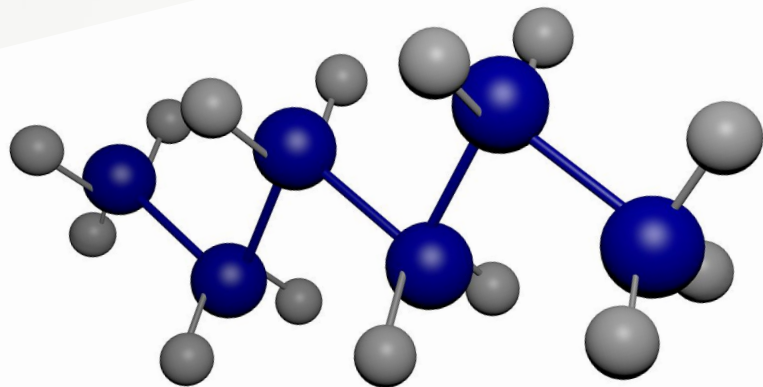
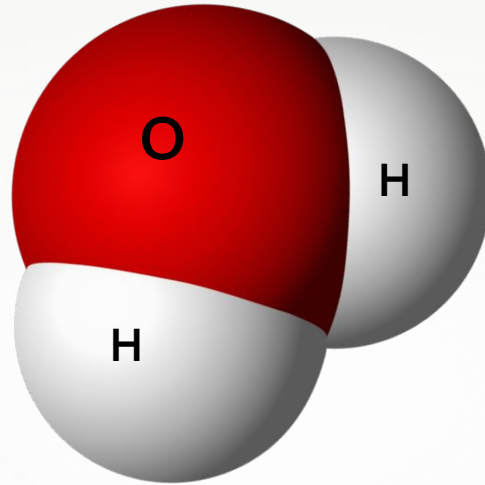


# Основные понятия молекулярно-кинетической

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**.

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> 1.00794 Hydrogenium Водород							(H)		<b>He</b> 4.002602 Helium Гелий								
2	<b>Li</b> 6.941 Lithium Литий	<b>Be</b> 9.0122 Beryllium Бериллий	<b>B</b> 10.811 Borium Бор	<b>C</b> 12.011 Carbonium Углерод	<b>N</b> 14.007 Nitrogenium Азот	<b>O</b> 15.999 Oxygenium Кислород	<b>F</b> 18.998 Fluorium Фтор	<b>Ne</b> 20.179 Neon Неон										
3	<b>Na</b> 22.99 Natrium Натрий	<b>Mg</b> 24.305 Magnesium Магний	<b>Al</b> 26.9815 Aluminium Алюминий	<b>Si</b> 28.086 Silicium Кремний	<b>P</b> 30.974 Phosphorus Фосфор	<b>S</b> 32.066 Sulfur Сера	<b>Cl</b> 35.453 Chlorium Хлор	<b>Ar</b> 39.948 Argon Аргон										
4	<b>K</b> 39.098 Kalium Калий	<b>Ca</b> 40.08 Calcium Кальций	<b>Sc</b> 44.956 Scandium Скандий	<b>Ti</b> 47.90 Titanium Титан	<b>V</b> 50.941 Vanadium Ванадий	<b>Cr</b> 51.996 Chromium Хром	<b>Mn</b> 54.938 Manganum Марганец	<b>Fe</b> 55.847 Ferrum Железо	58.933 <b>Co</b> Cobaltum Кобальт	58.70 <b>Ni</b> Niccolum Никель								
	<b>Cu</b> 63.546 Cuprum Медь	<b>Zn</b> 65.39 Zincum Цинк	<b>Ga</b> 69.72 Gallium Галлий	<b>Ge</b> 72.59 Germanium Германий	<b>As</b> 74.992 Arsenicum Мышьяк	<b>Se</b> 78.96 Selenium Селен	<b>Br</b> 79.904 Bromum Бром	<b>Kr</b> 83.80 Krypton Криптон										
5	<b>Rb</b> 85.468 Rubidium Рубидий	<b>Sr</b> 87.62 Strontium Стронций	<b>Y</b> 88.906 Yttrium Иттрий	<b>Zr</b> 91.22 Zirconium Цирконий	<b>Nb</b> 92.906 Niobium Ниобий	<b>Mo</b> 95.94 Molybdaenum Молибден	<b>Tc</b> 97.91 Technetium Технеций	<b>Ru</b> 101.07 Ruthenium Рутений	102.906 <b>Rh</b> Rhodium Родий	106.4 <b>Pd</b> Palladium Палладий								
	<b>Ag</b> 107.868 Argentum Серебро	<b>Cd</b> 112.41 Cadmium Кадмий	<b>In</b> 114.82 Indium Индий	<b>Sn</b> 118.71 Stannum Олово	<b>Sb</b> 121.75 Stibium Сурьма	<b>Te</b> 127.60 Tellurium Теллур	<b>I</b> 126.9045 Iodum Иод	<b>Xe</b> 131.29 Xenon Ксенон										
6	<b>Cs</b> 132.905 Cesium Цезий	<b>Ba</b> 137.33 Barium Барий	<b>La*</b> 138.9055 Lanthanum Лантан	<b>Hf</b> 178.49 Hafnium Гафний	<b>Ta</b> 180.9479 Tantalum Тантал	<b>W</b> 183.85 Wolframium Вольфрам	<b>Re</b> 186.207 Rhenium Рений	<b>Os</b> 190.2 Osmium Осмий	192.22 <b>Ir</b> Iridium Иридий	195.08 <b>Pt</b> Platinum Платина								
	<b>Au</b> 196.967 Aurum Золото	<b>Hg</b> 200.59 Hydrargyrum Ртуть	<b>Tl</b> 204.38 Thallium Таллий	<b>Pb</b> 207.19 Plumbum Свинец	<b>Bi</b> 208.980 Bismuthum Висмут	<b>Po</b> 209.98 Polonium Полоний	<b>At</b> 209.99 Astatium Астат	<b>Rn</b> [222] Radon Радон										
7	<b>Fr</b> [223] Francium Франций	<b>Ra</b> [226] Radium Радий	<b>Ac**</b> [227] Actinium Актиний	<b>Rf</b> [261] Rutherfordium Фезерфордий	<b>Db</b> [262] Dubnium Дубний	<b>Sg</b> [263] Seaborgium Сиборгий	<b>Bh</b> [262] Bohrium Борий	<b>Hs</b> [265] Hassium Хассий	109 <b>Mt</b> [266] Meitnerium Мейтнерий	110 <b>[269]</b>								
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 <b>Ce</b> 140.12 Cetium Церий	59 <b>Pr</b> 140.908 Praseodymium Празеодим	60 <b>Nd</b> 144.24 Neodymium Неодим	61 <b>Pm</b> 144.91 Promethium Прометий	62 <b>Sm</b> 150.36 Samarium Самарий	63 <b>Eu</b> 151.96 Europium Европий	64 <b>Gd</b> 157.25 Gadolinium Гадолий	65 <b>Tb</b> 158.925 Terbium Тербий	66 <b>Dy</b> 162.50 Dysprosium Диспрозий	67 <b>Ho</b> 164.930 Holmium Гольмий	68 <b>Er</b> 167.26 Erbium Эрбий	69 <b>Tm</b> 168.934 Thulium Тулий	70 <b>Yb</b> 173.04 Ytterbium Иттербий	71 <b>Lu</b> 174.967 Lutetium Лютеций				
АКТИНОИДЫ**	90 <b>Th</b> 232.038 Thorium Торий	91 <b>Pa</b> 231.04 Protactinium Протактиний	92 <b>U</b> 238.03 Uranium Уран	93 <b>Np</b> 237.05 Neptunium Нептуний	94 <b>Pu</b> 244.06 Plutonium Плутоний	95 <b>Am</b> 243.06 Americium Америций	96 <b>Cm</b> 247.07 Curium Кюриум	97 <b>Bk</b> 247.07 Berkelium Берклиум	98 <b>Cf</b> 251.08 Californium Калифорний	99 <b>Es</b> 252.08 Einsteinium Эйнштейний	100 <b>Fm</b> 257.10 Fermium Фермий	101 <b>Md</b> 258.10 Mendelevium Менделевий	102 <b>No</b> 259.10 Nobelium Нобелиум	103 <b>Lr</b> 260.10 Lawrencium Лавренсий				

# Периодическая система химических элементов Дмитрия Ивановича Менделеева

# Основные понятия молекулярно-кинетической

теории

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



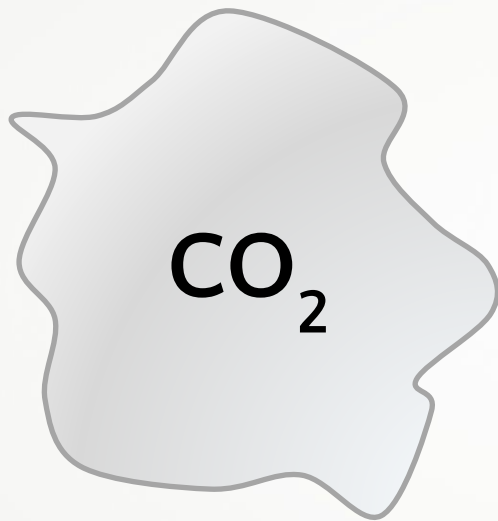
**Относительная молекулярная масса**  
молекулы вещества равна сумме относительных атомных масс атомов, составляющих данную молекулу.

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

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

# Основные понятия молекулярно-кинетической

теории



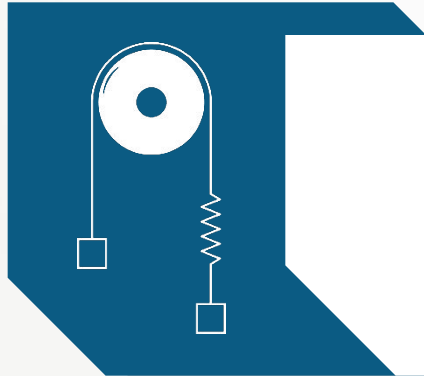
$$M_r(\text{CO}_2) \approx 44$$

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

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

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

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



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



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

$N_A$  – число Авогадро

**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.

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

# Число Авогадро

Масса одного атома

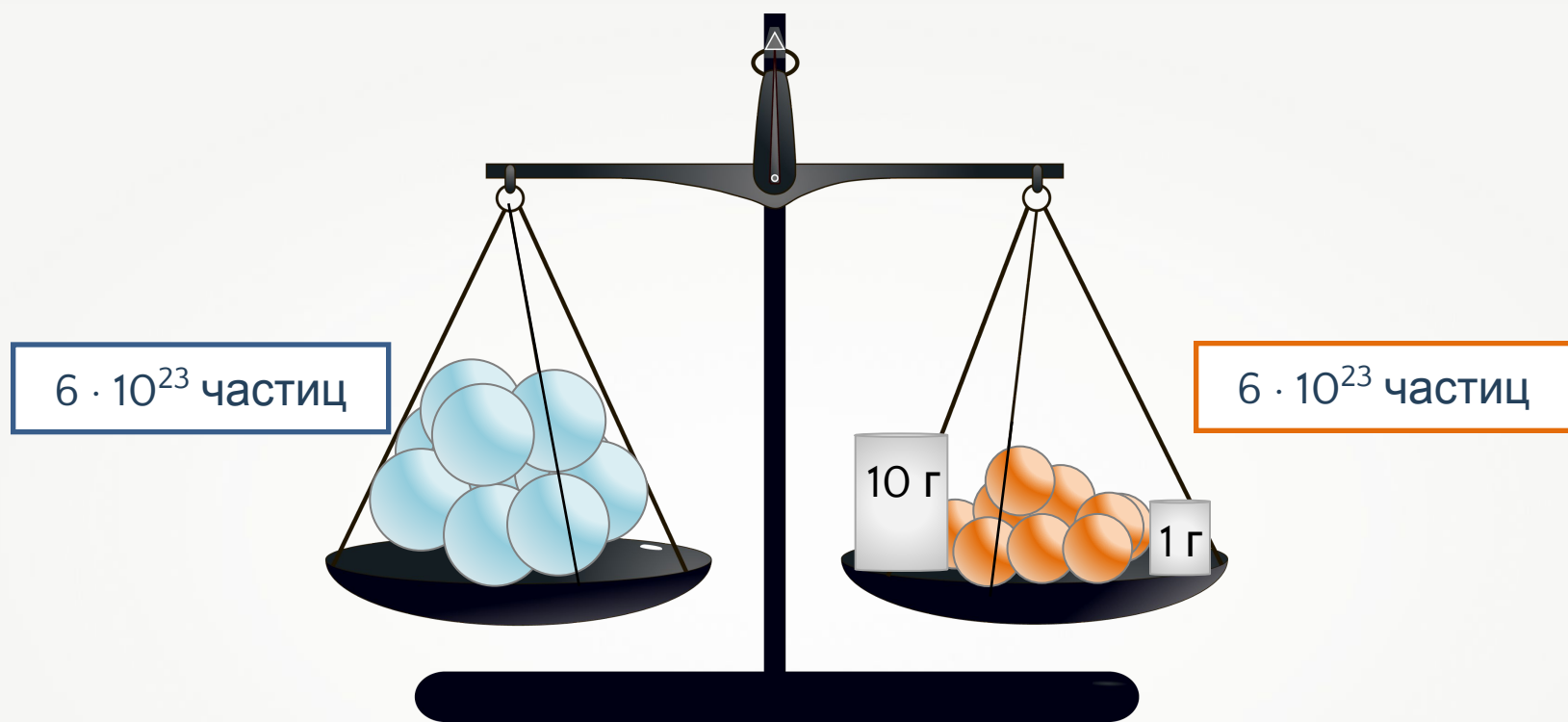
углерода:  $m_{OC} = 1,995 \cdot 10^{-23}$

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		VIII		VIII		VIII		B			
1	<b>H</b> 1.00794 Hydrogenium Водород																		<b>He</b> 4.002602 Helium Гелий	
2	<b>Li</b> 6.941 Lithium Литий	<b>Be</b> 9.0122 Beryllium Бериллий	<b>B</b> 10.811 Borium Бор	<b>C</b> 12.011 Carbonium Углерод	<b>N</b> 14.007 Nitrogenium Азот	<b>O</b> 15.999 Oxygenium Кислород	<b>F</b> 18.998 Fluorium Фтор	<b>Ne</b> 20.179 Neon Неон											<b>Ar</b> 39.948 Argon Аргон	
3	<b>Na</b> 22.99 Natrium Натрий	<b>Mg</b> 24.305 Magnesium Магний	<b>Al</b> 26.9815 Aluminium Алюминий	<b>Si</b> 28.086 Silicium Кремний	<b>P</b> 30.974 Phosphorus Фосфор	<b>S</b> 32.066 Sulfur Сера	<b>Cl</b> 35.453 Chlorium Хлор	<b>Ar</b> 39.948 Argon Аргон												
4	<b>K</b> 39.098 Kalium Калий	<b>Ca</b> 40.08 Calcium Кальций	<b>Sc</b> 44.956 Scandium Скандий	<b>Ti</b> 47.90 Titanium Титан	<b>V</b> 50.941 Vanadium Ванадий	<b>Cr</b> 51.996 Chromium Хром	<b>Mn</b> 54.938 Manganum Марганец	<b>Fe</b> 55.847 Ferrum Железо	<b>Co</b> 58.933 Cobaltum Кобальт	<b>Ni</b> 58.70 Niccolum Никель										
	<b>Cu</b> 63.546 Cuprum Медь	<b>Zn</b> 65.39 Zincum Цинк	<b>Ga</b> 69.72 Gallium Галлий	<b>Ge</b> 72.59 Germanium Германий	<b>As</b> 74.992 Arsenicum Мышьяк	<b>Se</b> 78.96 Selenium Селен	<b>Br</b> 79.904 Bromum Бром	<b>Kr</b> 83.80 Krypton Криптон												
5	<b>Rb</b> 85.468 Rubidium Рубидий	<b>Sr</b> 87.62 Strontium Стронций	<b>Y</b> 88.906 Yttrium Иттрий	<b>Zr</b> 91.22 Zirconium Цирконий	<b>Nb</b> 92.906 Niobium Ниобий	<b>Mo</b> 95.94 Molybdaenum Молибден	<b>Tc</b> 97.91 Technetium Технеций	<b>Ru</b> 101.07 Ruthenium Рутений	<b>Rh</b> 102.906 Rhodium Родий	<b>Pd</b> 106.4 Palladium Палладий										
	<b>Ag</b> 107.868 Argentum Серебро	<b>Cd</b> 112.41 Cadmium Кадмий	<b>In</b> 114.82 Indium Индий	<b>Sn</b> 118.71 Stannum Олово	<b>Sb</b> 121.75 Stibium Сурьма	<b>Te</b> 127.60 Tellurium Теллур	<b>I</b> 126.9045 Iodum Иод	<b>Xe</b> 131.29 Xenon Ксенон												
6	<b>Cs</b> 132.905 Cesium Цезий	<b>Ba</b> 137.33 Barium Барий	<b>La*</b> 138.9055 Lanthanum Лантан	<b>Hf</b> 178.49 Hafnium Гафний	<b>Ta</b> 180.9479 Tantalum Тантал	<b>W</b> 183.85 Wolframium Вольфрам	<b>Re</b> 186.207 Rhenium Рений	<b>Os</b> 190.2 Osmium Осмий	<b>Ir</b> 192.22 Iridium Иридий	<b>Pt</b> 195.08 Platinum Платина										
	<b>Au</b> 196.967 Aurum Золото	<b>Hg</b> 200.59 Hydrargyrum Ртуть	<b>Tl</b> 204.38 Thallium Таллий	<b>Pb</b> 207.19 Plumbum Свинец	<b>Bi</b> 208.980 Bismuthum Висмут	<b>Po</b> 209.98 Polonium Полоний	<b>At</b> 209.99 Astatium Астат	<b>Rn</b> [222] Radon Радон												
7	<b>Fr</b> [223] Francium Франций	<b>Ra</b> [226] Radium Радий	<b>Ac**</b> [227] Actinium Актиний	<b>Rf</b> [261] Rutherfordium Фезерфордий	<b>Db</b> [262] Dubnium Дубний	<b>Sg</b> [263] Seaborgium Сиборгий	<b>Bh</b> [262] Bohrium Борий	<b>Hs</b> [265] Hassium Хассий	<b>Mt</b> [266] Meitnerium Мейтнерий	<b>[110]</b> [269] [269]										
	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>					
ЛАНТАНОИДЫ*	<b>Ce</b> 140.12 Cetium Церий	<b>Pr</b> 140.908 Praesodymium Празеодим	<b>Nd</b> 144.24 Neodymium Неодим	<b>Pm</b> 144.91 Promethium Прометий	<b>Sm</b> 150.36 Samarium Самарий	<b>Eu</b> 151.96 Europium Европий	<b>Gd</b> 157.25 Gadolinium Гадолий	<b>Tb</b> 158.925 Terbium Тербий	<b>Dy</b> 162.50 Dysprosium Диспрозий	<b>Ho</b> 164.930 Holmium Гольмий	<b>Er</b> 167.26 Erbium Эрбий	<b>Tm</b> 168.934 Thulium Туллий	<b>Yb</b> 173.04 Ytterbium Иттербий	<b>Lu</b> 174.967 Lutetium Лютеций						
АКТИНОИДЫ**	<b>Th</b> 232.038 Thorium Торий	<b>Pa</b> 231.04 Protactinium Протактиний	<b>U</b> 238.03 Uranium Уран	<b>Np</b> 237.05 Neptunium Нептуний	<b>Pu</b> 244.06 Plutonium Плутоний	<b>Am</b> 243.06 Americium Америций	<b>Cm</b> 247.07 Curium Кюрий	<b>Bk</b> 247.07 Berkelium Берклий	<b>Cf</b> 251.08 Californium Калифорний	<b>Es</b> 252.08 Einsteinium Эйнштейний	<b>Fm</b> 257.10 Fermium Фермий	<b>Md</b> 258.10 Mendelevium Менделевий	<b>No</b> 259.10 Nobelium Нобелий	<b>Lr</b> 260.10 Lawrencium Лавренсий						

# Периодическая система химических элементов Дмитрия Ивановича Менделеева

# Молярная масса



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

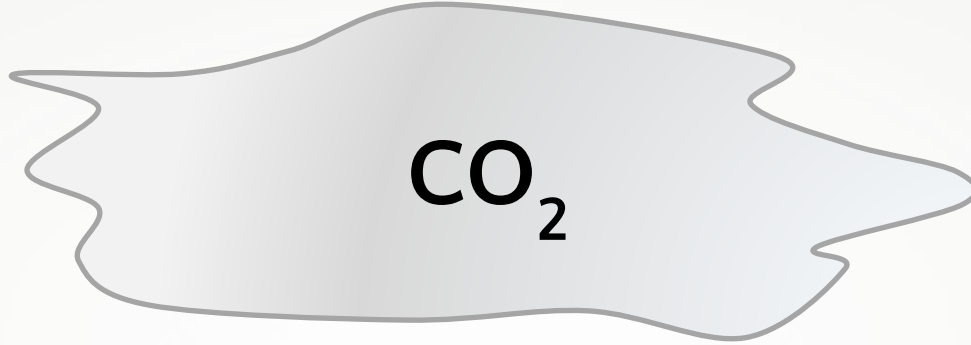


# Молярная масса



$$M_r = \frac{m_o}{\frac{1}{12} m_{oc}}$$

# Молярная масса



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

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

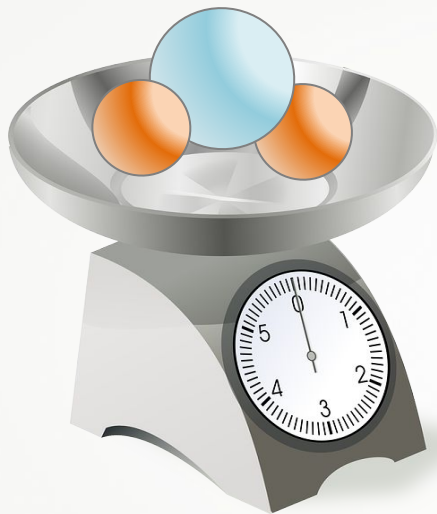
$$M_r = \frac{m_0}{\frac{1}{12} m_{0C}}$$

$$m = m_0 \cdot N$$

$$M = m_0 \cdot N_A$$

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

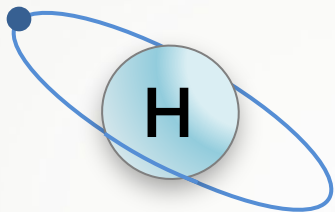
# Масса молекулы



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

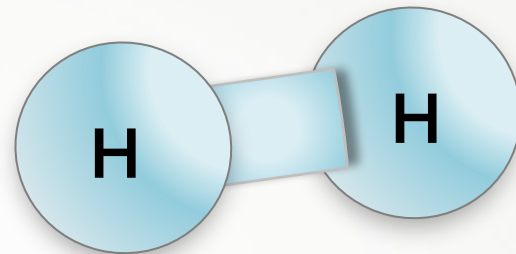
Масса молекулы ( $m_0$ ) может быть рассчитана на основе молярной массы ( $M$ ) и числа Авогадро ( $N_A$ ).

# Масса молекулы



**Атом  
водорода (H)**

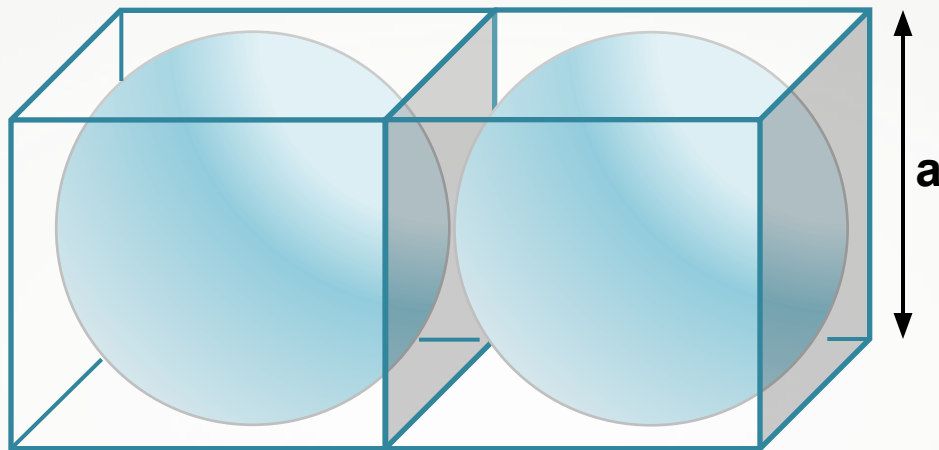
$$m_0(\text{H}) = 1,67 \cdot 10^{-27} \text{ кг}$$



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

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

# Размер молекулы

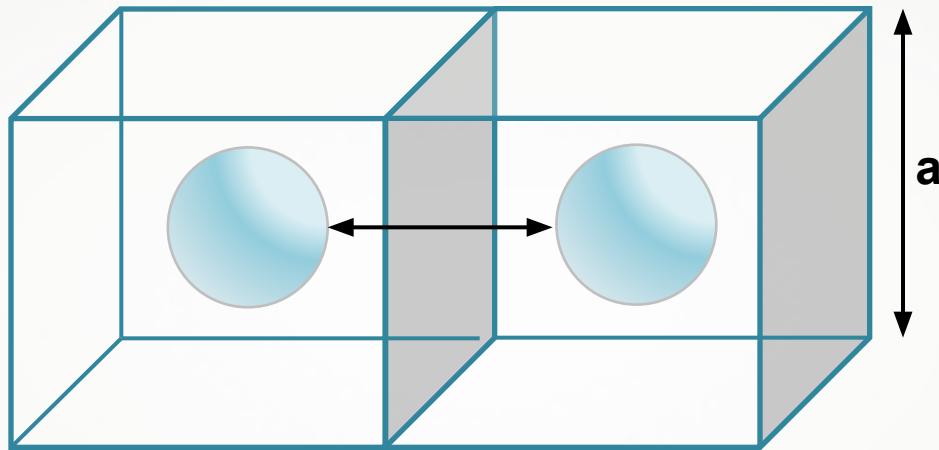


$$M_r = \frac{m_0}{\frac{1}{12} m_{\text{OC}}}$$

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

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

$$n_r = \frac{m_0^e}{\frac{1}{12} m_{OC}}$$

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

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

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

Найти:  $\nu =$   
?

Ответ:  $\nu = 11,1$   
моль.