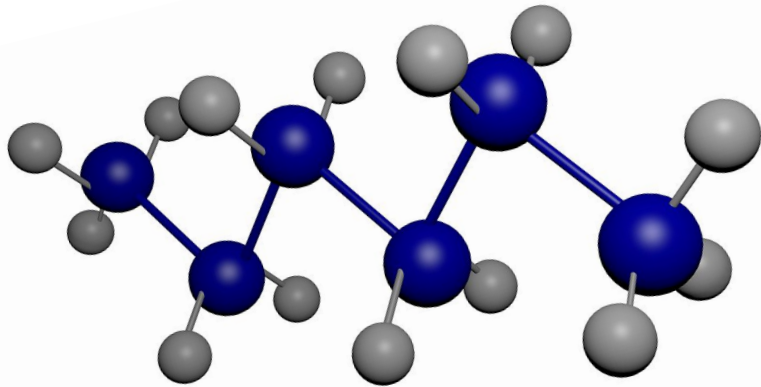
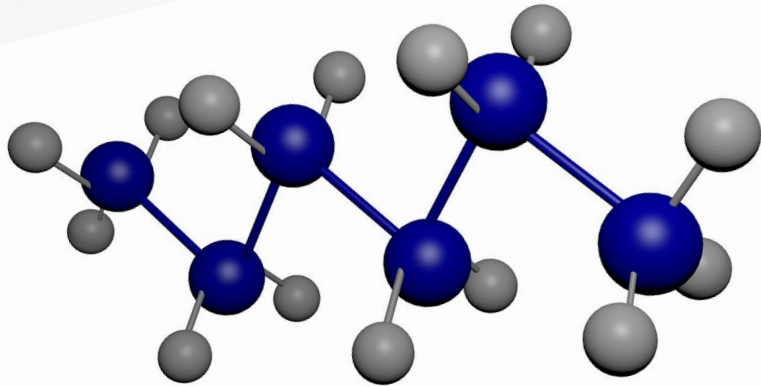


# Основы молекулярной физики.

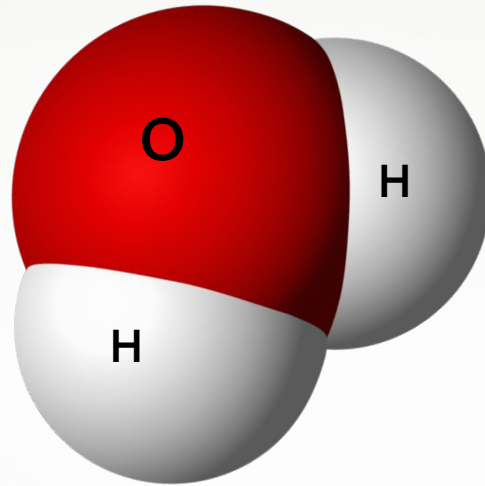


# Основные понятия молекулярно-кинетической

теории



- Относительная молекулярная масса;
- количество вещества;
- постоянная Авогадро;
- молярная масса.



Так как массы молекул очень малы, удобно использовать в расчётах не абсолютные значения масс, а относительные.

# Основные понятия молекулярно-кинетической

теории



$$M_r = \frac{m_0}{\frac{1}{12} m_{0C}}$$

Массу частицы, измеренную в а.е.м. (атомная единица массы), принято называть **относительной атомной** (или молекулярной) **массой**.

# Основные понятия молекулярно-кинетической

теории

$$M_r = \frac{m_0}{\frac{1}{12}m_{0C}}$$



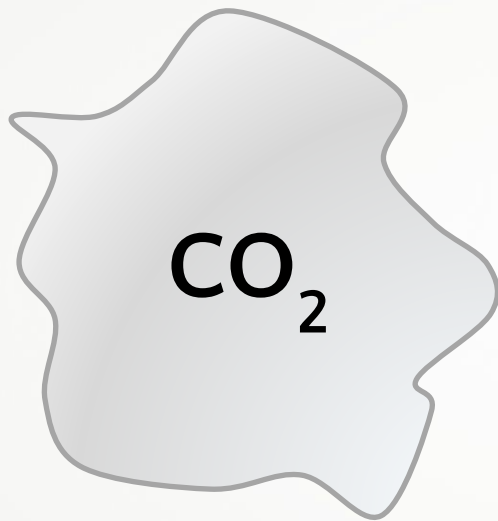
**Относительная молекулярная масса**  
молекулы вещества равна сумме относительных атомных масс атомов, составляющих данную молекулу.

$$M_r = \frac{m_0}{\frac{1}{12} m_{0C}}$$

$$M_r = \frac{m_0}{\frac{1}{12} m_{0C}}$$

# Основные понятия молекулярно-кинетической

теории



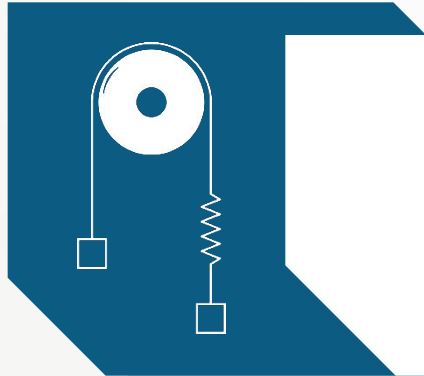
$$M_r(\text{CO}_2) \approx 44$$

<b>C</b>	6	4 2
Carbonium Углерод	12.011	

<b>O</b>	8	6 2
Oxygenium Кислород	15.999	

$$12 + 2 \cdot 16 = 44$$

$$M_r = \frac{m_0}{\frac{1}{12} m_{OC}}$$



$$M_r = \frac{m_0}{\frac{1}{12} m_{OC}}$$



$$M_r = \frac{m_0}{\frac{1}{12} m_{0C}}$$

**1 моль** равен количеству вещества, в котором содержится столько же атомов или молекул, сколько атомов содержится в **чистом углероде** массой 0,012 кг



**Амедео  
Авогадро**  
1776–1856 гг.

**Число Авогадро** — число молекул в одном моле любого вещества или число атомов в одном моле простого вещества.

$$M_r = \frac{m_0}{\frac{1}{N} m_{0c}}$$

# Число Авогадро

Масса одного атома

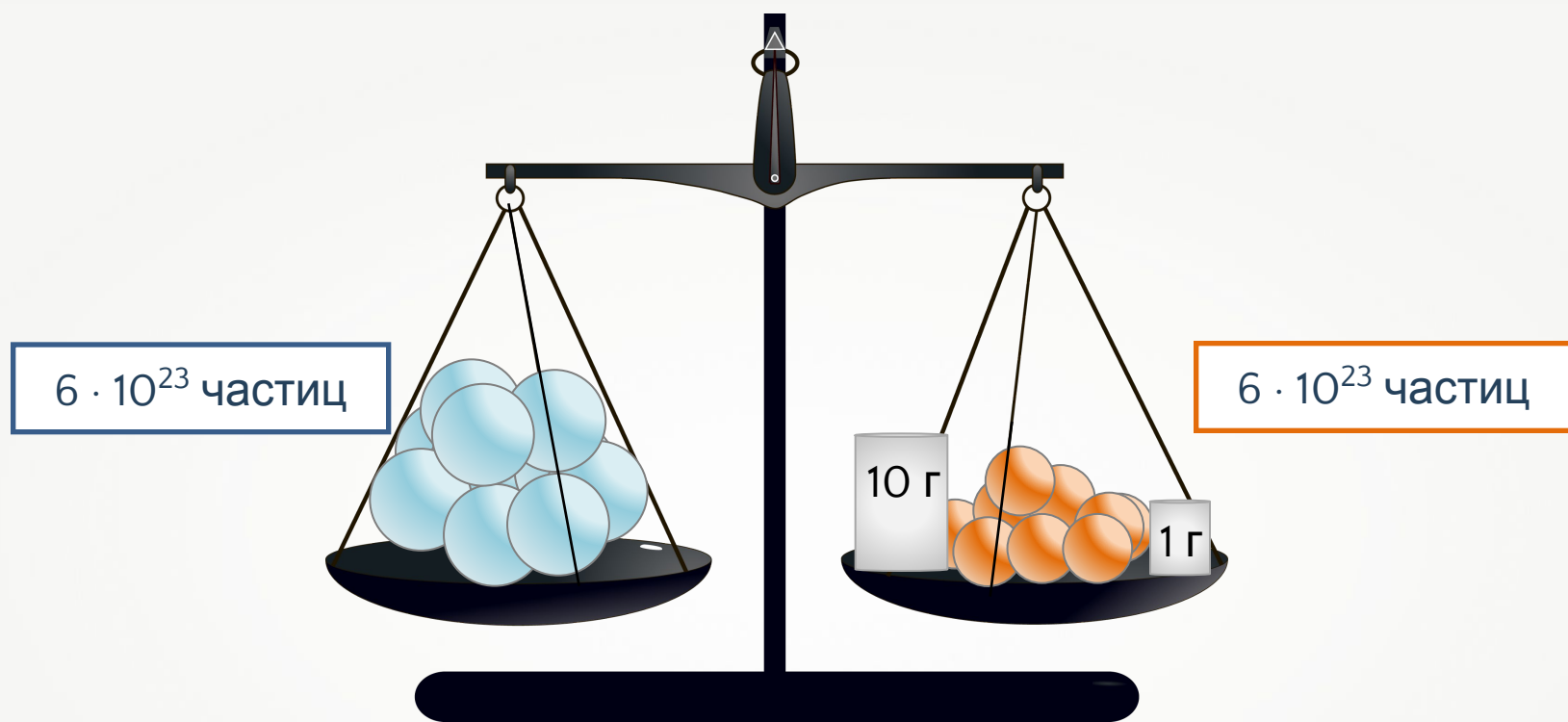
углерода:  $m_{OC} = 1,995 \cdot 10^{-23}$

кг.

$$M_r = \frac{m_0}{\frac{1}{N_A} m_{OC}}$$

**Количество вещества** равно отношению числа частиц в теле к **числу Авогадро** (числу молекул в 1 моле вещества).

$$M_r = \frac{m_0}{\frac{1}{12} m_{0C}}$$



Если два разных тела состоят из одного и того же числа частиц, то эти тела содержат одинаковое количество вещества (при этом массы тел могут не совпадать.)

$$M_r = \frac{m_0}{\frac{1}{12} m_{0C}}$$

**Молярная масса ( $M$ ) равна массе вещества, взятого в количестве 1 моль.**

ПЕРИОДЫ	Г Р У П П Ы Э Л Е М Е Н Т О В																	
	A I B	A II B	A III B	A IV B	A V B	A VI B	A VII B	A VIII B	VIII	B								
1	<b>H</b> Hydrogenium Водород 1 1.00794							(H)		<b>He</b> Helium Гелий 2 4.002602								
2	<b>Li</b> Lithium Литий 3 6.941	<b>Be</b> Beryllium Бериллий 4 9.0122	<b>B</b> Borium Бор 5 10.811	<b>C</b> Carbonium Углерод 6 12.011	<b>N</b> Nitrogenium Азот 7 14.007	<b>O</b> Oxygenium Кислород 8 15.999	<b>F</b> Fluorium Фтор 9 18.998	<b>Ne</b> Neon Неон 10 20.179										
3	<b>Na</b> Natrium Натрий 11 22.99	<b>Mg</b> Magnesium Магний 12 24.305	<b>Al</b> Aluminium Алюминий 13 26.9815	<b>Si</b> Silicium Кремний 14 28.086	<b>P</b> Phosphorus Фосфор 15 30.974	<b>S</b> Sulfur Сера 16 32.066	<b>Cl</b> Chlorium Хлор 17 35.453	<b>Ar</b> Argon Аргон 18 39.948										
4	<b>K</b> Kalium Калий 19 39.098	<b>Ca</b> Calcium Кальций 20 40.08	<b>Sc</b> Scandium Скандий 21 44.956	<b>Ti</b> Titanium Титан 22 47.90	<b>V</b> Vanadium Ванадий 23 50.941	<b>Cr</b> Chromium Хром 24 51.996	<b>Mn</b> Manganum Марганец 25 54.938	<b>Fe</b> Ferrum Железо 26 55.847	27 58.933	<b>Co</b> Cobaltum Кобальт 28 58.70	<b>Ni</b> Niccolum Никель 29 58.69							
	<b>Cu</b> Cuprum Медь 29 63.546	<b>Zn</b> Zincum Цинк 30 65.39	<b>Ga</b> Gallium Галлий 31 69.72	<b>Ge</b> Germanium Германий 32 72.59	<b>As</b> Arsenicum Мышьяк 33 74.992	<b>Se</b> Selenium Селен 34 78.96	<b>Br</b> Bromum Бром 35 79.904	<b>Kr</b> Krypton Криптон 36 83.80										
5	<b>Rb</b> Rubidium Рубидий 37 85.468	<b>Sr</b> Strontium Стронций 38 87.62	<b>Y</b> Yttrium Иттрий 39 88.906	<b>Zr</b> Zirconium Цирконий 40 91.22	<b>Nb</b> Niobium Ниобий 41 92.906	<b>Mo</b> Molybdaenum Молибден 42 95.94	<b>Tc</b> Technetium Технеций 43 97.91	<b>Ru</b> Ruthenium Рутений 44 101.07	45 102.906	<b>Rh</b> Rhodium Родий 46 106.4	<b>Pd</b> Palladium Палладий 47 106.42							
	<b>Ag</b> Argentum Серебро 47 107.868	<b>Cd</b> Cadmium Кадмий 48 112.41	<b>In</b> Indium Индий 49 114.82	<b>Sn</b> Stannum Олово 50 118.71	<b>Sb</b> Stibium Сурьма 51 121.75	<b>Te</b> Tellurium Теллур 52 127.60	<b>I</b> Iodum Иод 53 126.9045	<b>Xe</b> Xenon Ксенон 54 131.29										
6	<b>Cs</b> Cesium Цезий 55 132.905	<b>Ba</b> Barium Барий 56 137.33	<b>La*</b> Lanthanum Лантан 57 138.9055	<b>Hf</b> Hafnium Гафний 72 178.49	<b>Ta</b> Tantalum Тантал 73 180.9479	<b>W</b> Wolframium Вольфрам 74 183.85	<b>Re</b> Rhenium Рений 75 186.207	<b>Os</b> Osmium Осмий 76 190.2	77 192.22	<b>Ir</b> Iridium Иридий 78 195.08	<b>Pt</b> Platinum Платина 79 195.084							
	<b>Au</b> Aurum Золото 79 196.967	<b>Hg</b> Hydrargyrum Ртуть 80 200.59	<b>Tl</b> Thallium Таллий 81 204.38	<b>Pb</b> Plumbum Свинец 82 207.19	<b>Bi</b> Bismuthum Висмут 83 208.980	<b>Po</b> Polonium Полоний 84 209.98	<b>At</b> Astatium Астат 85 209.99	<b>Rn</b> Radon Радон 86 [222]										
7	<b>Fr</b> Francium Франций 87 [223]	<b>Ra</b> Radium Радий 88 [226]	<b>Ac**</b> Actinium Актиний 89 [227]	<b>Rf</b> Rutherfordium Фезерфордий 104 [261]	<b>Db</b> Dubnium Дубний 105 [262]	<b>Sg</b> Seaborgium Сиборгий 106 [263]	<b>Bh</b> Bohrium Борий 107 [262]	<b>Hs</b> Hassium Хассий 108 [265]	109 [266]	<b>Mt</b> Meitnerium Мейтнерий 110 [269]								
ФОРМУЛЫ ВЫСШИХ ОКСИДОВ	R <sub>2</sub> O	RO	R <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	RO <sub>2</sub>	R <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	RO <sub>3</sub>	R <sub>2</sub> O <sub>7</sub>	RO <sub>4</sub>										
ФОРМУЛЫ ПЕЧУЩИХ ОДНОРОДНЫХ СОЕДИНЕНИЙ				RH <sub>4</sub>	RH <sub>3</sub>	RH <sub>2</sub>	RH											
ЛАНТАНОИДЫ*	58 140.12 <b>Ce</b> Cetium Церий	59 140.908 <b>Pr</b> Praeseodymium Празеодим	60 144.24 <b>Nd</b> Neodymium Неодим	61 144.91 <b>Pm</b> Promethium Прометий	62 150.36 <b>Sm</b> Samarium Самарий	63 151.96 <b>Eu</b> Europium Европий	64 157.25 <b>Gd</b> Gadolinium Гадолий	65 158.925 <b>Tb</b> Terbium Тербий	66 162.50 <b>Dy</b> Dysprosium Диспрозий	67 164.930 <b>Ho</b> Holmium Гольмий	68 167.26 <b>Er</b> Erbium Эрбий	69 168.934 <b>Tm</b> Thulium Туллий	70 173.04 <b>Yb</b> Ytterbium Иттербий	71 174.967 <b>Lu</b> Lutetium Лютеций				
АКТИНОИДЫ**	90 232.038 <b>Th</b> Thorium Торий	91 231.04 <b>Pa</b> Protactinium Протактиний	92 238.03 <b>U</b> Uranium Уран	93 237.05 <b>Np</b> Neptunium Нептуний	94 244.06 <b>Pu</b> Plutonium Плутоний	95 243.06 <b>Am</b> Americium Америций	96 247.07 <b>Cm</b> Curium Кюрий	97 247.07 <b>Bk</b> Berkelium Берклий	98 251.08 <b>Cf</b> Californium Калифорний	99 252.08 <b>Es</b> Einsteinium Эйнштейний	100 257.10 <b>Fm</b> Fermium Фермий	101 258.10 <b>Md</b> Mendelevium Менделевий	102 259.10 <b>No</b> Nobelium Нобелий	103 260.10 <b>Lr</b> Lawrencium Лавренсий				

# Периодическая система химических элементов Дмитрия Ивановича Менделеева

# Молярная масса



$$M_r = \frac{m_0}{\frac{1}{12} m_{0C}}$$

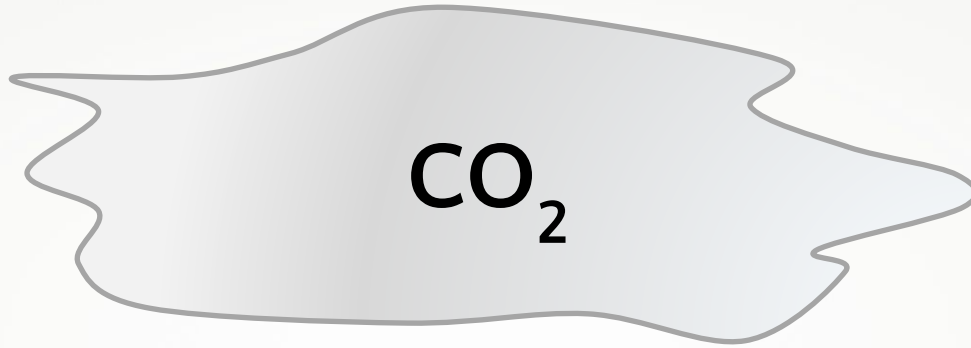


# Молярная масса



$$M_r = \frac{m_o}{\frac{1}{17} m_{oc}}$$

# Молярная масса



$$M_r = \frac{m_0}{\frac{1}{N_A} m_{0c}}$$

Для молекул более сложного состава при расчёте учитывается число атомов всех химических элементов в молекуле.

# Молярная масса

$m_0$  — масса одной молекулы  
вещества.

$$M = m_0 \cdot N_A$$

$m$  — масса любого количества  
вещества.

$$m = m_0 \cdot N$$

# Молярная масса

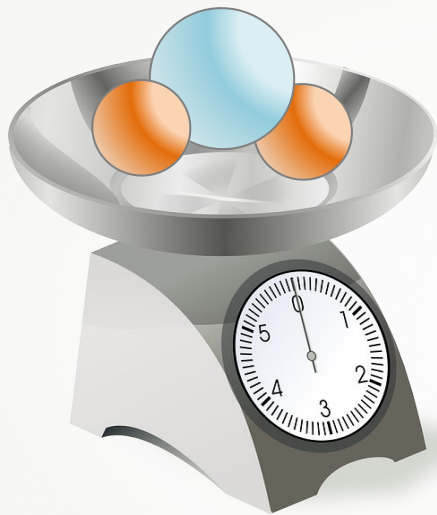
$$M_r = \frac{m_0}{\frac{1}{12} m_{0C}}$$

$$m = m_0 \cdot N$$

$$M = m_0 \cdot N_A$$

$$M_r = \frac{m_0}{\frac{1}{12} m_{0C}}$$

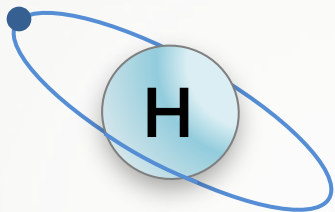
# Масса молекулы



$$M_r = \frac{m_0}{\frac{1}{12} m_{0C}}$$

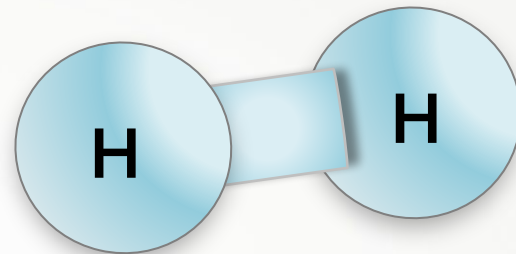
Масса молекулы ( $m_0$ ) может быть рассчитана на основе молярной массы ( $M$ ) и числа Авогадро ( $N_A$ ).

# Масса молекулы



**Атом  
водорода (H)**

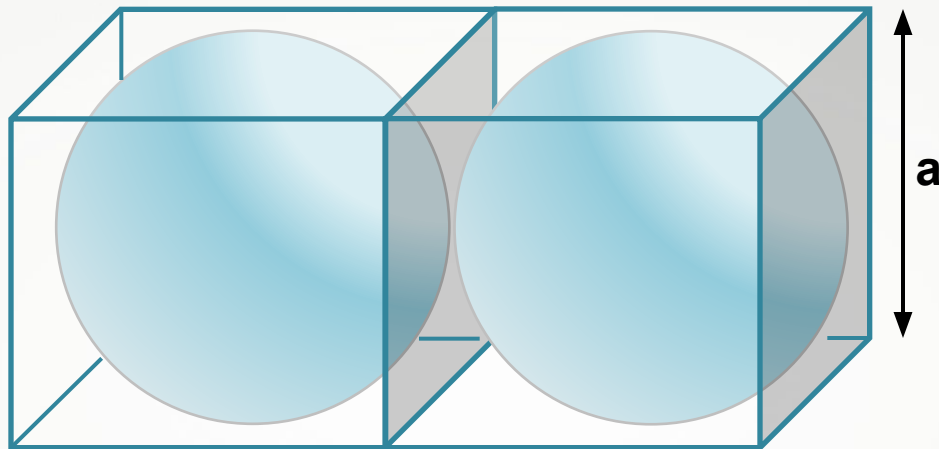
$$m_0(\text{H}) = 1,67 \cdot 10^{-27} \text{ кг}$$



**Молекула  
водорода (H<sub>2</sub>)**

$$m_0(\text{H}_2) = 2 \cdot 1,67 \cdot 10^{-27} \text{ кг}$$

# Размер молекулы

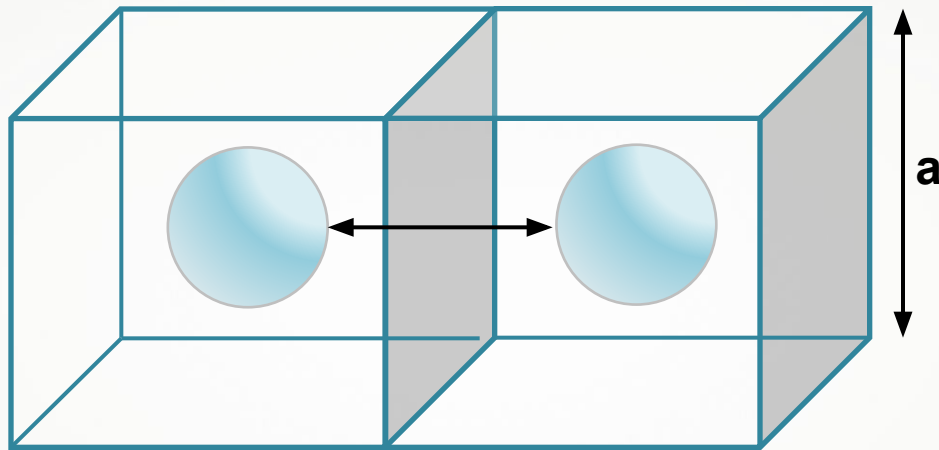


$$M_r = \frac{m_0}{\frac{1}{12} m_{OC}}$$

$$M_r = \frac{m_0}{\frac{1}{12} m_{OC}}$$

Для воды диаметр  $a = 3 \cdot 10^{-10}$  м.

# Размер молекулы



Для **газов**, в которых молекулы разделены друг от друга зазором, **размер молекул** оценивается **средним расстоянием** между ними.



## Концентрация ( $n$ )

показывает, сколько частиц содержится в единице объёма данного вещества.

$$M_r = \frac{m_0}{\frac{1}{17} m_{0C}}$$

$$M_r = \frac{m_0}{\frac{1}{17} m_{0C}}$$

Определите молярную массу воды (H<sub>2</sub>O).

Дано

$$M_r = \frac{m_0}{\frac{1}{12} m_{OC}}$$

$$M_r = \frac{m_0}{\frac{1}{12} m_{OC}}$$

Найти: M(H<sub>2</sub>O) = ?

Решени

е:

$$M_r(\text{H}_2\text{O}) = 2 \cdot 1 + 16 = 18 \text{ а. е. м.}$$

$$M_r = \frac{m_0}{\frac{1}{12} m_{OC}}$$

$$M_r = \frac{m_0}{\frac{1}{12} m_{OC}}$$

Какое количество вещества содержится в воде массой 200 г?

Дано

$$M_r = \frac{m_0}{\frac{1}{12} m_{OC}}$$

С  
0,2 кг

Решени

$$M_r = \frac{m_0}{\frac{1}{12} m_{OC}}$$

$$M_r = \frac{m_0}{\frac{1}{12} m_{OC}}$$

$$M_r = \frac{m_0}{\frac{1}{12} m_{OC}}$$

$$M_r = \frac{m_0}{\frac{1}{12} m_{OC}}$$

Найти:  $\nu =$   
?

Ответ:  $\nu = 11,1$   
моль.