

A vibrant space-themed background featuring a bright yellow sun in the upper right, a green and blue Earth on the left, a reddish-orange Mars on the right, and a small blue and white Moon in the lower right. The background is filled with a dense field of stars.

# ХИМИЯ И КОСМОС

**Космос в популярном сознании представляется царством холода и пустоты. Однако примерно с середины XIX века исследователи стали понимать, что пространство между звездами по крайней мере не пусто. Наглядный признак существования межзвездного вещества — так называемые темные облака, бесформенные черные пятна, особенно хорошо различимые на светлой полосе Млечного Пути.**



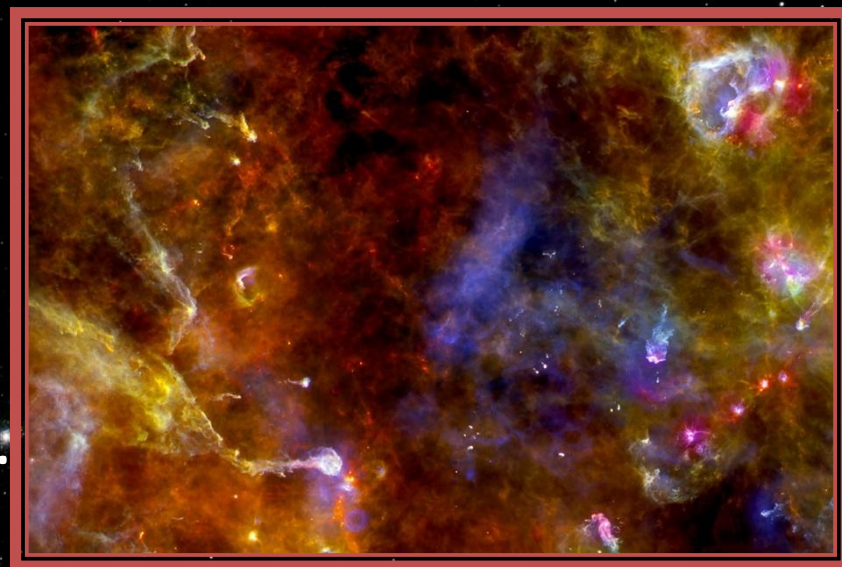
# СВОЙСТВА МЕЖЗВЕЗДНОЙ СРЕДЫ

Межзвездное вещество — это водород, гелий и лишь 2% по массе более тяжелых элементов.

Значительная часть этих тяжелых элементов, особенно металлов, находится в пылинках.



Вещество распределено по межзвездному пространству неоднородно. Его можно разделить на три фазы: горячую, теплую и холодную.



**Горячая фаза** — это очень разреженный корональный газ, ионизованный водород с температурой в миллионы кельвинов и плотностью порядка  $0,001 \text{ см}^{-3}$ , занимающий примерно половину объема галактического диска.



**Теплая фаза**, на долю которой приходится еще половина объема диска, имеет плотность около  $0,1 \text{ см}^{-3}$  и температуру  $8000\text{--}10\ 000 \text{ К}$ . Водород в ней может быть и ионизованным, и нейтральным.



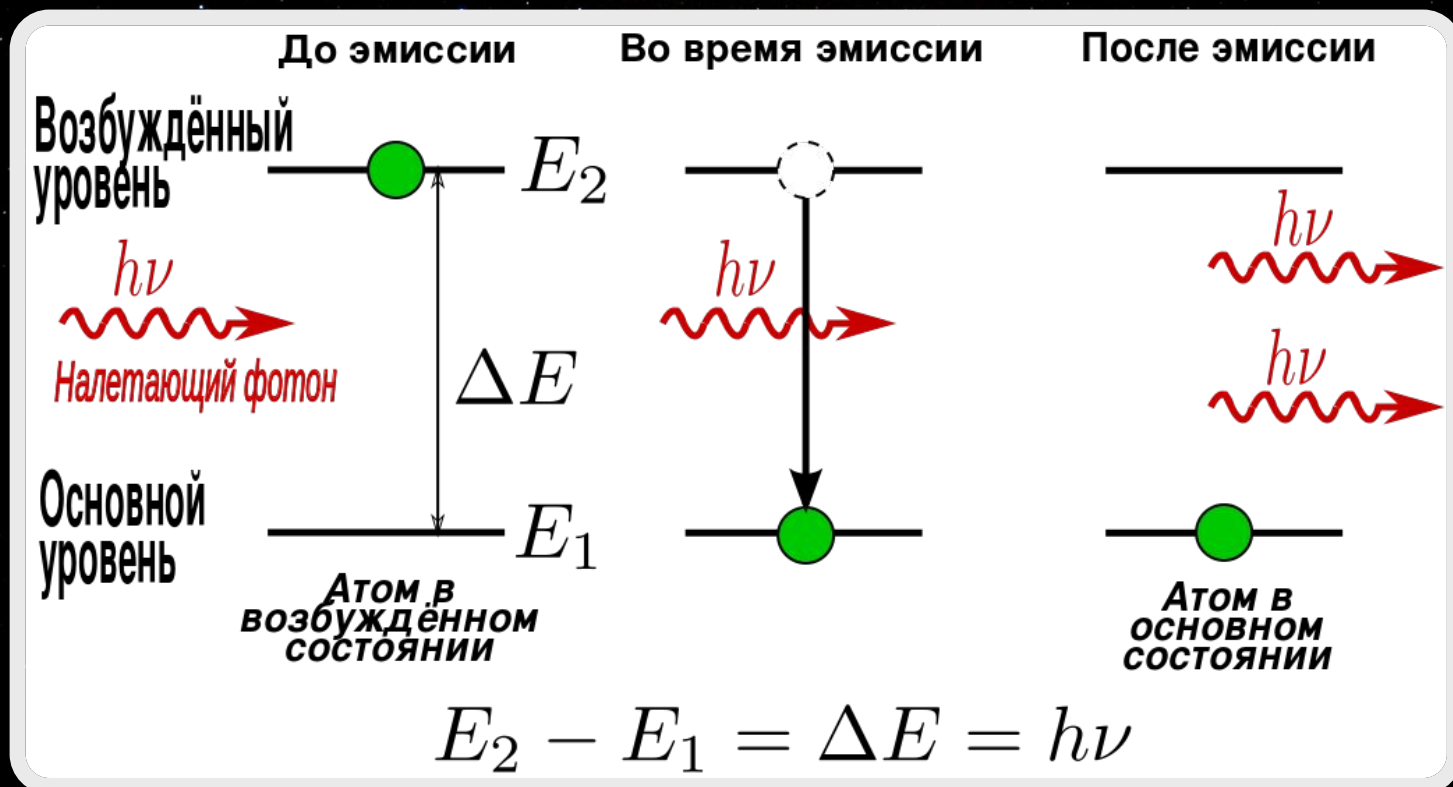
**Холодная фаза** действительно холодна, ее температура не более  $100 \text{ К}$ , а в самых плотных областях мороз до единиц кельвинов. Холодный нейтральный газ занимает всего около процента объема диска, но масса его составляет примерно половину всей массы межзвездного вещества.

# НЕВИДИМЫЕ И ВИДИМЫЕ МОЛЕКУЛЫ



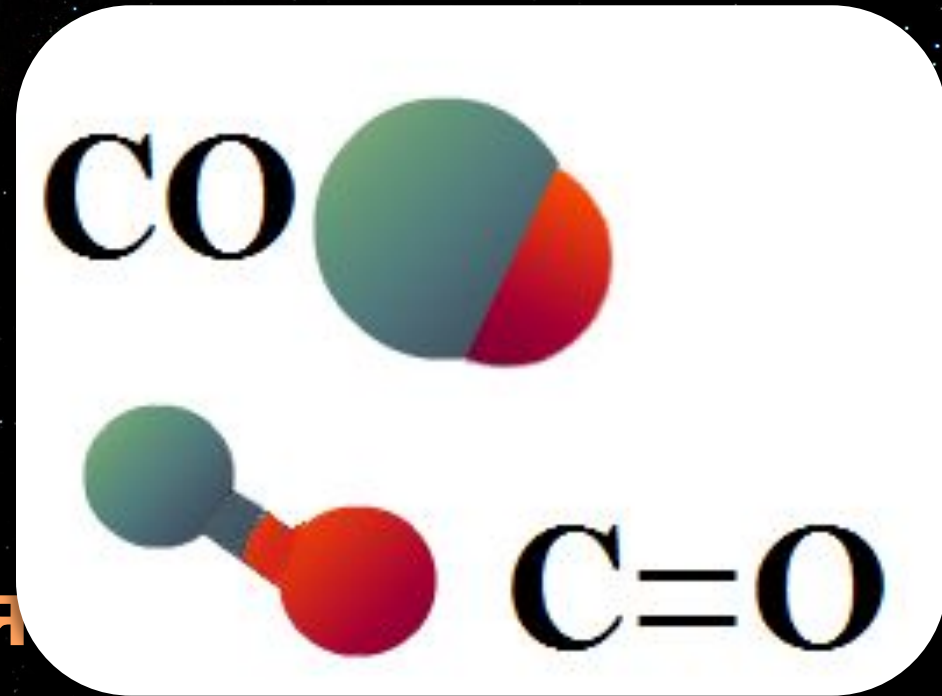
В 1949 году И. С. Шкловский предсказал, что более удобен для наблюдения межзвездных молекул радиодиапазон, в нем можно наблюдать не только поглощение, но и излучение молекул.

Молекула может вращаться, вибрировать, совершать более сложные движения, с каждым из которых связан набор энергетических уровней. Переходя с одного уровня на другой, молекула, так же, как и атом, поглощает и излучает фотоны.



$$E^J - E^I = \Delta E = h\nu$$

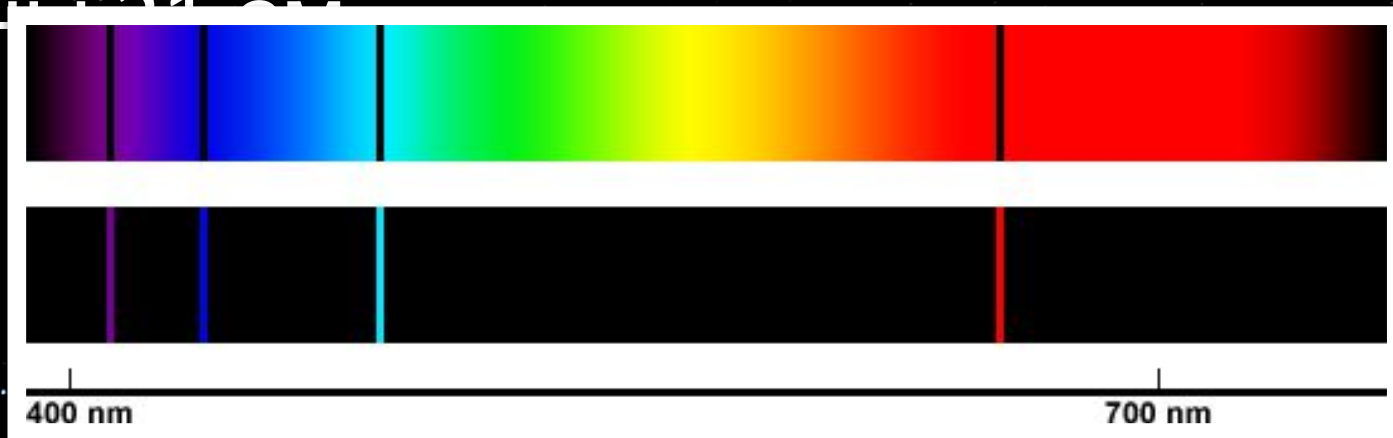
Очень важным  
открытием в  
исследованиях  
молекулярной  
межзвездной  
среды стало  
открытие в  
1970 году излучения  
молекулы оксида  
углерода (CO) на  
длине волны 2,6 мм.





# ХИМИЯ МЕЖЗВЕЗДНОГО ПРОСТРАНСТВА

Юный студент Ван де Холст сделал доклад. Исходя из теории строения он рассчитал, какова должна быть самая длинная волна в спектре излучения водорода. Оказалось, что длина этой волны  $21 \text{ см}$ .





В космосе нет пустоты, в нем существуют невидимые глазу облака космического водорода, которые простираются от одной звездной системы к другой. Оказалось возможным даже определить протяженность и форму этих скоплений водорода.

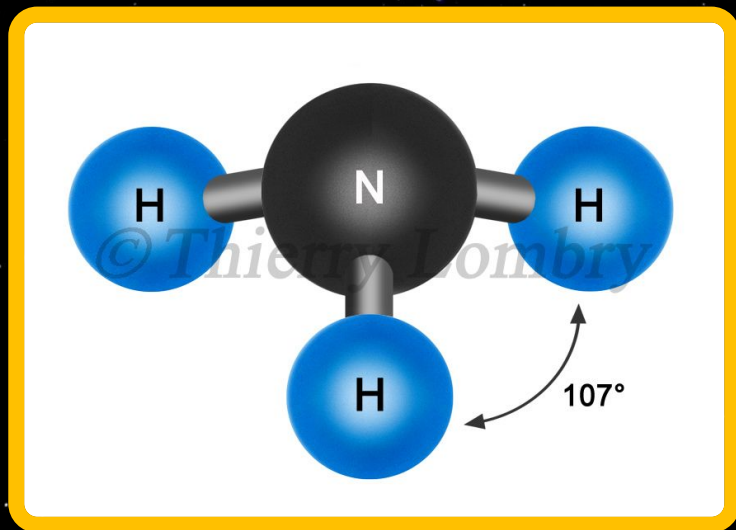
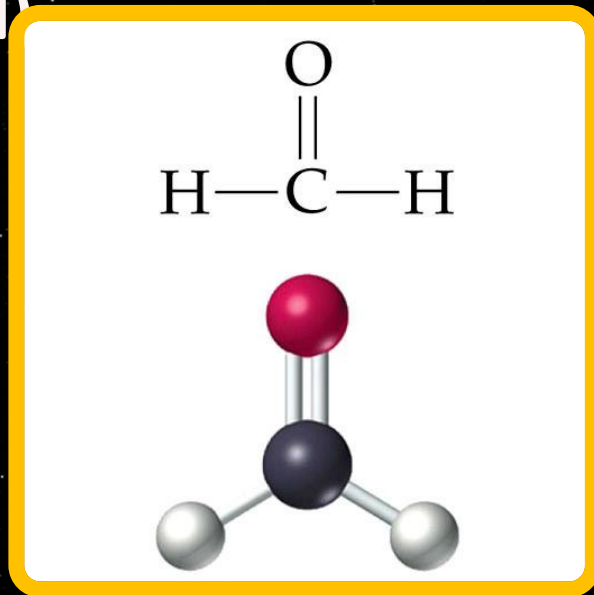
Важнейшую роль в химии космического пространства играет атомный водород. Следующий по распространенности – гелий, его раз в десять меньше; найдены уже кислород, неон, азот, углерод, кремний – их в космическом пространстве ничтожно мало.





В космосе неожиданно обнаружили сложную молекулу цеаноацетилена ( $\text{HC}_3\text{N}$ )

Оказалось, что в космическом пространстве существуют облака формальдегида ( $\text{HCOH}$ ).



В небольшом облаке межзвездной пыли, лежащем где-то по направлению к центру нашей Галактики, обнаружили аммиак ( $\text{NH}_3$ ).