

**ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКАЯ  
РАБОТА ПО ХИМИИ**

**ИЗГОТОВЛЕНИЕ  
МОДЕЛЕЙ ВЕЩЕСТВ  
С ВОДОРОДНОЙ СВЯЗЬЮ**

**ГБОУ СОШ № 1981**

Работу выполнили ученицы 8,9 класса:

**Полякова Анжелика**

**Акимова Валерия**

Руководители работы:

**Куприянова Ольга Валерьевна**

– учитель химии

**Александрова Ирина Викторовна**

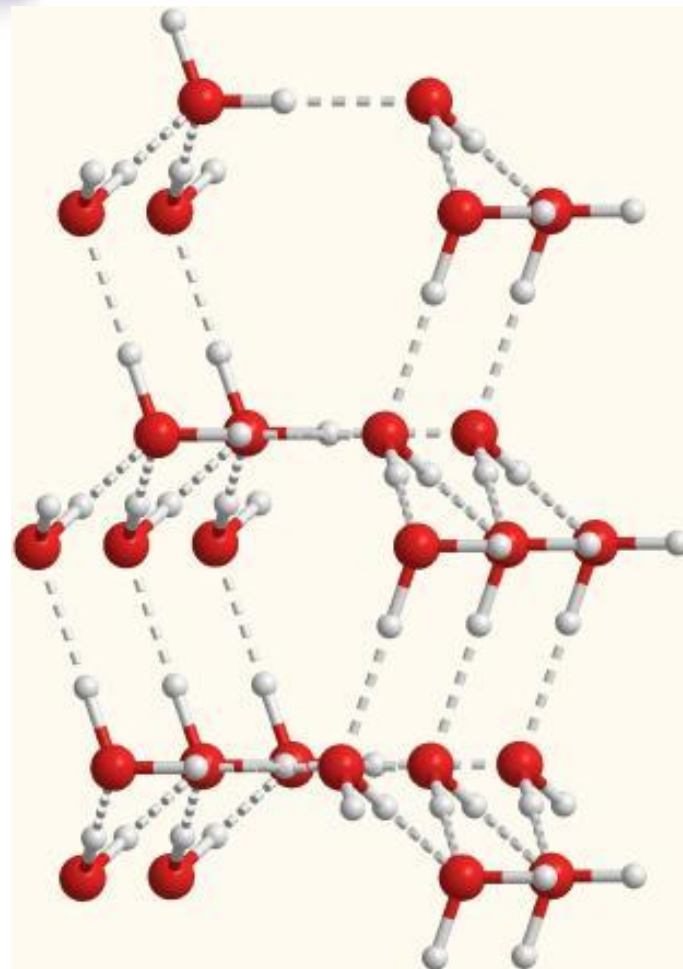
– учитель биологии

# АКТУАЛЬНОСТЬ

Изучая строение веществ, мы часто пользуемся конструктором, создавая модели молекул. Так легче понять каким образом атомы соединяются друг с другом в молекулы сложных веществ.

## ПРОБЛЕМА:

Модели школьного конструктора громоздки, они позволяют увидеть строение одной молекулы или двух. А вот проследить за образованием, например, водородной связи в молекуле воды или спирта, практически невозможно.



A ball-and-stick molecular model showing several atoms connected by bonds, rendered in a light blue, semi-transparent style. The atoms are represented by spheres of varying sizes, and the bonds are thin lines connecting them.

**ЦЕЛЬ:**

**Создать модели  
веществ с водородной  
связью**

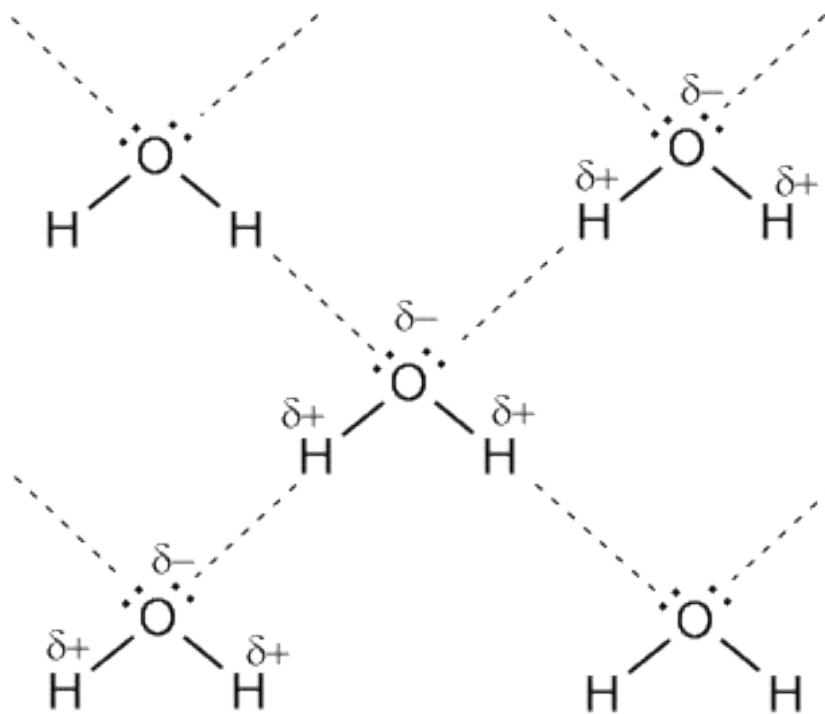
## ОБЪЕКТ И ПРЕДМЕТ ИЗУЧЕНИЯ:

### ОБЪЕКТ ИЗУЧЕНИЯ:

Мы хотим создать изделия из бисера, которые бы отражали наличие водородной связи в веществах.

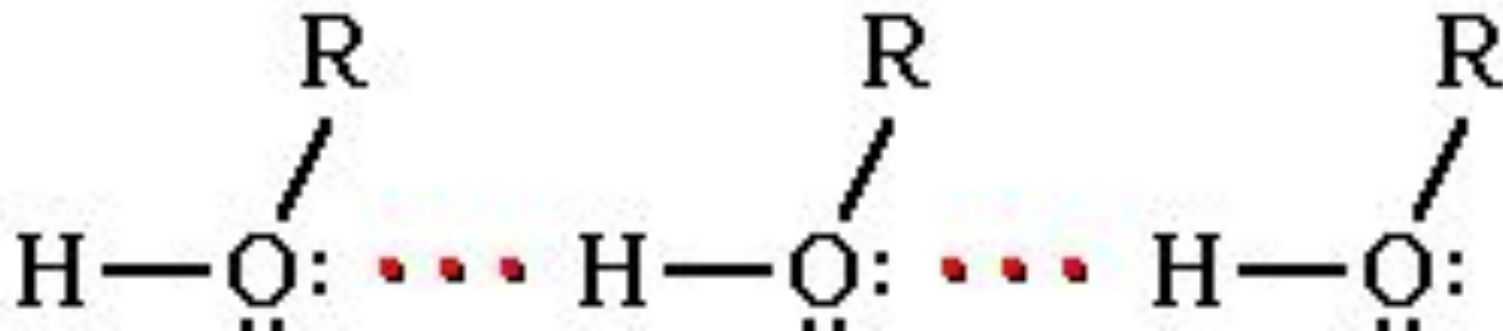
### ПРЕДМЕТ ИЗУЧЕНИЯ:

Предметом нашего изучения будут вещества, которые могут образовывать водородную связь.



# ЗАДАЧИ

- изучить природу, образования водородных связей;
- продумать процесс выполнения работы из бисера;
- создать модели веществ с водородной связью, используя бисер.



# РАБОЧАЯ ГИПОТЕЗА

Из бисера можно создать модели веществ с водородной связью. Эта работа будет иметь практическое значение и поможет в изучении темы "Виды связи".



# НОВИЗНА



Мы увлекаемся бисероплетением и имеем огромное количество разнообразных работ. Подумалось, что и из бисера можно изготовить модели молекул. И картину образования связей будет легче представить, разглядывая нашу работу, так как молекулы там будут многократно повторены, так же как и образование водородной связи между молекулами.



# ЭТАПЫ РАБОТЫ

## Теоретический этап работы:

- *изучение материалов, связанных с темой исследования.*

## Практическая часть работы:

- *изготовление из бисера атомов с разной валентностью (учитывая, что в бисере всего 2 отверстия);*
- *изготовление моделей веществ с водородной связью.*



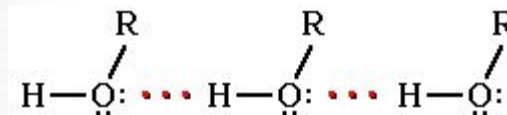
# ВОДА



Ни одна из планет Солнечной системы не содержит на своей поверхности такого большого количества воды, как наша Земля. Моря и океаны, средняя глубина которых около 6 км, покрывают 71 % поверхности Земли. Огромное количество воды в виде снега и льда сосредоточено в приполярных районах.

Этот удивительный факт пока не нашел однозначного объяснения. Безусловно, вода играет огромную роль в возникновении и существовании жизни на нашей планете. Во многом это связано со свойствами, которых нет у ее ближайших соседей и аналогов ( $H_2S$ ). Прежде всего нужно разобраться, почему вода может находиться в жидком и даже в твердом состоянии (лед) в условиях, в которых похожие соединения водорода с более тяжелыми элементами (серой, селеном и т.д.) газообразные.

# ВОДОРОДНЫЕ СВЯЗИ И ФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА

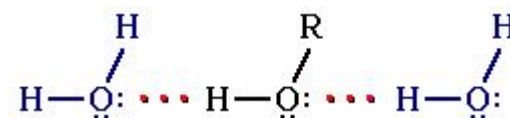


Ассоциация молекул ROH

Следствием полярности связи O–H и наличия неподеленных пар электронов на атоме кислорода является способность гидроксисоединений к образованию **водородных связей**. Это объясняет, почему даже низшие спирты - жидкости с относительно высокой температурой кипения (т.кип. метанола +64,5°C). При переходе от одноатомных к многоатомным спиртам или фенолам температуры кипения и плавления резко возрастают.

Название	Формула	Т.пл., °C	Т.кип., °C
Метанол	CH <sub>3</sub> OH	-98	64,5
Этанол	CH <sub>3</sub> CH <sub>2</sub> OH	-114	78,4
Этиленгликоль	HOCH <sub>2</sub> CH <sub>2</sub> OH	-12	197
Глицерин	HOCH <sub>2</sub> CH(OH)CH <sub>2</sub> OH	17	290
Фенол	C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> OH	43	182

**Образование водородных связей с молекулами воды способствует растворимости гидроксисоединений в воде:**

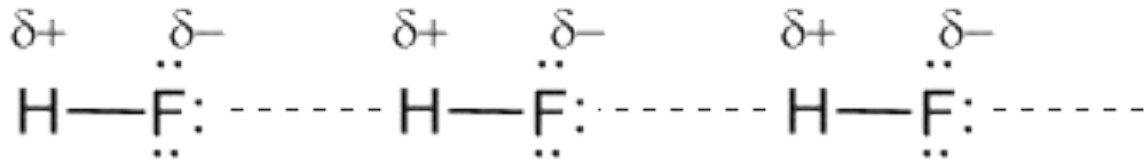
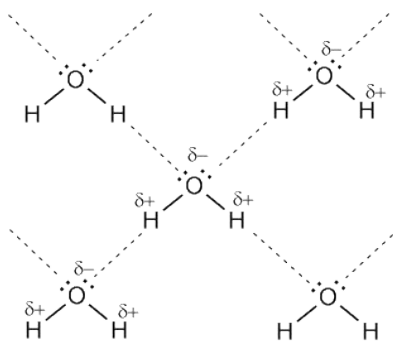


Гидратация молекул ROH

Способность растворяться в воде уменьшается с увеличением углеводородного радикала и от многоатомных гидроксисоединений к одноатомным. Метанол, этанол, пропанол, изопропанол, этиленгликоль и глицерин смешиваются с водой в любых соотношениях. Растворимость фенола в воде ограничена.

# ВОДОРОДНАЯ СВЯЗЬ

Для возникновения водородных связей важно, чтобы в молекулах вещества были атомы водорода, связанные с небольшими, но электроотрицательными атомами, например: O, N, F. Это создает заметный частичный положительный заряд на атомах водорода. С другой стороны, важно, чтобы у электроотрицательных атомов были неподеленные электронные пары. Когда обедненный электронами атом водорода одной молекулы (акцептор) взаимодействует с неподеленной электронной парой на атоме N, O или F другой молекулы (донор), то возникает связь, похожая на полярную ковалентную.



Водородные связи между молекулами обозначены пунктиром

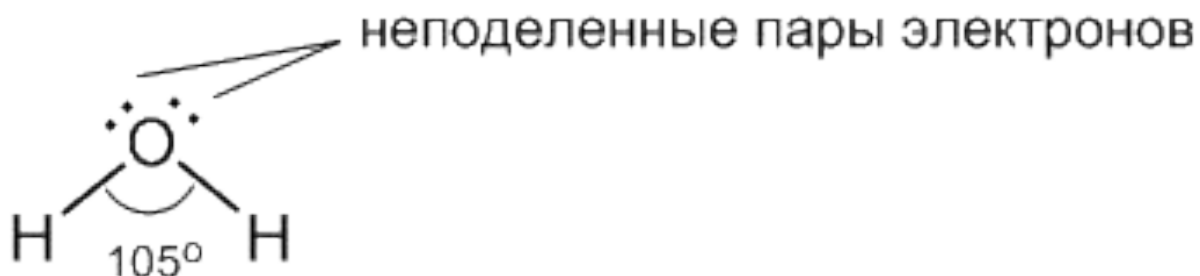
# МЕЖМОЛЕКУЛЯРНАЯ ВОДОРОДНАЯ СВЯЗЬ

Учитывая заметную разницу зарядов на атомах Н и О соседних молекул, дополнительную прочность этой межмолекулярной связи придает притяжение разноименных зарядов. Водородные связи характерны для таких веществ, как вода  $\text{H}_2\text{O}$ , аммиак  $\text{NH}_3$ , фтороводород  $\text{HF}$ . В водных растворах аммиака или  $\text{HF}$  эти молекулы образуют водородные связи не только между собой, но и с молекулами воды. Благодаря водородным связям аммиак  $\text{NH}_3$  имеет фантастическую растворимость: в 1 л воды может растворяться 750 л газообразного аммиака! В органических веществах встречаются также *внутримолекулярные* водородные связи, сильно влияющие на пространственную форму этих молекул.

Энергия связи водородной связи  $\text{H}\cdots\text{O}$  в димере воды ( $\text{H}_2\text{O}$ ) составляет 21,5 кДж/моль, а ее длина 2,04 А. Таким образом, эти связи более длинные и примерно в 10-20 раз менее прочные, чем обычные ковалентные, но именно они заставляют воду быть жидкостью или льдом (а не газом) в обычных условиях. Водородные связи разрушаются только тогда, когда жидкая вода переходит в пар.

# СТРОЕНИЕ МОЛЕКУЛЫ ВОДЫ

Молекула воды имеет следующее строение:



Две поделенные электронные пары участвуют в образовании двух полярных ковалентных связей, а оставшиеся две **неподеленные** пары электронов тоже играют важную роль в свойствах воды. Все заместители у атома кислорода, включая неподеленные пары, стремятся расположиться как можно дальше друг от друга. Это приводит к тому, что молекула приобретает форму искаженного тетраэдра с атомом кислорода в центре. В четырех вершинах этого "тетраэдра" находятся два атома водорода и две неподеленные пары электронов. Но если смотреть только по центрам атомов, то получается, что молекула воды имеет угловое строение, причем угол Н–О–Н составляет примерно 105 градусов.

# ПРОЯВЛЕНИЕ ВОДОРОДНЫХ СВЯЗЕЙ



Еще одно красивое проявление водородных связей – голубой цвет чистой воды в ее толще. Когда одна молекула воды колеблется, она заставляет колебаться и связанные с ней водородными связями другие молекулы. На возбуждение этих колебаний расходуются красные лучи солнечного спектра, как наиболее подходящие по энергии. Таким образом, из солнечного спектра "отфильтровываются" красные лучи – их энергия поглощается и рассеивается колеблющимися молекулами воды в виде тепла.

В белом солнечном свете различные цвета как бы уравнивают друг друга. Поэтому солнечный свет кажется глазу "белым" – лишенным цвета. Если "отфильтровать" лучи одного участка спектра, то начинает проступать другой – в данном случае голубой участок спектра. Он и окрашивает воду в красивый голубой цвет. Но для этого требуется, чтобы солнечный луч прошел не менее чем через 2-х метровую толщу чистой воды и "потерял" достаточно много красных лучей.

# НАШИ РАБОТЫ



Мы увлекаемся бисероплетением. Создавая модели из бисера мы разобрались в механизме образования водородной связи. У нас много моделей веществ, как с внутримолекулярной, так и межмолекулярной водородной связью.