

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 ${}^{12}_6\text{C}$.

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



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 ¹²C.

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



Количество вещества

- Обозначение $n(\text{ЭН}), V(\text{ню})$
- Единицы измерения моль
- Форма записи $n(\text{CO}_2) = 1,2$ 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⁻¹ (1 / моль)
- Форма записи моль⁻¹
$$N_A = 6,02 \cdot 10^{23}$$

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 .



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

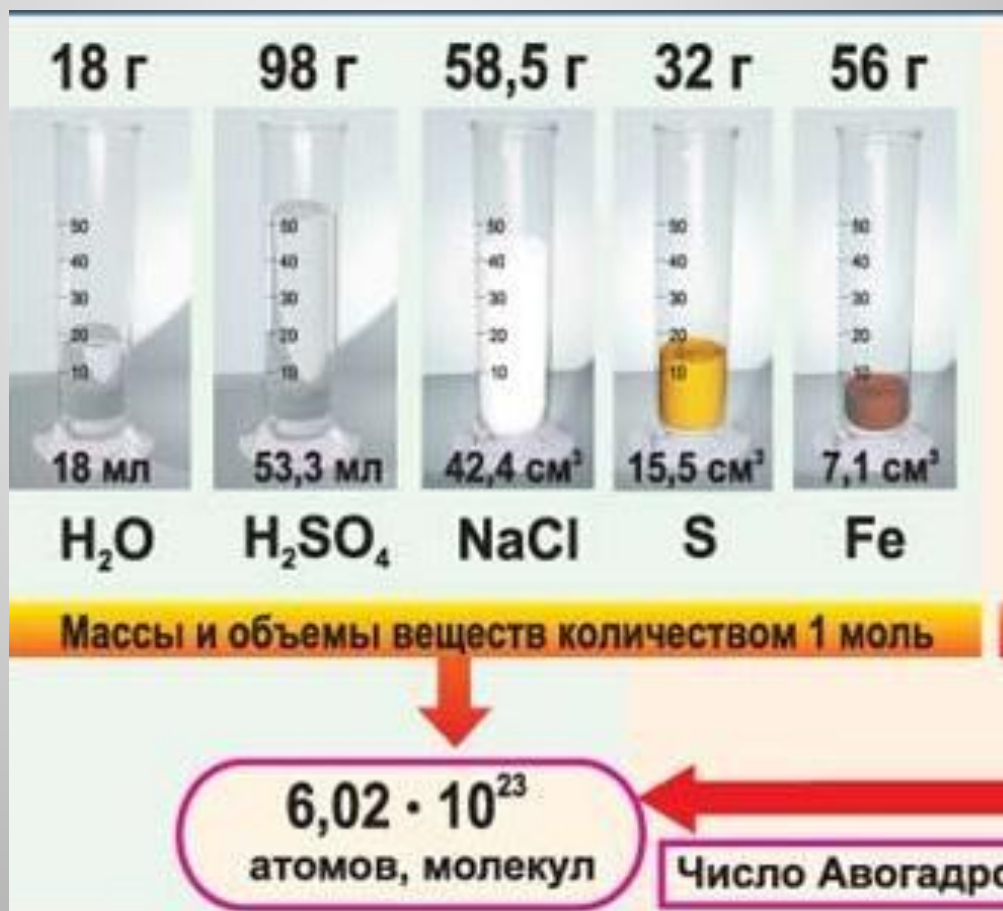
Молярная масса M равна относительной молекулярной массе M_r (если вещество состоит из молекул) или относительной атомной массе A_r (если вещество состоит из атомов).

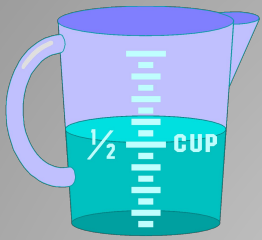
$$1 \text{ г/моль} = 10^{-3}$$



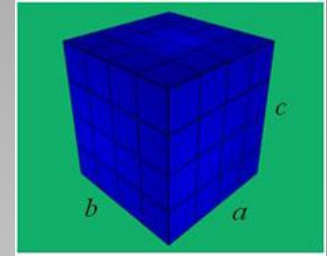
Значение молярной массы вещества определяется его качественным и количественным составом, т. е. зависит от M_r и A_r .

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





Объём



V

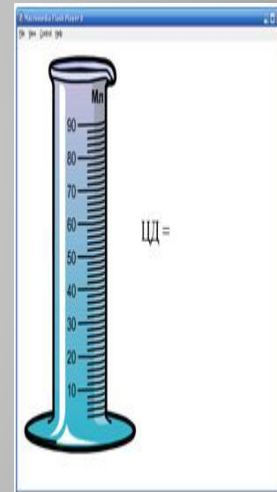
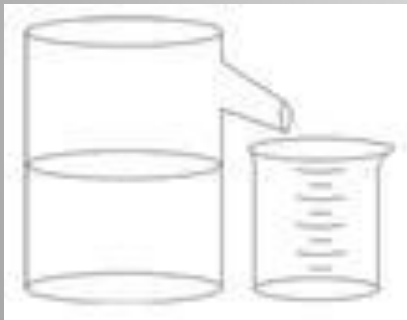
- Обозначение
- Единицы измерения
- Форма записи

кубический метр(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 ($\text{л}/\text{моль}$)

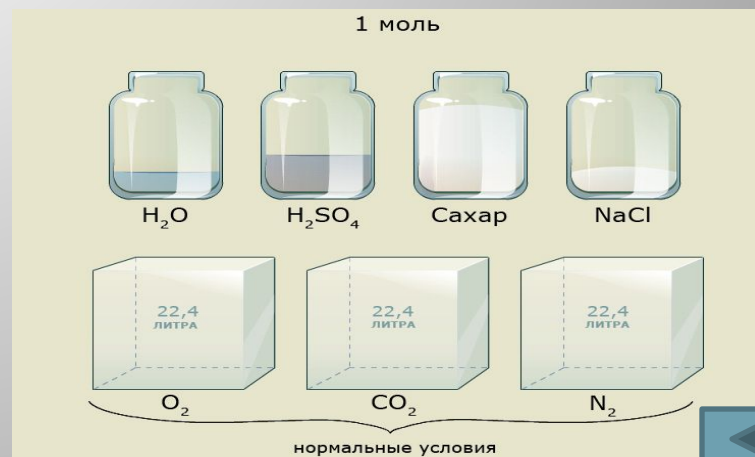
- Форма записи

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

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

$$V_m = V / n$$

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





А. Авогадро 1811

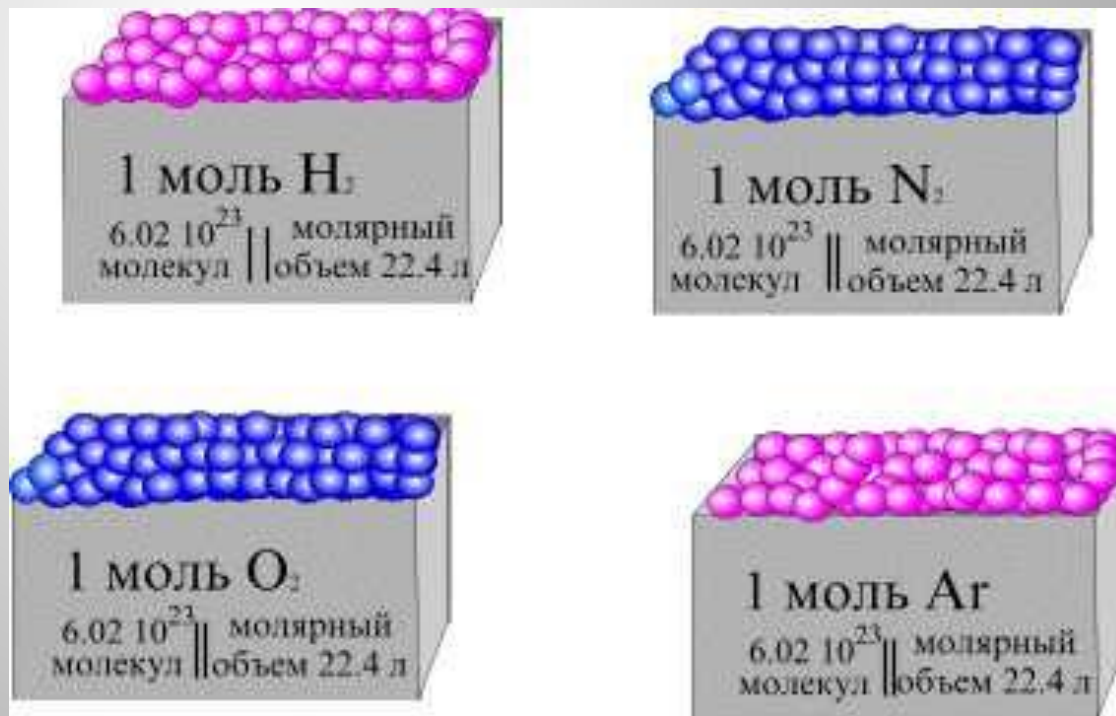
Итальянский ученый Амадео Авогадро сформулировал закон (для газов) 1811г.:

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°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°C ; 101,325 кПа – 1 атм)



Плотность вещества

- **Обозначение** ρ (ρ_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.

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

$$D_{H_2} = Mr (\text{газа}) / 2$$

$$D_{O_2} = Mr (\text{газа}) / 32$$



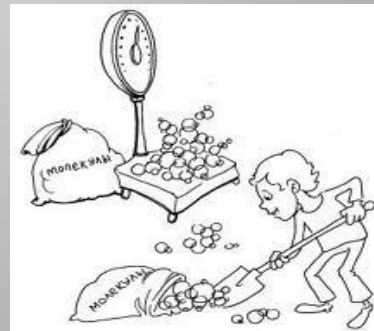
Массовая доля элемента в веществе

- Обозначение ω (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 ω – 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

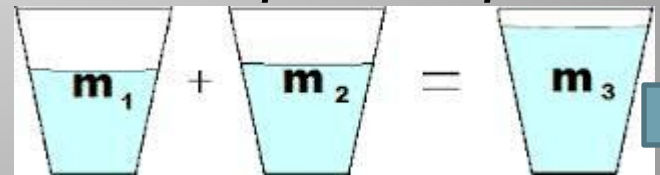
- Обозначение ω (омега)
- Единицы измерения проценты(%) или доли
- Форма записи $\omega(\text{NaCl}) = 20\%$ или 0,2

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:

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



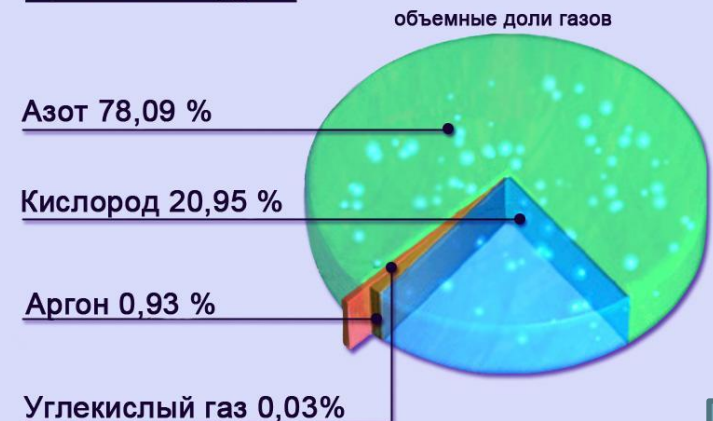
Объёмная доля газа в смеси

- Обозначение φ (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** C (це)
- **Единицы измерения** моль/ m^3
моль/л
- **Форма записи** $C(HCl)=2$ моль/ m^3
 $C(HCl)=2 \cdot 10^{-3}$ моль/л
- **Молярная концентрация C - 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 **M** . Например, раствор концентрации **1 M** содержит 1 моль вещества на литр раствора. Такой раствор называют **МОЛЯРНЫМ**. Раствор концентрации **0,1 M** содержит 0,1 моль вещества на литр раствора и называется **ДЕЦИМОЛЯРНЫМ**. Растворы концентрации **0,01 M** (или 0,01 моль на литр) иногда называют **САНТИМОЛЯРНЫМИ**.



Температура

Обозначение	Единицы измерения
T	кельвин (K)
t ⁰	градус Цельсия (°C)
t ^{0F}	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.

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

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



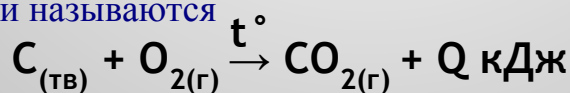
Тепловой эффект химической реакции

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

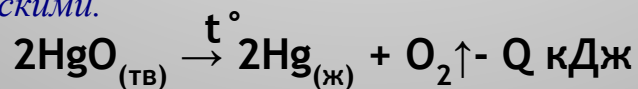
Тепловой эффект - это количество теплоты, которое выделяется или поглощается при химической реакции

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
- 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://lib2.znate.ru/docs/index-317005.htm>
- <http://himik.pro/smesi-i-splavyi/massovaya-dolya-veshhestva-oksida-kaltsiya-gidroksida-kaltsiya-v-smesi>
- 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
- 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!**