

# Сложные эфиры и жиры

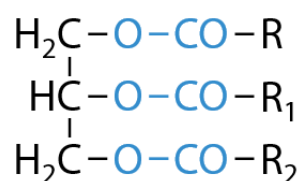
Сложные эфиры – производные карбоновых или неорганических кислот, образующиеся при их взаимодействии со спиртами по реакции этерификации.

Сложноэфирный фрагмент  $-C(O)-O-$  является функциональной группой. Общая формула для предельных (насыщенных) сложных эфиров:



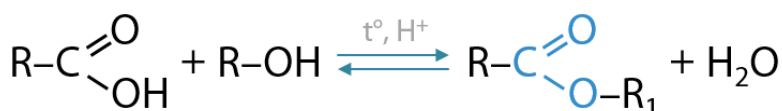
Сложноэфирный  
фрагмент

Один из частных случаев сложных эфиров – **жиры** – производные высших карбоновых кислот, образующиеся при их взаимодействии с глицерином (трехатомный спирт) по реакции этерификации. Другое название – «*триглицериды*», так как в состав жиров входит три остатка карбоновых кислот и один остаток от глицерина.

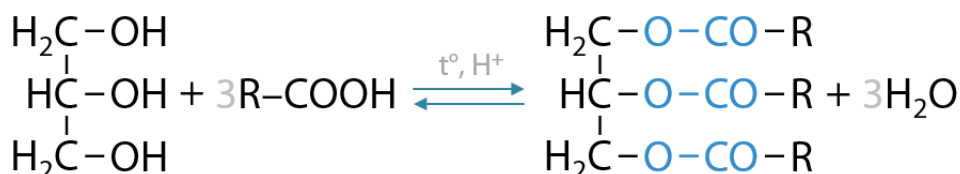


Общая формула жиров  
(триглицериды)

Общий вид процесса образования сложных эфиров и жиров – реакция этерификации. Заметьте, что побочным продуктом всегда является вода  $H_2O$ :



Пропантиол-1,2,3  
(глицерин)



Пропантиол-1,2,3  
(глицерин)



## Задача 33. Кислородсодержащие



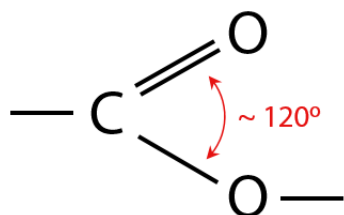
[stepenin.ru/oxorganics-book](https://stepenin.ru/oxorganics-book)

- ♥ все типы задач по кислородсодержащим
- ♥ 50 лучших номеров с ответами
- ♥ 60 страниц формата A5
- ♥ можешь встретить на ЕГЭ





## Строение



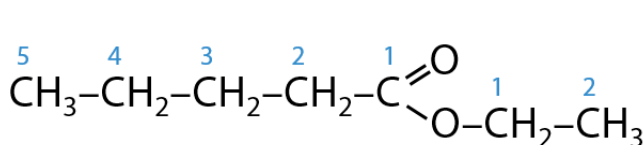
И у сложных эфиров, и у жиров в структуре встречается сложноэфирный функциональный фрагмент  $\text{--C(O)--O--}$ , которому характерно геометрическое строение плоский треугольник с углами  $\sim 120^\circ$  между любыми связями за счет  $\text{sp}^2$ -гибридизации карбоксильного атома углерода:

## Номенклатура

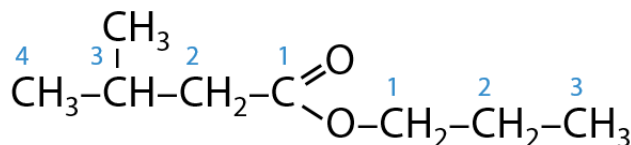
### Систематическая номенклатура (IUPAC)

Первоначально необходимо сформировать название спиртового радикала. В нем нумеруются все заместители, начиная с ближайшего атома углерода к сложноэфирному фрагменту.

Для формирования названия кислотного остатка нужно пронумеровать все атомы углерода в главной цепи, начиная с карбоксильного, и использовать ее систематическое название с изменением окончания «овая кислота» на суффикс «оат»:



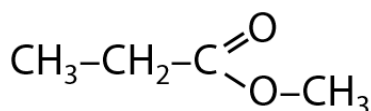
Этилпентаноат



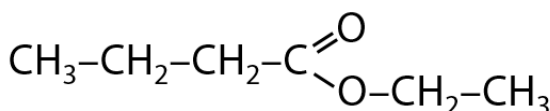
Пропил-3-метилбутаноат

### Рациональная номенклатура

К названию спиртового фрагмента сложного эфира добавляют название аниона карбоновой кислоты, соответствующей кислотному остатку:

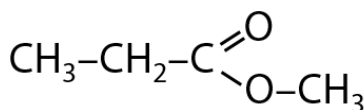
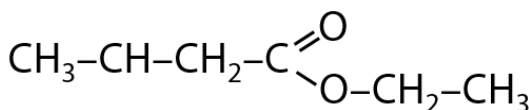


Метилпропионат



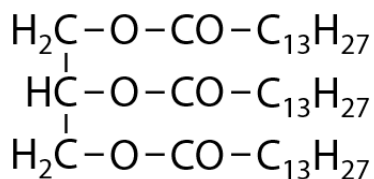
Этилбутират

Другой вариант названий сложных эфиров может быть получен в результате объединения тривиальных названий, соответствующих спирту и кислоте, с добавлением слова «эфир»:

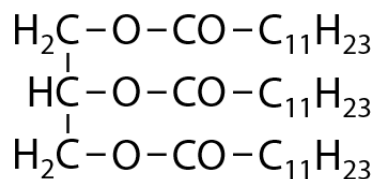
Метилловый эфир  
пропионовой кислотыЭтиловый эфир  
масляной кислоты



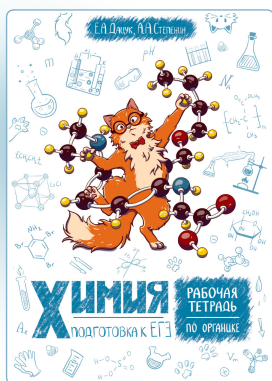
Для формирования названия жира первоначально необходимо указать количество кислотных фрагментов приставкой *моно-, ди-, три-*, далее взять корень из тривиального названия соответствующей кислоты и добавить окончание «ин»:



Тримиристин



Трилаурин



## Рабочая тетрадь. Органика:

### с теорией и заданиями

♥ 180 цветных страниц А4 на пружине.

♥ Все классы веществ и инфографики.



[stepenin.ru/book-organic](https://stepenin.ru/book-organic)



1474268669



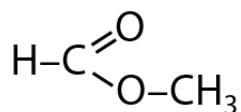
217800681



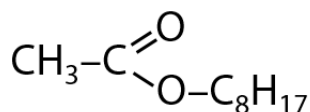
## Классификация

### Сложные эфиры

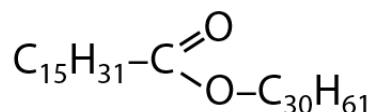
1. **По агрегатному состоянию:** газообразных сложных эфиров не встречается, первый представитель сложных эфиров – метилметаноат – имеет температуру кипения 32°C



Метилметаноат  
(легкокипящая жидкость)

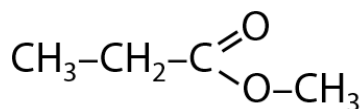


Октилэтаноат  
(жидкость, запах апельсинов)

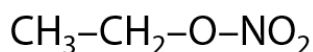


Триаконтилгександеканоат,  
мирициловый эфир пальмитиновой кислоты  
(твердое белое вещество)

2. **По природе кислоты:** могут использовать органические или неорганические (азотная  $\text{HNO}_3$ , фосфорная  $\text{H}_3\text{PO}_4$ ) кислоты в реакции со спиртами для образования сложных эфиров



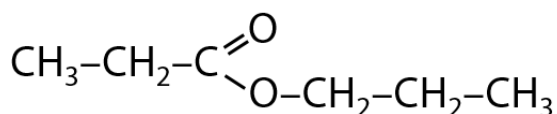
Метилпропаноат  
(метилловый эфир пропионовой кислоты)



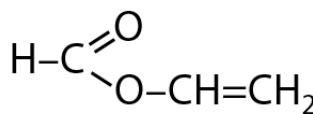
Этилнитрат  
(этиловый эфир азотной кислоты)



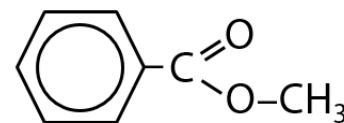
3. По наличию кратных связей: встречаются предельные, непредельные и ароматические сложные эфиры



Пропилпропаноат



Винилметаноат



Метилбензоат

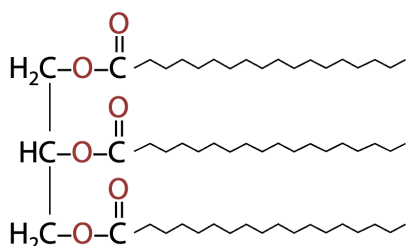
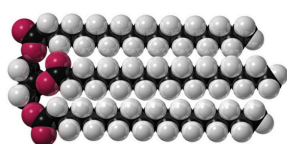
## Жиры

Классифицируются по агрегатному состоянию:

Животные 🐾

Твердые

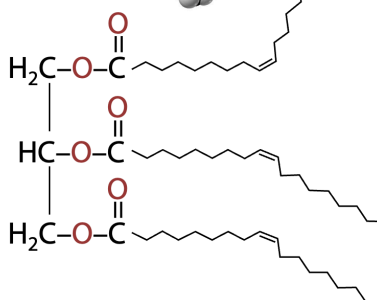
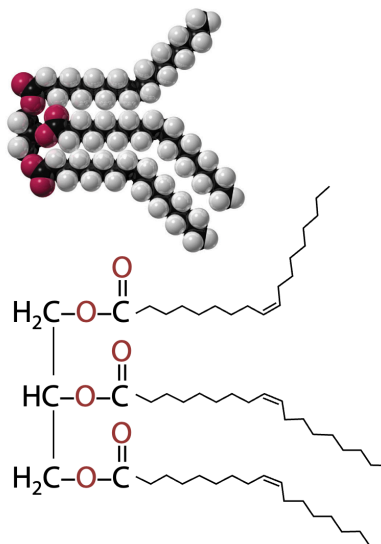
Тристеарин  $t_{\text{пл.}} = +72^\circ\text{C}$



Растительные 🌱

Жидкие

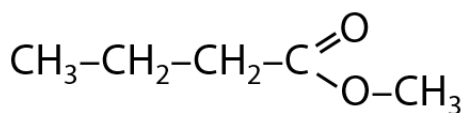
Триолеин  $t_{\text{пл.}} = -4^\circ\text{C}$



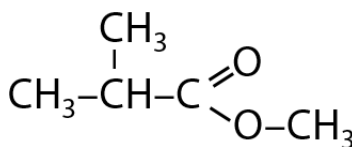
Важные исключения: **рыбий жир** имеет животное происхождение, но он жидкий, а **пальмовое масло**, наоборот, твердое, хоть и имеет растительное происхождение.

## Изомерия

1. Строения углеродного скелета:

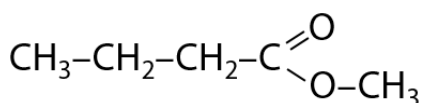


Метилбутаноат

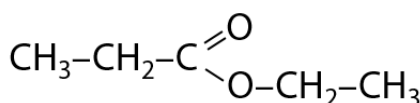


Метил-2-метилпропаноат

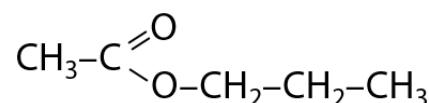
2. Положения функциональной группы:



Метилбутаноат



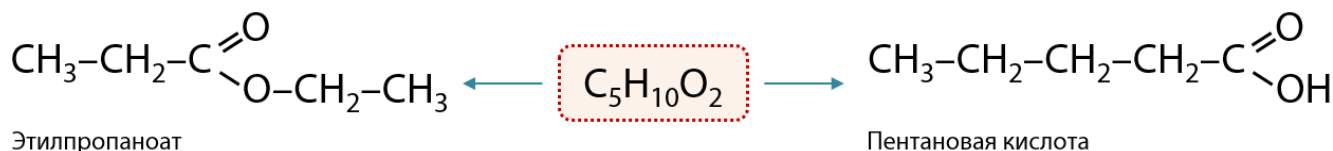
Этилпропаноат



Пропилэтанوات

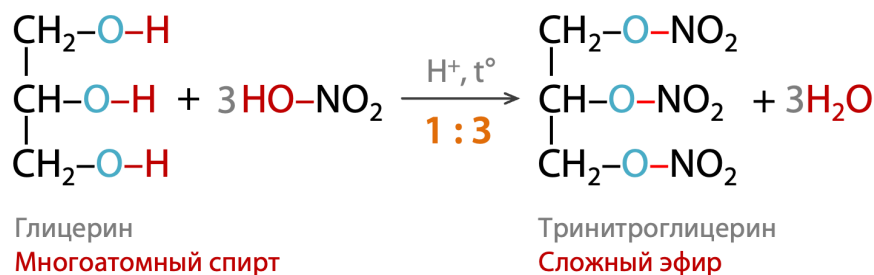
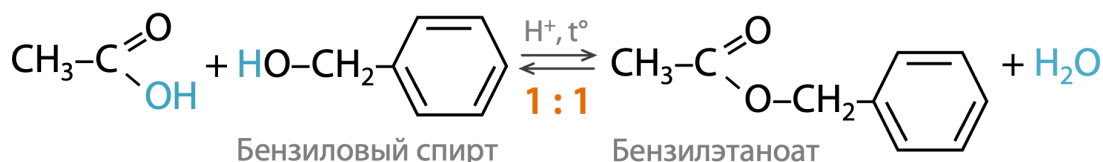
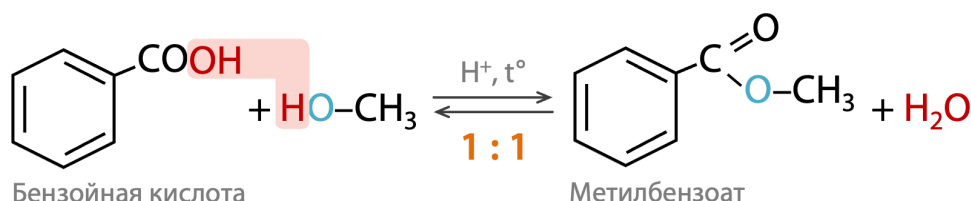
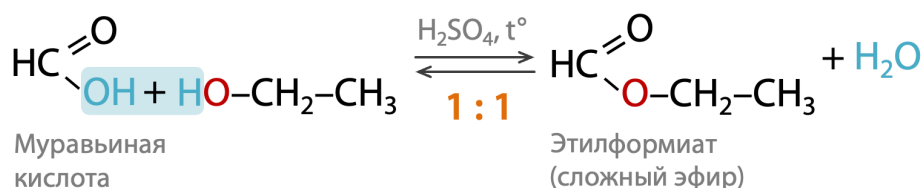


## 3. Межклассовая изомерия: сложные эфиры изомерны карбоновым кислотам

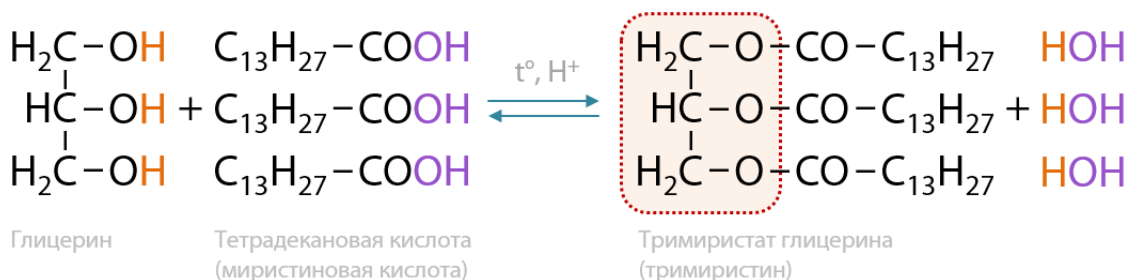


## Получение

1. **Этерификация.** Взаимодействие кислоты и спирта – таким образом можно получать и сложные эфиры, и жиры. При использовании одноосновной кислоты и одноатомного спирта можно получить сложные эфиры:



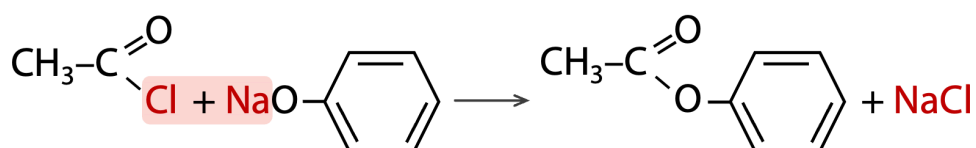
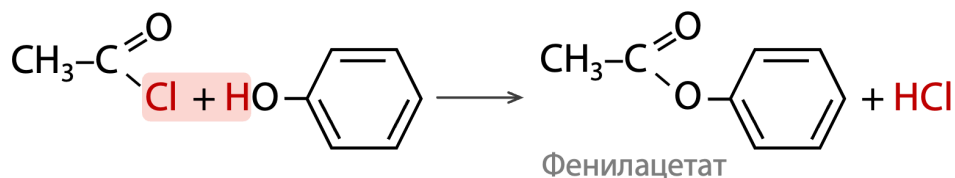
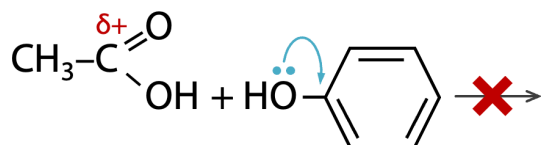
При использовании одноосновной кислоты и трехатомного спирта можно получить жиры:



Этерификация – обратимый и каталитический процесс, в качестве катализаторов обычно используют неорганические кислоты HCl/H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>.



**Важно** Фенолы **нельзя** использовать в роли спирта для проведения реакции этерификации!

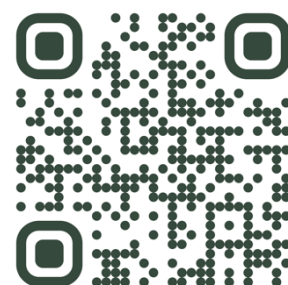


## Органика с НУЛЯ до углубленного уровня

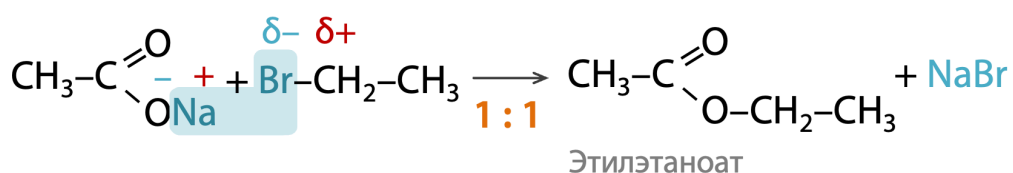
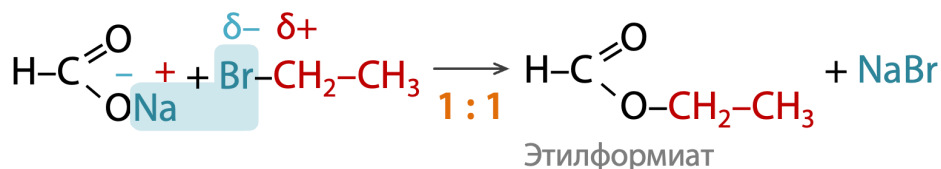
- ♥ Разбираем все 17 классов соединений.
- ♥ Короткие видео, конспекты PDF и тесты.
- ♥ Открытые вебинары каждый понедельник.



[stepenin.ru/courses/organic10](https://stepenin.ru/courses/organic10)



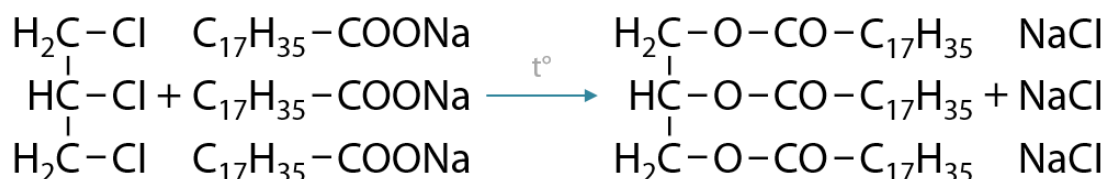
2. **Взаимодействие солей карбоновых кислот и галогеналканов.** В результате реакции образуется сложный эфир – кислотный фрагмент из соответствующей соли, а спиртовой фрагмент из галогеналкана.







Жиры можно получать по аналогичной реакции, используя тригалогеналкан, у которого атомы галогенов стоят при соседних атомах углерода:



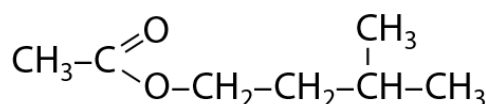
Стеарат натрия

Тристеарат глицерина  
(тристеарин)

## Физические свойства

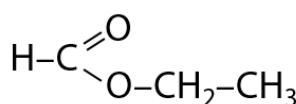
### Сложные эфиры

Газообразных сложных эфиров не встречается. Большинство сложных эфиров – бесцветные жидкости, с фруктовыми, ягодными или цветочными запахами. Например, изоамилацетат имеет сладкий грушевый запах, этилформиат – дубовый запах, а бензилформиат – жасминово-смородиновый запах.



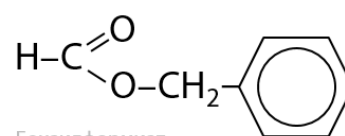
Изоамилацетат

(3-метилпропиловый эфир уксусной кислоты)



Этилформиат

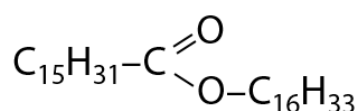
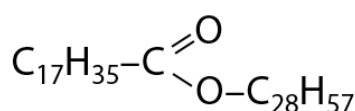
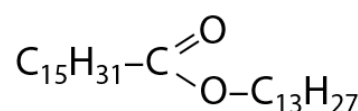
(этиловый эфир муравьиной кислоты)



Бензилформиат

(бензиловый эфир муравьиной кислоты)

Сложные эфиры с относительно небольшими молекулярными массами – легковоспламеняющиеся жидкости, а сложные эфиры высших карбоновых кислот и спиртов – твердые вещества, их называют «воски». И жидкие, и твердые эфиры плохо растворяются в воде, но отлично в органических веществах.

Цетиловый эфир пальмитиновой кислоты  
(кашалотовый воск)Октакозилотдадеканат  
(карнаубский воск)Мирициловый эфир пальмитиновой кислоты  
(пчелиный воск)

У сложных эфиров нет сильно полярных связей с атомами водорода, как например в гидроксильной –ОН или карбоксильной группе –COOH, а значит и водородных связей внутри и между молекулами не образуется. По этой причине температуры кипения сложных эфиров в общем случае ниже, чем у карбоновых кислот или спиртов.

### Жиры

Жиры представляют собой либо маслянистые бесцветные или желтоватые жидкости (непредельные), либо твердые белые воскообразные вещества (предельные).

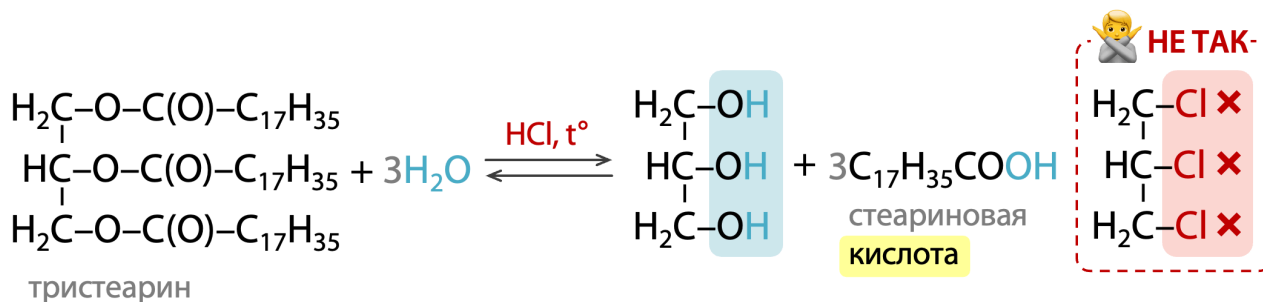
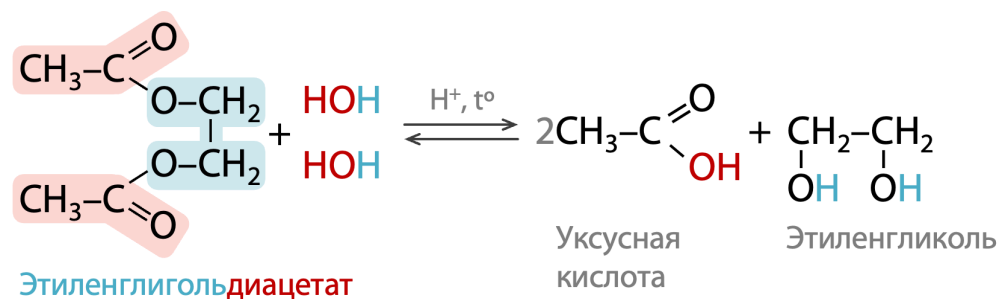
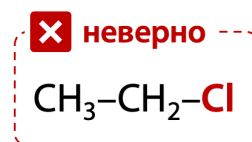
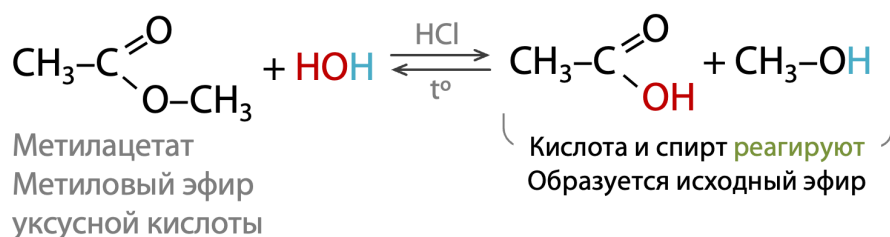
Агрегатное состояние жиров зависит от насыщенности углеводородного радикала остатка карбоновых кислот в составе. Чем больше кратных связей в строении жира, тем меньше температуры кипения и плавления.



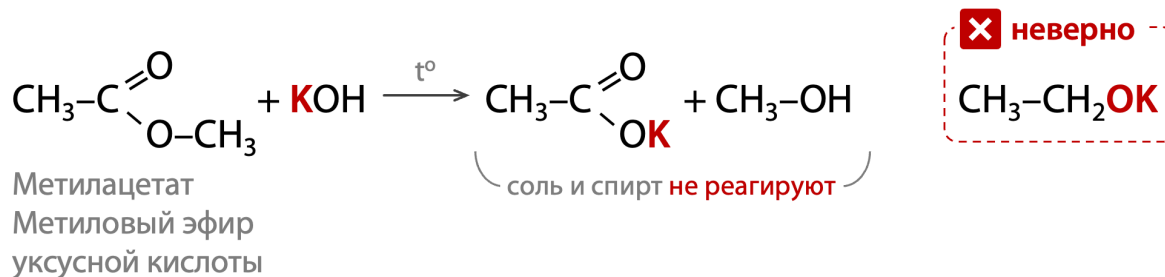
Чаще всего масла, воски и различные жиры, которые используются в быту – смеси нескольких веществ. Поэтому у них нет определенной температуры кипения или плавления, переход между агрегатными состояниями всегда осуществляется в некотором диапазоне температур.

## Химические свойства

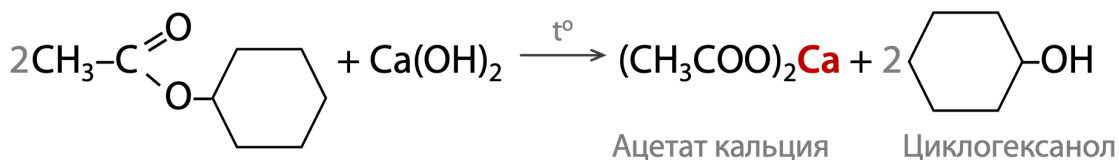
1. **Гидролиз.** Сложные эфиры и жиры подвергаются взаимодействию с молекулами воды в присутствии кислот-катализаторов  $\text{H}_2\text{SO}_4/\text{HCl}$ . В результате образуются карбоновая кислота и спирт, использовавшиеся при синтезе гидролизующегося эфира:



Гидролиз может проводиться и с применением щелочи  $\text{NaOH}/\text{KOH}$ , необратимая реакция. В щелочных условиях карбоновая кислота образоваться не может, вместо нее будет получаться соль:







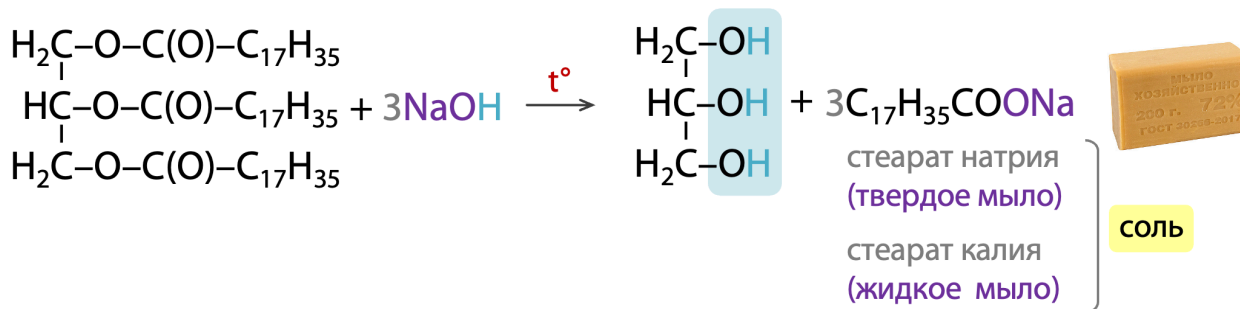
Циклогексилацетат  
Циклогексильный эфир  
уксусной кислоты



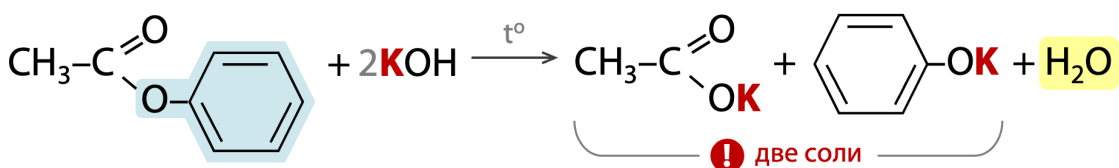
Этиленгликольдипропионат

**Важно** Заметьте, что спирт не взаимодействует с щелочью в данных условиях!

Щелочной гидролиз жиров называется «омыление», т.к. образуются соли высших карбоновых кислот, которые используются для производства мыла:

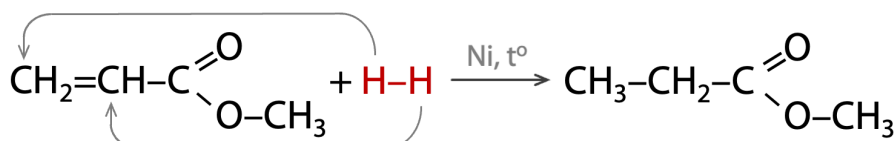


**Исключение:** эфиры фенола в результате гидролиза образуют феноляты и соли карбоновых кислот одновременно. Реакция необратима.

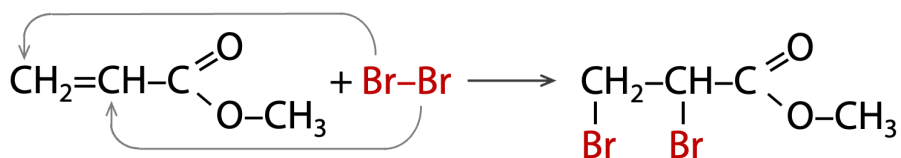


Эфир фенола  
Фенилацетат

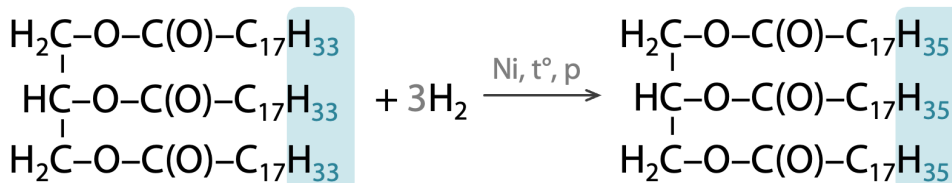
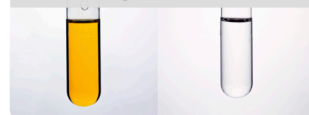
2. **Присоединение по кратным связям** (свойства аналогичные алкенам). Если в составе сложных эфиров или жиров есть фрагменты непредельных карбоновых кислот или спиртов, то такие вещества могут присоединять по кратным связям молекулы водорода  $\text{H}_2$  или галогенов  $\text{Cl}_2$ ,  $\text{Br}_2$ :



Метилакрилат  
Метильный эфир  
акриловой кислоты

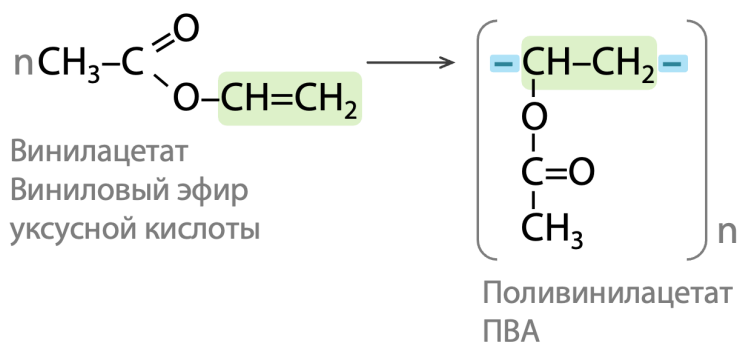
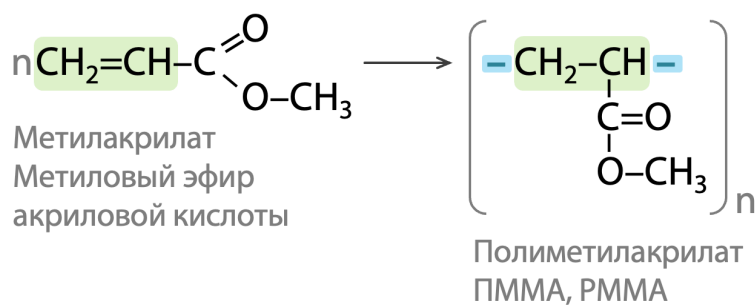


## Обесцвечивание



Триолеин (растительное масло)

Тристеарин (твёрдый жир)

При наличии кратных связей также возможны процессы **полимеризации**:

Свыше 1800 бесплатных заданий  
и органических цепочек  
есть на нашем сайте.

Быстрее туда, решать!



[stepenin.ru/tasks/organic](https://stepenin.ru/tasks/organic)

