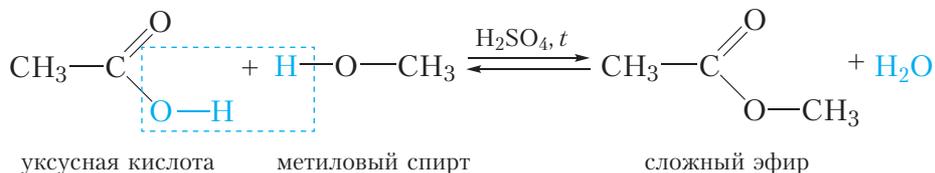


## § 38. Сложные эфиры

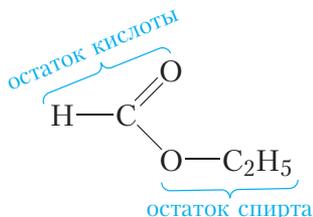
### Номенклатура

Изучая карбоновые кислоты, мы познакомились с реакцией этерификации — образованием сложного эфира при взаимодействии карбоновой кислоты со спиртом:



Название сложного эфира составляют из названий спирта и кислоты, из которых он образуется. Например, приведённый выше сложный эфир образовался из метилового спирта и уксусной кислоты, поэтому его название — метилловый эфир уксусной кислоты. Существует другой способ построения названий сложных эфиров. В этом случае исходят из названия соответствующего кислотного остатка (табл. 33.1, с. 187) и связанного с ним радикала. В приведённом выше сложном эфире остаток уксусной кислоты (ацетат) связан с метильным радикалом. Такой сложный эфир называется метилацетатом.

Рассмотрим другой пример. Дадим название сложному эфиру:



Как видно, данный эфир образован остатками этилового спирта и муравьиной кислоты. Название данного эфира — этиловый эфир муравьиной кислоты, или этилформиат.

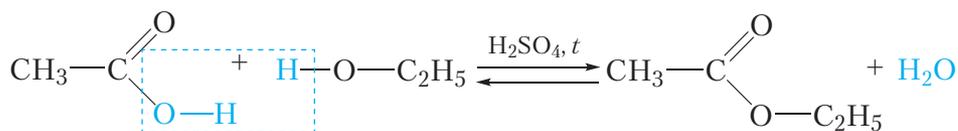
### Физические свойства

Сложные эфиры простейших карбоновых кислот и спиртов представляют собой жидкости, часто имеющие приятный запах фруктов или цветов.

Например, пентильовый эфир уксусной кислоты имеет запах груш, пентильовый эфир бутановой кислоты — запах абрикосов, бутиловый эфир бутановой кислоты — ананасов и т. д. Действительно, приятные запахи цветов и фруктов часто обусловлены наличием в их составе сложных эфиров.

### Получение

Сложные эфиры получают по уже известной вам реакции этерификации. Например, этиловый эфир уксусной кислоты можно получить из этанола и уксусной кислоты:



Серная кислота выступает в роли катализатора. Для проведения данной реакции используют концентрированные (практически не содержащие воду) растворы этилового спирта, уксусной и серной кислот. В результате нагревания смеси исходных веществ сложный эфир удаляется из реакционной смеси в виде газа и затем конденсируется в пробирке-приёмнике:

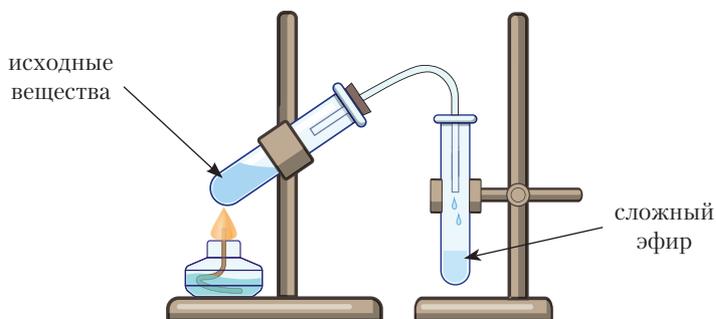


Рис. 38.1. Получение сложного эфира

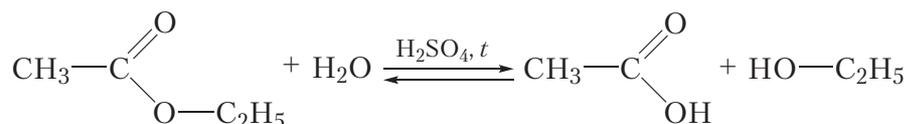
Удаление этилового эфира уксусной кислоты из реакционной смеси объясняется тем, что среди всех участвующих в реакции веществ этиловый эфир уксусной кислоты имеет наименьшую температуру кипения  $t_{\text{кип}} = 77\text{ }^\circ\text{C}$ . Сравнительно невысокая температура кипения сложного эфира обусловлена тем, что в его молекуле отсутствуют полярные группы —ОН, следовательно, между молекулами эфира не могут образовываться водородные связи. В молекулах воды, этанола, уксусной и серной кислот содержатся группы

—ОН, поэтому в этих веществах имеются водородные связи и их температуры кипения выше, чем у этилового эфира уксусной кислоты.

### Химические свойства

#### Кислотный гидролиз

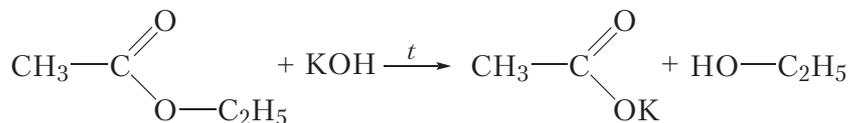
Важное химическое свойство сложных эфиров — взаимодействие их с водой в присутствии серной кислоты, приводящее к образованию карбоновой кислоты и спирта. Эта реакция называется *кислотным гидролизом* сложного эфира:



Как видно, гидролиз сложного эфира является реакцией, обратной реакции этерификации. Если для проведения реакции этерификации использовались концентрированные (практически не содержащие воду) растворы исходных веществ, то гидролиз, наоборот, проводят в избытке воды.

#### Щелочной гидролиз

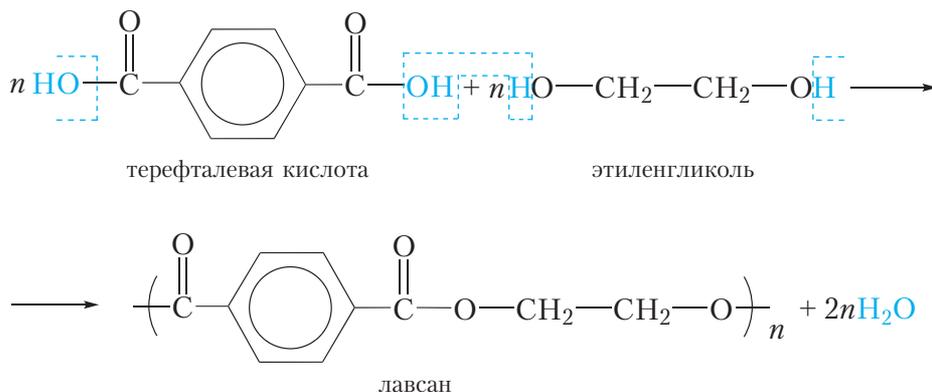
Для того чтобы предотвратить обратную реакцию — взаимодействие получающихся спирта и кислоты с образованием эфира — можно проводить гидролиз в присутствии щёлочи (*щелочной гидролиз*). В таком случае, щёлочь будет превращать карбоновую кислоту в соль и тем самым устранять возможность протекания обратной реакции:



### Применение

Благодаря приятному запаху сложные эфиры применяются в производстве фруктовых вод, кондитерских изделий, косметики. Некоторые сложные эфиры, например этиловый эфир уксусной кислоты, применяют в качестве растворителей.

Синтетическое волокно **лавсан** является сложным эфиром полимерного строения. Его получают в результате взаимодействия терефталевой кислоты и этиленгликоля:



Как видно, вещества взаимодействуют между собой по типу многократно повторяющейся реакции этерификации, в результате образуются макромолекулы лавсана и низкомолекулярный продукт — вода. Напомним, что процессы в результате которых из низкомолекулярных веществ образуется высокомолекулярное соединение и побочный низкомолекулярный продукт, называются поликонденсацией (§ 30). Так как лавсан является продуктом многократно повторяющейся реакции этерификации, его можно назвать полиэфиром, поэтому лавсан относится к синтетическим полиэфирным волокнам. В нашей стране лавсан получают на ОАО «Могилёвхимволокно».

*Сложные эфиры образуются при взаимодействии карбоновых кислот со спиртами — реакция этерификации. Названия сложных эфиров составляют из названий спирта и кислоты, из которых они образуются.*

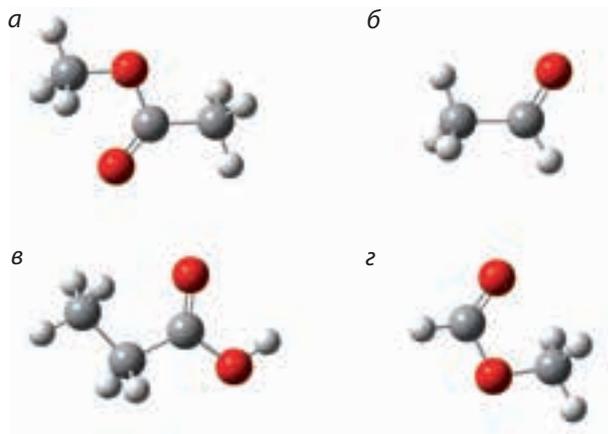
*Сложные эфиры простейших карбоновых кислот и спиртов — жидкости с приятными запахами.*

*Сложные эфиры взаимодействуют с водой с образованием соответствующей карбоновой кислоты и спирта.*

*Синтетическое полиэфирное волокно лавсан получают в результате реакции поликонденсации между терефталевой кислотой и этиленгликолем.*

### Вопросы и задания

1. Укажите шаростержневую модель метилового эфира муравьиной кислоты:

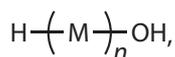


2. Напишите уравнение реакции этерификации между муравьиной кислотой и этиловым спиртом. Назовите образующийся сложный эфир.

3. Напишите структурные формулы метилового эфира муравьиной кислоты, этилового эфира муравьиной кислоты и метилового эфира уксусной кислоты. Какие из этих веществ являются изомерами?

4. Вычислите массу этилового эфира уксусной кислоты, который может быть получен при взаимодействии 30 г уксусной кислоты с 40 г этилового спирта, если выход продукта реакции составляет 75 %.

5\*. Структурную формулу макромолекулы полимера, полученного в результате реакции поликонденсации, можно представить следующим образом:



где M — структурное звено полимера,  $n$  — число остатков мономера в макромолекуле, H— и —OH концевые группы макромолекулы.

В результате взаимодействия этиленгликоля с терефталевой кислотой образовался полимер, в котором число остатков обоих мономеров одинаково. Определите среднее число остатков этиленгликоля в макромолекуле, если известно, что масса вступившего в реакцию этиленгликоля равна 1,86 г, а масса образовавшейся воды 1,0567 г.

## § 39. Жиры

### Строение. Физические свойства

Жиры широко распространены в природе. Наряду с углеводами и белками, они входят в состав всех живых организмов.