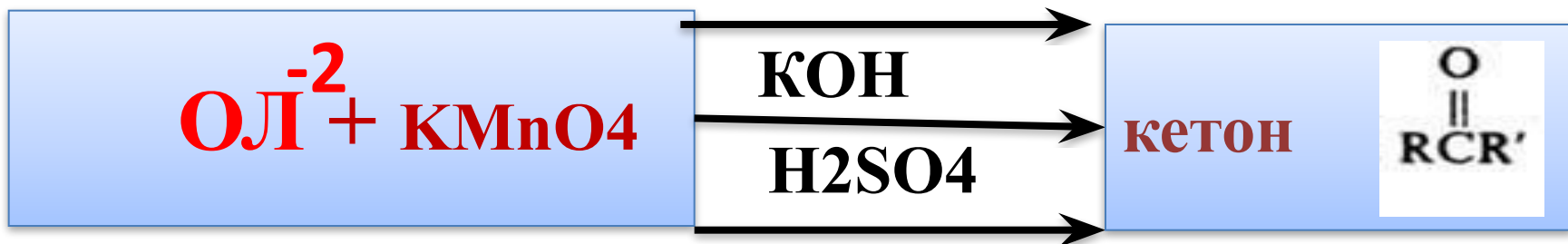
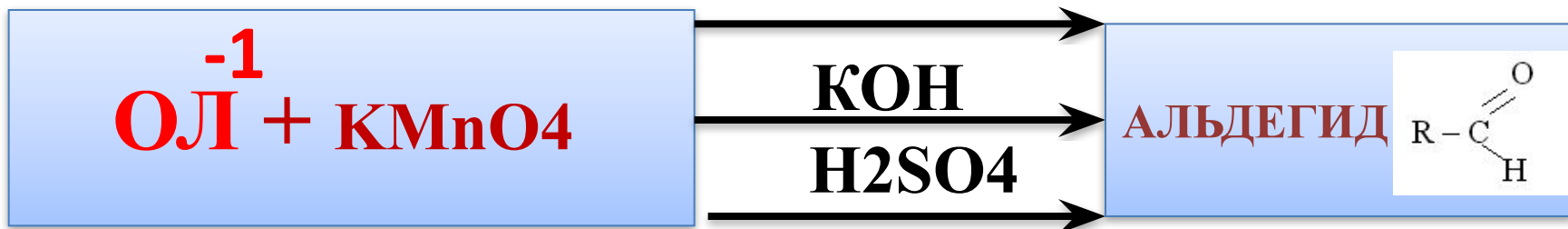
**бензойная  
кислота**

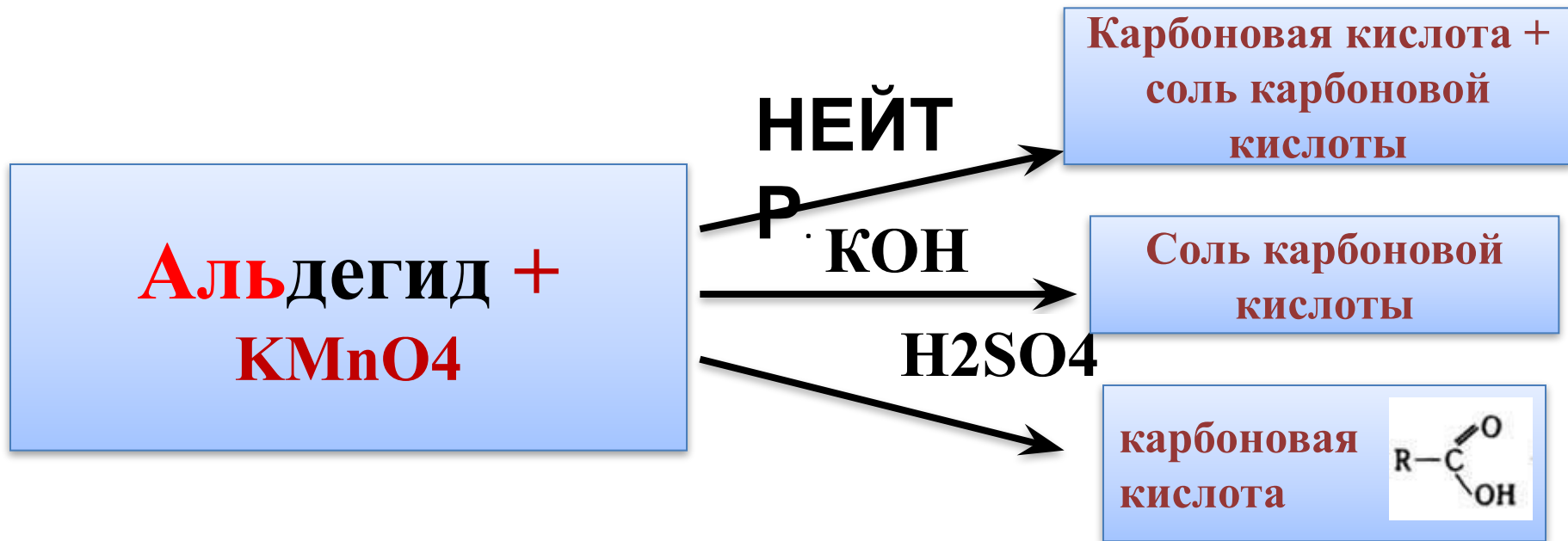


# Окислительно-восстановительные свойства кислородсодержащих

	$\xleftarrow{\text{восстановление}}$ $\xrightarrow{\text{окисление}}$			
Число С-С связей окисляемого С-атома	СПИРТ	КАРБОНИЛЬНОЕ СОЕДИНЕНИЕ	КАРБОНОВАЯ КИСЛОТА	УГЛЕКИСЛЫЙ ГАЗ
0	$\text{H}_3\text{C}-\text{OH}$ метанол	$\text{H}-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{H}$ формальдегид	$\text{H}-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{OH}$ кислота муравьиная	$\text{O}=\text{C}=\text{O}$ углекислый газ
1	$\text{R}_1-\text{CH}_2-\text{OH}$ первичный	$\text{R}_1-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{H}$ альдегид	$\text{R}_1-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{OH}$ кислота карбоновая	—
2	$\begin{array}{c} \text{R}_1-\text{CH}-\text{OH} \\   \\ \text{R}_2 \end{array}$ вторичный	$\begin{array}{c} \text{R}_1-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}} \\   \\ \text{R}_2 \end{array}$ кетон	—	—
3	$\begin{array}{c} \text{R}_3 \\   \\ \text{R}_1-\text{C}-\text{OH} \\   \\ \text{R}_2 \end{array}$ третичный	—	—	—

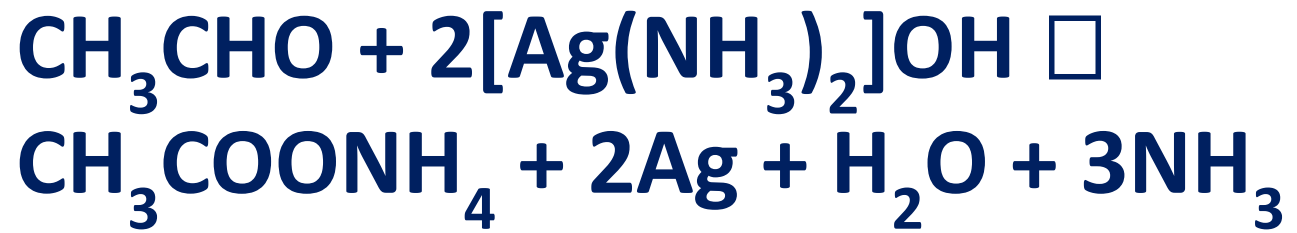
Окислителями спиртов чаще всего являются оксид меди (II) или перманганат калия, а окислителями альдегидов и кетонов - гидроксид меди (II), аммиачный раствор оксида серебра и другие окислители







**Альдегиды – довольно  
сильные восстановители, и  
поэтому легко окисляются  
различными окислителями**



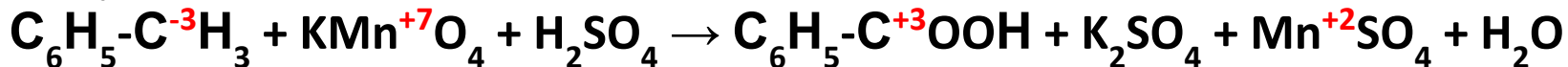
# Алгоритм подбора коэффициентов

Поскольку в задании 63 при составлении уравнения ОВР не требуется написания уравнений электронного баланса, подбирать коэффициенты удобно методом подстрочного баланса – упрощенным способом баланса электронного.

1. Составляется схема ОВР. Например, для окисления толуола до бензойной кислоты подкисленным раствором перманганата калия схема реакции такова:



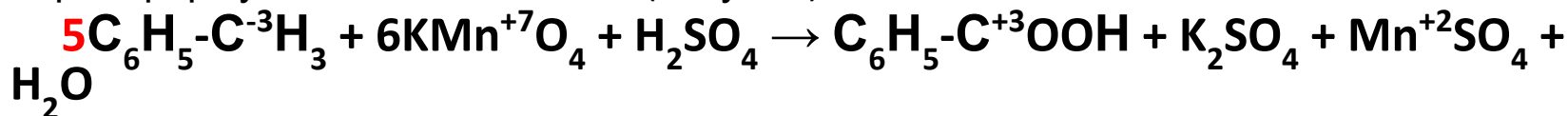
2. Указываются с.о. атомов. С.о. атома углерода определяется по приведенному выше способу.



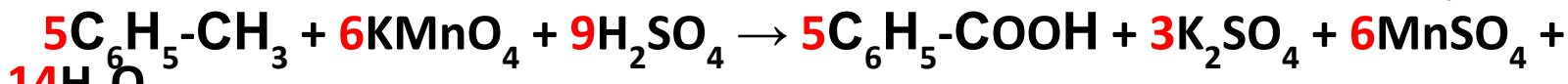
3. Число электронов, отданных атомом углерода (6), записывается как коэффициент перед формулой окислителя (перманганата калия):



4. Число электронов, принятых атомом марганца (5), записывается как коэффициент перед формулой восстановителя (толуола):



5. Важнейшие коэффициенты на месте. Дальнейший подбор не составляет труда:



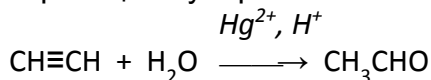


# Пример тестового задания(СЗ)

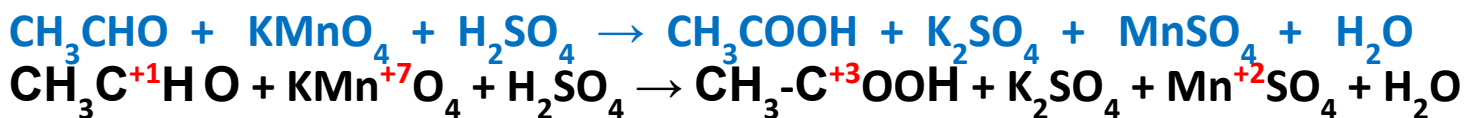
1. Напишите уравнения реакций, с помощью которых можно осуществить следующие превращения:



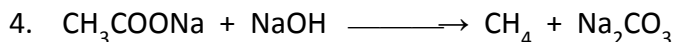
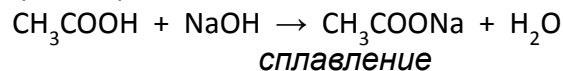
1. реакция Кучерова.



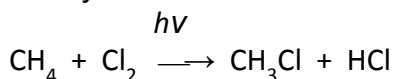
2. Альдегиды легко окисляются до карбоновых кислот, в том числе таким сильным окислителем, как перманганат калия в кислой среде.

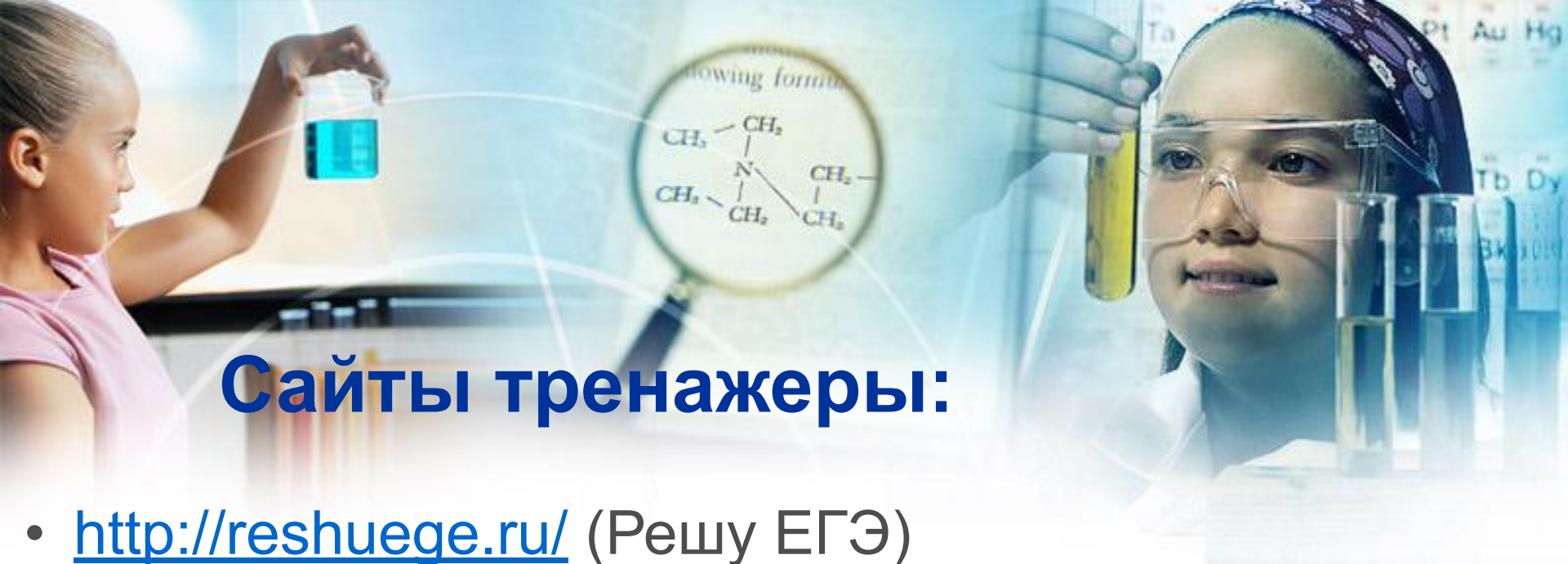


3. Для выполнения следующего звена цепочки необходимо оценить вещество  $X_2$  с двух позиций: во-первых, оно в одну стадию образуется из уксусной кислоты, во-вторых, из него можно получить метан. Это вещество – ацетат щелочного металла. Записываются уравнения третьей и четвертой реакций.



5. Условия протекания следующей реакции (свет) однозначно указывают на ее радикальный характер. С учетом указанного соотношения реагентов (эквимольное) записывается уравнение последней реакции:





## Сайты тренажеры:

- <http://reshuege.ru/> (Решу ЕГЭ)
- <http://4ege.ru/himiya/4181-demoversiya-ege-po-himi-i-2014.html> (ЕГЭ портал)
- <http://www.alleng.ru/edu/chem3.htm>  
(Образовательные ресурсы Интернета - Химия)
- <http://ege.yandex.ru/> (онлайн-тесты)



Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	Ga	Ge	As
Y	Zr	Nb	Mo	Tc	Ru	Rh	Pd	Ag	Cd	In	Sn	Sb
	Ta						Pt	Au	Hg	Tl	Pb	Bi

Tb	Dy	Ho	Er	Tm
Bk	Cf	Es	Fm	Md



**СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ!**