

# Физические величины и единицы измерения, применяемые в химии

Ахрамович Наталья Михайловна

учитель химии

ГБОУ СОШ № 450 Курортного  
района

Санкт – Петербурга

2013 год



Портрет, написанный  
в 1886 г. художником  
Ярошенко

**«Наука  
начинается  
с тех пор,  
как начинают  
измерять»**

**Д.И.  
Менделеев**

# Оглавление

- [Масса вещества.](#)
- [Абсолютная масса атома.](#)
- [Относительная атомная масса.](#)
- [Относительная молекулярная масса.](#)
- [Количество вещества.](#)
- [Число Авогадро.](#)
- [Молярная масса.](#)
- [Объём.](#)
- [Молярный объём.](#)
- [Моль- мера количества вещества\(таблица\).](#)
- [Плотность вещества.](#)
- [Относительная плотность газов.](#)
- [Массовая доля элемента в веществе.](#)
- [Массовая доля вещества в растворе или в смеси.](#)
- [Объёмная доля газа в смеси.](#)
- [Молярная концентрация .](#)
- [Температура.](#)
- [Количество теплоты.](#)



# Масса вещества

- Обозначение
- Единицы измерения
- Форма записи

$m$

килограммам (кг)

грамм (г)

миллиграмм (мг)

$m(\text{Cu}) = 64 \text{ кг}$



1 тонна ( $m$ ) = 1 000 килограммов (кг)  
1 центнер ( $ц$ ) = 100 килограммов (кг)  
1 килограмм (кг) = 1 000 граммов (г)  
1 грамм (г) = 1 000 миллиграммов (мг)



# Абсолютная масса атома

- Обозначение  $m_a$
- Единицы измерения килограмм (кг)  
атомная единица массы  
(а.е.м.)
- Форма записи  $m_a(O) = 26,56 \cdot 10^{-26} \text{ кг}$   
 $m_a(O) = 16 \text{ а.е.м.}$

Атомная единица массы (а. е. м.) равна  $1/12$  массы атома углерода  ${}^1_6\text{C}$ .

$$1 \text{ а. е. м.} = \frac{1}{12} m_{\text{C}^{12}} = 1.66057 \cdot 10^{-27} \text{ кг}$$



# Относительная атомная масса

- Обозначение  $A_r$
- Единицы измерения безмерная
- Форма записи  $A_r(O) = 16$

Относительная атомная масса элемента - это число, показывающее, во сколько раз масса одного атома данного элемента больше  $1/_{12}$  части массы атома изотопа углерода-12 ( $^{12}C$ ).

$$A_r(\text{Э}) = \frac{m_a(\text{Э}) \text{ кг}}{1/12 m_a(\text{C}) \text{ кг}} \quad \text{безразмерная}$$

«relativ»

относительный

$A_r(\text{Э})$  вычисляют при сравнении масс атомов разных химических элементов с 1 а.е.м.

Значения записаны в таблице Д.И.Менделеева  
(округляются до целых чисел)



# Относительная молекулярная масса



- Обозначение

$M_r$

- Единицы измерения

безмерная

- Форма записи

$$M_r(\text{O}_2) = 16 \cdot 2 = 32$$

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



Относительная молекулярная масса ( $M_r$ )-

безразмерная величина, показывающая, во сколько раз масса молекулы данного вещества больше 1/12 массы атома углерода <sup>12</sup>C.

$$\begin{aligned} M_r(\text{KAl}(\text{SO}_4)_2) &= 1 \cdot Ar(\text{K}) + 1 \cdot Ar(\text{Al}) + 1 \cdot 2 \cdot Ar(\text{S}) + 2 \cdot 4 \cdot Ar(\text{O}) = \\ &= 1 \cdot 39 + 1 \cdot 27 + 1 \cdot 2 \cdot 32 + 2 \cdot 4 \cdot 16 = 258 \end{aligned}$$





# Количество вещества

- Обозначение  $n(\text{ЭН}), V(\text{ню})$
- Единицы измерения моль
- Форма записи  $n(\text{CO}_2) = 1,2 \text{ моль}$

Количество вещества - это физическая величина, определяемая числом структурных частиц(молекул, атомов, ионов), содержащихся в данной порции вещества.

**Моль** - единица количества вещества (в системе СИ).

Один моль любого вещества содержит

$6,02 \cdot 10^{23}$  структурных частиц (число Авогадро)

$$n = \frac{m}{M}$$





# Число Авогадро (постоянная Авогадро)

- Обозначение  $N_A$
- Единицы измерения моль в минус первой степени моль<sup>-1</sup> (1 / моль)
- Форма записи моль<sup>-1</sup>  
$$N_A = 6,02 \cdot 10^{23}$$

Постоянная Авогадро  $N_A$  определяется как число частиц в 1 моль вещества.

1 моль вещества содержит  $6,02 \cdot 10^{23}$  частиц этого вещества

$$n = N / N_A$$



# Молярная масса

- Обозначение  $M$
- Единицы измерения г/моль, кг/моль
- Форма записи  $M(\text{H}_2\text{O}) = 18 \text{ г/моль}$

**Молярная масса вещества** — это отношение массы  $m$  вещества к его количеству  $n$ .



$$M = \frac{m}{n}$$

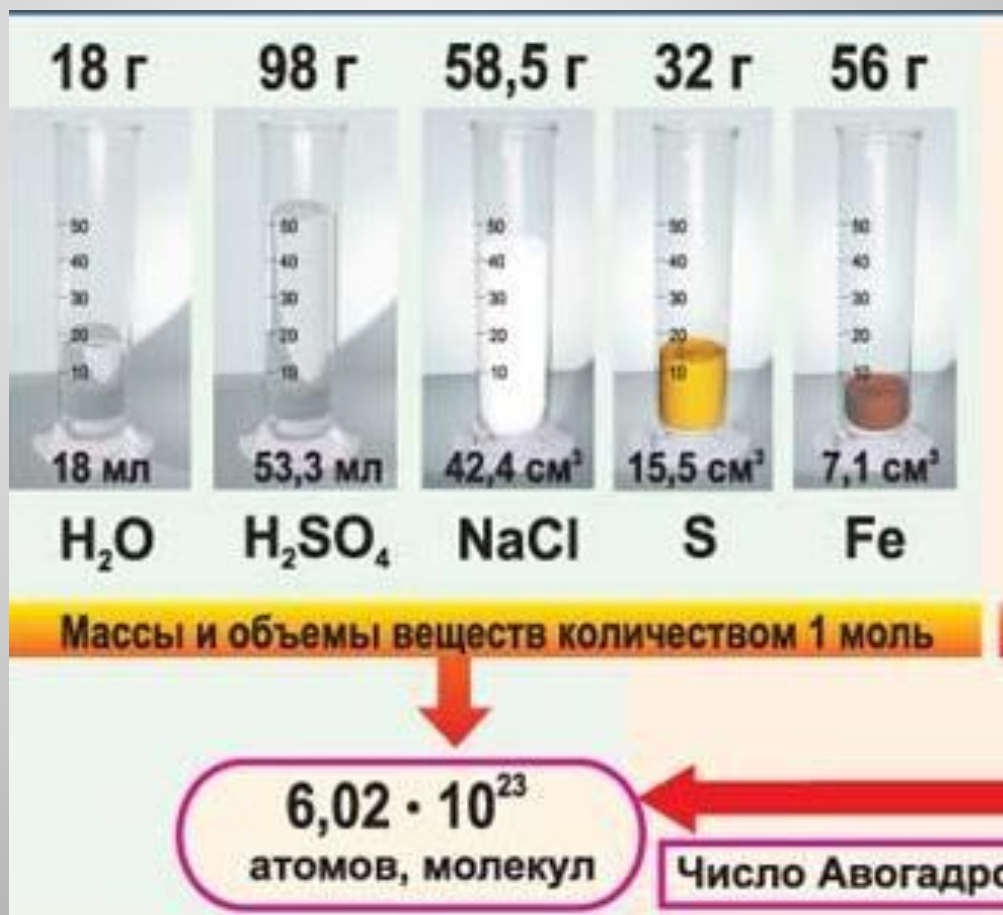
Молярная масса  $M$  равна относительной молекулярной массе  $M_r$  (если вещество состоит из молекул) или относительной атомной массе  $A_r$  (если вещество состоит из атомов).

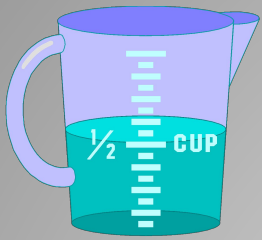
$$1 \text{ г/моль} = 10^{-3}$$



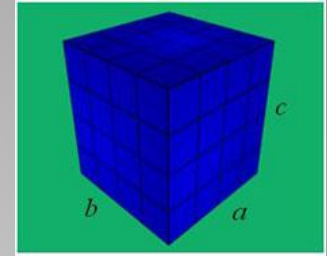
Значение молярной массы вещества определяется его качественным и количественным составом, т. е. зависит от  $M_r$  и  $A_r$ .

Поэтому разные вещества при одинаковом количестве молей имеют различные массы  $m$ .





# Объём



- Обозначение
- Единицы измерения
- Форма записи

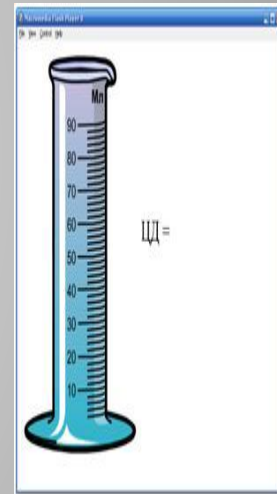
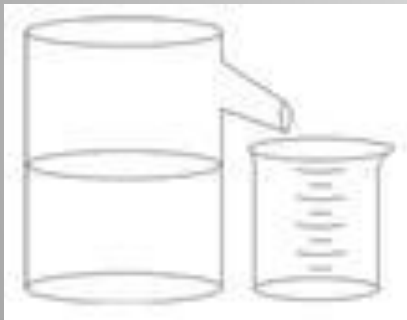
V

кубический метр( $\text{м}^3$ )

литр (л)

$$V(\text{O}_2) = 0,1 \text{ м}^3$$

$$V(\text{O}_2) = 100 \text{ л}$$



1 куб. метр (куб. м) = 1 000 куб. дециметров = 1 000 000 куб. сантиметров (куб. см)

1 куб. дециметр (куб. дм) = 1 000 куб. сантиметров (куб. см)

1 литр (л) = 1 куб. дециметр (куб. дм)

1 гектолитр (гл) = 100 литров (л)



# Молярный объём

- Обозначение

$V_m$

- Единицы измерения

кубический метр

на моль ( $\text{м}^3/\text{моль}$ )

литр на моль ( $\text{л}/\text{моль}$ )

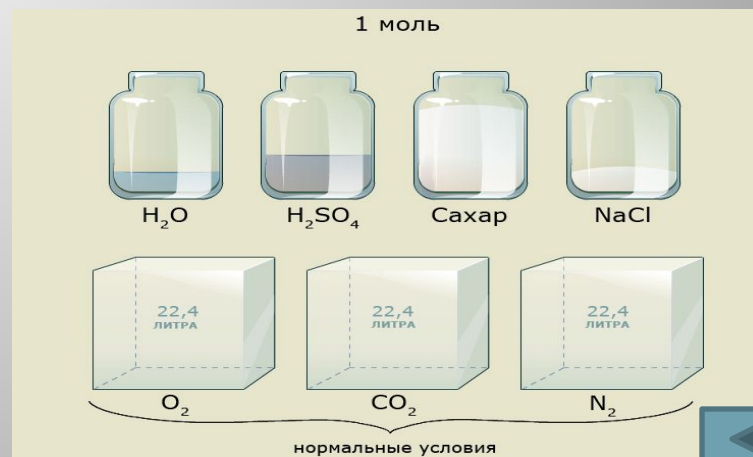
- Форма записи

$V_m (\text{H}_2) = 22,4 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3/\text{моль}$

$V_m (\text{H}_2) = 22,4 \text{ л}/\text{моль}$

$$V_m = V / n$$

**Молярный объём** - это физическая величина, показывающая объём, который занимает любой газ количеством вещества 1 моль.







## А. Авогадро 1811

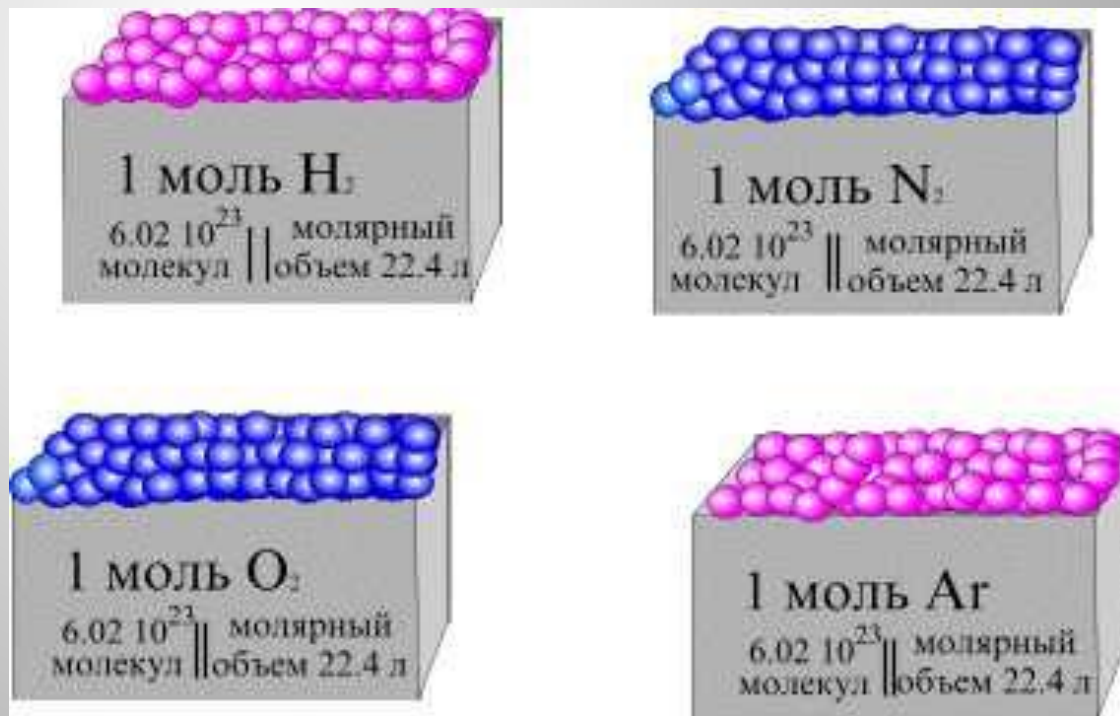
Итальянский ученый Амадео Авогадро сформулировал закон (для газов) 1811г.:

*в равных объемах различных газов при одинаковых условиях содержится одинаковое число молекул*

**При н.у. 1 моль  
любого газа  
занимает  
объем 22,4 л.**

Нормальные условия  
(н.у.) - температура  
 $0^{\circ}\text{C}$  и давление 1атм  
(101,325 кПа)

$$V_m = 22.4 \text{ л/моль}$$



# МОЛЬ – МЕРА КОЛИЧЕСТВА ВЕЩЕСТВА



$H_2$   
2 г

**1 МОЛЬ**  
 **$6,02 \cdot 10^{23}$**   
СТРУКТУРНЫХ  
ЕДИНИЦ



$O_2$   
32 г



$NaCl$   
58,5 г



$Fe$   
56 г



$H_2O$   
18 г



$H_2SO_4$   
98 г



$C_{12}H_{22}O_{11}$   
342 г

$$n = \frac{m}{M} = \frac{N}{N_A} = \frac{V}{V_m}$$

$n$  – количество вещества (моль)

$m$  – масса вещества (г)

$M$  – молярная масса вещества ( $\frac{г}{\text{моль}}$ )

$V$  – объём газа (л)

$V_m$  – молярный объём газа  $22,4 \frac{л}{\text{моль}}$  (н.у.)

$N$  – число структурных единиц вещества

$N_A$  – постоянная Авогадро  $6,02 \cdot 10^{23} \frac{1}{\text{моль}}$

н.у. – нормальные условия ( $0^\circ\text{C}$ ; 101,325 кПа – 1 атм)





# Плотность вещества

- **Обозначение**  $\rho$  ( $\rho_0$ )
- **Единицы измерения** килограмм на кубический метр ( $\text{кг}/\text{м}^3$ )  
грамм на кубический сантиметр ( $\text{г}/\text{см}^3$ )  
грамм на литр ( $\text{г}/\text{л}$ ) *для газов*
- **Форма записи**  
 $\rho(\text{H}_2\text{O}) = 1000 \text{ кг}/\text{м}^3$   
 $\rho(\text{H}_2\text{O}) = 1 \text{ г}/\text{см}^3$   
 $\rho(\text{O}_2) = 1,43 \text{ г}/\text{л}$

Абсолютная плотность газа — это масса 1 л газа при н. у.  
Обычно для газов её измеряют в г/л.  $\rho = m_{(\text{газа})} / V_{(\text{газа})}$   
Если взять 1 моль газа, то тогда:  $\rho = M / V_m$



# Относительная плотность газов

- Обозначение **D**
- Единицы измерения безмерная величина
- Форма записи  $D_{H_2}(O_2) = Mr(O_2) / Mr(H_2) = 32 / 2 = 16$

**Относительная плотность газов** - это физическая величина, которая показывает, во сколько раз 1 моль одного газа тяжелее или легче 1 моля другого газа.

$$D (\text{воздух}) = Mr (\text{газа}) / 29.$$

$$D_{H_2} = Mr (\text{газа}) / 2$$

$$D_{O_2} = Mr (\text{газа}) / 32$$



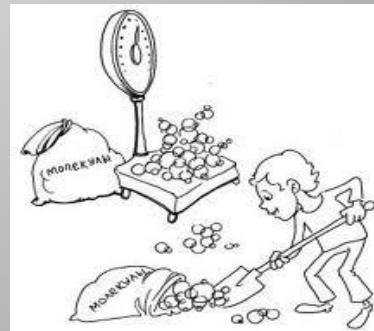
# Массовая доля элемента в веществе

- Обозначение  $\omega$  (омега)
- Единицы измерения проценты(%) или доли
- Форма записи  $\omega_{\text{(элемента)}} = 20\%$  или  $0,2$

**Массовая доля элемента в веществе** - это физическая величина, которая показывает, какую часть (долю) составляет масса данного элемента от всей массы вещества.

$$\omega_{\text{(элемента)}} = (n \cdot A_r(\text{элемента}) \cdot 100\%) / M_r(\text{вещества})$$

Где  $\omega$  – массовая доля элемента в веществе,  
 $n$ – индекс в химической формуле,  
 $A_r$ – относительная атомная масса,  
 $M_r$ – относительная молекулярная масса вещества.



# Массовая доля вещества в растворе или в смеси

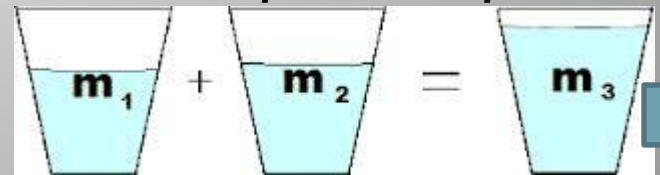
- Обозначение  $\omega$  (омега)
- Единицы измерения проценты(%) или доли
- Форма записи  $\omega(\text{NaCl}) = 20\%$  или 0,2

*Массовой долей компонента в смеси* называется число, показывающее какую часть составляет масса компонента от общей массы смеси, принятой за единицу или 100%.

$$\omega(\text{компонента}) = \frac{m(\text{компонента})}{m(\text{смеси})}$$

*Массовая доля растворенного вещества в растворе:*

$$\omega(\text{вещества}) = \frac{m(\text{вещества})}{m(\text{раствора})} \cdot 100\%$$



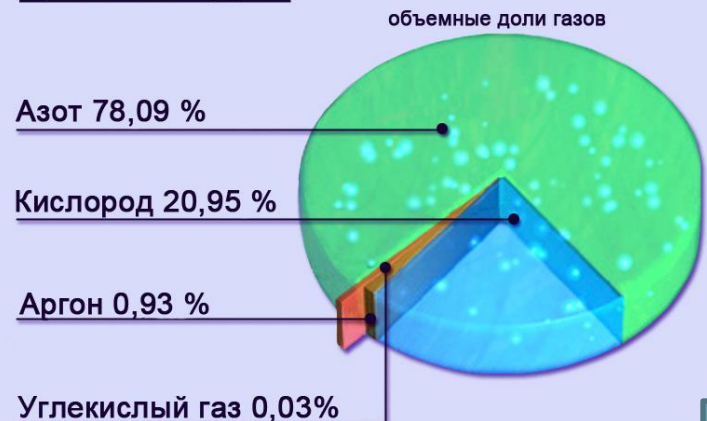
# Объёмная доля газа в смеси

- Обозначение  $\varphi$ (фи)
- Единицы измерения проценты(%) или доли
- Форма записи  $\varphi(\text{O}_2) = 20\%$  или 0,2

**Объёмная доля** – безразмерная величина, равная отношению объёма какого-то вещества в смеси к объёму всей смеси. Применяется в основном к газам.

$$\varphi(\text{газа}) = \frac{V(\text{газа})}{V(\text{смеси})} \cdot 100\%.$$

## Состав воздуха



# Молярная концентрация

- **Обозначение** С (це)
- **Единицы измерения** моль/м<sup>3</sup>  
моль/л
- **Форма записи** С(НСl)=2 моль/м<sup>3</sup>  
С(НСl)=2·10<sup>-3</sup> моль/л
- **Молярная концентрация С - это отношение количества растворенного вещества n (в молях) к объему раствора V в литрах.**

$$C = \frac{V \text{ моль}}{V \text{ л}}$$

\* Молярную концентрацию (или **МОЛЯРНОСТЬ** растворов) принято обозначать буквой **М**. Например, раствор концентрации **1 М** содержит 1 моль вещества на литр раствора. Такой раствор называют **МОЛЯРНЫМ**. Раствор концентрации **0,1 М** содержит 0,1 моль вещества на литр раствора и называется **ДЕЦИМОЛЯРНЫМ**. Растворы концентрации **0,01 М** (или 0,01 моль на литр) иногда называют **САНТИМОЛЯРНЫМИ**.



# Температура

Обозначение	Единицы измерения
T	кельвин (K)
t <sup>0</sup>	градус Цельсия (°C)
t <sup>0F</sup>	градус Фаренгейта (°F)

## Форма записи

$$T = 273,16 \text{ K}$$

$$t^0 = 20^0\text{C}$$

$$t^0\text{F} = 100^0\text{F}$$

Формулы перевода шкал Фаренгейта, Кельвина  
в шкалу Цельсия.

$$^{\circ}\text{C} = \frac{5}{9} (^{\circ}\text{F} - 32^{\circ})$$

$$^{\circ}\text{C} = \text{K} - 273,15^{\circ}$$





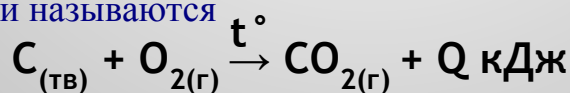
# Тепловой эффект химической реакции

- Обозначение  $Q$  (кДж)
- Единицы измерения Джоуль (Дж)
- Форма записи  $Q = 315 \text{ Дж}$

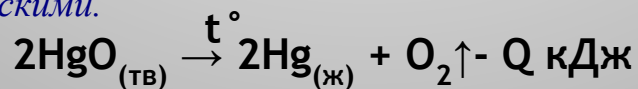
*Тепловой эффект* - это количество теплоты, которое выделяется или поглощается при химической реакции

Химические уравнения, в которых указывается тепловой эффект, называются *термохимические*.

- Реакции, протекающие с выделением теплоты, проявляют положительный тепловой эффект и называются *экзотермическими*.



- Реакции, которые идут с поглощением теплоты из окружающей среды, т.е. с отрицательным тепловым эффектом, являются *эндотермическими*.



калориметр



# Литература, интернет-ресурсы.

- [http://ukrainemade.com/ru/category/measurement and analysis instruments/5590/](http://ukrainemade.com/ru/category/measurement%20and%20analysis%20instruments/5590/)
- <http://realityzone.ru/gipotezy/595-voda-samyj-bolshoj-nakopitel.html>
- <http://www.gidrologia.ru/tags/kislorod-v-vode>
- <http://www.alhimik.ru/teleclass/konspekt/konsp3-14.shtml>
- <http://estnauki.ru/himiya/4-himiya/628-kolichestvo-veshestva-mol.html>
- <http://school.xvatit.com/index.php?title>
- [https://bb31e6b6-a-62cb3a1a-s-sites.googlegroups.com/site/himulacom/zvonok-na-urok/8-klass/urok-no16-mol-edinica-kolicestva-vesestva-molarnaa-massa/Vjkm3.jpg?attach\\_auth=ANoY7co1hqbklitCHtM\\_y0ilwVChJu\\_hrSNGo1o2tyaxQXR4](https://bb31e6b6-a-62cb3a1a-s-sites.googlegroups.com/site/himulacom/zvonok-na-urok/8-klass/urok-no16-mol-edinica-kolicestva-vesestva-molarnaa-massa/Vjkm3.jpg?attach_auth=ANoY7co1hqbklitCHtM_y0ilwVChJu_hrSNGo1o2tyaxQXR4)
- [http://kurs.ido.tpu.ru/courses/chemistry/mod\\_2.html](http://kurs.ido.tpu.ru/courses/chemistry/mod_2.html)
- <http://www.habit.ru/35/184.html>
- <http://festival.1september.ru/articles/622383/>
- <http://learning.9151394.ru/course/view.php?id=12939>
- [http://oadk.at.ua/load/khimija/lekcii\\_po\\_khimii/55](http://oadk.at.ua/load/khimija/lekcii_po_khimii/55)
- <http://lib2.znate.ru/docs/index-317005.htm>
- <http://himik.pro/smesi-i-splavyi/massovaya-dolya-veshhestva-okside-kaltsiya-gidroksida-kaltsiya-v-smesi>
- [http://ru.wikipedia.org/wiki/Объёмная\\_доля](http://ru.wikipedia.org/wiki/Объёмная_доля)
- <http://www.shishlena.ru/uroki-onlain/5-klass-prirodovedenie/urok-onlain-vozduh-smes-gazov.html>
- [http://www.chemistry.ssu.samara.ru/chem1/P6\\_13.htm](http://www.chemistry.ssu.samara.ru/chem1/P6_13.htm)
- О.С.Габриелян, И.Г.Остроумова, А.К.Ахлебинин. СТАРТ В ХИМИЮ.7 класс
- О.С.Габриелян « Химия. 8 класс» М. Дрофа, 2010 г.
- Н.Б.Ковалевская « Химия. 8 класс»(в таблицах) М.2009г.



**Спасибо  
за внимание!**