

# Газы, жидкости, твёрдые вещества.

Урок №8

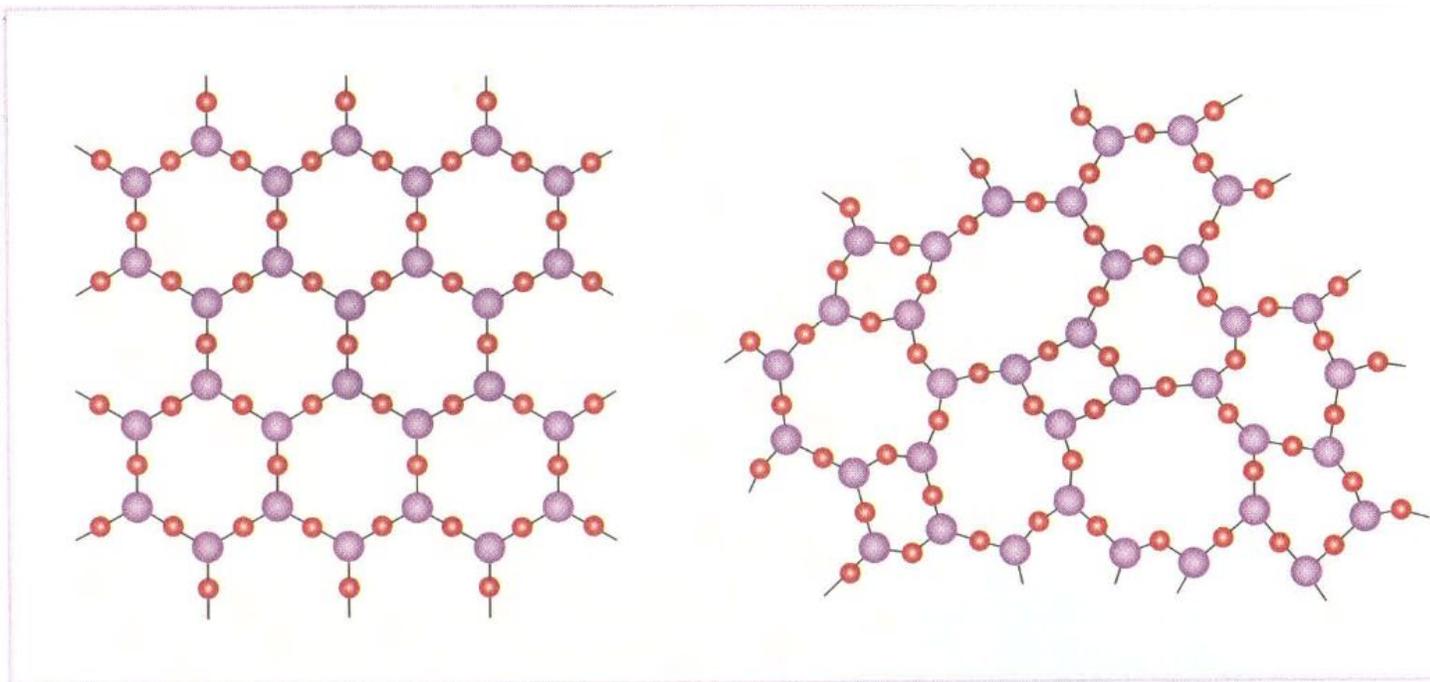
Каждое вещество, в зависимости от условий, может находиться в одном из трёх агрегатных состояний — *твёрдом, жидком, газообразном*. В этих состояниях вещества обладают разными физическими свойствами, например плотностью, однако состоят из одних и тех же частиц — атомов или молекул.

При низких температурах все вещества твёрдые. Любое твёрдое вещество имеет объём, а физическое тело, которое состоит из этого вещества, обладает формой (табл. 5).

**ТАБЛИЦА 5.** Сравнение агрегатных состояний вещества

| Агрегатное состояние       | Твёрдое | Жидкое    | Газообразное |
|----------------------------|---------|-----------|--------------|
| Объём                      | Есть    | Есть      | Нет          |
| Форма тела                 | Есть    | Нет       | Нет          |
| Расстояние между частицами | Малое   | Малое     | Большое      |
| Притяжение между частицами | Сильное | Умеренное | Очень слабое |
| Движение частиц            | Нет     | Есть      | Есть         |

Свойства веществ объясняются их строением. В твёрдом состоянии атомы или молекулы находятся очень близко друг к другу и испытывают сильное взаимное притяжение. Из-за притяжения поступательное движение частиц оказывается невозможным, поэтому они занимают определённое положение в пространстве, т. е. образуют структуру. В *кристаллических* веществах эта структура строго регулярная и симметричная, а в *аморфных* — довольно беспорядочная (рис. 39).



**Рис. 39.** Структура кристаллического и аморфного твёрдого вещества

Различия в структуре сказываются на свойствах твёрдых веществ. Чистые кристаллические вещества ( $\rightarrow$  ) плавятся только при определённой температуре, а аморфные ( $\rightarrow$  ) — в широком диапазоне температур. При нагревании аморфные вещества постепенно размягчаются, затем начинают растекаться и, наконец, становятся жидкими.

Кристаллических веществ в окружающем нас мире больше, чем аморфных. Это — лёд, поваренная соль, сахар, мрамор, алмаз, металлы и многочисленные минералы (рис. 40). К аморфным веществам относятся стекло, шоколад, полиэтилен и другие полимерные материалы



Алмаз



Горный хрусталь



Хром

Поваренная  
соль

Рис. 40. Кристаллические вещества.

# Аморфное (от гр. «отрицание формы») состояние веществ

- Нет кристаллической решётки
- В изломе нет признаков кристаллов
- Нет определённой точки плавления (при нагревании постепенно размягчаются, растекаются, становятся жидкими)



Стекл



Смола



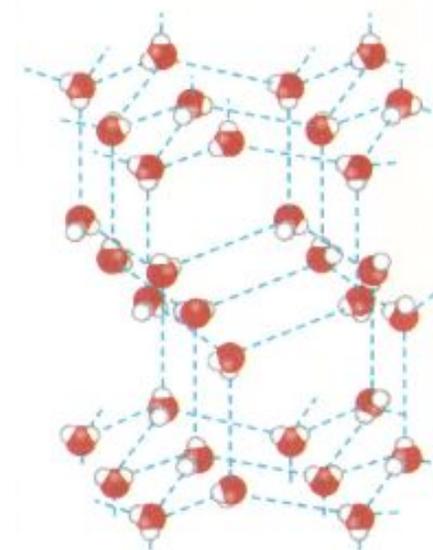
Клей

Рис. 41. Аморфные вещества.

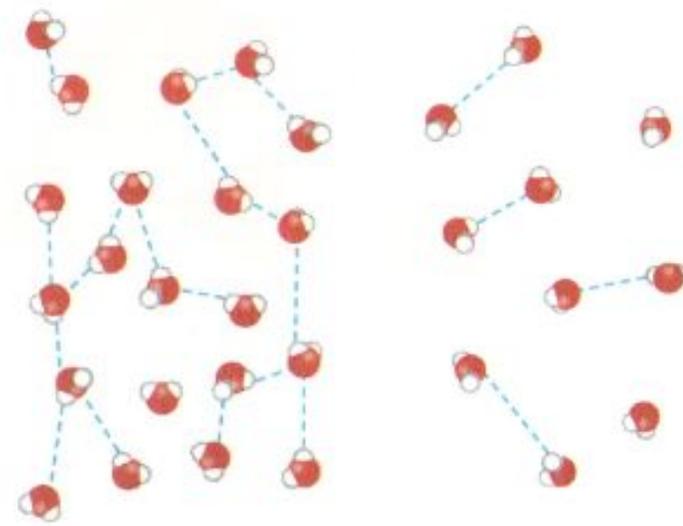
При нагревании свойства вещества изменяются. Частицы получают больше энергии и приобретают способность двигаться, преодолевая силы притяжения. При достижении определённой температуры часть связей между частицами разрывается и вещество переходит в жидкое состояние (рис. 42). Этот процесс называют плавлением (рис. 43, 44). Вещества плавятся при разной температуре: у льда она составляет  $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ , у ртути  $-39\text{ }^{\circ}\text{C}$ , у спирта  $-114\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Вещества с высокой температурой плавления (более  $2000\text{ }^{\circ}\text{C}$ ) называют тугоплавкими. К ним относятся некоторые металлы (вольфрам W, молибден Mo, ниобий Nb) и оксиды металлов (оксид магния MgO, оксид алюминия  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ). А легче всего плавится твёрдый водород, у которого самая низкая температура плавления ( $-259\text{ }^{\circ}\text{C}$ ).



Рис. 42. Строение воды в твёрдом, жидком



Лё



Вод

а

Па

р



Рис. 43. Переходы между агрегатными состояниями воды

Процесс плавления обратим. При понижении температуры жидкости замерзают, происходит *кристаллизация* — образование *кристаллов*. С этим явлением мы часто сталкиваемся зимой, когда температура падает ниже нулевой отметки и вода замерзает (рис. 45).

Почти все жидкости имеют молекулярное строение. Молекулы в них, несмотря на взаимное притяжение, могут двигаться и менять своё положение в пространстве. Благодаря этому жидкости, в отличие от твёрдых веществ, обладают текучестью и не имеют собственной формы, хотя имеют объём. Жидкость всегда принимает форму сосуда, в котором она находится.

Движение молекул в жидкости приводит к увеличению объёма вещества по сравнению с твёрдым состоянием, поэтому жидкости обычно имеют меньшую, чем твёрдые вещества, плотность. Важное исключение из этого правила — вода. Плотность жидкой воды примерно на 10% больше плотности льда, поэтому лёд в воде не тонет.

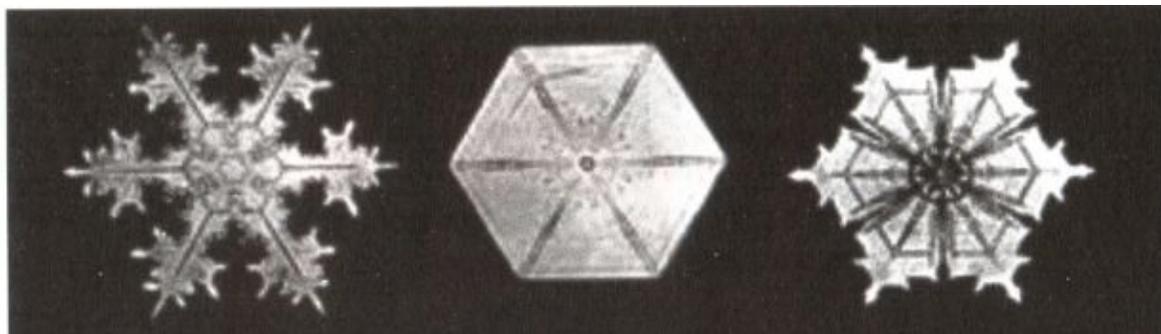
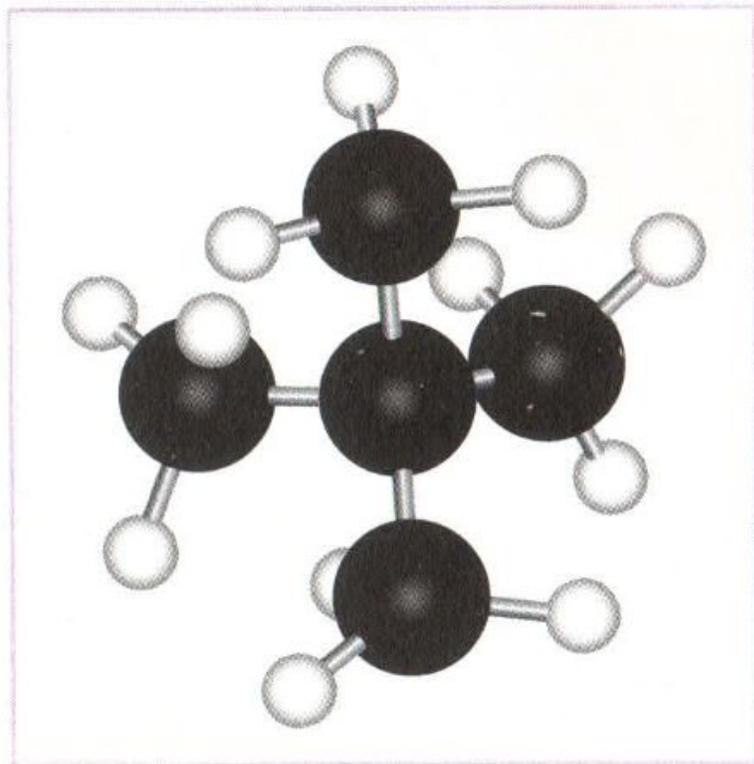


Рис.45. Кристаллы  
льда.

Плотность у жидкостей различна, она зависит от силы притяжения между её частицами. Самая лёгкая при обычных условиях<sup>1</sup> жидкость — углеводород неопентан



**Рис. 46.** Модель молекулы неопентана  $C_5H_{12}$

$C_5H_{12}$  (рис. 46), который в 1,6 раза легче воды. При низких температурах наименьшая плотность у жидкого водорода. При температуре  $-253\text{ }^\circ\text{C}$  один литр его весит всего 71 г. Самая тяжёлая жидкость — ртуть, которая в 13,6 раза тяжелее воды.

При сильном нагревании жидкость закипает и вещество переходит в газообразное состояние. Этот процесс называют *испарением*, а обратный ему процесс — *конденсацией*. Каждое чистое вещество кипит при определённой температуре; например, вода закипает

<sup>1</sup> Под обычными условиями понимают комнатную температуру ( $25\text{ }^\circ\text{C}$ ) и атмосферное давление ( $1\text{ атм} = 760\text{ мм рт. ст.}$ ).

при 100 °С, а спирт — при 78 °С. Температуры кипения и плавления — индивидуальные характеристики вещества, они относятся к его *физическим свойствам*. Температура кипения, в отличие от температуры плавления, сильно зависит от внешнего давления. При понижении давления молекулам легче оторваться от поверхности жидкости, поэтому температура кипения уменьшается. Вода, например, может закипеть даже при комнатной температуре, если давление над ней достаточно низкое, а именно 25 мм рт. ст., что в 30 раз меньше атмосферного.



**Переходы между агрегатными состояниями вещества происходят при изменении температуры и (или) давления.**

У вещества в газообразном состоянии почти все связи между молекулами разрываются (см. рис. 42) и молекулы свободно движутся в пространстве во всех направлениях. Скорость молекул газа довольно высока (сотни метров в секунду при комнатной температуре), поэтому газ быстро распространяется по всему доступному ему объёму. Собственного объёма и формы газообразные вещества не имеют. Объём любого газа равен объёму сосуда, в котором он находится.

В газообразном состоянии вещество является очень разреженным. Молекулы находятся далеко друг от друга — расстояние между молекулами в десятки раз превышает размеры самих молекул.

Объём и плотность газа зависят от температуры и давления. Эти зависимости описаны газовыми законами<sup>1</sup>. Интересно, что при одинаковых условиях равные количества газов независимо от их химической природы занимают один и тот же объём.

Объём газов велик, поэтому их плотность мала, в тысячи раз меньше, чем плотность жидкостей и твёрдых веществ.

В газообразное состояние при нагревании могут переходить не только жидкости, но и некоторые твёрдые вещества. Этот процесс называют *сублимацией* или *возгонкой*.

***Сублимация*** — превращение твёрдого вещества в газообразное.

Сублимацию можно наблюдать зимой в сухую погоду: даже в сильный мороз корка льда постепенно истончается, так как лёд испаряется. По этой же причине влажное бельё сохнет не только в тепле, но и на морозе. Ещё проще увидеть сублимацию твёрдого углекислого газа — «сухого льда». При комнатной температуре он буквально тает на глазах (рис. 47). Температура «сухого льда»  $-78\text{ }^{\circ}\text{C}$ , поэтому ёмкость, в которой находится кусок «сухого льда», покрыта изморозью. Это замерзает водяной пар, содержащийся в воздухе. Процесс, противоположный сублимации, называют *конденсацией*. В зависимости от условий пар может конденсироваться и в жидкость, и в твёрдое вещество.

**Конденсация** — превращение газообразного вещества в твёрдое или жидкое.

Любые переходы между агрегатными состояниями вещества считают физическими процессами. Их не относят к химическим явлениям, поскольку состав вещества и его химическая природа при этом не меняются. Молекулы воды, например, имеют одну и ту же формулу  $\text{H}_2\text{O}$  в любом состоянии — твёрдом, жидком и газообразном.



Сублимация  
йода



Сублимация сухого  
льда

Домашнее задание. Сдаём к уроку 14.12 на <http://moodle.sch130.ru> или на почту [ponomar@sch130.ru](mailto:ponomar@sch130.ru)

**Задание 1. Изучите материал презентации.**

**Задание 2. Отвечаем письменно на поставленные вопросы в рабочую тетрадь:**

- 1) Приведите примеры испарения, сублимации, кристаллизации и конденсации, которые можно наблюдать в природе или в быту.
- 2) Воздух на 99% состоит из двух газов – азота  $N_2$  (температура кипения  $-196^{\circ}C$ ) и кислорода  $O_2$  (температура кипения  $-183^{\circ}C$ ). Опишите, что будет происходить при охлаждении воздуха от комнатной температуре до температуры: а)  $-180^{\circ}C$ , б)  $-190^{\circ}C$ , в)  $-200^{\circ}C$ .
- 3) Найдите данные о температуре и давлении на поверхности Венеры и Марса. В каких агрегатных состояниях может находиться вода на этих планетах?
- 4) Почему переход между агрегатными состояниями вещества считают физическим, а не химическим процессом?