

Курс лекций

ОБЩАЯ ГЕОХИМИЯ

Ефремов Сергей Васильевич

Продолжительность курса – 144 часа

Лекции – 18 часов

Практические занятия – 54 часа

Самостоятельная работа – 45 часов

Экзамен

Атомная масса

Массы атомов чрезвычайно малы (10^{-27} – 10^{-25} кг), поэтому пользуются не их абсолютными значениями m_a , а относительными; они обозначаются A_r , где нижний индекс r означает «относительный»

Относительной массой химического элемента называется отношение массы его атома к 1/12 массы изотопа углерода ^{12}C , которая принята за **атомную единицу массы** (а.е.м или АЕМ.):

$$1 \text{ а.е.м.} = \frac{1}{12} m_a(^{12}\text{C}) = \frac{1,993 \cdot 10^{-26}}{12} = 1,667 \cdot 10^{-27} \text{ кг} = 1,666 \cdot 10^{-24} \text{ г}$$

Относительная атомная масса является одной из главных характеристик химического элемента и приводится в Периодической системе под символом элемента.

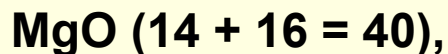
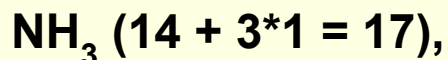
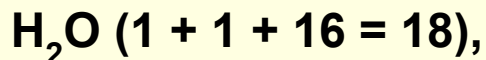
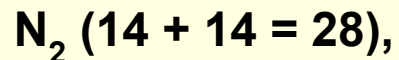
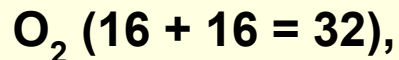
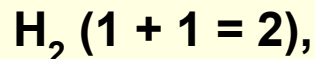
Округленные атомные массы наиболее распространенных химических элементов равны **1 (H), 16 (O), 14 (N), 12 (C), 32 (S), 23 (Na), 24 (Mg), 40 (Ca), 27 (Al), 56 (Fe), 35,5 (Cl)**.

Молекулярная масса

Относительной молекулярной массой вещества называется отношение массы его молекулы к $1/12$ массы изотопа ^{12}C .

Она обозначается M_r и вычисляется путем сложения атомных масс элементов, входящих в состав вещества с учетом числа их атомов в формуле, независимо от того, какую структуру имеет вещество: молекулярную или немолекулярную.

Округленные молекулярные массы наиболее распространенных простых и сложных веществ:



Представление результатов аналитических исследований

В геологии концентрации химических элементов обычно выражают в массовых долях вещества в смеси.

Для описания концентраций в горных породах и рудах обычно используют массовые проценты (процентное содержание компонента в смеси).

Если концентрации элемента в исследуемом веществе очень малы то пользоваться массовыми процентами неудобно. Для их описания используют другие величины:

ppm – (*Pro pro mille*, частей на миллион); **г/т** – количество грамм вещества в тонне материала; **мг/кг** – количество миллиграмм вещества в килограмме материала.

ppb - (*Parts per billion*, «частей на миллиард»).

Соотношения между единицами измерения концентрации

1 **ppm** = 100/1000 000 = 0,0001 масс % ($1 \cdot 10^{-4}$ масс %)

1 ppm = 1 г/т = 1 мг/кг

Перевод в проценты и ppm:

n масс % = n*10000 ppm

n ppm = n/10000 масс %

1 **ppb** = 100/10000000000 = 0,0000001 масс % ($1 \cdot 10^{-7}$ масс %)

Перевод ppb в проценты и ppm:

1 ppm = 1000 ppb

1 масс % = 10000000 ppb

n ppb = n/10000000 масс %

Петрогенные и рассеянные элементы

Любое вещество в твердой оболочке Земли можно описать с помощью 13 химических элементов: O, Si, Ti, Al, Fe, Mg, Mn, Ca, Na, K, P, H. Эти элементы называются петрогенными (составляющие горные породы). Их суммарное содержание в Земле превышает 98 масс %.

Обычно эти элементы представляют в виде оксидов; SiO_2 , TiO_2 , Al_2O_3 , Fe_2O_3 , FeO , MgO , MnO , CaO , Na_2O , K_2O , P^{2}O_5 , H^{2}O^{+} (кристаллизационная вода), H_2O^{-} (потери при прокаливании).

Суммарная концентрация остальных элементов не превышает 1,5 масс %. Эти элементы обычно называются рассеянными (trace elements – следовые элементы в зарубежной литературе).

Расчет молекулярных и атомных количеств вещества

Оксид	Концентрации	Масса молекулы (Mr)	Молекулярные количества (Mк)	Атомные количества
	масс %		масс % / Mr	Mк * число атомов металла
SiO ₂	59,83	60	99,72	99,72
TiO ₂	0,83	80	1,38	1,38
Al ₂ O ₃	16,23	102	27,05	54,10
Fe ₂ O ₃ *	5,38	160	8,97	17,93
MnO	0,08	71	0,13	0,13
MgO	2,11	40	3,52	3,52
CaO	3,54	56	5,90	5,90
Na ₂ O	2,46	62	4,10	8,20
K ₂ O	4,83	94	8,05	16,10
P ₂ O ₅	0,23	142	0,38	0,77

Пересчет аналитических данных

Элемент	г/т	ppm = г/т	ppb = 1000*г/т	масс % = г/т/10000
Li	85	85	85000	0,0085
Be	5,7	5,7	5700	0,00057
B	52	52	52000	0,0052
F	1050	1050	1050000	0,105
V	82	82	82000	0,0082
Cr	36	36	36000	0,0036
Co	11	11	11000	0,0011
Ni	20	20	20000	0,002
Cu	20	20	20000	0,002
Zn	71	71	71000	0,0071
Y	23	23	23000	0,0023
Sn	5,5	5,5	5500	0,00055
Cs	27	27	27000	0,0027
Ba	1160	1160	1160000	0,116