

# Вводная лекция

# Литература

- Ахметов Н.С. Общая и неорганическая химия
- Угай Я.А. Общая и неорганическая химия
- Зайцев О.С. Общая химия
- Коровин Н.В. Общая химия
- Глинка Н.Л. Общая химия
- Хомченко И.Г. Общая химия

# Ресурсы Internet

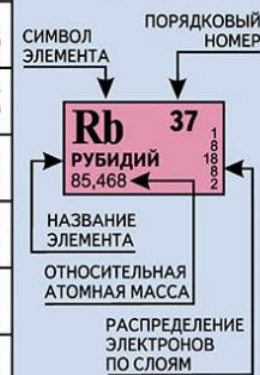
- [www.xumuk.ru](http://www.xumuk.ru)
- [www.nehudlit.ru](http://www.nehudlit.ru)
- [www.interneturok.ru](http://www.interneturok.ru)

# ПЕРИОДИЧЕСКАЯ СИСТЕМА ХИМИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТОВ Д.И.МЕНДЕЛЕЕВА

Периоды	Ряды	ГРУППЫ ЭЛЕМЕНТОВ																Энергетическое уровни	
		I		II		III		IV		V		VI		VII		VIII			
		а	б	а	б	а	б	а	б	а	б	а	б	а	б	а	б		
1	1	<b>H</b> водород 1,008																<b>He</b> гелий 4,003	2
2	2	<b>Li</b> литий 6,941	<b>Be</b> бериллий 9,0122	<b>B</b> бор 10,811	<b>C</b> углерод 12,011	<b>N</b> азот 14,007	<b>O</b> кислород 15,999	<b>F</b> фтор 18,998										<b>Ne</b> неон 20,179	10
3	3	<b>Na</b> натрий 22,99	<b>Mg</b> магний 24,305	<b>Al</b> алюминий 26,98154	<b>Si</b> кремний 28,086	<b>P</b> фосфор 30,974	<b>S</b> сера 32,064	<b>Cl</b> хлор 35,453										<b>Ar</b> аргон 39,948	18
4	4	<b>K</b> калий 39,102	<b>Ca</b> кальций 40,08	<b>Sc</b> скандий 44,956	<b>Ti</b> титан 47,956	<b>V</b> ванадий 50,941	<b>Cr</b> хром 51,996	<b>Mn</b> марганец 54,938	<b>Fe</b> железо 55,849	<b>Co</b> кобальт 58,933	<b>Ni</b> никель 58,7								
	5	<b>Cu</b> медь 63,546	<b>Zn</b> цинк 65,37	<b>Ga</b> галлий 69,72	<b>Ge</b> германий 72,59	<b>As</b> мышьяк 74,922	<b>Se</b> селен 78,96	<b>Br</b> бром 79,904										<b>Kr</b> криптон 83,8	36
5	6	<b>Rb</b> рубидий 85,468	<b>Sr</b> стронций 87,62	<b>Y</b> иттрий 88,906	<b>Zr</b> цирконий 91,22	<b>Nb</b> ниобий 92,906	<b>Mo</b> молибден 95,94	<b>Tc</b> технеций [99]	<b>Ru</b> рутений 101,07	<b>Rh</b> родий 102,906	<b>Pd</b> палладий 106,4								
	7	<b>Ag</b> серебро 107,868	<b>Cd</b> кадмий 112,41	<b>In</b> индий 114,82	<b>Sn</b> олово 118,69	<b>Sb</b> сурьма 121,75	<b>Te</b> теллур 127,6	<b>I</b> йод 126,905										<b>Xe</b> ксенон 131,3	54
6	8	<b>Cs</b> цезий 132,905	<b>Ba</b> барий 137,34	57-71 лантаноиды		<b>Hf</b> гафний 178,49	<b>Ta</b> тантал 180,948	<b>W</b> вольфрам 183,85	<b>Re</b> рений 186,207	<b>Os</b> осмий 190,2	<b>Ir</b> иридий 192,22	<b>Pt</b> платина 195,09							
	9	<b>Au</b> золото 196,967	<b>Hg</b> ртуть 200,59	<b>Tl</b> таллий 204,37	<b>Pb</b> свинец 207,19	<b>Bi</b> висмут 208,98	<b>Po</b> полоний [210]	<b>At</b> астат [210]										<b>Rn</b> радон [222]	86
7	10	<b>Fr</b> франций [223]	<b>Ra</b> радий [226]	89-103 актиноиды		<b>Rf</b> резерфордий [261]	<b>Db</b> дубний [262]	<b>Sg</b> сигборгий [263]	<b>Bh</b> борий [262]	<b>Hs</b> хассий [265]	<b>Mt</b> мейтнерий [268]	<b>Ds</b> дармштадтий [271]							
	11	<b>Rg</b> рентгений [272]	<b>Cn</b> коперниций [277]	<b>Nh</b> нихоний [286]	<b>Fl</b> флеровий [288]	<b>Mc</b> московский [288]	<b>Lv</b> ливнерморий [289]	<b>Ts</b> теннессиин [294]	<b>Og</b> оганесон [294]										
ВЫСШИЕ ОКСИДЫ		$R_2O$	$RO$	$R_2O_3$	$RO_2$	$R_2O_5$	$RO_3$	$R_2O_7$	$RO_4$										
ЛЕТУЧИЕ ВОДОРОДНЫЕ СОЕДИНЕНИЯ					$RH_4$	$RH_3$	$H_2R$	$HR$											



Д.И. Менделеев  
1834-1907



- s-элементы
- p-элементы
- d-элементы
- f-элементы

## ЛАНТАНОИДЫ

57 <b>La</b> лантан 138,906	58 <b>Ce</b> церий 140,12	59 <b>Pr</b> празеодим 140,908	60 <b>Nd</b> неодим 144,24	61 <b>Pm</b> прометий [145]	62 <b>Sm</b> самарий 150,4	63 <b>Eu</b> европий 151,96	64 <b>Gd</b> гадолиний 157,25	65 <b>Tb</b> тербий 158,926	66 <b>Dy</b> диспрозий 162,5	67 <b>Ho</b> гольмий 164,93	68 <b>Er</b> эрбий 167,26	69 <b>Tm</b> тулий 168,934	70 <b>Yb</b> иттербий 173,04	71 <b>Lu</b> лютеций 174,97
-----------------------------------	---------------------------------	--------------------------------------	----------------------------------	-----------------------------------	----------------------------------	-----------------------------------	-------------------------------------	-----------------------------------	------------------------------------	-----------------------------------	---------------------------------	----------------------------------	------------------------------------	-----------------------------------

## АКТИНОИДЫ

89 <b>Ac</b> актиний [227]	90 <b>Th</b> торий 232,038	91 <b>Pa</b> протактиний [231]	92 <b>U</b> уран 238,29	93 <b>Np</b> нептуний [237]	94 <b>Pu</b> плутоний [244]	95 <b>Am</b> амерций [243]	96 <b>Cm</b> кюрий [247]	97 <b>Bk</b> берклий [247]	98 <b>Cf</b> калифорний [251]	99 <b>Es</b> эйзштейний [254]	100 <b>Fm</b> фермий [257]	101 <b>Md</b> менделеев [258]	102 <b>No</b> нобелий [259]	103 <b>Lr</b> лоуренсий [260]
----------------------------------	----------------------------------	--------------------------------------	-------------------------------	-----------------------------------	-----------------------------------	----------------------------------	--------------------------------	----------------------------------	-------------------------------------	-------------------------------------	----------------------------------	-------------------------------------	-----------------------------------	-------------------------------------

ISBN 978-5-17-016644-2



# РАСТВОРИМОСТЬ КИСЛОТ, ОСНОВАНИЙ И СОЛЕЙ В ВОДЕ

ИОНЫ	H <sup>+</sup>	Li <sup>+</sup>	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup>	Ag <sup>+</sup>	Ba <sup>2+</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Zn <sup>2+</sup>	Mn <sup>2+</sup>	Cu <sup>2+</sup>	Cu <sup>+</sup>	Hg <sup>+</sup>	Hg <sup>2+</sup>	Pb <sup>2+</sup>	Fe <sup>2+</sup>	Fe <sup>3+</sup>	Al <sup>3+</sup>	Cr <sup>3+</sup>	Bi <sup>3+</sup>	Sn <sup>2+</sup>	Sr <sup>2+</sup>	
OH <sup>-</sup>		Р	Р	Р	Р	—	Р	М	Н	Н	Н	Н	Н	—	—	Н	Н	Н	Н	Н	Н	Н	Н	М
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	—	Р
F <sup>-</sup>	Р	Р	Р	Р	Р	Р	М	Н	Н	М	М	Н	—	Н	М	Н	М	Р	Р	Р	Р	Н	Р	М
Cl <sup>-</sup>	Р	Р	Р	Р	Р	Н	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Н	Р	М	Р	Р	Р	Р	Р	—	Р	Р
Br <sup>-</sup>	Р	Р	Р	Р	Р	Н	Р	Р	Р	Р	Р	Р	—	Н	М	М	Р	Р	Р	Р	Р	—	Р	Р
I <sup>-</sup>	Р	Р	Р	Р	Р	Н	Р	Р	Р	Р	Р	—	—	—	Н	Н	Р	—	Р	—	—	—	М	Р
S <sup>2-</sup>	Р	Р	Р	Р	Р	Н	—	—	—	Н	Н	Н	—	Н	Н	Н	Н	Н	—	—	—	Н	Н	Р
SO <sub>3</sub> <sup>2-</sup>	Р	Р	Р	Р	Р	М	М	М	М	М	Н	—	Н	Н	—	Н	М	—	—	—	—	Н	Н	Н
SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	Р	Р	Р	Р	Р	М	Н	М	Р	Р	Р	Р	Р	М	—	Н	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Н
CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup>	Р	Р	Р	Р	Р	М	М	Н	М	—	Н	—	—	Н	Н	Н	Н	—	—	—	—	Н	—	Н
SiO <sub>3</sub> <sup>2-</sup>	Н	Р	Р	Р	Р	Н	Н	М	—	Н	Н	—	—	—	—	Н	Н	—	—	—	—	Н	—	Н
PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup>	Р	Н	Р	Р	Р	Н	Н	Н	М	Н	Н	Н	Н	Н	Н	Н	Н	Н	М	Н	Н	Н	Н	Н
CrO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	Р	Р	Р	Р	Р	Н	Н	М	Р	Н	Н	Н	—	—	—	Н	—	—	—	—	—	Н	—	М
CH <sub>3</sub> COO <sup>-</sup>	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р

Подготовлено к печати 15.07.2016. Доп. тираж — экз. Заказ № ОКП 953005.

Проквадрать ООО «Издательство АСТ»

ООО «Издательство АСТ»  
129085, г. Москва, Зубовский бульвар, д. 21, строение 3, комната 5  
Новый электронный адрес:  
www.planetstmeny.astr.ru, www.ast.ru, e-mail: educ@ast.ru

**Р** РАСТВОРИМЫЕ

**М** МАЛОРАСТВОРИМЫЕ

**Н** НЕРАСТВОРИМЫЕ

**—** РАЗЛАГАЮТСЯ ВОДОЙ  
ИЛИ НЕ СУЩЕСТВУЮТ

## ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКИЙ РЯД НАПРЯЖЕНИЙ МЕТАЛЛОВ

← ВОССТАНОВИТЕЛЬНАЯ СПОСОБНОСТЬ →

	<b>Li</b>	<b>K</b>	<b>Ba</b>	<b>Ca</b>	<b>Na</b>	<b>La</b>	<b>Mg</b>	<b>Al</b>	<b>Mn</b>	<b>Zn</b>	<b>Cr</b>	<b>Fe</b>	<b>Cd</b>	<b>Co</b>	<b>Ni</b>	<b>Sn</b>	<b>Pb</b>	<b>H<sub>2</sub></b>	<b>Cu</b>	<b>Hg</b>	<b>Ag</b>	<b>Au</b>	
<div style="display: flex; align-items: center; justify-content: center;"> <div style="border-left: 1px solid black; border-right: 1px solid black; padding: 0 5px;"> <math>E^{\circ}, В</math> </div> <div style="margin: 0 5px;">→</div> </div>	-3,04	-2,92	-2,90	-2,87	-2,71	-2,52	-2,36	-1,66	-1,18	-0,76	-0,74	-0,44	-0,40	-0,28	-0,26	-0,14	-0,13	0,00	+0,34	+0,79	+0,80	+1,52	<div style="display: flex; align-items: center; justify-content: center;"> <div style="border-left: 1px solid black; border-right: 1px solid black; padding: 0 5px;"> <math>E^{\circ}, В</math> </div> <div style="margin: 0 5px;">←</div> </div>
<div style="display: flex; align-items: center; justify-content: center;"> <div style="border-left: 1px solid black; border-right: 1px solid black; padding: 0 5px;"> <math>+n e</math> </div> <div style="margin: 0 5px;">→</div> </div>	<b>Li<sup>+</sup></b>	<b>K<sup>+</sup></b>	<b>Ba<sup>2+</sup></b>	<b>Ca<sup>2+</sup></b>	<b>Na<sup>+</sup></b>	<b>La<sup>3+</sup></b>	<b>Mg<sup>2+</sup></b>	<b>Al<sup>3+</sup></b>	<b>Mn<sup>2+</sup></b>	<b>Zn<sup>2+</sup></b>	<b>Cr<sup>3+</sup></b>	<b>Fe<sup>2+</sup></b>	<b>Cd<sup>2+</sup></b>	<b>Co<sup>2+</sup></b>	<b>Ni<sup>2+</sup></b>	<b>Sn<sup>2+</sup></b>	<b>Pb<sup>2+</sup></b>	<b>H<sup>+</sup></b>	<b>Cu<sup>2+</sup></b>	<b>Hg<sup>2+</sup></b>	<b>Ag<sup>+</sup></b>	<b>Au<sup>3+</sup></b>	<div style="display: flex; align-items: center; justify-content: center;"> <div style="border-left: 1px solid black; border-right: 1px solid black; padding: 0 5px;"> <math>+2 e</math> </div> <div style="margin: 0 5px;">←</div> </div>

→ ОКСИДОВАТЕЛЬНАЯ СПОСОБНОСТЬ ←

# Основные химические понятия и законы

**ПОНЯТИЯ**

**ХИМИИ**



- **Химия** – наука о превращениях веществ, связанных с изменением электронного окружения атомных ядер.
- **Вещество** – это конкретный вид материи, обладающий определенными физическими и химическими свойствами, состав которого может быть выражен химической формулой.
- **Простое вещество** состоит из атомов одного и того же химического элемента.
- **Химические соединения** состоят из атомов нескольких элементов.

- **Химический элемент** представляет собой вид атомов с одинаковым положительным зарядом ядра.
- В настоящее время известно 117 химических элементов, из которых 92 встречаются в природе.
- **Атомы** – мельчайшие химические частицы, являющиеся пределом химического разложения любого вещества.
- **Атом** – это наименьшая частица химического элемента, сохраняющая все его химические свойства.

- Массы атомов химических элементов чрезвычайно малы:  $\sim 10^{-27} - 10^{-25}$  кг. В химии пользуются относительными значениями масс атомов ( $A_r$ , где  $r$  – «относительный», от англ. relative).

- **Относительная атомная масса** – это масса атома, выраженная в атомных единицах массы. За атомную единицу массы принята 1/12 часть массы атома нуклида :
- $1 \text{ а.е.м.} = \frac{1}{12} m_a(\text{C}) = \frac{1,993 \cdot 10^{-26} \text{ кг}}{12} = 1,661 \cdot 10^{-27} \text{ кг}$
- Относительная атомная масса – величина безразмерная.

- Абсолютное большинство различных веществ состоит из молекул.
- **Молекула** – наименьшая частица вещества, способная существовать самостоятельно и сохраняющая основные химические свойства вещества.
- **Относительная молекулярная масса  $M_r$**  вещества – это масса его молекулы, выраженная в а.е.м. (символ  $M_r$  – безразмерная величина). Например,  $M_r(\text{H}_2\text{SO}_4) = 98$

- Единицей измерения количества вещества ( $n$ ) является моль.
- **Моль** – количество вещества, содержащее столько структурных элементарных единиц (атомов, молекул, ионов, электронов и т.д.), сколько содержится атомов в 0,012 кг изотопа углерода  $^{12}\text{C}$ .
- Число атомов  $N_A$  в 0,012 кг углерода, или в 1 моль, легко определить следующим образом:
- $$N_A = \frac{0,012 \text{ кг} / \text{моль}}{1,993 \cdot 10^{-26} \text{ кг}} \approx 6,02 \cdot 10^{23} \text{ моль}^{-1}$$
- Величина  $N_A$  называется **постоянной Авогадро**.

Масса одного моля вещества называется **молярной массой** (символ  $M(B)$ , единица – г/моль или кг/моль). Молярная масса вещества численно равна его относительной молекулярной массе. Например.  $M_r(H_2SO_4) = 98$ , а  $M(H_2SO_4) = 98$  г/моль.

Молярная масса вещества ( $M(B)$ ), количество вещества ( $n(B)$ ) и масса вещества ( $m(B)$ ) связаны между собой соотношением:

$$n = m / M$$

- **Химической реакцией** называется процесс превращения одних веществ в другие.

Способность вещества участвовать в тех или иных химических реакциях характеризует его химические свойства.



**Законы**

**ХИМИИ**

# Закон сохранения массы

- *масса веществ, вступающих в химическую реакцию, равна массе веществ, образующихся в результате реакции.*
- *Автор закона Лавуазье*



# Закон постоянства состава

- всякое чистое вещество, независимо от способа его получения, имеет постоянный качественный и количественный состав.
- Закон применим только к соединениям с молекулярной структурой.
- Автор закона Ж. Л. Пруст



# Закон эквивалентов

Эквивалент – условная или реально существующая частица вещества в  $Z$  раз меньшая, чем соответствующая  $\Phi E$  вещества, участвующего в конкретной реакции

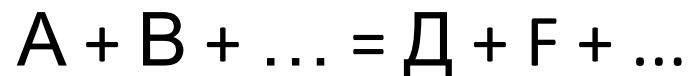
$$\mathcal{E} = \Phi E / Z$$

где  $Z$  – эквивалентное число, которое может быть равно или больше единицы ( $Z \geq 1$ ).

# Закон эквивалентов

Первая формулировка закона эквивалентов: в реакции эквивалентные количества реагирующих и образующихся веществ одинаковы.

Для реакции, записанной в общем виде



закон эквивалентов

$$n_{\text{эк}}(A) = n_{\text{эк}}(B) = \dots = n_{\text{эк}}(D) = n_{\text{эк}}(F) = \dots$$

## Вторая формулировка закона

эквивалентов: массы реагирующих веществ пропорциональны молярным массам эквивалентов этих веществ:

$$m(B1) / M_{\text{эк}}(B1) = m(B2) / M_{\text{эк}}(B2)$$

Эквивалентное количество вещества (символ  $n_{\text{эк}}$  (В), единица – моль) – физическая величина, пропорциональная числу эквивалентов вещества  $N_{\text{эк}}$ (В):

$$n(\text{эк}) = N(\text{эк}) / N(\text{А})$$

Эквивалентное количество вещества связано с количеством вещества соотношением

$$n_{\text{эк}}(\text{В}) = Z \cdot n(\text{В}).$$

Масса одного моля эквивалентов вещества называется молярной массой эквивалентов этого вещества (символ  $M_{\text{эк}}(B)$ ), единица – г/моль или кг/моль).

Молярная масса эквивалентов вещества в  $Z$  раз меньше молярной массы этого же вещества:

$$M_{\text{эк}}(B) = M / Z$$

Молярная масса эквивалентов вещества  $M_{\text{эк}}(B)$ , масса вещества  $m(B)$  и эквивалентное количество вещества  $n_{\text{эк}}(B)$  связаны между собой соотношением:

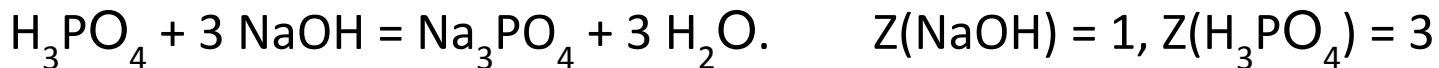
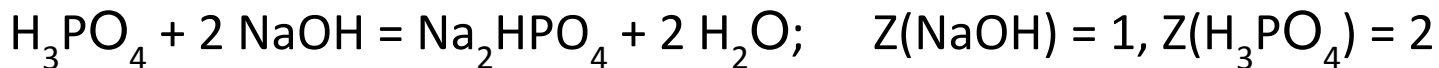
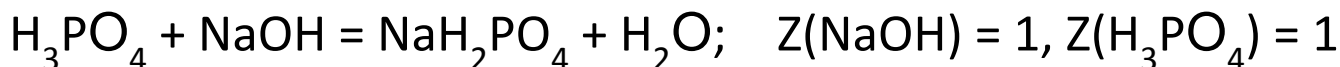
$$n_{\text{эк}}(B) = m(B) / M_{\text{эк}}(B)$$



# Определение Z

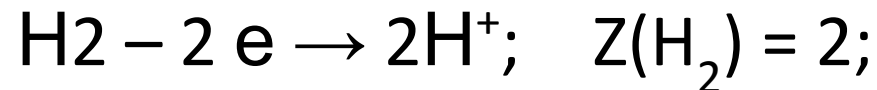
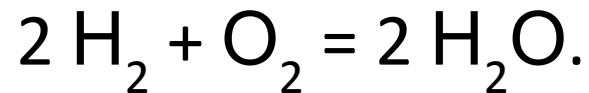
В кислотно-основных реакциях эквивалентное число определяют по числу замещённых ионов водорода (для кислоты) и по числу замещённых гидроксид-ионов (для основания) из расчета на одну ФЕ.

Эквивалентное число для иона водорода ( $\text{H}^+$ ) и гидроксид-иона ( $\text{OH}^-$ ) равно единице ( $Z(\text{H}^+) = 1$  и  $Z(\text{OH}^-) = 1$ ).



# Определение Z

В окислительно-восстановительных реакциях эквивалентное число для восстановителя определяют по числу отданных электронов, а для окислителя – по числу принятых электронов. Расчет ведется на одну ФЕ.



# Закон объёмных отношений

- (Гей–Люссака): при неизменных температуре и давлении объёмы вступающих в реакцию газов относятся друг к другу, а также к объёмам образующихся газообразных продуктов как небольшие целые числа.



# Газовые законы

- *Закон Авогадро*: в равных объемах любых газов при одинаковых условиях ( $T$ ,  $p$ ) содержится равное количество молекул.



## *Следствия из закона Авогадро*

- При одинаковых условиях 1 моль любого газа занимает одинаковый объем.
- При н.у. 1 моль различных газов занимает объем 22,4 л (молярный объем газа, л/моль).
- Отношение масс равных объемов различных газов равно отношению их молекулярных масс:

## Следствия из закона Авогадро

$$\frac{m_1}{m_2} = \frac{M_{r_1}}{M_{r_2}},$$

где  $m_1$  и  $m_2$  – массы, а  $M_{r_1}$  и  $M_{r_2}$  молекулярные массы первого и второго газов.

$$\frac{m_1}{m_2} = D$$

относительная плотность первого газа по второму.

$$D = \frac{M_{r_1}}{M_{r_2}} \Rightarrow M_{r_1} = M_{r_2} \cdot D.$$

# Объединенный газовый закон

$$\frac{pV}{T} = \frac{p_0V_0}{T_0},$$

$p_0 = 101325 \text{ Па} = 760 \text{ мм рт. ст.} = 1 \text{ атм.},$

$T_0 = 0 \text{ }^\circ\text{C} (273,15 \text{ К}),$

где  $p_0, V_0, T_0$  – соответственно давление, объем, температура при н.у.;  $p, V, T$  – те же параметры данного количества газообразного вещества при других условиях.

# Объединенный газовый закон

- Для 1 моль любого газа при н.у.:  $\frac{PV}{T} = R$
- $R = 8,314 \text{ Дж}/(\text{моль} \cdot \text{К})$
- Для 1 моля газа уравнение состояния идеального газа  $pV = RT$ .
- уравнение Менделеева – Клайперона

$$pV = \frac{m}{M} RT = nRT$$



# Закон парциальных давлений



- общее давление смеси газов, химически не взаимодействующих друг с другом, равно сумме парциальных давлений газов, составляющих смесь:

$$p = p_1 + p_2 + \dots,$$

- где  $p$  – общее давление;  $p_1, p_2 \dots$  - парциальные давления газов 1, 2 ...
- Парциальное давление газа в смеси – давление, которое производило бы это же количество данного газа, если бы он один занимал при этой же температуре весь объем, занимаемый смесью.
- Автор закона Дальтон

Спасибо за внимание!

