

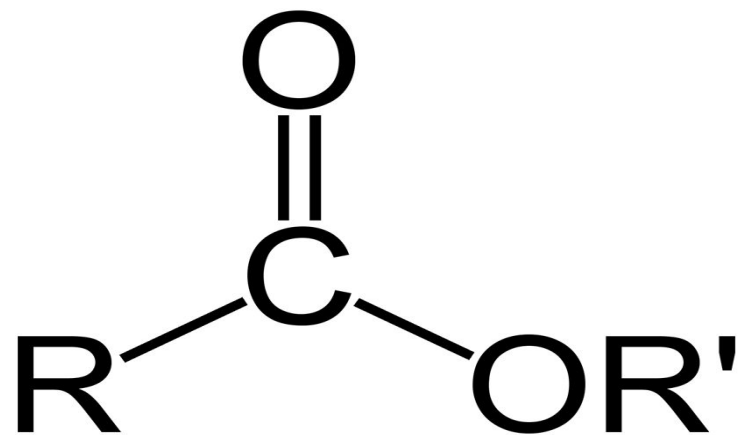
# Сложные эфиры

Составитель: И.Н. Пиялкина,  
учитель химии МБОУ СОШ №  
37 города Белово



# Определение

- Производные карбоновых кислот, в которых атом водорода карбоксильной группы замещен на углеводородный радикал, называют **сложными эфирами**



# Номенклатура

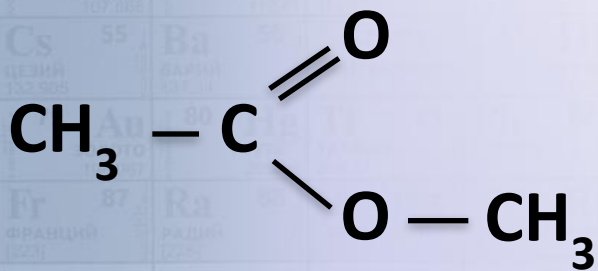
## Формулы и названия некоторых представителей

Формула	Систематическое название	Традиционное название
$\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{H}-\text{C} \\ \backslash \\ \text{O}-\text{CH}_3 \end{array}$	Метилформиат	Метиловый эфир муравьиной кислоты, или метилово-муравьиный эфир
$\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{CH}_3-\text{C} \\ \backslash \\ \text{O}-\text{C}_2\text{H}_5 \end{array}$	Этилацетат	Этиловый эфир уксусной кислоты, или уксусно-этиловый эфир
$\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{C}_2\text{H}_5-\text{C} \\ \backslash \\ \text{O}-\text{CH}_3 \end{array}$	Метилпропиат	Пропионово-метиловый эфир

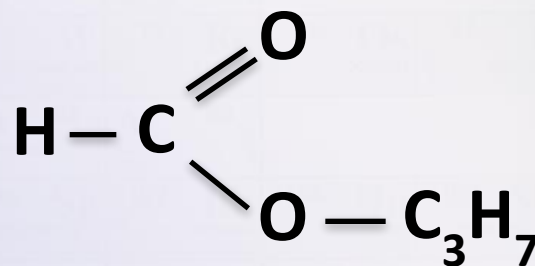
В общей формуле сложных эфиров можно **R** и **R'** – углеводородные радикалы (для эфиров **муравьиной** кислоты R – **атом водорода**). Широко используют несколько типов названий сложных эфиров. Самые длинные происходят от названия соответствующий кислоты с указанием углеводородного заместителя, например, бутиловый эфир уксусной кислоты, изопропиловый эфир масляной кислоты. В русском языке приняты названия, состоящие из двух слов: уксуснобутиловый эфир, масляноизопропиловый

# Номенклатура

Если используют тривиальное название исходной кислоты, то в название соединения включают слово «эфир»



метилвый  
уксусной  
эфир  
кислоты

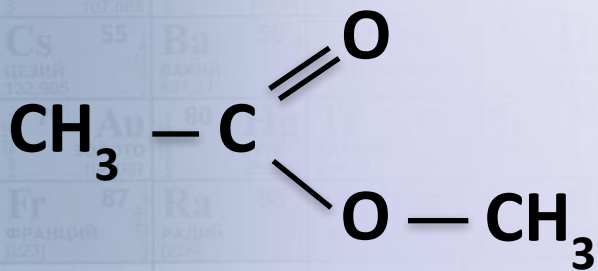


пропиловый  
муравьиной  
эфир  
кислоты



# Номенклатура

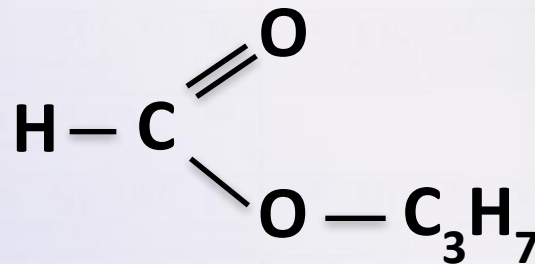
Названия сложных эфиров производят от названия углеводородного радикала и названия соли кислоты, например, муравьиная – формиат, уксусная – ацетат, пропионовая – пропионат, масляная – бутаноат и т.д.



мети ацета

л

т



пропи формиа

л

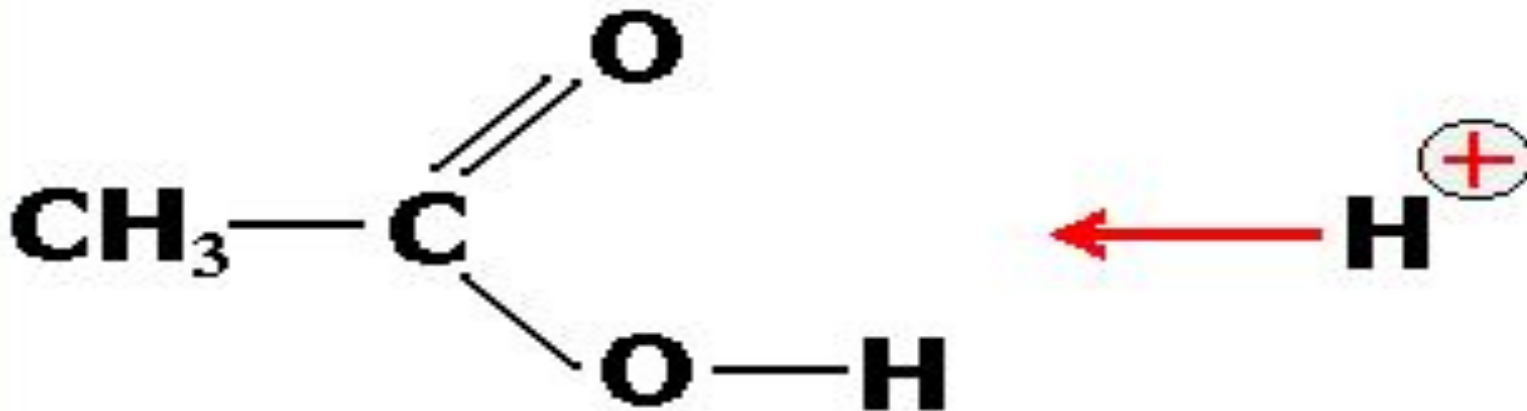
т



# Изомерия

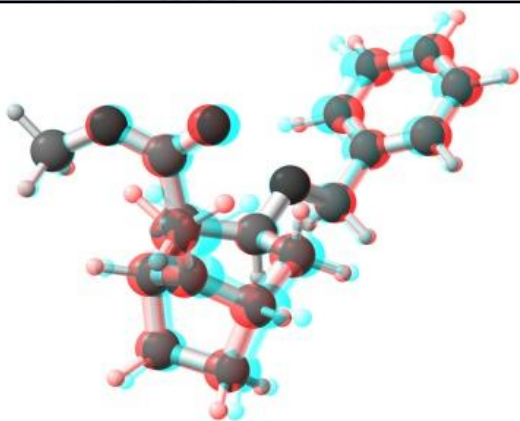
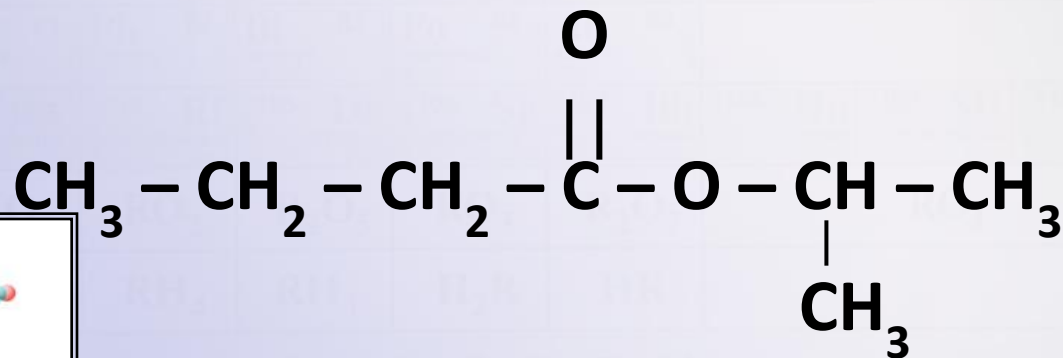
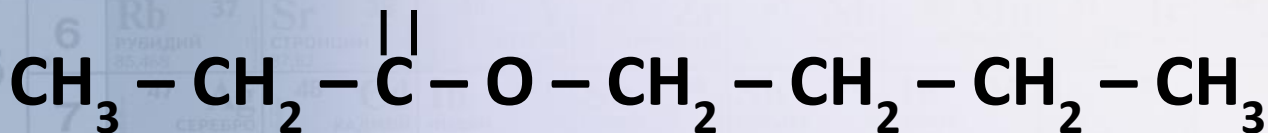
Сложные эфиры являются межклассовыми изомерами карбоновых кислот для насыщенных R и R' имеют общую формулу  $C_n H_{2n} O_2$ .

Собственность сайта <http://schoolchemistry.by.ru>



# Изомерия

Им свойственна **структурная изомерия**. Структурная изомерия может быть связана с длиной углеродной цепи (приведенные ниже эфиры изомерны) в заместителях и строением углеродного скелета



**НАЗОВИТЕ !**

# Физические свойства

Сложные эфиры с относительно небольшой молекулярной массой представляют собой легко воспламеняющиеся жидкости с невысокими температурами кипения, имеют различные запахи. Они практически нерастворимы в воде и имеют более низкие температуры кипения, чем изомерные им карбоновые кислоты. Это связано с тем, что в молекулах сложных эфиров отсутствуют межмолекулярные водородные связи.



**цветы**



**воск**



**фрукт**



# Классификация и состав сложных эфиров

Когда число атомов С в исходных карбоновой кислоте и спирте не превышает **6–8**, соответствующие сложные эфиры представляют собой бесцветные **маслянистые жидкости**, чаще всего с **фруктовым запахом**. Они составляют группу фруктовых эфиров. Если в образовании сложного эфира участвует **ароматический спирт** (содержащий ароматическое ядро), то такие соединения обладают, как правило, не фруктовым, а **цветочным запахом**. Все соединения этой группы практически нерастворимы в воде, но легко растворимы в большинстве органических растворителей. Интересны эти соединения широким спектром приятных ароматов ([см. табл. 1](#)), некоторые из них вначале были выделены из растений, а позже

# Классификация и состав сложных эфиров

При увеличении размеров органических групп, входящих в состав сложных эфиров, до  $C_{15-30}$  соединения приобретают консистенцию пластичных, легко размягчающихся веществ. Эту группу называют восками, они, как правило, не



Пчелиный воск  
 $CH_3(CH_2)_{14}-CO-OCH_2(CH_2)_{29}CH_3$

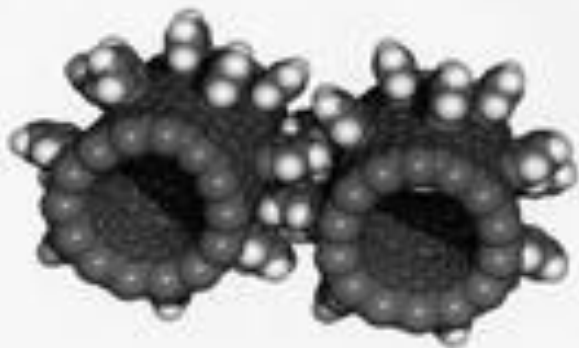
Искусственный  
воск



# Воска

**Воска** - сложные эфиры одиночных жирных кислот и одноатомных спиртов с длинной углеводородной цепочкой.

**Пчелиный воск** содержит смесь различных сложных эфиров, один из компонентов воска, который удалось выделить и определить его состав, представляет собой мирициловый эфир пальмитиновой кислоты  $C_{15}H_{31}COOC_{31}H_{63}$ . **Китайский воск** (продукт выделения кошенили – насекомых Восточной Азии) содержит цериловый эфир церотиновой кислоты  $C_{25}H_{51}COOC_{26}H_{53}$ . Кроме того, воски содержат и свободные карбоновые кислоты и спирты, включающие большие органические группы. Воски не смачиваются водой, растворимы в бензоле.



Молекула воска

# Классификация и состав сложных эфиров

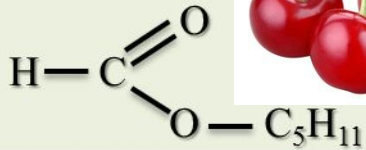
Третья группа – жиры. В отличие от предыдущих двух групп на основе одноатомных спиртов  $\text{RON}$ , все **жиры** представляют собой сложные эфиры, образованные из трехатомного спирта глицерина  $\text{HOCH}_2\text{-CH(OH)-CH}_2\text{OH}$ . **Карбоновые кислоты**, входящие в состав жиров, как правило, имеют углеводородную цепь с **9–19** атомами углерода.



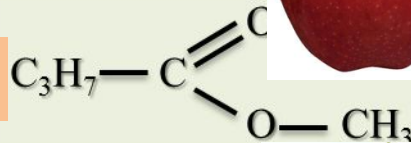
Таблица 1

**НЕКОТОРЫЕ СЛОЖНЫЕ ЭФИРЫ**, обладающие фруктовым или цветочным ароматом (фрагменты исходных спиртов в формуле соединения и в названии выделены жирным шрифтом)

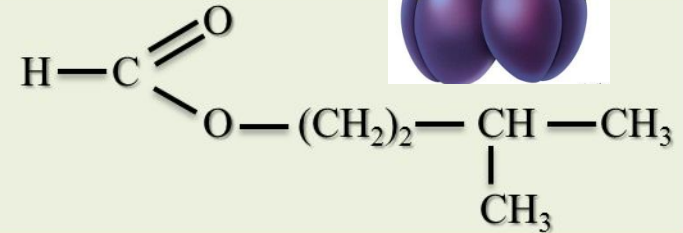
<u>Формула сложного эфира</u>	<u>Название</u>	<u>Аромат</u>
$\text{CH}_3\text{COOC}_4\text{H}_9$	Бутилацетат	грушевый
$\text{C}_3\text{H}_7\text{COOCH}_3$	Метилловый эфир масляной кислоты	яблочный
$\text{C}_3\text{H}_7\text{COOC}_2\text{H}_5$	Этиловый эфир масляной кислоты	ананасовый
$\text{C}_4\text{H}_9\text{COOC}_2\text{H}_5$	Этиловый эфир изовалериановой кислоты	малиновый
$\text{C}_4\text{H}_9\text{COOC}_5\text{H}_{11}$	Изоамиловый эфир изовалериановой кислоты	банановый
$\text{CH}_3\text{COOCH}_2\text{C}_6\text{H}_5$	Бензилацетат	жасминовый



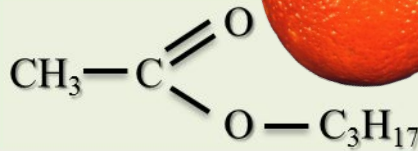
**амилформиат**



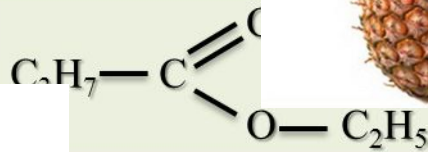
**метилбутират**



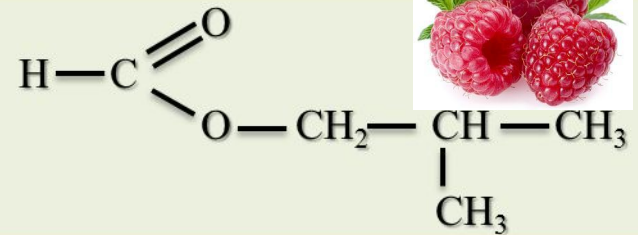
**изоамилформиат**



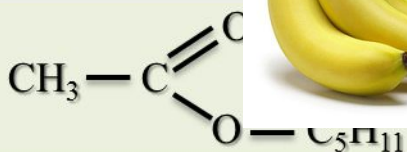
**октилацетат**



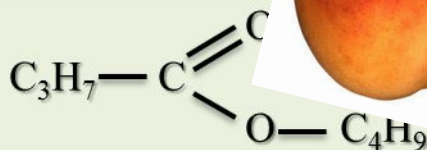
**тилбутират**



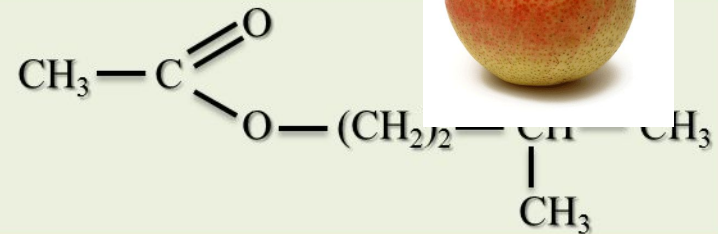
**изобутилформ**



**амилацетат**



**бутилбутират**



**изоамилацетат**

# "Одежда украшает внешность, а духи отражают внутренний мир..."

Жак Польж, парфюмер фирмы Шанель

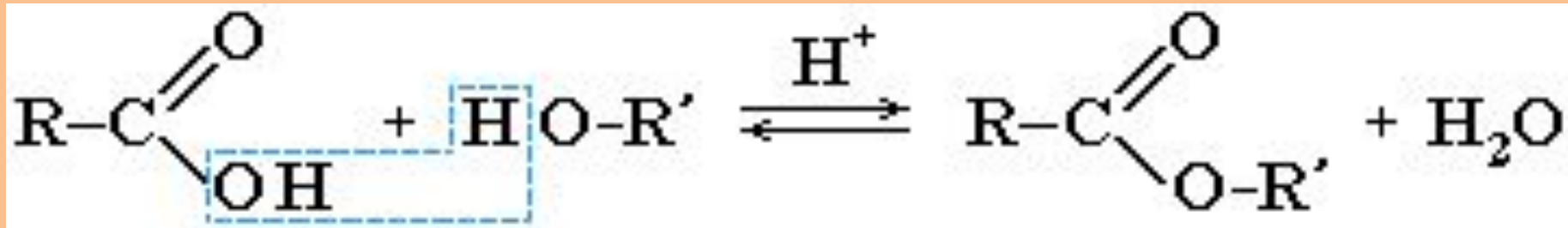
## Виды запахов:

- о **ГОРЬКИЕ**: герань, лимон, мандарин, пион, сирень, флердоранж (цветок апельсина).
- о **ТОНКИЕ**: акация, гелиотроп, ирис, левкой, магнолия, мимоза, настурция, пион, роза.
- о **СЛАДКОВАТЫЕ**: акация, мандарин, тубероза, ваниль.
- о **ЗЕЛЕННЫЕ**: гвоздика, фиалка (листья), нарцисс, гальбанум (смола), мирра.
- о **ТЕПЛЫЕ**: акация, душистый горошек, персик, сандал, тубероза, жимолость, животные запахи.
- о **ГУСТЫЕ, ТЯЖЕЛЫЕ**: гвоздика, ладан, лилия, пачули, тубероза, ладан.
- о **ПРЯНЫЕ**: жасмин, пачули, цикламен, корица, гвоздика, ветивер (корни), ладан.
- о **ЗАПАХ КОЖИ, ТАБАКА** получают из бессмертника.
- о **ЖИВОТНЫЕ запахи**: Серая амбра-железа кашалота выделяет секрет, который дает живой, теплый



## Способы получения

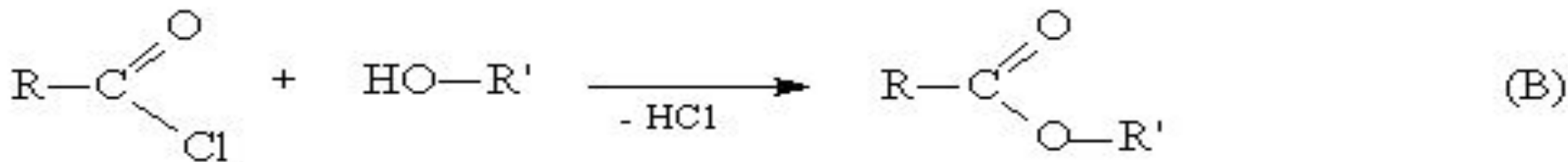
- Сложные эфиры могут быть получены при взаимодействии карбоновых кислот со спиртами (**реакция этерификации**)



- Катализаторами являются минеральные кислоты.

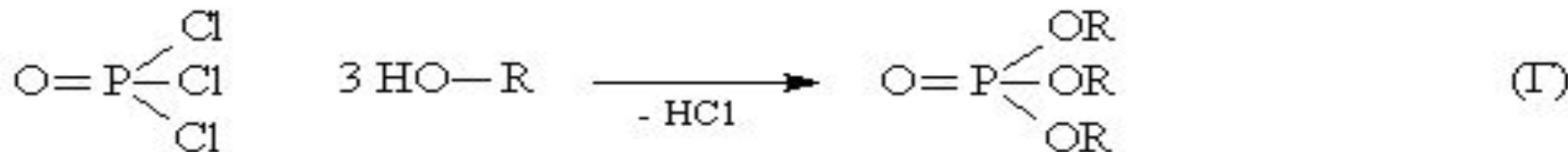


# Способы получения



хлорангидрид  
карбоновой  
кислоты

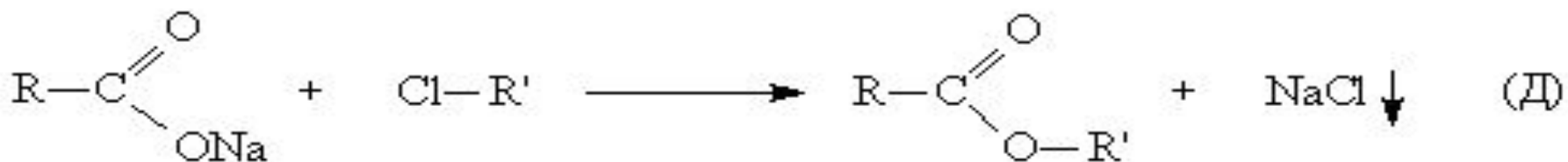
сложный  
эфир



хлорангидрид  
фосфорной  
кислоты

триалкилфосфат

## Алкилирование солей карбоновых кислот

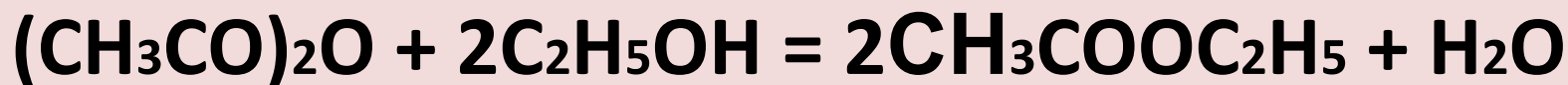
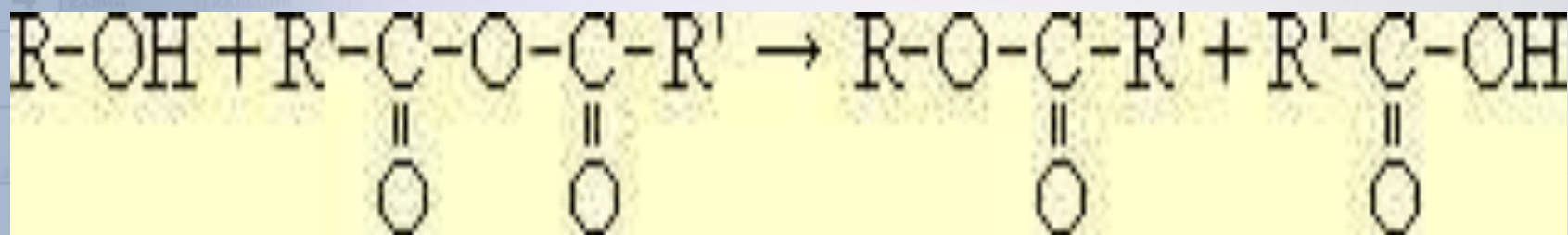


натриевая соль  
карбоновой кислоты

сложный  
эфир

# Способы получения

## Взаимодействие ангидрида со спиртом



# Химические свойства

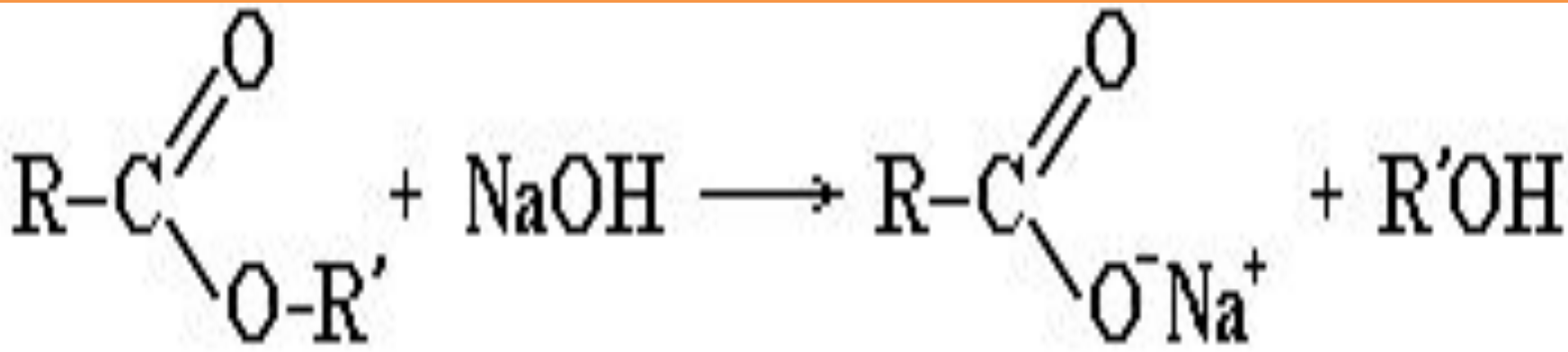
## Реакция горения



# Химические свойства

Процесс - расщепление сложного эфира при действии воды с образованием карбоновой кислоты и спирта - называют **гидролизом сложного эфира**.

**Гидролиз в присутствии щелочи протекает необратимо** (т.к. образующийся отрицательно заряженный карбоксилат-анион  $\text{RCOO}^-$  не вступает в реакцию с нуклеофильным реагентом - спиртом).



Эта реакция называется **омылением** сложного эфира

# Химические свойства

**Кислотный** гидролиз сложных эфиров является **обратимым** процессом:



Химическое равновесие, устанавливающееся при равенстве скоростей прямой (этерификация) и обратной (гидролиз) реакций, может быть смещено в сторону образования эфира присутствием водоотнимающих средств и нагреванием.

**Увеличение концентрации реагентов** смещает химическое равновесие в сторону **продуктов** реакции как в газовой, так и в жидкой среде.

**Удаление продуктов** из среды реакции так же смещает равновесие в сторону **продуктов** реакции.

**Увеличение концентрации продуктов** смещает химическое равновесие в сторону **обратной** реакции.

# Применение



*лаки*



*синтетические и искусственные волокна*



*производство напитков и кондитерских изделий*



*лекарственные средства*

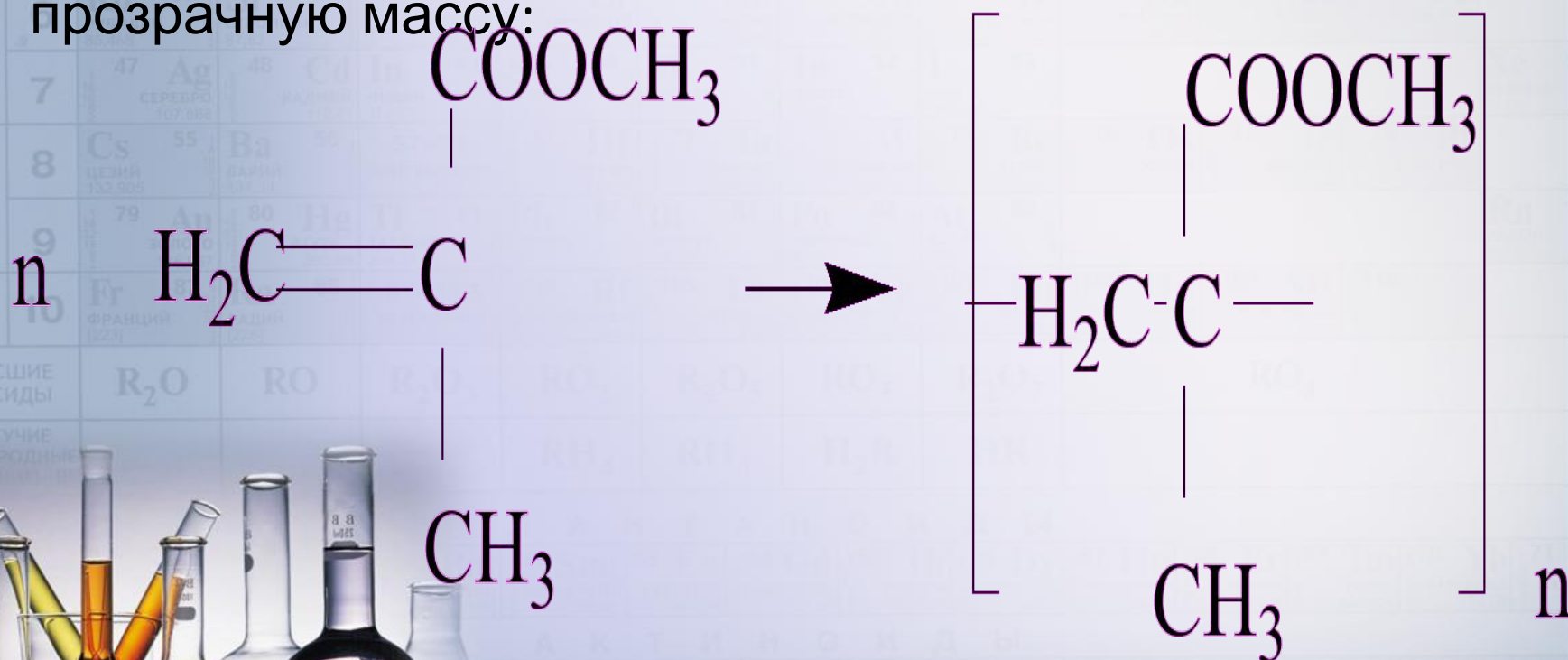


*парфюмерия и косметика*



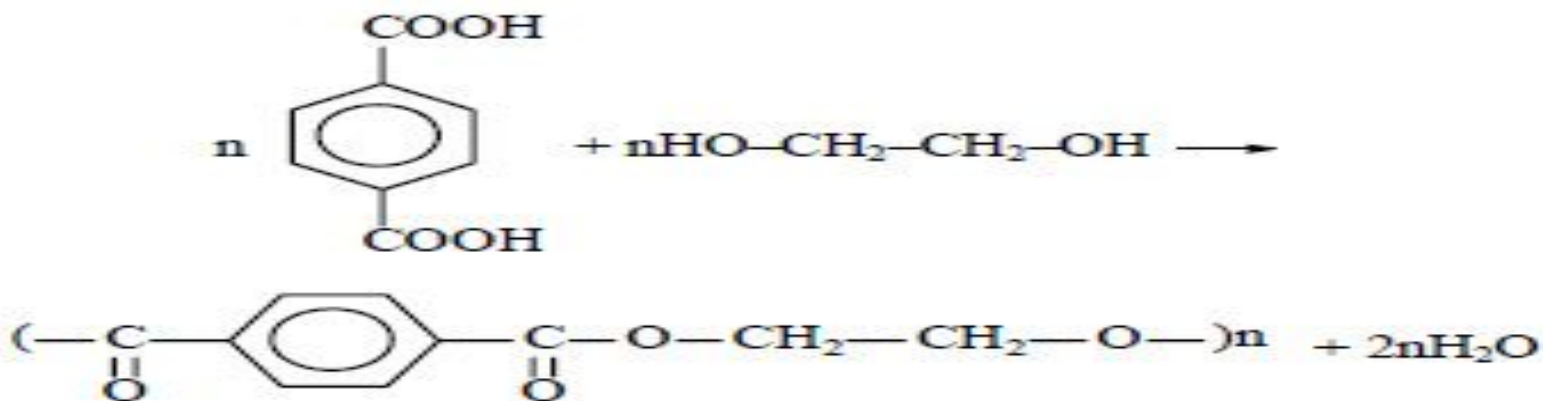
# Применение

Полиметилметакрилат – органическое стекло (плексиглас) – получается при **полимеризации метилового эфира метакриловой кислоты** (метилметакрилата) и представляет собой бесцветную прозрачную массу:



## Применение

- Полиэтилентерефталат – ПЭТ, ПЭТФ (PET, валокс, ULTRADUR, CELANEX, RYNITE) — это линейный термопластичный полиэфир, который имеет широкое коммерческое применение в виде синтетического волокна лавсан), а также в виде пленок и изделий, изготавливаемых из ПЭТ-материала экструзией и



**Реакция поликонденсации между терефталевой кислотой и этиленгликолем**



# Домашнее задание

Параграф 21, №1-3, 8, 12



Периоды	Ряды	ГРУППЫ ЭЛЕМЕНТОВ										Электронный уровень							
		I		II		III		IV		V			VI		VII		VIII		
		а	б	а	б	а	б	а	б	а	б		а	б	а	б	а	б	
1	1	H ВОДОРОД 1,008															He ГЕЛИЙ 4,003	2	
2	2	Li ЛИТИЙ 6,941	Be БЕРИЛЛИЙ 9,012	B БОР 10,811	C УГЛЕРОД 12,011	N АЗОТ 14,007	O КИСЛОРОД 15,999	F ФТОР 18,998	Ne НЕОН 20,180								Ar АРГОН 39,948	10	
3	3	Na НАТРИЙ 22,990	Mg МАГНИЙ 24,305	Al АЛЮМИНИЙ 26,982	Si КРЕМНИЙ 28,086	P ФOSФОР 30,974	S СЕРЬДА 32,06	Cl ХЛОРОД 35,453	Ar АРГОН 39,948								Kr КРИПТОН 83,80	18	
4	4	K КАЛИЙ 39,102	Ca КАЛЬЦИЙ 40,078	Sc	Ti ТИТАН 47,88	V ВАНАДИЙ 50,942	Cr ХРОМ 51,996	Mn МАРГАНЕЦ 54,938	Fe ЖЕЛЕЗО 55,845	Co КОБАЛЬТ 58,933	Ni НИКЕЛЬ 58,69	Cu МЕДЬ 63,546	Zn ЦИНК 65,38	Ga ГАЛЛИЙ 69,723	Ge ГЕРМАНИЙ 72,63	As АРИСТОВ 74,922	Se СЕЛЕН 78,96	Kr КРИПТОН 83,80	36
5	5	Rb РУБИДИЙ 85,468	Sr СТРОНЦИЙ 87,62	Y ИТРИЙ 88,906	Zr ЦИРКОНИЙ 91,224	Nb НИОБИЙ 92,906	Mo МОЛИБДЕН 95,94	Tc ТЕХНЕЦИЙ	Ru РУДИЙ 101,07	Rh РОДИЙ 101,07	Pd ПАЛЛАДИЙ 106,36	Ag СЕРЕБРО 107,868	Cd КАДМИЙ 112,411	In ИНДИЙ 114,818	Sn ОЦИНК 118,710	Sb АНТИМОН 121,757	Te ТЕЛУРИЙ 127,6	Xe КСЕНОН 131,29	54
6	6	Cs ЦЕЗИЙ 132,905	Ba БАРИЙ 137,327	La ЛАНТАНОИДЫ	Hf ГАФНИЙ 178,49	Ta ТАНТАЛ 180,948	Hg РУДИЙ	Pb СВИНЕЦ 207,2	Bi БИСМУТ 208,98	Po ПОЛОНИЙ	At АСТАТ	Rn РАДОН							86
7	7	Fr ФРАНЦИЙ (223)	Ra РАДИЙ (226)	Ac АКТИНОИДЫ	Rf РУДИЙ	Rh РУДИЙ	Hg РУДИЙ	Pb СВИНЕЦ	Bi БИСМУТ	Po ПОЛОНИЙ	At АСТАТ	Rn РАДОН							
		ВЫСШИЕ ОКСИДЫ	R <sub>2</sub> O	RO	R <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	RO <sub>2</sub>	R <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	RO <sub>3</sub>	RO <sub>4</sub>	RO <sub>5</sub>	RO <sub>6</sub>	RO <sub>7</sub>	RO <sub>8</sub>	RO <sub>9</sub>	RO <sub>10</sub>	RO <sub>11</sub>	RO <sub>12</sub>	RO <sub>13</sub>	RO <sub>14</sub>
		ЛЕТУЧИЕ ВОДОРОДНЫЕ СОЕДИНЕНИЯ	RH <sub>4</sub>	RH <sub>3</sub>	R <sub>2</sub> H <sub>6</sub>	RH <sub>5</sub>	RH <sub>4</sub>	R <sub>2</sub> H <sub>6</sub>	RH <sub>3</sub>	RH <sub>2</sub>	RH	RH	RH	RH	RH	RH	RH	RH	RH

**СПАСИБО ЗА  
ВНИМАНИЕ!**

