



***Относительная  
атомная и  
относительная  
молекулярная  
масса***

# Имеют ли вес атомы и как его измерить?

**Джон Дальтон  
(1766-1844)**



**английский физик и химик, изучая газы в составе воздуха, сделал вывод:**

**«Я считаю, что атомы одного элемента одинаковы между собой, но отличаются от атомов других элементов. Если об их размерах нельзя сказать ничего определённого, то об основном их физическом свойстве говорить можно: атомы.**

# ***Массы атомов ничтожно малы***

**Масса самого лёгкого атома водорода**

**0,000 000 000 000 000 000 000 000 001 674 г**

**или  $1,674 \cdot 10^{-24}$  г**

**Масса самого тяжёлого атома урана**

**0,000 000 000 000 000 000 000 000 395 г**

**или  $3,95 \cdot 10^{-22}$  г**

**Пользоваться такими  
величинами неудобно!**

## Абсолютная и относительная масса



- Иногда используются не абсолютные, а относительные величины; например, диетологи, чтобы определить имеется ли у человека избыток или недостаток веса используют показатель массы тела в килограммах относительно роста человека в метрах.
- Посчитайте во сколько раз вы увеличили свой вес относительно веса при рождении, а во сколько раз вы тяжелее стула массой 2кг



# **Эталон для сравнения атомных масс**

**Учёные пытались сопоставить во сколько раз массы атомов одних элементов тяжелее других.**

□ Джон Дальтон сравнивал атомные массы химических элементов с **массой** самого лёгкого **атома водорода** и в 1803 году составил первую таблицу относительных атомных масс элементов по водороду.

□ Шведский химик Йёнс Якоб Берцелиус в 1818 году предложил для сравнения **массу атома кислорода**.

□ В 1961 году эталоном измерения или атомной единицей массы принята

**1/12 часть массы атома углерода.**





# Относительная атомная масса - $A_r$

$$A_r (\text{Э}) = \frac{m (\text{атома Э})}{\frac{1}{12} m (\text{атома C})}$$

$A_r$

**англ. « relative» - ОТНОСИТЕЛЬНЫЙ  
величина безразмерная**

***$A_r$  показывает во сколько раз масса атома элемента  
больше 1/12 части массы атома углерода или а.е.м.***

# Как определить Ar по таблице Д. И. Менделеева

ПЕРИОДИЧЕСКАЯ СИСТЕМА ХИМИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТОВ Д.И. МЕНДЕЛЕЕВА

ПЕРИОДЫ	РЯДЫ	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII		
I	1	1 Водород 1,00797 <b>H</b>									2 Гелий 4,0026 <b>He</b>
II	2	3 Литий 6,941 <b>Li</b>	4 Бериллий 9,0122 <b>Be</b>	5 Бор 10,811 <b>B</b>	6 Углерод 12,01115 <b>C</b>	7 Азот 14,0067 <b>N</b>	8 Кислород 15,9994 <b>O</b>	9 Фтор 18,9984 <b>F</b>			10 Неон 20,180 <b>Ne</b>
III	3	11 Натрий 22,9898 <b>Na</b>	12 Магний 24,305 <b>Mg</b>	13 Алюминий 26,9815 <b>Al</b>	14 Кремний 28,086 <b>Si</b>	15 Фосфор 30,9738 <b>P</b>	16 Сера 32,064 <b>S</b>	17 Хлор 35,453 <b>Cl</b>			18 Аргон 39,948 <b>Ar</b>
IV	4	19 Калий 39,0983 <b>K</b>	20 Кальций 40,08 <b>Ca</b>	21 Скандий 44,956 <b>Sc</b>	22 Титан 47,87 <b>Ti</b>	23 Ванадий 50,942 <b>V</b>	24 Хром 51,996 <b>Cr</b>	25 Марганец 54,938 <b>Mn</b>	26 Железо 55,847 <b>Fe</b>	27 Кобальт 58,9332 <b>Co</b>	28 Никель 58,69 <b>Ni</b>
	5	29 Медь 63,546 <b>Cu</b>	30 Цинк 65,39 <b>Zn</b>	31 Галлий 69,72 <b>Ga</b>	32 Германий 72,59 <b>Ge</b>	33 Мышьяк 74,9216 <b>As</b>	34 Селен 78,96 <b>Se</b>	35 Бром 79,904 <b>Br</b>			36 Криптон 83,80 <b>Kr</b>
V	6	37 Рубидий 85,47 <b>Rb</b>	38 Стронций 87,62 <b>Sr</b>	39 Иттрий 88,905 <b>Y</b>	40 Цирконий 91,22 <b>Zr</b>	41 Niobий 92,906 <b>Nb</b>	42 Молибден 95,94 <b>Mo</b>	43 Технеций 98,906 <b>Tc</b>	44 Рутений 101,07 <b>Ru</b>	45 Родий 102,905 <b>Rh</b>	46 Палладий 106,36 <b>Pd</b>
	7	47 Серебро 107,868 <b>Ag</b>	48 Кадмий 112,40 <b>Cd</b>	49 Индий 114,82 <b>In</b>	50 Олово 118,69 <b>Sn</b>	51 Свинец 207,19 <b>Pb</b>	52 Висмут 208,98 <b>Bi</b>	53 Польний 209 <b>Po</b>	54 Теллур 127,60 <b>Te</b>	55 Йод 126,905 <b>I</b>	56 Барий 137,34 <b>Ba</b>
VI	8	55 Цезий 132,905 <b>Cs</b>	56 Барий 137,34 <b>Ba</b>	57 Лантан 138,91 <b>La*</b>	58 Гафний 178,49 <b>Hf</b>	59 Тантал 180,948 <b>Ta</b>	60 Вольфрам 183,84 <b>W</b>	61 Рений 186,207 <b>Re</b>	62 Осмий 190,23 <b>Os</b>	63 Иридий 192,222 <b>Ir</b>	64 Платина 195,084 <b>Pt</b>
	9	79 Золото 196,967 <b>Au</b>	80 Ртуть 200,59 <b>Hg</b>	81 Таллий 204,37 <b>Tl</b>	82 Свинец 207,19 <b>Pb</b>	83 Висмут 208,98 <b>Bi</b>	84 Польний 209 <b>Po</b>	85 Астат 210 <b>At</b>	86 Радон 222 <b>Rn</b>	87 Франций 223 <b>Fr</b>	88 Радий 226 <b>Ra</b>
VII	10	87 Франций [223] <b>Fr</b>	88 Радий [226] <b>Ra</b>	89 Актиний [227] <b>Ac**</b>	90 Торий [232] <b>Th</b>	91 Протактиний [231] <b>Pa</b>	92 Уран [238] <b>U</b>	93 Нептуний [237] <b>Np</b>	94 Плутоний [244] <b>Pu</b>	95 Америций [243] <b>Am</b>	96 Курций [247] <b>Cm</b>
ВЫСШИЕ ОКСИДЫ		<b>R<sub>2</sub>O</b>	<b>RO</b>	<b>R<sub>2</sub>O<sub>3</sub></b>	<b>RO<sub>2</sub></b>						
ЛЕТУЧИЕ ВОДОРОДНЫЕ СОЕДИНЕНИЯ					<b>RH<sub>4</sub></b>						
ПАНТАНОИДЫ*		58 Церий 140,12 <b>Ce</b>	59 Прозермий 140,907 <b>Pr</b>	60 Неодимий 144,24 <b>Nd</b>	61 Прометий 145 <b>Pm</b>	62 Самарий 150,35 <b>Sm</b>	63 Европий 151,96 <b>Eu</b>	64 Гадолиний 157,25 <b>Gd</b>	65 Термий 158,904 <b>Tm</b>	66 Диспрозий 162,50 <b>Dy</b>	67 Гольмий 164,930 <b>Holm</b>
АКТИНОИДЫ**		90 Торий 232,038 <b>Th</b>	91 Протактиний 231,04 <b>Pa</b>	92 Уран 238,03 <b>U</b>	93 Нептуний [237] <b>Np</b>	94 Плутоний [244] <b>Pu</b>	95 Америций [243] <b>Am</b>	96 Курций [247] <b>Cm</b>	97 Берклий [247] <b>Bk</b>	98 Калифорний [251] <b>Cf</b>	99 Эйнштейний [252] <b>Es</b>
		100 Фермий [257] <b>Fm</b>	101 Менделеевский [258] <b>Md</b>	102 Нобелий [259] <b>No</b>	103 Лоуренсий [262] <b>Lr</b>						

порядковый номер

↓

17

**CL**

35,454

←

относи-  
тельная  
атомная  
масса

хлор



# Значения относительных атомных масс некоторых химических элементов

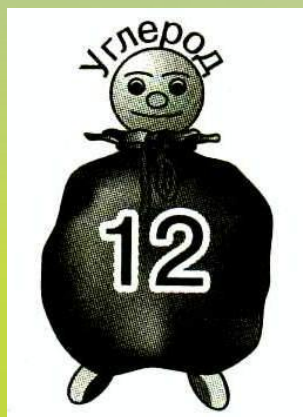
1  
**Н** 1,00797  
водород

6  
**С** 12,01115  
углерод

8  
**О** 15,9994  
кислород



$$\text{Ar}(\text{H}) = 1$$



$$\text{Ar}(\text{C}) = 12$$



$$\text{Ar}(\text{O}) = 16$$

# *Дробное значение Ar*



- В расчётах используют значения относительных атомных масс, округлённые до целых чисел, но в случае с хлором для более точных вычислений пользуются *дробной величиной***

$$A_r(\text{Cl}) = 35,5$$

**Что означают записи:**

$m_a(\text{Al})=27 \text{ а.е.м.}$       $m_a(\text{S})=32 \text{ а.е.м.}$

$Ar(\text{Al})=26,9815 \approx 27$       $Ar(\text{S})=32,064 \approx 32$

**Напишите округлённые значения  
относительных атомных масс элементов №  
3, 9, 17, 26, 29**

**Определите во сколько раз масса атома  
железа больше**

**а) массы атома водорода**

**б) массы атома кислорода**

**в) 1/12 массы атома углерода**

# **Относительная Молекулярная масса - Mr**

**□ показывает во сколько раз масса молекулы вещества больше 1/12 массы атома углерода**

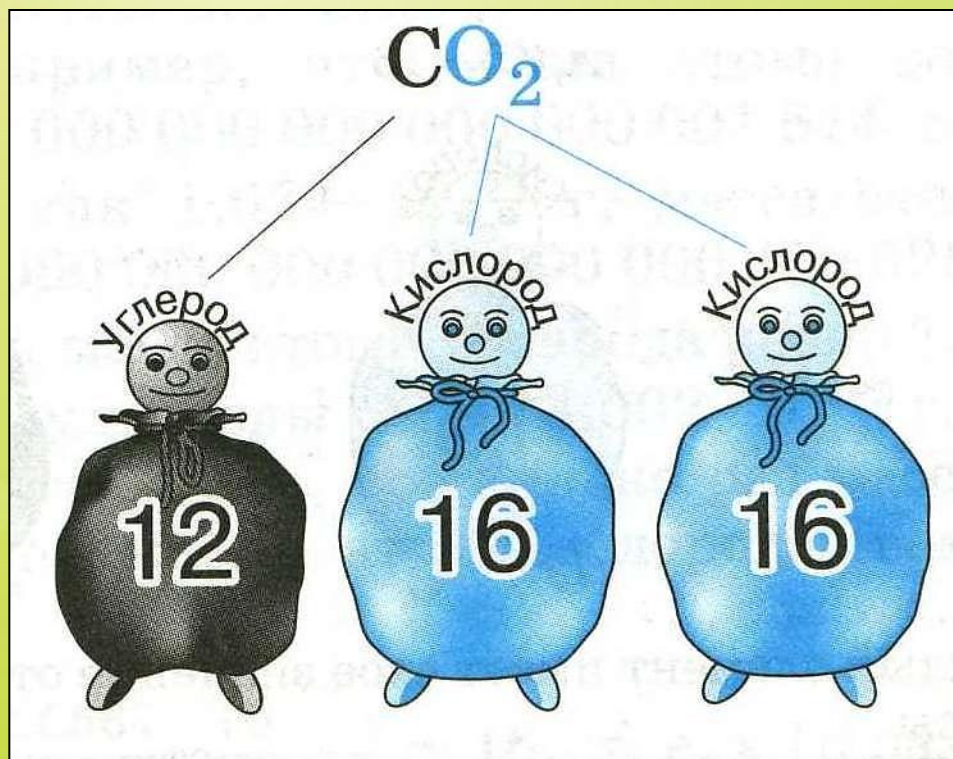
$$Mr = \frac{m(\text{молекулы})}{\frac{1}{12}m(\text{атома C})}$$

- равна сумме относительных атомных масс элементов, входящих в состав молекулы вещества, с учётом числа атомов**
- для немолекулярных веществ это понятие употребляется условно**





# Относительная молекулярная масса -Mr



Mr (CO<sub>2</sub>)=

$$Ar (C) + Ar (O) \times 2 = 12 + 16 \times 2 = 12 + 32 =$$

44

# *Рассчитайте*

- $\text{Mr} (\text{H}_2) = 1 \times 2 = 2$
- $\text{Mr} (\text{CaCl}_2) = 40 + 35,5 \times 2 = 111$
- $\text{Mr} (\text{CaCO}_3) = 40 + 12 + 16 \times 3 = 100$
- $\text{Mr} (\text{Ca}(\text{OH})_2) = 40 + 16 \times 2 + 1 \times 2 = 74$
- $\text{Mr} (\text{CH}_3\text{COOH}) = 12 \times 2 + 1 \times 4 + 16 \times 2 = 60$
- $\text{Mr} (\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2) = 40 \times 3 + 31 \times 2 + 16 \times 8 = 120 + 62 + 128 = 310$

# ХИМИЧЕСКИЙ ДИКТАНТ

## I вариант

- 1)  $\text{Mr}(\text{SO}_3) =$
- 2)  $\text{Mr}(\text{NO}_2) =$
- 3)  $\text{Mr}(\text{Al}_2\text{S}_3) =$
- 4)  $\text{Mr}(\text{Cl}_2) =$
- 5)  $\text{Mr}(\text{K}_2\text{CO}_3) =$
- 6)  $\text{Mr}(\text{Al}(\text{OH})_3) =$

## II вариант

- 1)  $\text{Mr}(\text{SO}_2) =$
- 2)  $\text{Mr}(\text{N}_2\text{O}_5) =$
- 3)  $\text{Mr}(\text{Fe}_2\text{S}) =$
- 4)  $\text{Mr}(\text{SiCl}_4) =$
- 5)  $\text{Mr}(\text{Na}_2\text{SO}_4) =$
- 6)  $\text{Mr}(\text{Cu}(\text{OH})_2) =$

## IV. Массовая доля элемента в веществе.

### I. Массовая доля - $W$

$$W(\text{Э}) = \frac{n \times Ar(\text{Э})}{Mr(\text{в-ва})}$$

$n$  – число атомов в молекуле (индекс)

$Ar$  – относительная атомная

масса

$Mr$  – относительная молекулярная

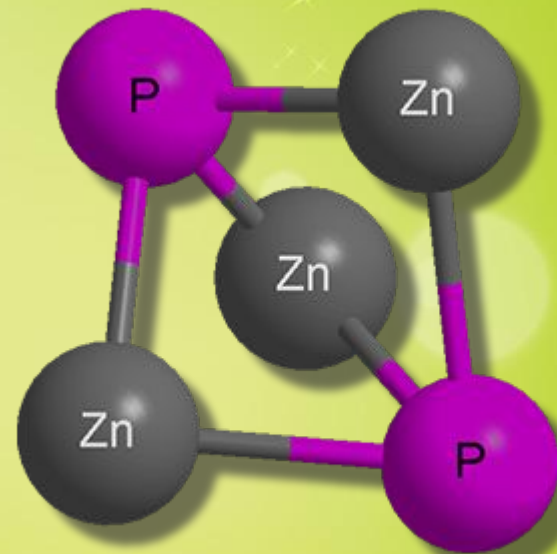
масса

Пример:

Найти  $W(\text{C})$  в молекуле  $\text{CaCO}_3$

$$1. Mr(\text{CaCO}_3) = Ar(\text{Ca}) + Ar(\text{C}) + 3 \times Ar(\text{O}) = 40 + 12 + 48 = 100$$

$$2. W(\text{C}) = \frac{Ar(\text{C})}{Mr(\text{CaCO}_3)} = \frac{12}{100} = 0,12 \quad (12\%)$$





**Спасибо  
за работу  
на уроке !**

