



# Спирты: классификация, изомерия, номенклатура

*Подготовила учитель химии Несмеянова М.В.  
МОУ «Сытьковская СОШ» Рузский район Московская область*

- Элементный состав этилового спирта установил А. Лавуазье
- Молекулярную формулу  $C_2H_6O$  определил в 1833 г. Й. Я. Берцелиус, он же предложил называть термином *алкоголи* все подобные этиловому спирту вещества.
- Молекулярная формула **этилового спирта**  
 **$C_2H_5OH$**

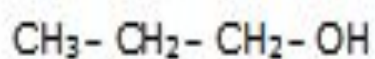
- ***Спирты*** – производные углеводородов, в молекулах которых один или несколько атомов водорода замещены на гидроксильные группы -ОН.
- Этиловый спирт – *одноатомный* спирт.

- **Общая формула одноатомных спиртов**

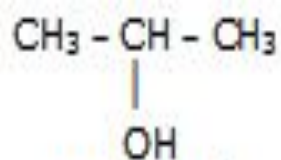


- В зависимости от природы углеводородного радикала различают предельные, непредельные и ароматические спирты.
- *Спирты, в молекулах которых имеется одна гидроксильная группа, называются одноатомными.*

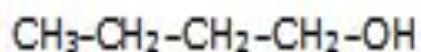
- Простейшие одноатомные предельные спирты:
  - **$\text{CH}_3\text{OH}$  метанол** (метилловый спирт),
  - **$\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$  этанол** (этиловый спирт).
- 
- Все последующие их гомологи имеют изомеры:



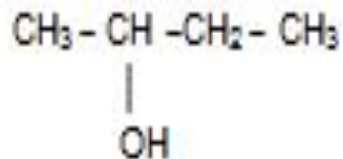
пропанол-1  
(пропиловый спирт)



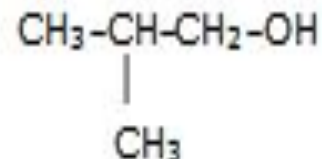
пропанол-2  
(изопропиловый спирт)



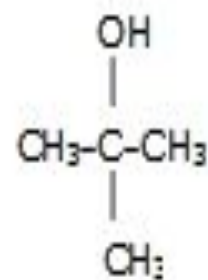
бутанол-1



бутанол-2



2-метилпропанол-1



2-метилпропанол-2

Изомерия положения функциональной группы

Изомерия строения углеродной цепи

# • Это интересно!

- Метиловый спирт (метанол) более широко известен как древесный спирт, т.к. раньше его получали исключительно при сухой перегонке древесины.

# • Это интересно!

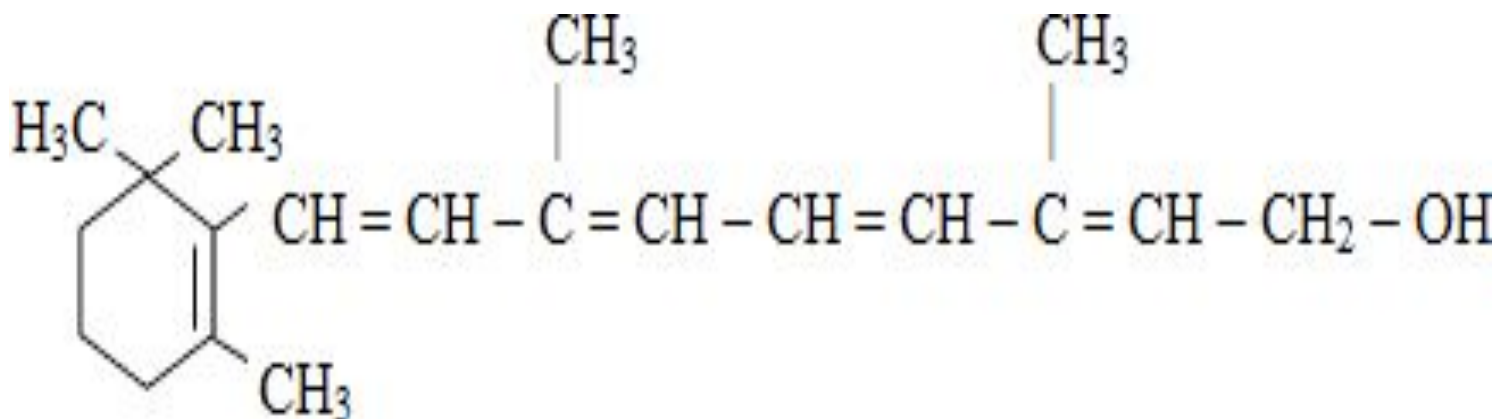
- Этанол (этиловый спирт) еще называют “винным спиртом”, “алкоголем”, “медицинским спиртом”, и, наконец, когда говорят просто “спирт”, зачастую имеют в виду именно этанол. Это самый распространенный наркотик. Воздействуя на кору головного мозга, он вызывает характерное алкогольное возбуждение, связанное с ослаблением процессов торможения. Легкость его проникновения в различные ткани организма обусловлена его хорошей растворимостью и в водной среде, и в жировых тканях.



# • Это интересно!

- Амиловые (пентанола) спирты содержатся в низкосортных алкогольных напитках, и именно их присутствие объясняет отчасти те неприятные последствия от злоупотребления алкоголем, которые называют “похмельем”. Именно эту ядовитую часть алкогольных напитков называют сивушными маслами.

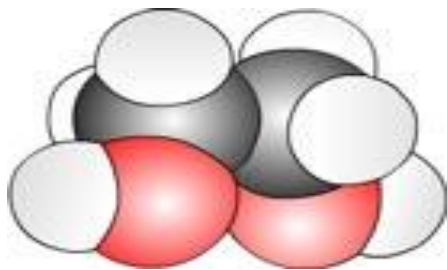
- Непредельным одноатомным спиртом является витамин А, важнейшая биологическая функция которого – участие в зрительном процессе



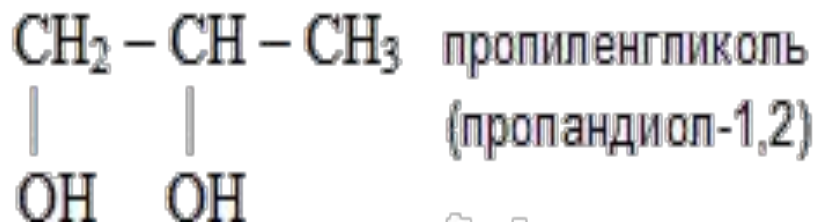
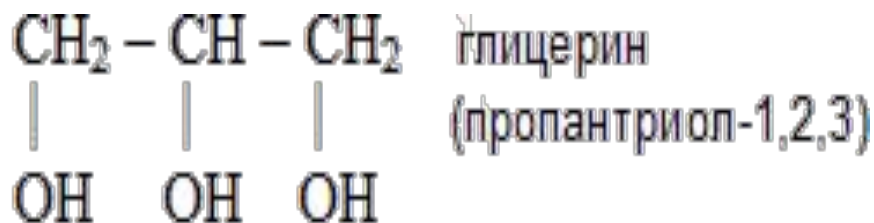
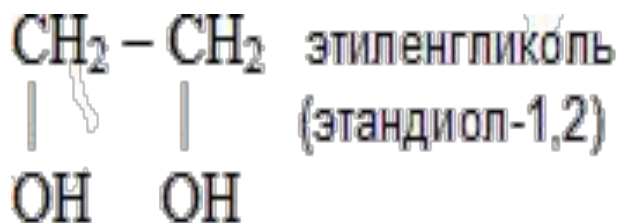
- **Обратите внимание на особенности номенклатуры спиртов:**
- • Самая длинная цепочка атомов углерода номеруется с того конца, к которому ближе гидроксильная группа
- • Основой названия спирта является название соответствующего углеводорода с добавлением суффикса **–ол**
- • После суффикса ставится цифра, указывающая на положение гидроксильной группы.
- Вместе с тем для названий некоторых спиртов используется и рациональная номенклатура – метиловый спирт, этиловый спирт, изопропиловый спирт и др.

# • Многоатомные спирты

- Вам знакомы такие вещества: **этиленгликоль** и **глицерин**?
- **Этиленгликоль** в виде водных растворов используется в качестве **антифризов** (незамерзающих при низких температурах жидкостей), а также в производстве синтетического волокна лавсана.
- **Глицерин** – сырье в производстве полимерных материалов, компонент пищевых, косметических, ликероводочных и фармацевтических продуктов, антифризов, мягчитель в кожевенной, текстильной и бумажной промышленности.
- **Этиленгликоль и глицерин – это тоже спирты! Только многоатомные!**



- **Спирты, молекулы которых содержат несколько гидроксильных групп, называются многоатомными.**
- Подчеркнем: гидроксильные группы в многоатомных спиртах всегда связаны с разными атомами углерода.

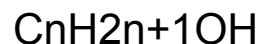
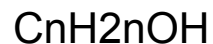


- **Двухатомные спирты, содержащие гидроксильные группы у соседних атомов углерода, имеют общее название – гликоли.**

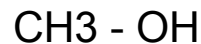
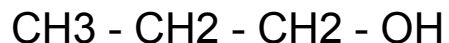
- **Тест**

- Проверь себя 1. Спирты: классификация, изомерия, номенклатура

- 1. Общая формула одноатомных предельных спиртов:

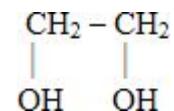
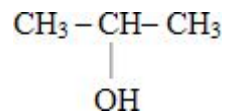
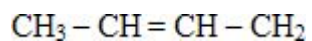
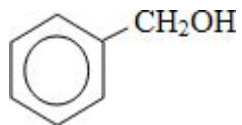


- 2. Укажите формулу “лишнего” вещества:

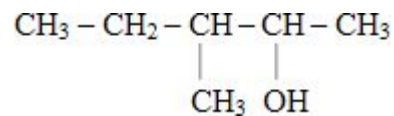
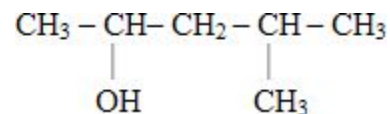
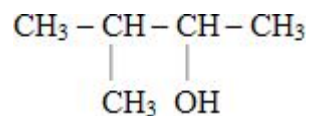
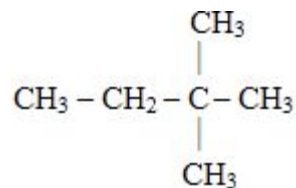


## Проверь себя 1. Спирты: классификация, изомерия, номенклатура

1. К предельным одноатомным спиртам относится вещество, формула которого:

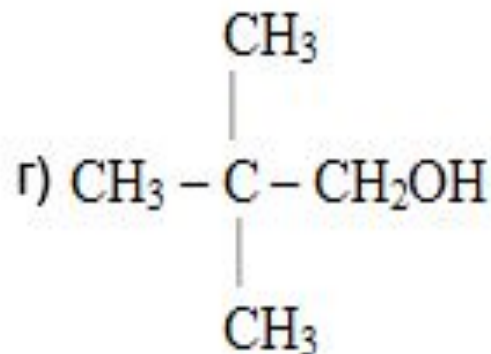
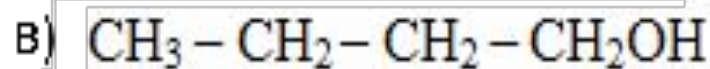
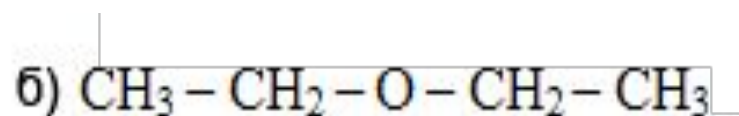
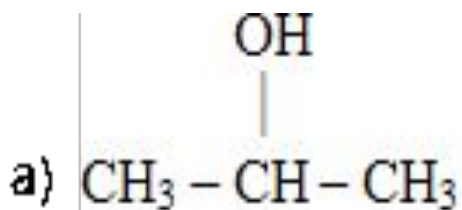


2. Формула 3-метилпентанола-2:



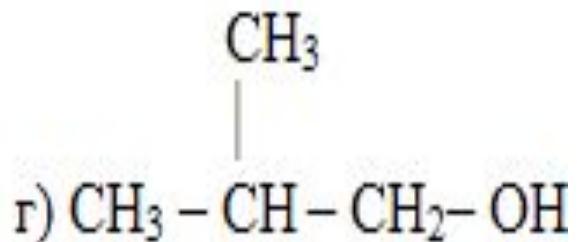
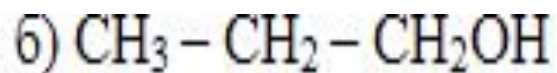
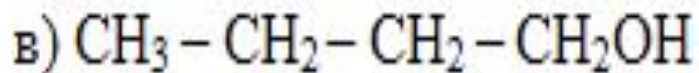
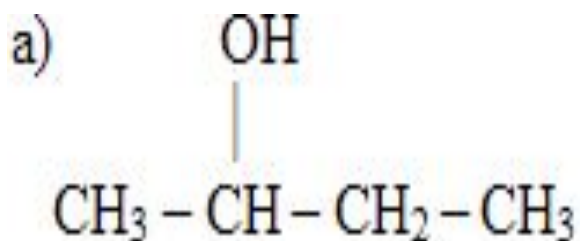


Найдите формулу изомера бутанола-1:



- **Даны вещества:**
  - 2-метилбутанол-2,
  - пентанол-2,
  - пропилэтиловый эфир,
  - 2-метилбутанол-1,
  - 2,2-диметилпропанол-1.
- 
- **Среди этих веществ число изомеров пентанола-1 равно ...**

# Найдите формулы изомеров и гомологов:



# Физические свойства и биологическое воздействие на организм

- **Низшие спирты**, метанол и этанол, бесцветные жидкости со специфическим запахом, неограниченно растворимые в воде.  
*Метанол очень ядовит!*
- А этанол? Действие этанола зависит от количества вещества, поступившего в организм, и от состояния здоровья. Этиловый спирт – известное дезинфицирующее и антибактериальное средство, но при чрезмерном употреблении вызывает нарушение психики, разрушение внутренних органов и даже смерть.

- Температуры плавления и кипения спиртов значительно выше, чем у соответствующих углеводородов.

- **Вещества  $T_{\text{кип}}$ , °C**

- **$\text{CH}_4$  метан -162**

- **$\text{CH}_3\text{OH}$  метанол 64,7**

- **$\text{C}_2\text{H}_6$  этан -89**

- **$\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$  этанол 78,3**

- 

Это объясняется тем, что молекулы спирта, как и молекулы воды, образуют между собой водородные связи, благодаря наличию гидроксильной группы с сильнополярной ковалентной связью (А, Б).

- Эти связи возникают также между молекулами спирта и воды в водных растворах (В). При этом образуются устойчивые гидраты  $C_2H_5OH \cdot H_2O$ ,  $C_2H_5OH \cdot 3H_2O$  и др. Об этом свидетельствует повышение температуры при растворении спирта в воде.



- **Это интересно!**
- **Метанол** содержится в древесном дыме, в следовых количествах – в молодом вине. “Methy” – по гречески “опьянять”, но нельзя забывать, что метанол – яд!

- Прием внутрь 5–10 мл метанола приводит к тяжелому отравлению, а более 30 мл – к смерти.

## **Знаете ли вы, что...**

... глицерин получил название от греческого слова *glykeros* – сладкий.



- **Многоатомные спирты**

- **Низшие многоатомные спирты** – бесцветные вязкие жидкости из-за густой сетки водородных связей, сладковатые на вкус, без запаха, хорошо растворимы в воде.

*Этиленгликоль ядовит!* Глицерин безвреден. Кроме того, глицерин очень гигроскопичен: если оставить его в открытом сосуде, его масса может увеличиться на 40% за счет поглощения влаги воздуха.

- **Проверь себя 1. Физические свойства спиртов**
- **1. Водородные связи имеются между молекулами:**
  - пропана
  - 2-метилбутана
  - бутанола-1
  - водорода
- **2. В ряду веществ, формулы которых  $C_4H_9OH$ ,  $C_3H_7OH$ ,  $C_2H_5OH$ , растворимость в воде:**
  - уменьшается
  - увеличивается
  - не изменяется
  - сначала увеличивается, затем уменьшается

- **Проверь себя 1. Физические свойства спиртов**
- **1. Способность спиртов к образованию водородных связей приводит к:**
  - снижению растворимости в воде
  - увеличению их температуры кипения
  - возникновению окраски вещества
  - уменьшению их температуры кипения
- **2. Не растворяется в воде:**
  - метанол
  - глицерин
  - этиленгликоль
  - бензол

- **Проверь себя 1. Физические свойства спиртов**
- **1. Этанол, в отличие от своего изомера диметилового эфира  $\text{CH}_3\text{OCH}_3$ , является жидкостью, т.к.:**
  - между его молекулами есть водородные связи
  - между молекулами эфира есть водородные связи
  - в молекулах этанола более длинный углеводородный радикал
  - в молекулах диэтилового эфира два углеводородных радикала
- **2. Не растворяется в воде вещество формула которого:**
  - $\text{CH}_3\text{OH}$
  - $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$
  - $\text{CH}_2\text{OH} - \text{CH}_2\text{OH}$
  - $\text{C}_9\text{H}_{19}\text{OH}$

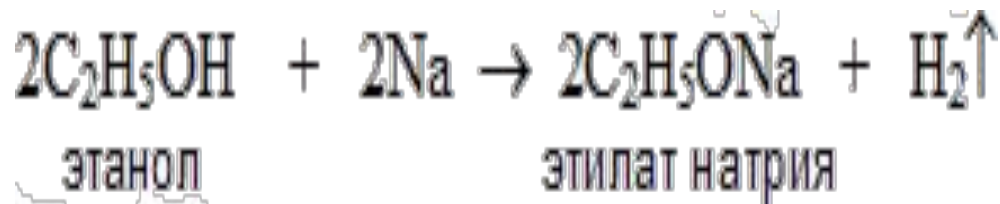
- **Физические свойства спиртов**
- **1. Водородные связи отсутствуют между молекулами:**
  - этиленгликоля
  - пропанола
  - воды
  - водорода
- **2. Растворяются в воде оба вещества пары:**
  - этанол и этан
  - метиламин и глицерин
  - метанол и бензол
  - метан и аммиак

# • Химические свойства предельных одноатомных спиртов

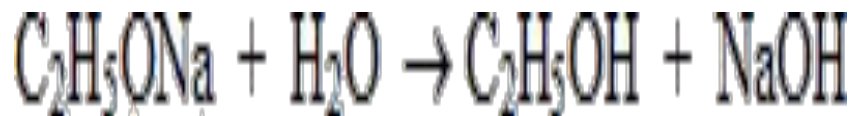
## Прогноз реакционной способности

- Конечно, химические свойства спиртов в первую очередь связаны с наличием в их молекулах функциональной гидроксильной группы. Она содержит сильно электроотрицательный атом кислорода, поэтому связи C – O и O – H ковалентные полярные.
- 
- Более полярна связь в гидроксильной группе. При химических реакциях она может гетеролитически разрываться с отщеплением протона, т.е. спирты имеют **слабые кислотные свойства**.
- Разрыв связи C – O и уход группы OH происходит при атаке атома углерода нуклеофильным реагентом (*нуклеофильное замещение*), это позволяет рассматривать спирты как **слабые основания**. Обратите внимание, спирты сами могут выполнять роль нуклеофильного реагента, ведь атом кислорода имеет две неподеленные пары электронов.
- Таким образом, спирты, проявляя слабые кислотные и слабые основные свойства, являются **амфотерными соединениями**.
- Наряду с названными свойствами спирты могут участвовать в реакциях **элиминирования**. Для них характерны также реакции **окисления**.

- Активные металлы, такие как Na, вытесняют из спиртов водород с образованием алкоголятов:



- Алкоголяты – соединения с ионным типом связи, это бесцветные твердые вещества. В присутствии воды они гидролизуются:



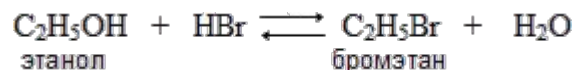
- Эта реакция показывает, что низшие спирты практически не реагируют со щелочами и проявляют даже более слабые кислотные свойства, чем вода.
- В этом можно убедиться и на основании следующего эксперимента.

- **Эксперимент**
- **Взаимодействие этанола и воды с натрием**
- Помещаем примерно одинаковые кусочки металла натрия в воду и этиловый спирт, наблюдаем за протеканием химических реакций.
- Обратите внимание: скорости этих реакций сильно отличаются. Натрий значительно активнее взаимодействует с водой. Почему?
- Кислотные свойства воды выражены сильнее, чем у спирта. Кислотные свойства спирта снижаются под влиянием  $+I$ -эффект (положительного индуктивного эффекта) углеводородного радикала.



- **Основные свойства**

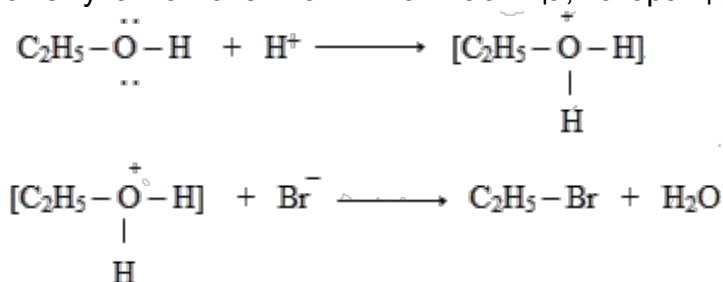
- Спирты взаимодействуют с **галогеноводородами** и **галогеноводородными кислотами**, эта реакция является обратной гидролизу галогеналканов:



- Напомним, что прямую реакцию проводят в присутствии концентрированной серной кислоты. С ее помощью образуется галогеноводород:



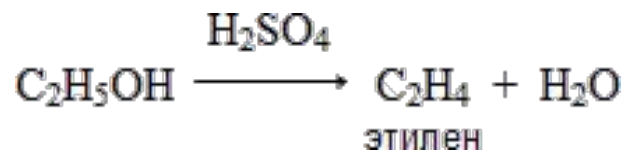
- Помимо этого, в сильнокислотной среде протон  $\text{H}^+$  присоединяется к неподеленной паре электронов атома кислорода. Образуется промежуточная очень активная частица, которая далее реагирует с бромид-



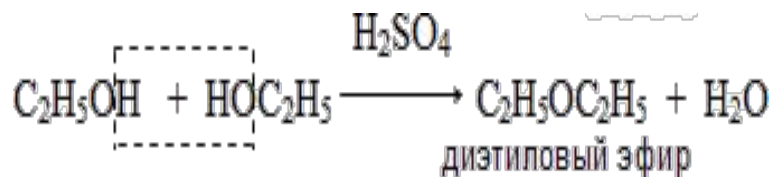
- **Легкость разрыва связи C – O**, а значит **основные свойства спиртов**, соответствует такой последовательности спиртов:  
**третичный > вторичный > первичный**, что также обусловлено соответствующим влиянием углеводородного радикала.

- **Реакции дегидратации**

- При нагревании спиртов в присутствии серной кислоты проходят реакции дегидратации, причем в зависимости от температуры преимущественно протекает одна из двух конкурирующих реакций – **внутримолекулярная** или **межмолекулярная** дегидратация спирта:
  - **внутримолекулярная** ( $t > 1400\text{C}$ ):



- **межмолекулярная** ( $t < 1400\text{C}$ ):



- Межмолекулярная дегидратация – это реакция **нуклеофильного замещения**, которая **приводит к получению простых эфиров**. Общая формула простых эфиров: **R1 - O - R2**
- Внутримолекулярное отщепление воды от вторичных и третичных спиртов протекает согласно **правилу Зайцева**: протон предпочтительно отщепляется от соседнего менее гидрированного атома углерода.

## Напишите уравнение реакции дегидратации

### 2,3-диметилпентанола-3.

- **Окисление**
- **Низшие спирты** горят на воздухе бледно-голубым пламенем:  $C_2H_5OH + 3O_2 \rightarrow 2CO_2 + 3H_2O + 1370 \text{ кДж}$
- Эту реакцию применяют не только в спиртовках, но и в двигателях внутреннего сгорания, так как этанол в качестве добавки к моторному топливу повышает его октановое число. Более того, в ряде стран этиловый спирт рассматривается как альтернативное бензину экологически чистое автомобильное топливо.

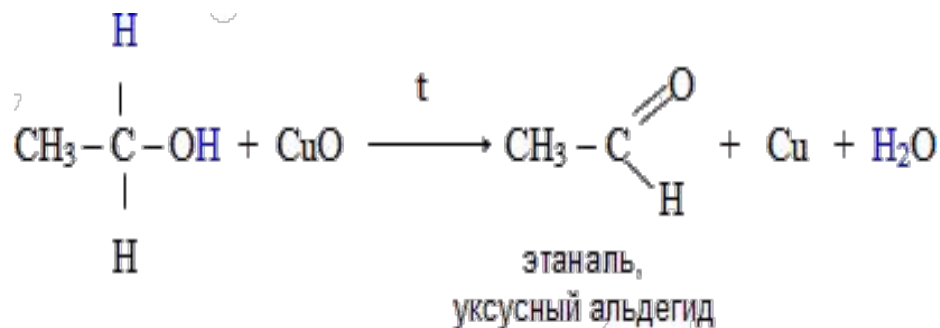
- **Это интересно!**

- Бразилия славится не только футболом. Это первая страна, понявшая, что спирт хорошо горит не только в пуншах. Сегодня в этой стране все автомобильное горючее представляет собой смесь бензина и этанола – “газохол” (сокращенно от слов “газолин” – бензин и “алкоголь”), содержащий 22% безводного спирта.

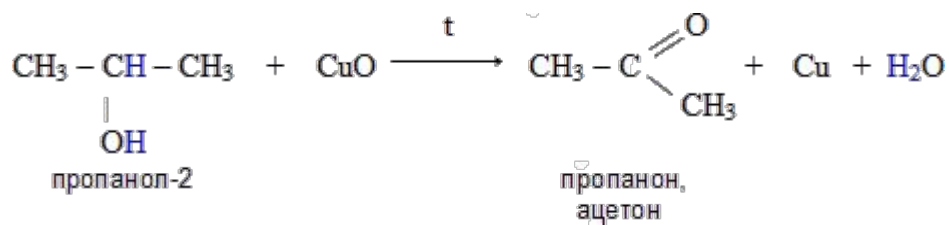
Алкольные напитки, содержащие этанол, очень калорийны. При метаболизме этанола в организме выделяется примерно 770 кДж/моль энергии (меньше, чем при горении), так как при окислении в более мягких условиях образуются не углекислый газ и вода, а другие, промежуточные вещества, причем более токсичные, чем

этиловый спирт.

- **Окисление в более мягких условиях (неполное окисление)** приводит к образованию карбонильных соединений – альдегидов или кетонов.



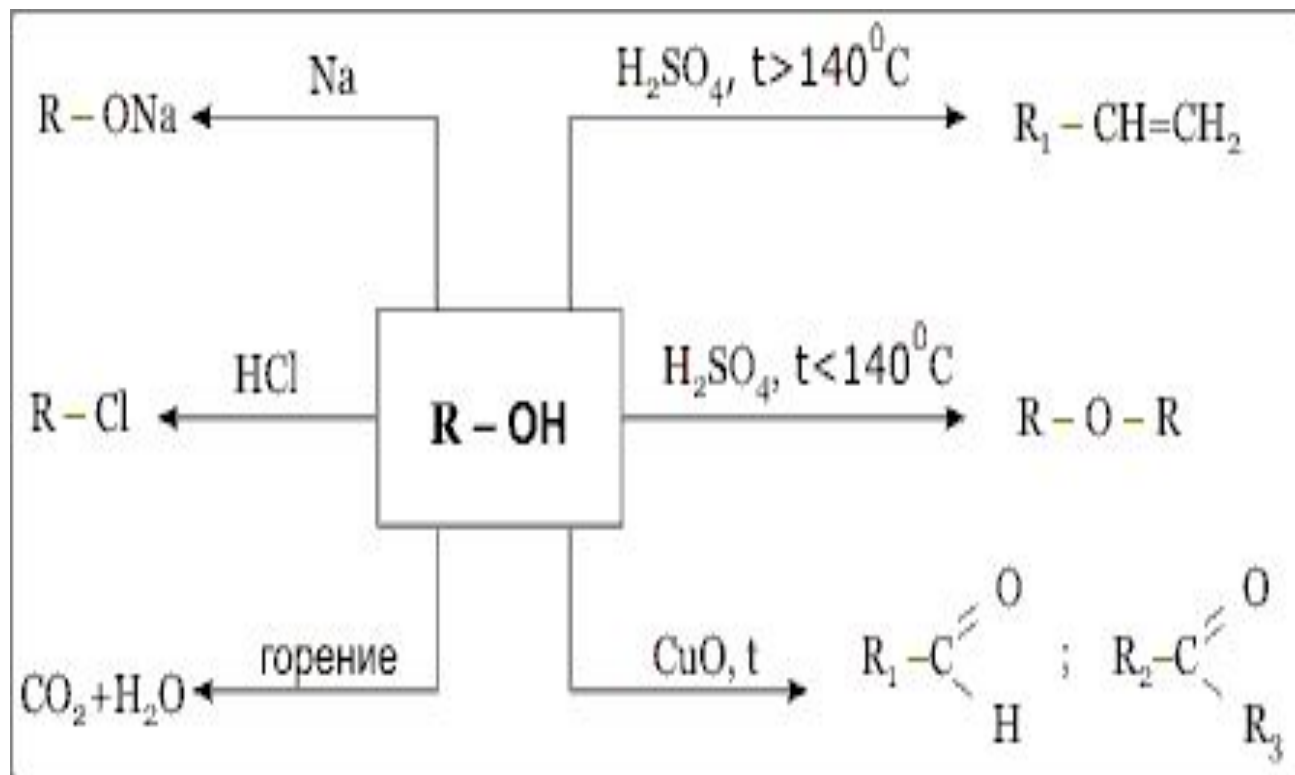
- При окислении первичных спиртов образуются альдегиды, в случае вторичных – кетоны:



- Опорная схема

## «Химические свойства одноатомных предельных спиртов»

- 





- **Проверь себя 1. Химические свойства одноатомных спиртов**

- **1. Одноатомные предельные спирты не вступают в реакцию:**

- замещения

окисления

дегидратации

присоединения

- **2. При дегидратации метанола можно получить:**

- метан

этан

диметиловый эфир

этен

- **Проверь себя 1. Химические свойства одноатомных спиртов**

- **1. Одноатомные предельные спирты не взаимодействуют с:**

- кислородом

щелочами

галогеноводородными кислотами

оксидом меди(II)

- **2. Метанол может взаимодействовать с:**

- гидроксидом натрия

оксидом натрия

хлоридом натрия

натрием

-

- **Проверь себя 1. Химические свойства одноатомных спиртов**
- **1. При окислении одноатомных первичных спиртов оксидом меди (II) образуются:**
- альдегиды
- простые эфиры
- алкены
- алканы
- **2. Этанол взаимодействует с обоими веществами пары:**
- кислородом и этаном
- калием и гидроксидом калия
- натрием и кислородом
- бромом и метаном

- **Проверь себя 1. Химические свойства одноатомных спиртов**
- **1. Этанол не взаимодействует с:**
- кислородом
- калием
- водородом
- бромоводородом
- **2. Метилат натрия  $\text{CH}_3\text{ONa}$  образуется при взаимодействии метанола с:**
- гидроксидом натрия
- оксидом натрия
- хлоридом натрия
- натрием

- **Проверь себя 2. Химические свойства одноатомных спиртов**
- **Даны вещества:**
- **а) кислород,**
- **б) калий,**
- **в) гидроксид меди (II),**
- **г) бромоводород,**
- **д) метан.**
- **Этанол может реагировать с веществами**  
...
- **Укажите буквы, соответствующие веществам, в алфавитном порядке без пробелов.**

## Химические свойства многоатомных спиртов

- Многоатомные спирты как и одноатомные проявляют слабые основные свойства, взаимодействуют с галогеноводородными кислотами. В реакции может участвовать одна или несколько гидроксильных групп.
  - Кислотные свойства многоатомных спиртов выражены сильнее, чем у одноатомных, что объясняется взаимным влиянием гидроксильных групп, стоящих у соседних атомов углерода.

- **Качественная реакция на многоатомные спирты**
- Многоатомные спирты могут взаимодействовать со свежеприготовленным гидроксидом меди (II) в избытке щелочи. В результате реакции образуются соединения ярко-синего цвета (качественная реакция на многоатомные спирты).

## **Это интересно!**

**Глицерин под воздействием особых грибков образуется в некоторых сортах винограда. Полученные из этого винограда вина отличаются**

**чрезвычайно сладким и мягким вкусом.**

- **Проверь себя 1. Химические свойства многоатомных спиртов**

- **1. Этанол и этиленгликоль можно отличить с помощью:**

- гидроксида калия

натрия

бромной воды

гидроксида меди (II)

- **Применение спиртов**

- **Метанол**

- прекрасный растворитель,
- сырье для производства формальдегида и некоторых лекарственных веществ,
- добавка к моторному топливу для увеличения октанового числа.

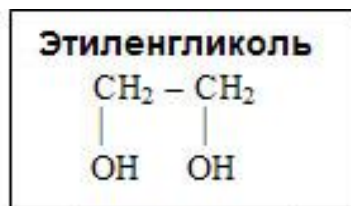


- Мировое производство метанола превышает 20 млн. тонн в год, и спрос на него постоянно растет, что связано с наметившейся тенденцией по использованию метанола в новых областях, например для получения высокооктановых бензинов, альтернативного, экологически более чистого топлива для электростанций, как сырья для синтеза белка и т.д.

- Применение **этаноло** обширно. Но, в связи с применением его в приготовлении алкогольных напитков, напомним, что этиловый спирт – это *наркотик и яд*.
- Алкогольный напиток может на некоторое время улучшить самочувствие человека (справиться со стрессом, волнением, привести в радостное состояние), так как он подавляет активность центральной и периферической нервной системы.
- Но при этом снижается острота зрения, замедляются реакции, речь, уменьшается способность здраво рассуждать, угнетается деятельность головного мозга и нарушается координация движений.

- Промежуточный продукт окисления этанола в организме – уксусный альдегид – крайне ядовит и вызывает тяжелые отравления. Систематическое употребление алкогольных напитков приводит к снижению продуктивности работы головного мозга, гибели клеток печени.

- Антифризы заливаются в системы охлаждения, в частности автомобильных двигателей (различные тосолы).
- В гораздо больших количествах этиленгликоль используется в производстве полимеров, которые являются основой некоторых видов пластмасс и волокон.



Волокно лавсан ↓

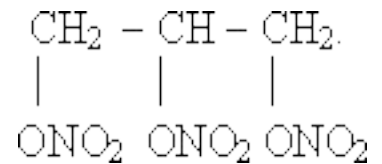


Антифризы ↓



# • глицерин

Значительное количество глицерина идет на изготовление взрывчатого вещества (ВВ) нитроглицерина



Несмотря на взрывоопасность, в очень малых дозах его применяют в медицине в качестве лекарственного средства при сердечно-сосудистых заболеваниях.



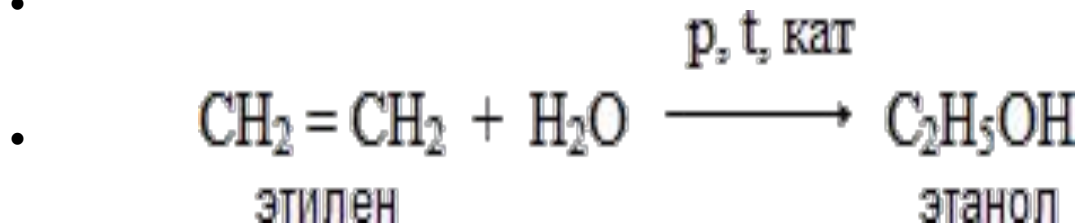
# • Получение

- Одноатомные и многоатомные спирты для столь широкого использования необходимо получать. Вспомним уже известные вам способы получения спиртов и познакомимся с некоторыми другими.

- **Одноатомные спирты**

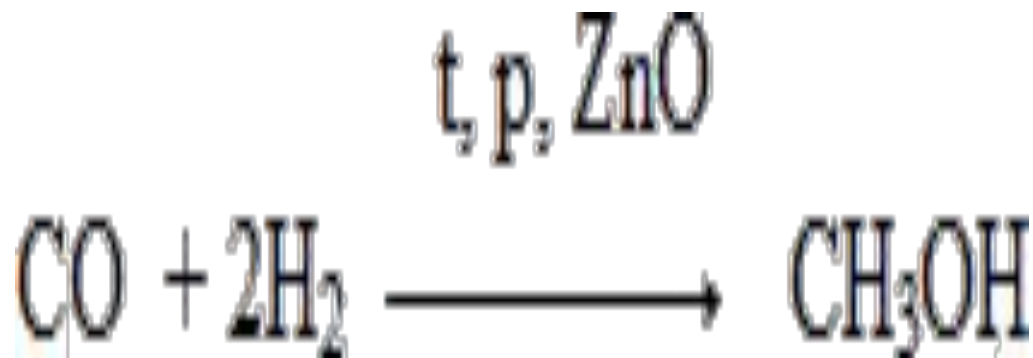
- **1) Гидратация алкенов:**

- 

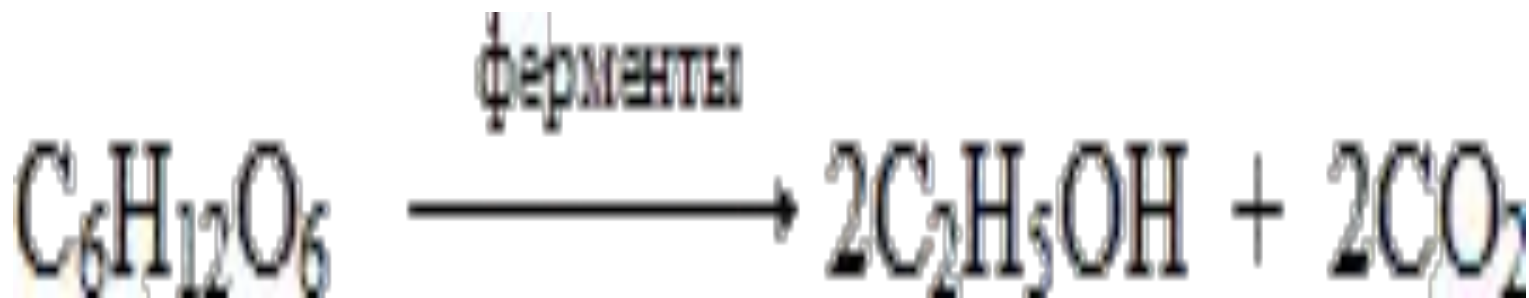


- Эта реакция катализируется неорганическими кислотами (серной, фосфорной) и протекает по правилу Марковникова.

- **Метанол** в промышленности получают из “синтез-газа” - смеси газообразных оксида углерода (II) и водорода:



- **Этанол** образуется при брожении глюкозы – разложении глюкозы под воздействием ферментов:



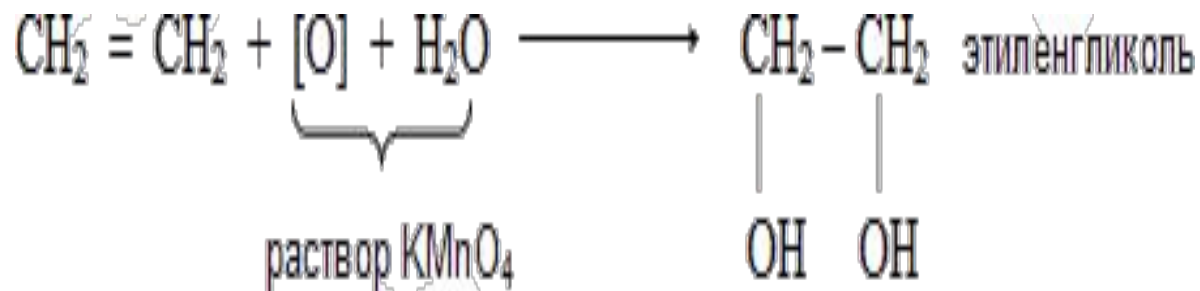


# Получение

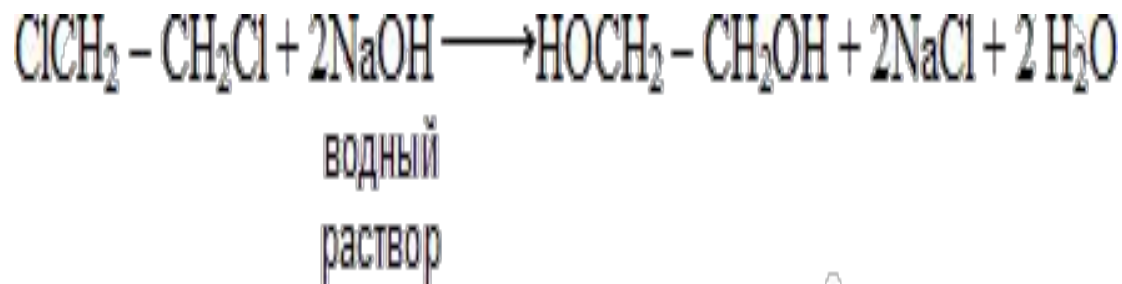
## Многоатомные спирты

1) Гликоли образуются при окислении алкенов водным раствором перманганата калия ■

- Упрощенно процесс получения этиленгликоля можно записать так:



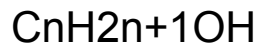
- **Щелочной гидролиз полигалогенопроизводных алканов – общий способ получения многоатомных спиртов:**



# ГОТОВИМСЯ К ЕГЭ

- **Задание 1**

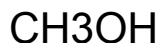
- **1. Состав одноатомных предельных спиртов соответствует формуле:**



оба предыдущих ответа верны

все ответы не верны

- **2. “Лишним” является вещество, формула которого:**



- **3. Число изомеров, имеющих состав  $C_3H_8O$ , равно:**

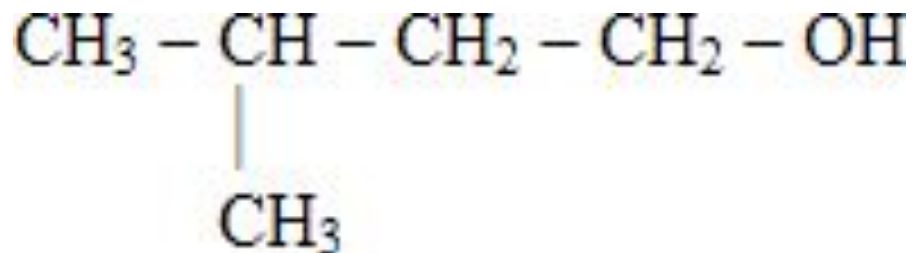
одному

двум

трем

четырем

- **4. Вещество, формула которого**



- **имеет название:**
- 2-метилбутанол-4

3-метилбутанол-1

3-метилпентанол-1

2-метилбутанол-1

- **5. Этиленгликоль и глицерин являются:**
- изомерами

гомологами

многоатомными спиртами

вторичным и третичным спиртом соответственно

- **6. Не способно образовывать водородные связи вещество:**  
вода

бензол

пентанол-2

метанол

- **7. Глицерин в отличие от этанола взаимодействует с:**  
натрием

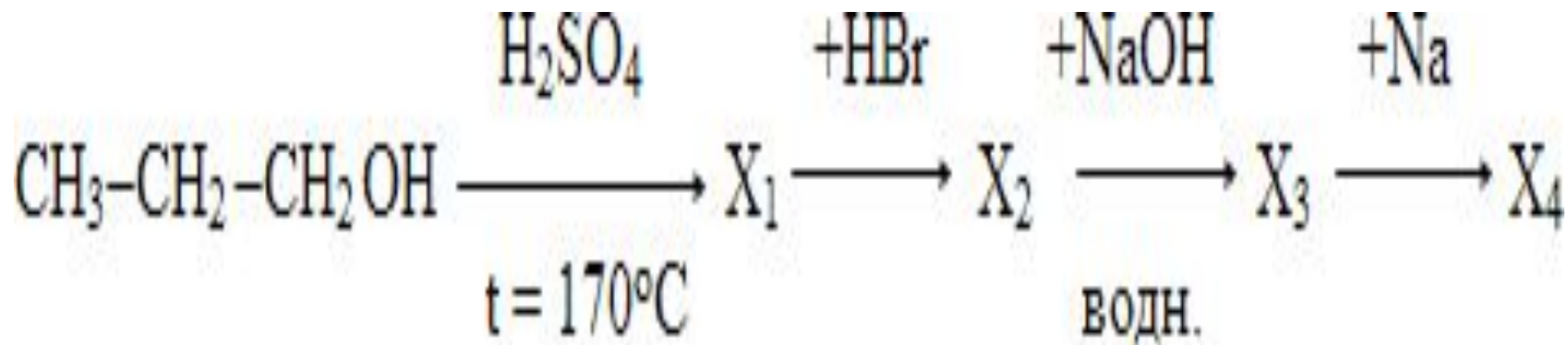
бромоводородом

гидроксидом меди (II)

оксидом меди (II)

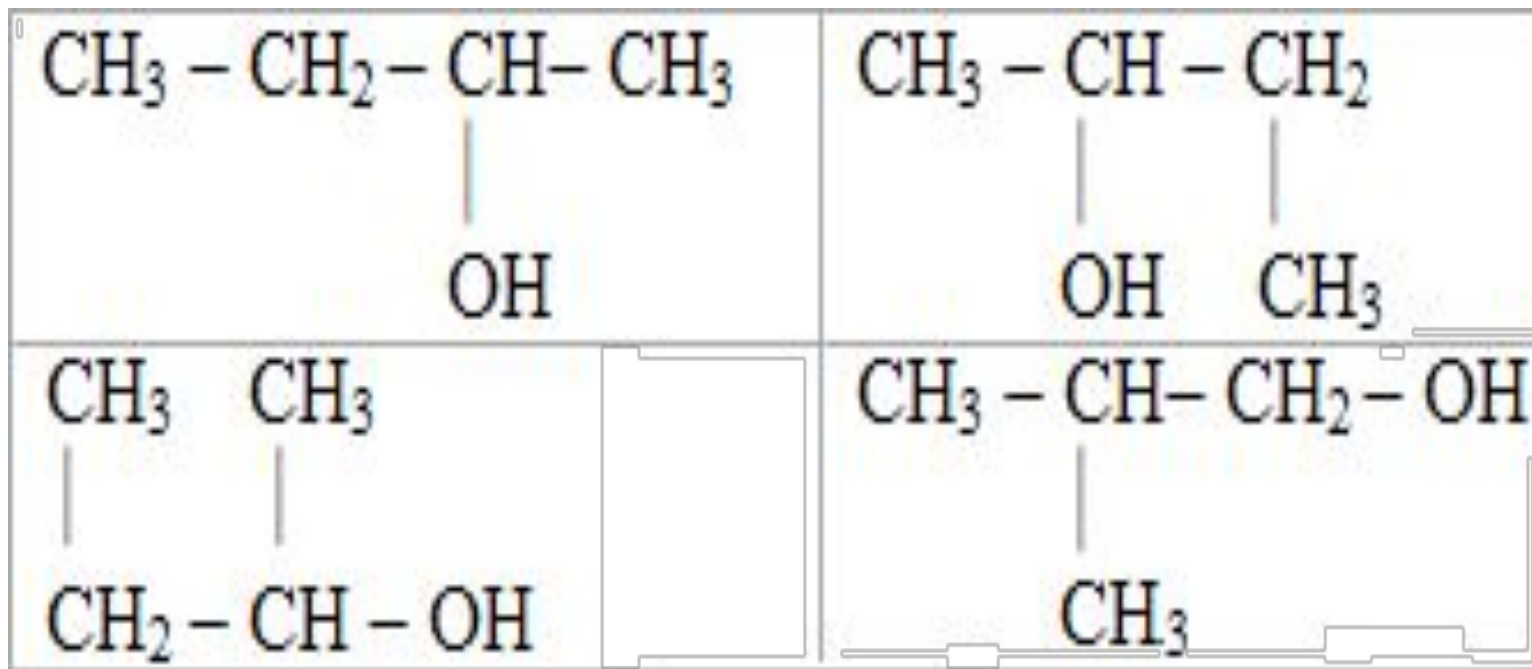
## Задание 2

Дана цепочка превращений



- Установите соответствие между веществами X1, X2, X3, X4 и их названиями:

- Число различных спиртов, формулы которых приведены ниже, равно ...



Напишите числовое значение

- **Задание 5**

**Из 336 л этилена (н.у.) получили этанол с выходом 70%. Его масса составила ... г.**

- **Напишите числовое значение**