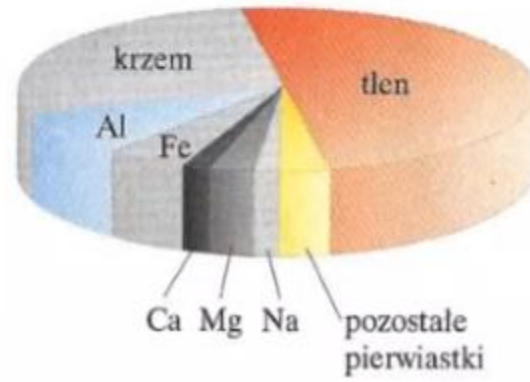
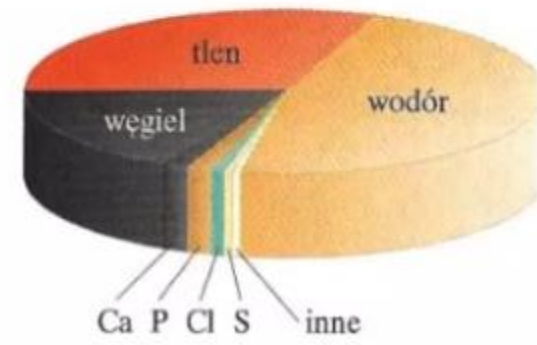


a) wszechświat



b) skorupa ziemska



c) ciało ludzkie



www.agh.edu.pl

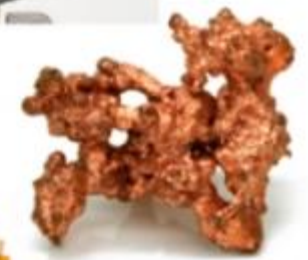
1																	18										
1	2											10	11	12	13	14	15	16	17	18							
H	He											Ne	Ar	Kr	Xe	Rn											
3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18												
Li	Be	B	C	N	O	F	Ne									Na	Mg	Al	Si	P	S	Cl	Ar				
19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36										
K	Ca	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	Ga	Ge	As	Se	Br	Kr										
37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54										
Rb	Sr	Y	Zr	Nb	Mo	Tc	Ru	Rh	Pd	Ag	Cd	In	Sn	Sb	Te	I	Xe										
55	56	57	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86										
Cs	Ba	La	Hf	Ta	W	Re	Os	Ir	Pt	Au	Hg	Tl	Pb	Bi	Po	At	Rn										
87	88	89	104	105	106	107	108	109	110	111								112	113	114	115	116	117	118			
Fr	Ra	Ac	Uuq	Uuq	Uuq	Uuq	Uuq	Uuq	Uuq	Uuq											Uuq	Uuq	Uuq	Uuq	Uuq	Uuq	Uuq

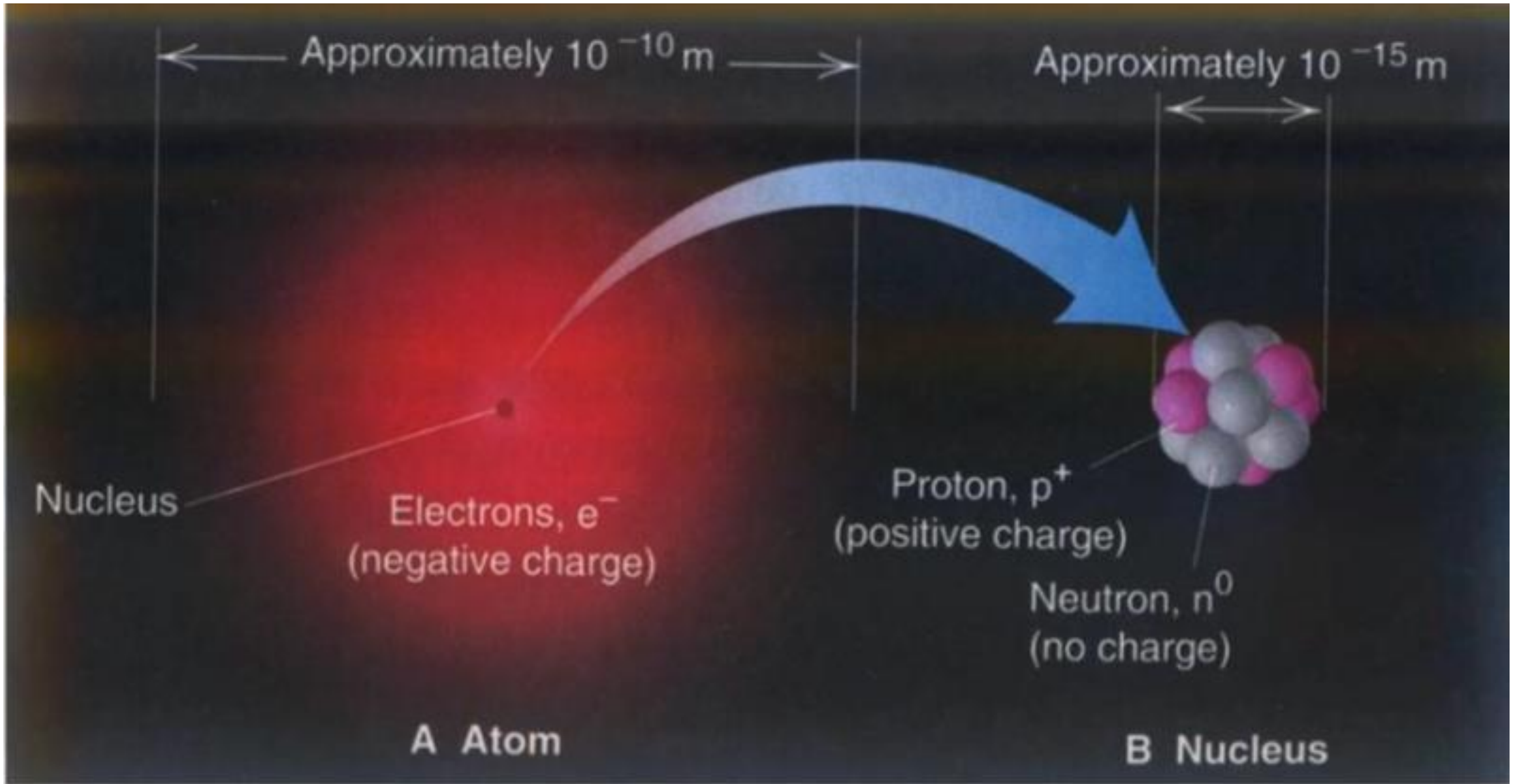
Lanthanide series

58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71
Ce	Pr	Nd	Pm	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu

Actinide series

90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100	101	102	103
Th	Pa	U	Np	Pu	Am	Cm	Bk	Cf	Es	Fm	Md	No	Lr







Właściwości cząstek subatomowych

Cząstka	Symbol	Ładunek*	Masa, g
Elektron	e^-	-1	$9,109 \cdot 10^{-28}$
Proton	p	+1	$1,673 \cdot 10^{-24}$
Neutron	n	0	$1,675 \cdot 10^{-24}$

* Ładunki są odniesione do ładunku protonu, który w jednostkach SI wynosi $1,602 \cdot 10^{-19}$ kulomba.

Atom

Składniki

Jądro atomowe

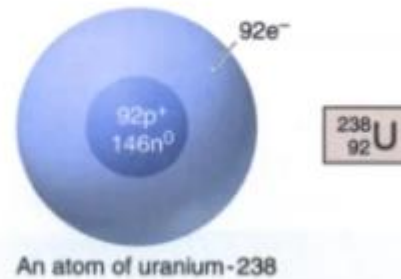
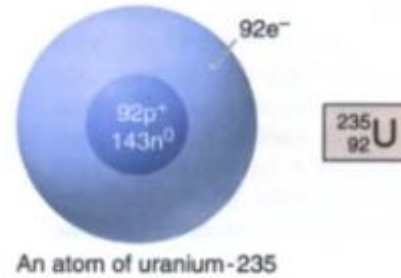
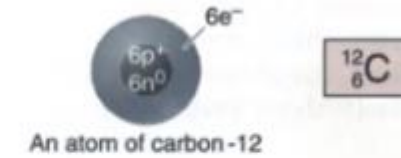
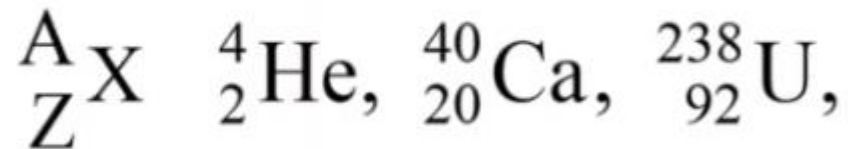
- proton ($q = +1$)
- neutron ($q = 0$)

Powłoka elektronowa

- elektron ($q = -1$)

Z - liczba atomowa - liczba protonów w jądrze

A - liczba masowa - liczba protonów + liczba neutronów





Pierwiastek chemiczny

Pierwiastek – atomy o takiej samej liczbie atomowej

atom: Na, Li, Fe

cząsteczka: O₂, H₂, Cl₂, P₄, O₃

Wszystkie atomy danego pierwiastka mają identyczne właściwości chemiczne!

Izotopy pierwiastka – atomy tego samego pierwiastka różnice się masą (atomy pierwiastka o takiej samej liczbie atomowej, a różnej liczbie masowej, atomy o takiej samej liczbie protonów a różnej liczbie neutronów).

Atomy poszczególnych izotopów noszą nazwę **nuklidów**.

Atomy różnych izotopów danego pierwiastka zawierają taką samą liczbę elektronów krążących wokół jądra.

Większość pierwiastków występuje w przyrodzie w postaci mieszaniny o stałym składzie izotopowym.

Izotopy

wodór

${}^1\text{H}$ prot

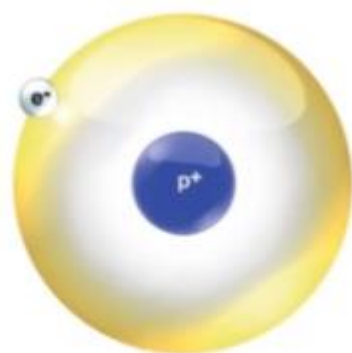
$\sim 99,98\%$

${}^2\text{H} = {}^2\text{D}$ deuter

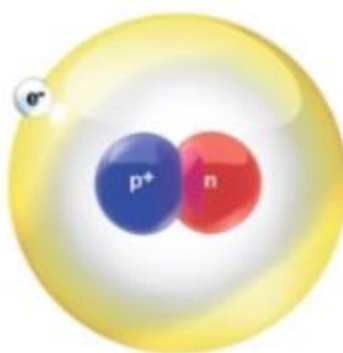
$\sim 0,02\%$

${}^3\text{H} = {}^3\text{T}$ tryt

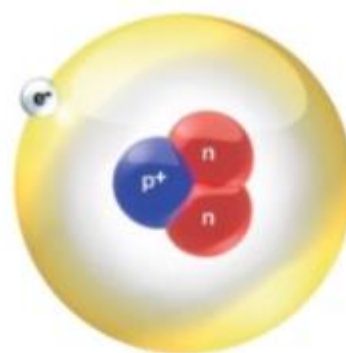
$\sim 10^{-16}\%$



${}^1\text{H}$
prot



${}^2\text{H}$
deuter

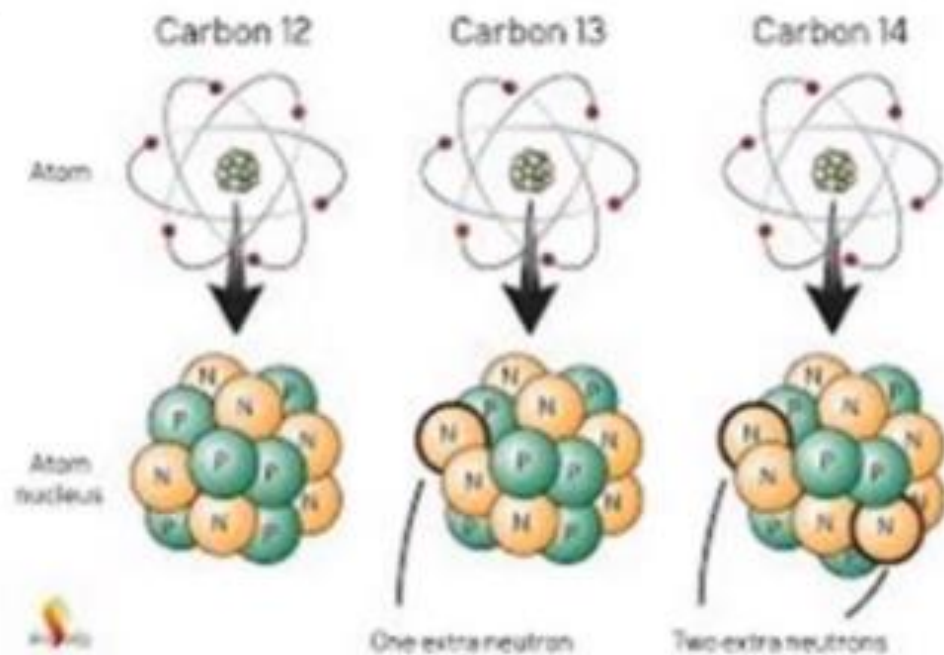


${}^3\text{H}$
tryt

Izotopy

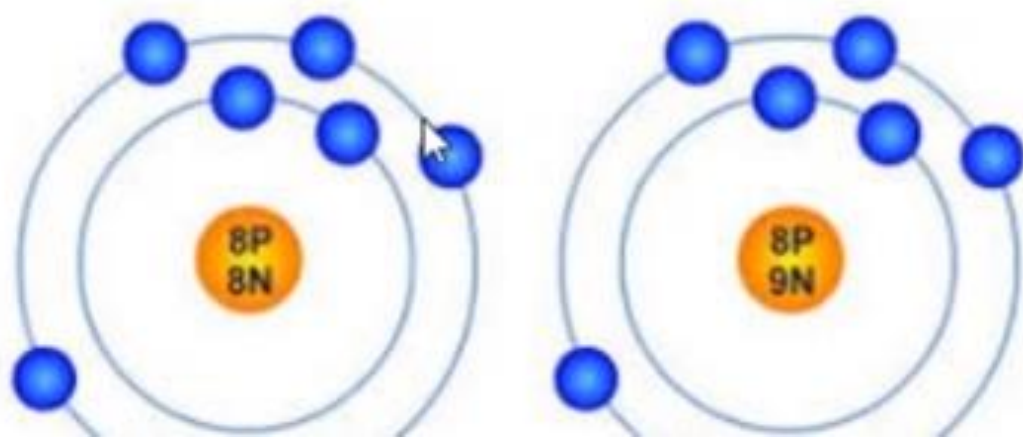
węgiel

^{12}C	98,89 %
^{13}C	1,11 %
^{14}C	bardzo mało



tlen

^{16}O	~99,76 %
^{17}O	0,04 %
^{18}O	0,20 %



Z (liczba atomowa)	liczba protonów w jądrze,
A (liczba masowa)	suma protonów i neutronów w jądrze atomowym,
(A - Z)	liczba neutronów,
Pierwiastek	atomy o takiej samej wartości Z,
Izotopy pierwiastka	atomy o takiej samej wartości Z, lecz różnej wartości A,

Skład izotopowy pierwiastka procent atomów każdego izotopu w pierwiastku, np. w węglu znajduje się 98,89 % atomów ^{12}C , ok. 1,11% atomów ^{13}C oraz śladowe ilości ^{14}C .

Masa atomowa

Aby obliczyć liczbę atomów lub cząsteczek (czy też liczbę moli) w danej masie substancji należy znać masy poszczególnych atomów.

Eksperymentalnie wyznaczone masy atomów przeliczane są na **bardzo małą jednostkę masy** zwaną unitem (u) lub **jednostką masy atomowej** (która jest definiowana jako 1/12 masy jednego atomu ^{12}C , czyli atomu zawierającego 6 protonów, 6 neutronów i 6 elektronów).

$$1 \text{ u} = 1,66 \cdot 10^{-27} \text{ kg} = 1,66 \cdot 10^{-24} \text{ g}$$

Np.: masa atomowa pierwiastka w 4 okresie i 11 grupie (miedź Cu) podawana jest jako 63,54, co oznacza, że wynosi ona 63,54 u. Jeden atom Cu ma zatem masę w gramach równą $63,54 \cdot 1,66 \cdot 10^{-24} \text{ g}$ czyli $1,05 \cdot 10^{-22} \text{ g}$.

Masa atomowa oznaczana jest symbolem ***M***.

Masa cząsteczkowa

Masą cząsteczkową to masa 1 cząsteczki podawana w jednostce „u” .

Masę cząsteczkową oblicza się sumując masy atomowe zgodnie ze wzorem chemicznym cząsteczki.

Np.: masa cząsteczkowa H_2 wynosi $2 \cdot 1,01 \text{ u} = 2,02 \text{ u}$,

a masa cząsteczkowa H_2O jest równa $2 \cdot 1,01 \text{ u} + 16,00 \text{ u} = 18,02 \text{ u}$.

Masa cząsteczkowa oznaczana jest symbolem ***M***.

Liczność zwana molem

Dla określonej masy substancji można obliczyć znajdującą się w niej **liczbę atomów lub cząsteczek** pod warunkiem, że znany jest wzór chemiczny tej substancji.

Liczbę atomów lub cząsteczek można podać w konwencjonalnym zapisie, np. 10^{25} atomów albo w jednostce zwanej molem, np. 15 moli atomów.

Mol to jednostka licznosci (**bardzo duża liczba całkowita**).

$$1 \text{ mol} = 6,023 \cdot 10^{23} \text{ (liczonych obiektów: atomów, cząsteczek)}$$

1 mol jest jednostką licznosci równą liczbie atomów zawartych w 12 g izotopu ^{12}C . Jej wartość ustalono za pomocą pomiarów eksperymentalnych.

Liczność (liczba atomów, cząsteczek, jonów) w jednym molu nazywa się **stałą Avogadra**. Oznaczana jest ona symbolem **N_A**

$$N_A = 6,02 \cdot 10^{23} \text{ cząstek / mol}$$

Liczba moli oznaczana jest symbolem **n** , a liczba cząstek (atomów, cząsteczek, jonów) przez **N** .

Liczba cząstek „ i ” zawartych w określonej liczbie moli tych cząstek „ i ” wynosi

$$N_i = n_i \cdot N_A$$



Masa molowa

Masy atomowe i cząsteczkowe dotyczą pojedynczego atomu lub cząsteczki.

Dla zbioru takich obiektów o liczności 1 mol podaje się masę w ogólnie stosowanych jednostkach SI (czyli w g lub kg). Masę taką nazywa się **masą molową**.

Oznaczana jest symbolem **M**.

Wymiarem masy molowej jest **kg/mol** lub **g/mol**. Najczęściej wartość M podaje się w [g/mol], gdyż wtedy jej wartość liczbową równa się wprost wartości liczbowej odpowiedniej **masy atomowej** lub **cząsteczkowej**.

Masa 1 mola atomów (czyli $6,02 \cdot 10^{23}$ atomów) jest równa liczbowo masie atomowej, o ile jest wyrażona w gramach.

Np.: masa 1 mola atomów Cu jest równa 63,54 g (gdyż masa atomowa Cu wynosi 63,54 u). Zatem masa molowa miedzi wynosi 63,54 g/mol, co zapisuje się jako $M_{\text{Cu}} = 63,54 \text{ g/mol}$.

Masa molowa

Przykład:

masa 1 mola cząsteczek H_2 wynosi $2 \cdot 1,01 \text{ g}$ czyli $2,02 \text{ g}$

masa 1 mola cząsteczek SO_3 : $1 \cdot 32,06 \text{ g} + 3 \cdot 16,00 \text{ g} = 80,06 \text{ g}$

masa 1 mola cząsteczek HNO_3 : $1 \cdot 1,01 \text{ g} + 1 \cdot 14,00 \text{ g} + 3 \cdot 16,00 \text{ g} = 63,01 \text{ g}$

Masy molowe substancji zapisuje się jako:

$$M_{H_2} = 2,02 \frac{\text{g}}{\text{mol}}, \quad M_{SO_3} = 80,06 \frac{\text{g}}{\text{mol}}, \quad M_{HNO_3} = 63,01 \frac{\text{g}}{\text{mol}},$$

Masa molowa **M** dotyczy w tym przypadku **związku chemicznego** lub **pierwiastka w formie cząsteczkowej**.

Masa dowolnej ilości substancji oznaczana jest przez m .

Jeśli substancja jest czystym pierwiastkiem lub związkiem chemicznym, to znając masę molową tej substancji, można obliczyć liczbę moli atomów lub cząsteczek zawartych w tej masie:

$$n = \frac{m_i}{M_i}, \frac{g}{g/mol}, \frac{kg}{kg/kmol}, mol$$

gdzie i jest symbolem atomu lub wzorem cząsteczki, n_i – ilością moli, m_i – masą, M_i – masą molową, a we wszystkich oznaczeniach i musi być **takie samo**.

Jeśli znana jest objętość, a nie masa substancji, to aby obliczyć zawartą w niej liczbę moli (oraz atomów lub cząsteczek) konieczna jest gęstość tej substancji danych warunkach temperatury i ciśnienia. **Gęstość** d (używane jest też oznaczenie greckie ρ) jest zależnością pomiędzy masą substancji m i objętością V , wyrażoną w postaci

$$d_i = \frac{m_i}{V_i}$$

Obliczenia

Dla większości gazów, w dość dużym zakresie temperatury i ciśnienia, można stosować zależność, wynikającą z równania gazu doskonałego, która mówi, że **1 mol każdego gazu zajmuje taką samą objętość w tych samych warunkach temperatury i ciśnienia.**

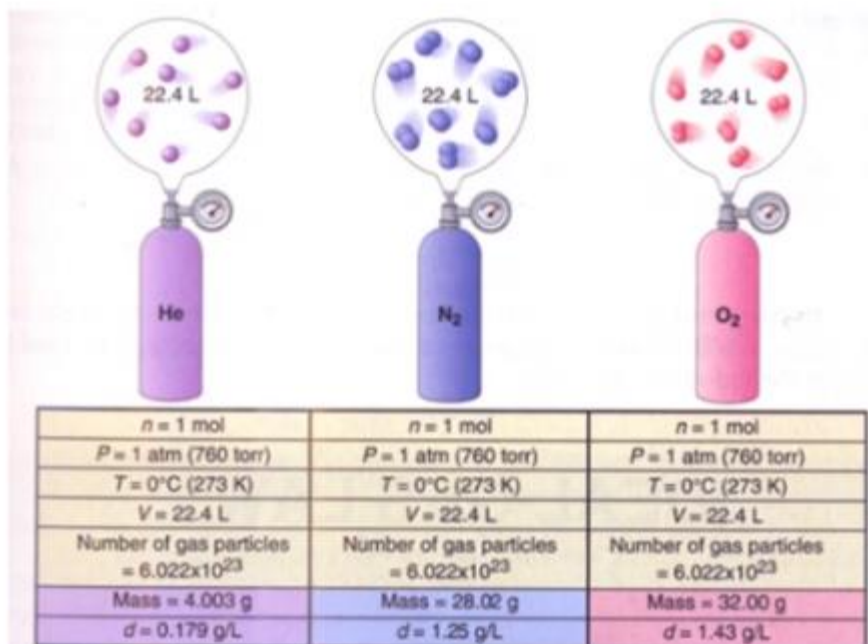
Objętość molowa gazu doskonałego

$$T = 273\text{K (0}^\circ\text{C)}$$

$$p = 101325\text{ Pa}$$

$$V_0 = 22,4\text{ dm}^3 = 0,0224\text{ m}^3.$$

Warunki normalne



Związki nieorganiczne dzielimy najczęściej na:

- tlenki $\text{Na}_2\text{O}, \text{P}_4\text{O}_{10}, \text{SiO}_2, \text{Fe}_2\text{O}_3, \text{SO}_3, \text{NO}_2, \text{Cl}_2\text{O}_7$
- wodorki $\text{CaH}_2, \text{MgH}_2, \text{SbH}_3, \text{HF}, \text{HCl}$
- wodorotlenki $\text{NaOH}, \text{LiOH}, \text{Mg}(\text{OH})_2, \text{Ca}(\text{OH})_2, \text{Fe}(\text{OH})_3, \text{Zn}(\text{OH})_2$
- kwasy $\text{H}_2\text{SO}_4, \text{HNO}_3, \text{H}_3\text{PO}_4, \text{HCl}, \text{HBr}, \text{HCN}$
- sole $\text{NaCl}, \text{K}_2\text{SO}_4, \text{Mn}(\text{ClO}_4)_2, (\text{NH}_4)_2\text{S}, \text{CaCO}_3$
 $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2, [\text{Cu}(\text{OH})]_2\text{CO}_3$
- związki niemetalu innych niż tlen $\text{PCl}_5, \text{CS}_2.$

