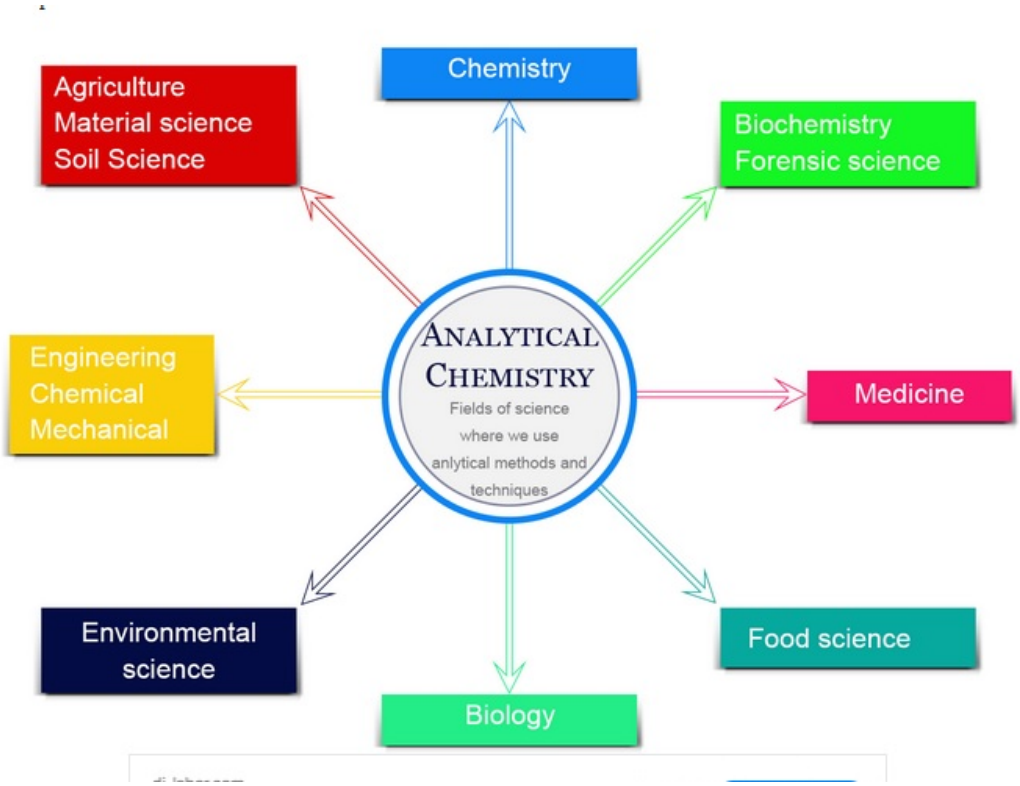
Analytical Chemistry: The science seeks ever improved means of measuring the chemical composition of natural and artificial materials by using techniques to identify the substances which may be present in a material and to determine the exact amounts of the identified substance.

الكيمياء التحليلية: هو العلم الذي يبحث عن استخدام طرق معينة لقياس وتقدير التركيب الكيميائي للمواد الطبيعية والصناعية. حيث يتم تقدير المواد الموجودة في عينة ما وتحديد كمية تلك المواد بدقة .



Analytical chemistry consists of:تتضمن التحليلية على الفروع التالية

(A) Qualitative analysis which deals with the identification of elements, ions, or compounds present in a sample (tells us what chemicals types are present in a sample).

التحليل النوعي: يختص بمعرفة نوع العناصر، الايونات، او المركبات الموجودة في النموذج (يخبرنا عن نوع المواد الكيميائية الموجودة في العينة)

(B) Quantitative analysis which is dealing with the determination of how much of one or more constituents is present (tells how much amounts of chemicals are present in a sample). This analysis can be divided into three branches:

التحليل الكمي: يختص بمعرفة كمية العناصر او المركبات الموجودة في النموذج .(يخبرنا عن كمية المواد الكيميائية الموجودة في العينة) وينقسم الى 3 اقسام وهي

(1) Volumetric analysis (Titrimetric analysis): The analyte reacts with a measured volume of reagent of known concentration, in a process called titration. **(1st grade)**

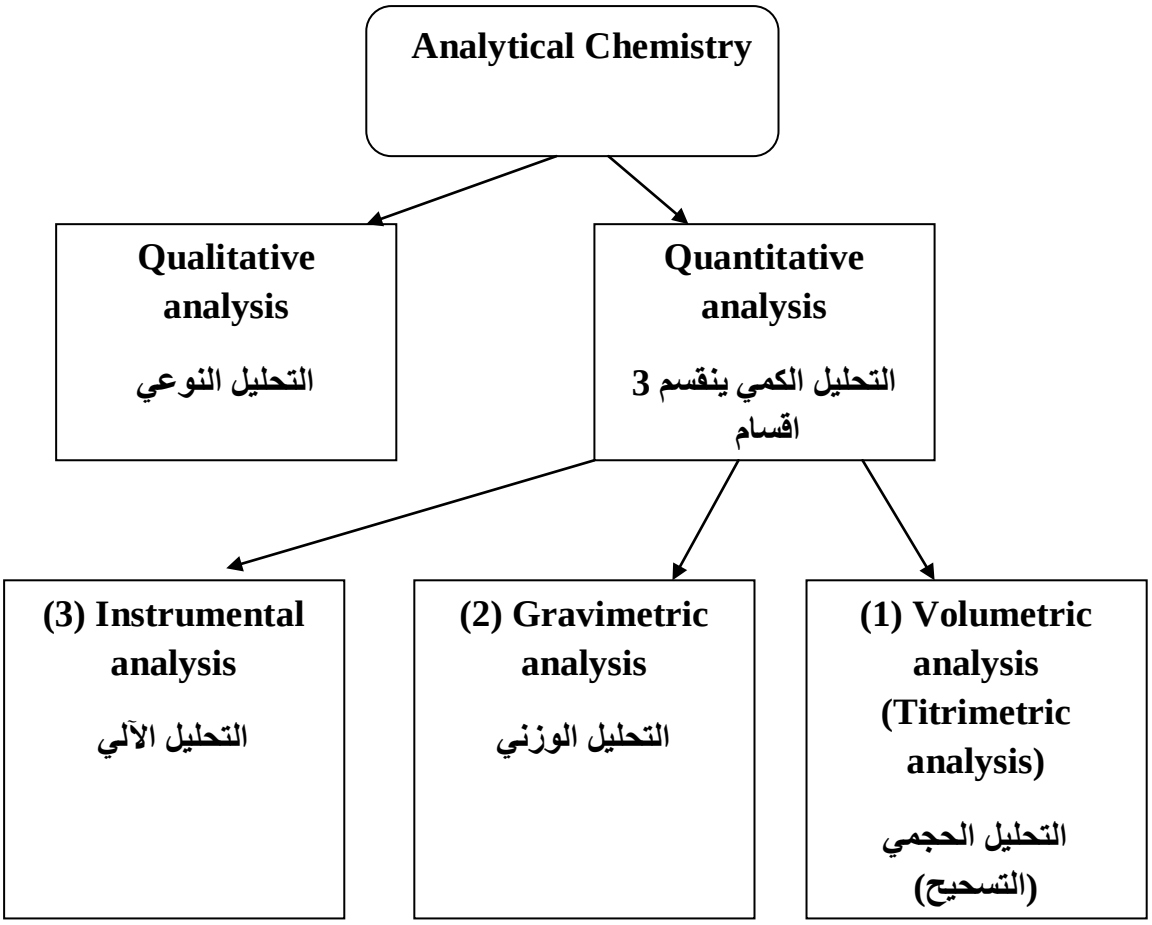
التحليل الحجمي (التسحيح) : هو تقدير العينة المجهولة عن طريق تفاعلها مع حجم معين من محلول قياسي معلوم التركيز وتسمى العملية بالتسحيح

(2) Gravimetric analysis: usually involves the selective separation of the analyte by precipitation, followed by the very non-selective measurement of mass (of the precipitate). **(2nd grade)**

التحليل الوزني: هو عملية فصل العينة المجهولة المراد تقديرها انتقائيا عن طريق الترسيب ، ويتم بعدها قياس وزن الراسب المتكون.

(3) Instrumental analysis: They are based on the measurement of a physical property of the sample, for example, an electrical property or the absorption of electromagnetic radiation. Examples are spectrophotometry (ultraviolet, visible, or infrared), fluorimetry, atomic spectroscopy (absorption, emission), mass spectrometry, nuclear magnetic resonance spectrometry (NMR), X-ray spectroscopy (absorption, fluorescence). **(4th grade)**

التحليل الآلي: هو احد فروع الكيمياء التحليلية يعتمد على قياس الخصائص الفيزيائية للنموذج المراد تقديره، كالاعتماد على الخواص الكهربائية وخاصية امتصاص الاشعاع الكهرومغناطيسي. مثال جهاز المقياس الطيفي(يشمل مطياف الاشعة فوق البنفسجة والمرئية ومطياف تحت الحمراء)، مطياف الفلورة، المطياف الذري (الانبعاث الذري والامتصاص الذري)، مطياف الكتلة ، مطياف الرنيني النووي المغناطيسي(NMR)، مطياف الاشعة السينية (يشمل الامتصاص والفلورسنت).



Examples of MCQ questions:

1. Analytical chemistry is broadly divided into which two main categories?

* a) Qualitative and Quantitative Analysis
* b) Gravimetric and Volumetric Analysis
* c) Instrumental and Titrimetric Analysis
* d) Organic and Inorganic Analysis

2. Which of the following is a type of quantitative analysis?

* a) Gravimetric Analysis

* b) Volumetric Analysis (Titrimetric Analysis)

* c) Instrumental Analysis

* d) All of the above are types of quantitative analysis

4. Analytical chemistry is concerned with:

* a) The synthesis of new compounds.

* b) The study of the properties of matter.

* c) The measurement of the chemical composition of substances.

* d) The development of new laboratory techniques.

5. Qualitative analysis deals with:

* a) The amount of a substance present in a sample.

* b) The identity of a substance present in a sample.

* c) The physical properties of a substance.

* d) The chemical reactions of a substance.

6. Quantitative analysis deals with:

* a) The identity of a substance present in a sample.

* b) The amount of a substance present in a sample.

* c) The physical properties of a substance.

* d) The chemical reactions of a substance.

Solutions

Solution: Homogeneous mixture of two or more substance produce from dissolved (disappeared) solute particle (ions, atoms, molecules) (lesser amount) between solvent particle (larger amount).

Solute (lesser amount) + Solvent (larger amount) ⟶ Solution

$$NaCl(s)+H2O(l)\rightarrow \textbf{Salt Solution}$$

Concentrated Solution has a large amount of solute.

Dilute Solution has a small amount of solute.

المحلول: هو مزيج متجانس من مادتين او اكثر وينتج من اذابة دقائق المذاب (والتي تكون على شكل ذرات او ايونات او جزيئات وهي الاقل كميا ويتم اختفاءها بالمحلول) داخل او بين دقائق المذيب (الاكثر كميا).
مثل اذابة ملعقة ملح طعام(وهو المذاب) في كوب من الماء (وهو المذيب).

المحلول المركز: يحتوي كمية اكبر من المذاب

المحلول المخفف: يحتوي كمية اقل من المذاب

جدول مثال ليس للحفظ

Solute	Solvent		
	Gas	Liquid	Solid
Gas	$O_{2(g)}$ in $N_{2(g)}$, Air	$CO_{2(g)}$ in $H_2O_{(l)}$, Soda	$H_{2(g)}$ in $Pd_{(s)}$, H_2 catalyst
Liquid	Perfume	$Alcohol_{(l)}$ in $H_2O_{(l)}$, Martini	$Hg_{(l)}$ in $Ag_{(s)}$, Dental filling
Solid	Dust air, Smoke industry	$NaCl_{(s)}$ in $H_2O_{(l)}$, salt water, saline sol.	$Zn_{(s)}$ in $Cu_{(s)}$, Brass alloy

Classification of solutions according to amount of solute:

تصنيف المحاليل حسب كمية المذاب:

(1) Unsaturated solutions: if the amount of solute dissolved is less than the solubility limit, or if the amount of solute is less than capacity of solvent.

المحلول غير المشبع :هو المحلول الذي يحتوي على كمية من المذاب أقل من الكمية التي توصله إلى حد الذوبانية(او يسمى حد التشبع)

او هو المحلول الذي يحتوي على كمية مذاب أقل مما يستطيع المذيب إذابته عند درجة حرارة وضغط معينين

(2) Saturated solutions: is one in which no more solute can dissolve in a given amount of solvent at a given temperature, or if the amount of solute equal to capacity of solvent.

المحلول المشبع: هو أقصى كمية من المذاب يمكن أن تذوب في كمية معينة من المذيب عند درجة حراره معينة(كمية المذاب تساوي سعة المذيب).

أوهو "ذلك المحلول الذي لايقبل إذابة المزيد من المذاب عند درجة الحرارة والضغط المعينين.

(3) Super saturated solutions: solution that contains a dissolved amount of solute that exceeds the normal solubility limit (saturated solution). Or a solution contains a larger amount of solute than capacity of solvent at high temperature.

المحلول فوق المشبع: هوالمحلول الذي يحتوي كميه من المذاب اكثر الحد الطبيعي للذوبان (المحلول المشبع).

او (يحوي كمية من المذاب أكبرمن الكمية اللازمة لتشبع المحلول).

الملخص

- **المذاب=المذيب(المحلول مشبع)**
- **المذاب > المذيب (المحلول فوق المشبع)**
- **المذاب < المذيب (المحلول غير المشبع)**

Classification of solution based on solute particle size:

تصنيف المحاليل بالاعتماد على حجم دقائق المذاب:

(1) True solution: A homogeneous mixture of two or more substance in which substance (solute) has a particle size less than 1 nm dissolved in solvent. Particles of true solution cannot be filtered through filter paper and are not visible to naked eye (NaCl in water).

المحلول الحقيقي: هو مزيج متجانس من مادتين او اكثر يكون حجم دقائق المذاب اقل من 1 نانومتر ذائبة في المذيب. لا يمكن ترشيح جسيمات المحلول الحقيقي من خلال ورق الترشيح ولا يمكن رؤيتها بالعين المجردة (مثل اذابة كلوريد الصوديوم (ملح الطعام) في الماء) ولاتترسب بعد فترة من الزمن لان الاذابة تكون تامة.

(2) Suspension solution: heterogeneous mixtures which settles on standing and its components can be separated by filtrating (Amoxcycilline Antibiotics), particle of solute visible to naked eye.

المحلول العالق: هو محلول غير متجانس إذا ترك المخلوط ساكناً فإن دقائق الجسم الصلب العالقة تتجمع بمرور الوقت في قاع الإناء تحت تأثير الجاذبية الأرضية ويمكن فصلها بالترشيح ويمكن رؤيتها بالعين المجردة(مثل عقار الاموكسلين)ومثل محلول التراب والماء

(3) Colloidal solution: homogeneous mixture which does not settle nor are their components filterable, solute particle visible with electron microscope (milk).

المحلول الغروي: هو محلول متجانس ولايمكن ترشيحه، ولا تترسب اذا ترك المحلول راكدا،ويمكن رؤية جزيئاته بالمجهر الالكتروني مثل الحليب

Stoichiometric Calculations
الحسابات المتكافئة

Mole concept: This is Avogadro's number (6.022×10^{23}) of atoms, molecules, ions or other species.

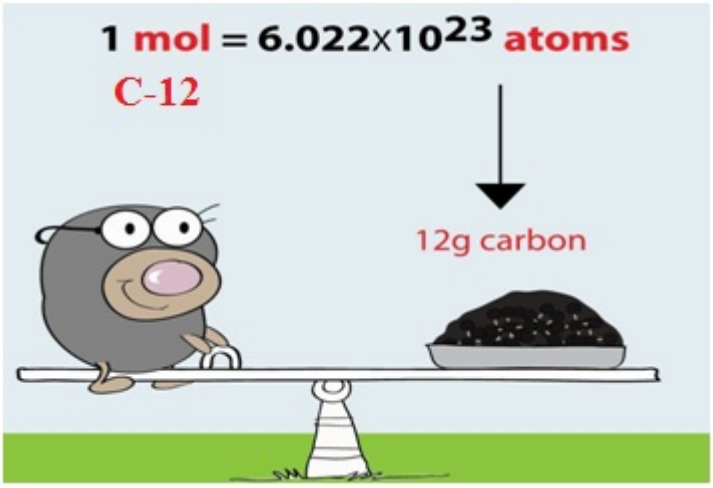
مفهوم المول : المول الواحد من المادة يساوي 6.022×10^{23} وحدة من تلك المادة (مثل الذرات أو الجزيئات أو الأيونات). يُعرف الرقم 6.022×10^{23} بعدد أفوجادرو.

Gram atomic weight (gAw some time Awt): Is the weight of a specified number of atoms of that element (contains exactly the same number of atoms of that element as there are carbon atoms in exactly 12g of carbon 12 (this number is Avogadro's number = 6.022×10^{23} atoms).

الوزن الذري الغرامي: هو الوزن الذري للعنصر مقدرا بالغرام ويحتوي على عدد معين من الذرات المسمى بعدد افوكادروا(6.022×10^{23}) مثال:

We can say one mole of carbon-12 (C-12) atoms has 6.022×10^{23} atoms and a mass of 12 grams

1 مول من ذرة (C-12) **كاربون-12= يحتوي** 6.022×10^{23} **ذرة = و كتلته 12 غرام**



الجدول التالي مثال للفهم وليس حفظ

The atomic mass of any element expressed in grams contains 1 mol of atoms of that element.

ELEMENT	Atomic mass	Molar Mass	Moles	Number of Atoms
C- Carbon	12	12 g	1 mol Carbon atoms	6.022×10^{23} Carbon atoms
Na- Sodium	23	23 g	1 mol Na atoms	6.022×10^{23} Sodium atoms

Gram molecular weight (gMw some times M.wt): Defined as the sum of the atomic weight of the atoms that make up a molecular compound.

الوزن الجزيئي الغرامي : هو وزن الصيغة الجزيئية للمركب وهو مجموع الاوزان الذرية للذرات التي تشكل الجزيئات .

Gram formula weight (gFw some time F.wt): The sum of the atomic weight of the atoms that make up an ionic formula.
(is the more accurate description for substances that do not exist as molecules but exist as ionic compounds e.q **strong electrolytes-acids, bases, salts**). Sometimes use the term molar mass (Molecular weight, M.wt) in place of gram formula weight, gFw).

وزن الصيغة بالجرام :هو مجموع الاوزان الذرية للايونات . هو الوصف الأكثر دقة للمواد التي لا توجد كجزيئات ولكنها توجد كمركبات أيونية مثل الإلكتروليتات القوية - الأحماض والقواعد والأملاح . واحيانا يتم استخدام مصطلح الوزن الجزيئي(M.wt) بدلاً من وزن الصيغة بالجرام(gFw).

القوانين حفظ
$\text{Mole} = \frac{weig\,ht\ (g)}{Formula\ \ weig\,ht\ (\frac{g}{mole})}$
$\text{mmole} = \frac{weig\,ht\ (mg)}{Formula\ \ weig\,ht\ (\frac{mg}{mmole})}$
Mole= 1000 mMole
g= 1000 mg
No. Molecules = No. moles × Avogadro number
وحدات الوزن الذري والوزن الجزيئي والفورمالي هي A.wt=M.wt=F.wt= $\frac{g}{mol} = \frac{mg}{mmol}$

Example (1) *:*-Calculate the number of grams in one mole of CaSO4.7H2O (calculate gram molecular or formula weight).

Solution: One mole is the formula weight expressed in grams. The formula weight is **(Ca=40.08; S=32.06; O=16.00; H=1.01)**
CaSO4.7H2O=40.08+32.06+(16.0×4)+7[(2×1.01)+16.00]=262.25 g/mol

Example (2)*:*-Calculate the number of moles in 500 mg Na_2WO_4?
(Na= 23 g/mol, W= 183.84 g/mol, O= 16.00 g/mol)

Solution:

- M.Wt of Na_2WO_4= (2 * 23) + 183.84 + (4 * 16.00) = 293.82 g/mol
- (g= 1000 mg) تحويل الوزن للغرام

$$\frac{500}{1000} = 0.5\ g$$

- Mole = $\frac{0.5\ g}{293.8\ (\frac{g}{mole})} = 0.0017\ mol$

Example (3): How many molecules are contained in 25.0 g H2**?** (H= 1 g/mol**)**

Solution:
M.Wt of H_2 =2*1=2 g/mol

$$\text{Mole } H_2 = \frac{25(g)}{2\ (\frac{g}{mole})} = 12.5\ mol$$

No. Molecules = No. moles × Avogadro number

$=12.5\times6.022\times10^{23}=7.52\times10^{24}$ molecule

Example (4):-How many milligrams are in 0.250 mmole Fe_2O_3 (ferric oxide)? (Fe= 55.84 g/mol, O= 16 g/mol)

Solution:

يريد يريد بالسؤال الوزن بوحدات ملي غرام- وعدنا ملي مول ، اذا تكون وحدات الوزن الجزيئي $\frac{mg}{mmol}$

- M.Wt of Fe_2O_3 =(55.84*2)+(16*3)=159.68 mg/mmol

- Mole = $\frac{weig\,ht\ (mg)}{Formula\ \ weig\,ht\ \left(\frac{mg}{mmole}\right)}$

$$0.25\ mmol = \frac{wt.}{159.68\ mg/mmol} \longrightarrow \text{wt=39.92 mg}$$

Example (5):-Find the number of Na^+ ions in 2.92 g of Na_3PO4? (Na 23 g/mol, p =31 g/mol, o=16 g /mol)

Solution:

- M.Wt of Na_3PO4 =(23*3)+31+(16*4)=164 g/mol

- Mole (Na3PO4) = $\frac{weig\,ht\ (g)}{Formula\ \ weig\,ht\left(\frac{g}{mole}\right)} = \frac{2.92\ (g)}{164\left(\frac{g}{mole}\right)} = \ 0.0178\ mol$

ذكر في السؤال وزن المركب Na_3PO4 من هذه المعلومة نستخرج مولات المركب Na_3PO4 ، لكن في السؤال يريد مولات ايون الصوديوم Na^+ فقط، لذالك من موازنة المعادلة وعلاقة الطرفين في الوسطين نستخرج مولات ايون الصوديوم Na^+ فقط

$$1\ Na_3PO_4 \longrightarrow 3Na^{+1} + PO_4^{-3}$$

1mol — 3 mol

0.0178 mol — y

(Y)no. of mol (Na^{+1}) = 0.0178 * 3 =0.0534 mol.

No. Na^+ ions = No. moles × Avogadro number

No. Na^+ ions = 0.0534 mol × 6.022×10^{23} = 3.21 x 10^{22} ions

التمارين من صفحة 79 من كتاب

Fundamentals-of-Analytical-Chemistry-by-Douglas-A.-Skoog-9th-Ed

Q1: Find the number of Na^+ ions in 3 g of $Na_2S_2O_3$?

Q2: Find the number of K^+ ions in 3.41 mol of K_2HPO4?

Q3: Find the amount of the indicated element (in moles) in

(a) 8.75 g of B_2O_3.

(b) 167.2 mg of $Na_2B_4O_7$. $10H_2O$.

(c) 4.96 g of Mn_3O_4.

(d) 333 mg of CaC_2O_4.

Q4: Find the amount in millimoles of the indicated species in.

(a) 850 mg of P_2O_5.

(b) 40.0 g of CO_2.

(c) 12.92 g of $NaHCO_3$.

(d) 57 mg of $MgNH_4PO_4$

PERIODIC TABLE OF THE ELEMENTS

Metals
Nonmetals
Metalloids

	IA 1	IIA 2	IIIB 3	IVB 4	VB 5	VIB 6	VIIB 7	VIIIB 8	VIIIB 9	VIIIB 10	IB 11	IIB 12	IIIA 13	IVA 14	VA 15	VIA 16	VIIA 17	0 18
1	1 H 1.008																1 H 1.008	2 He 4.0026
2	3 Li 6.941	4 Be 9.0122											5 B 10.81	6 C 12.011	7 N 14.007	8 O 15.999	9 F 18.9984	10 Ne 20.1797
3	11 Na 22.9898	12 Mg 24.3050											13 Al 26.9815	14 Si 28.085	15 P 30.9738	16 S 32.06	17 Cl 35.453	18 Ar 39.948
4	19 K 39.0983	20 Ca 40.078	21 Sc 44.9559	22 Ti 47.867	23 V 50.9415	24 Cr 51.9961	25 Mn 54.9380	26 Fe 55.845	27 Co 58.9332	28 Ni 58.6934	29 Cu 63.546	30 Zn 65.38	31 Ga 69.723	32 Ge 72.63	33 As 74.9216	34 Se 78.96	35 Br 79.904	36 Kr 83.798
5	37 Rb 85.4678	38 Sr 87.62	39 Y 88.9058	40 Zr 91.224	41 Nb 92.9064	42 Mo 95.96	43 Tc (98)	44 Ru 101.07	45 Rh 102.9055	46 Pd 106.42	47 Ag 107.8682	48 Cd 112.411	49 In 114.818	50 Sn 118.710	51 Sb 121.760	52 Te 127.60	53 I 126.9045	54 Xe 131.293
6	55 Cs 132.9055	56 Ba 137.327	57 La 138.9055 *	72 Hf 178.49	73 Ta 180.9479	74 W 183.84	75 Re 186.207	76 Os 190.23	77 Ir 192.217	78 Pt 195.084	79 Au 196.9666	80 Hg 200.59	81 Tl 204.38	82 Pb 207.2	83 Bi 208.9804	84 Po (209)	85 At (210)	86 Rn (222)
7	87 Fr (223)	88 Ra (226)	89 Ac (227) **	104 Rf (265)	105 Db (268)	106 Sg (271)	107 Bh (270)	108 Hs (277)	109 Mt (276)	110 Ds (281)	111 Rg (280)	112 Cn (285)	113 Uut (284)	114 Fl (289)	115 Uup (288)	116 Lv (293)	117 Uus (294)	118 Uuo (294)

*Lanthanide Series

58 Ce 140.116	59 Pr 140.9076	60 Nd 144.242	61 Pm (145)	62 Sm 150.36	63 Eu 151.964	64 Gd 157.25	65 Tb 158.9254	66 Dy 162.500	67 Ho 164.9303	68 Er 167.259	69 Tm 168.9342	70 Yb 173.054	71 Lu 174.9668

** Actinide Series

90 Th 232.0381	91 Pa 231.0359	92 U 238.0289	93 Np (237)	94 Pu (244)	95 Am (243)	96 Cm (247)	97 Bk (247)	98 Cf (251)	99 Es (252)	100 Fm (257)	101 Md (258)	102 No (259)	103 Lr (262)

Note: Atomic masses are 2009 IUPAC values (up to four decimal places). More accurate values for some elements are given in the table inside the back cover.

Prefix	Symbol for Prefix		Scientific Notation
exa	E	1 000 000 000 000 000 000	10^{18}
peta	P	1 000 000 000 000 000	10^{15}
tera	T	1 000 000 000 000	10^{12}
giga	G	1 000 000 000	10^{9}
mega	M	1 000 000	10^{6}
kilo	k	1 000	10^{3}
hecto	h	100	10^{2}
deka	da	10	10^{1}
----	--	1	10^{0}
deci	d	0.1	10^{-1}
centi	c	0.01	10^{-2}
milli	m	0.001	10^{-3}
micro	μ	0.000 001	10^{-6}
nano	n	0.000 000 001	10^{-9}
pico	p	0.000 000 000 001	10^{-12}
femto	f	0.000 000 000 000 001	10^{-15}
atto	a	0.000 000 000 000 000 001	10^{-18}