



Università degli Studi dell'Insubria

**Corso di Laurea Triennale in
Chimica e Chimica Industriale**

Corso di Chimica Generale, Modulo B

A.A. 2015 – 2016

Simona Galli

Orario delle Lezioni:

Mercoledì, 11:13, Aula VA2-VA3 Edificio “Anello”

Studio della Docente:

Via Valleggio, 9 – III Piano

Tel.: 031-2386627

E-mail: simona.galli@uninsubria.it

Orario di Ricevimento:

Su appuntamento con la docente

Testi Consigliati:

Compendio di chimica inorganica

Lamberto Malatesta

Ed. Zanichelli

Materiale Didattico:

scienze-como.uninsubria.it/sgalli/Chimica_Generale_B

LA PRIMA TAVOLA PERIODICA (MENDELEEV, 1869)

Mendeleev osservò che le proprietà (quali reattività, solubilità, acidità...) degli elementi allora noti variavano in modo periodico al variare della loro massa atomica (PA).*

Ne derivò una classificazione, disponendo gli elementi nelle caselle di una tabella in ordine crescente di massa atomica, in modo tale che

- lungo le righe (periodi) le proprietà variassero periodicamente in modo (approssimativamente) continuo e regolare,
- lungo le colonne (gruppi) le proprietà fossero simili.

Nel rispetto del concetto di periodicità delle proprietà, Mendeleev propose che alcuni dei PA noti allora (ben 17) fossero scorretti, *i.e.* che determinati elementi dovessero avere una posizione diversa, nella tavola periodica, rispetto a quella che si sarebbe dovuta assegnare sulla base del PA: in molti casi ebbe ragione (*cf.* tellurio, Te, PA = 128 u.m.a. e iodio, I, PA = 127 u.m.a.), in quanto la periodicità era dettata non già dalla massa atomica PA, quanto dal numero atomico Z.

Mendeleev seppe inoltre quali caselle non occupare, in attesa della scoperta di nuovi elementi. Di alcuni di essi fu in grado di predire, con un discreto grado di accuratezza, le proprietà (*e.g.* germanio, Ge).

* Non era ancora noto il numero atomico Z: non si conosceva la struttura intima della materia

LA PREVISIONI DI MENDELEEV (1871): EKA-SILICIO

Previsione dell'esistenza di nuovi elementi
in base ad 'assenze' nella classificazione

	Proprietà Predette	Proprietà Reali
Peso Atomico (g mol⁻¹)	72	72,59
Densità (g cm⁻³)	5	5,35
Valenza	4	4
Punto di Fusione (°C)	Elevato	973,4
Colore	Grigio scuro	Grigio-bianco
Formula dell'Ossido	EsO ₂	GeO ₂
Densità dell'Ossido (g cm⁻³)	4,7	4,23
Formula del Cloruro	EsCl ₄	GeCl ₄
Densità del Cloruro (g cm⁻³)	1,9	1,84
Punto di Ebollizione del Cloruro (°C)	< 100	84

* Eka, dal sanscrito, successivo a.

LA TAVOLA PERIODICA ATTUALE

↑ n , numero quantico principale

Colonne:
Gruppi ↑

Periodic Table of the Elements

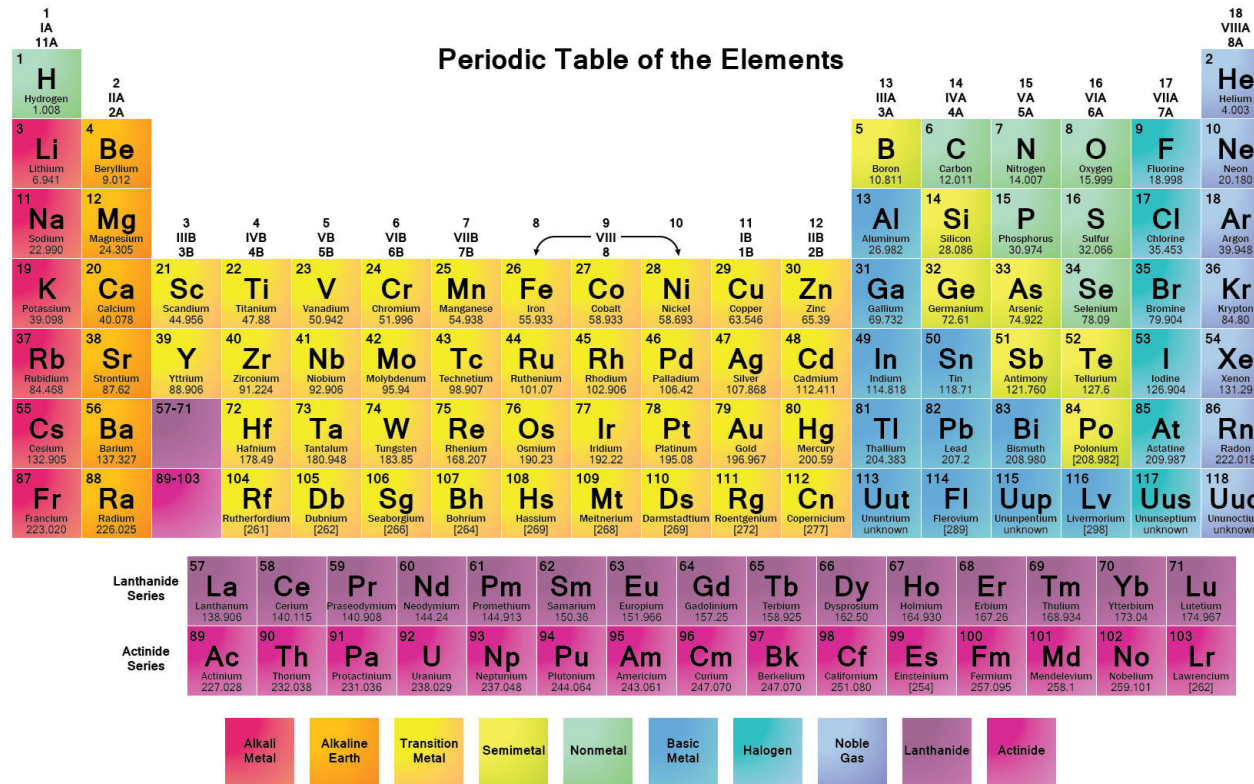
1 1A 11A H Hydrogen 1.008	2 IIA 2A He Helium 4.003																
3 Li Lithium 6.941	4 Be Beryllium 9.012											5 B Boron 10.811	6 C Carbon 12.011	7 N Nitrogen 14.007	8 O Oxygen 15.999	9 F Fluorine 18.998	10 Ne Neon 20.180
11 Na Sodium 22.990	12 Mg Magnesium 24.305	3 IIIB 3B Sc Scandium 44.956	4 IVB 4B Ti Titanium 47.88	5 VB 5B V Vanadium 50.942	6 VIB 6B Cr Chromium 51.996	7 VIIB 7B Mn Manganese 54.938	8 VIII 8 Fe Iron 55.833	9 VIII 9 Co Cobalt 58.933	10 VIII 10 Ni Nickel 58.693	11 IB 11 Cu Copper 63.546	12 IIB 12 Zn Zinc 65.39	13 IIIA 3A Al Aluminum 26.982	14 IVA 4A Si Silicon 28.086	15 VA 5A P Phosphorus 30.974	16 VIA 6A S Sulfur 32.066	17 VIIA 7A Cl Chlorine 35.453	18 VIIIA 8A Ar Argon 39.948
19 K Potassium 39.098	20 Ca Calcium 40.078	21 Sc Scandium 44.956	22 Ti Titanium 47.88	23 V Vanadium 50.942	24 Cr Chromium 51.996	25 Mn Manganese 54.938	26 Fe Iron 55.833	27 Co Cobalt 58.933	28 Ni Nickel 58.693	29 Cu Copper 63.546	30 Zn Zinc 65.39	31 Ga Gallium 69.723	32 Ge Germanium 72.61	33 As Arsenic 74.922	34 Se Selenium 78.96	35 Br Bromine 79.904	36 Kr Krypton 84.96
37 Rb Rubidium 84.468	38 Sr Strontium 87.62	39 Y Yttrium 88.906	40 Zr Zirconium 91.224	41 Nb Niobium 92.906	42 Mo Molybdenum 95.94	43 Tc Technetium 98.907	44 Ru Ruthenium 101.07	45 Rh Rhodium 102.906	46 Pd Palladium 106.42	47 Ag Silver 107.868	48 Cd Cadmium 112.411	49 In Indium 114.818	50 Sn Tin 118.71	51 Sb Antimony 121.760	52 Te Tellurium 127.6	53 I Iodine 126.904	54 Xe Xenon 131.29
55 Cs Cesium 132.905	56 Ba Barium 137.327	57-71 Lanthanide Series	72 Hf Hafnium 178.49	73 Ta Tantalum 180.948	74 W Tungsten 183.85	75 Re Rhenium 186.207	76 Os Osmium 190.23	77 Ir Iridium 192.22	78 Pt Platinum 195.08	79 Au Gold 196.967	80 Hg Mercury 200.59	81 Tl Thallium 204.383	82 Pb Lead 207.2	83 Bi Bismuth 208.980	84 Po Polonium [208.982]	85 At Astatine 209.987	86 Rn Radon 222.018
87 Fr Francium 223.020	88 Ra Radium 226.025	89-103 Actinide Series	104 Rf Rutherfordium [261]	105 Db Dubnium [262]	106 Sg Seaborgium [266]	107 Bh Bohrium [264]	108 Hs Hassium [269]	109 Mt Meitnerium [268]	110 Ds Darmstadtium [269]	111 Rg Roentgenium [272]	112 Cn Copernicium [277]	113 Uut Ununtrium unknown	114 Fl Flerovium [289]	115 Uup Ununpentium unknown	116 Lv Livermorium [293]	117 Uus Ununseptium unknown	118 Uuo Ununoctium unknown

→ Righe:
Periodi

57 Lanthanide Series La Lanthanum 138.906	58 Ce Cerium 140.115	59 Pr Praseodymium 140.908	60 Nd Neodymium 144.24	61 Pm Promethium 144.913	62 Sm Samarium 150.36	63 Eu Europium 151.966	64 Gd Gadolinium 157.25	65 Tb Terbium 158.925	66 Dy Dysprosium 162.50	67 Ho Holmium 164.930	68 Er Erbium 167.26	69 Tm Thulium 168.934	70 Yb Ytterbium 173.04	71 Lu Lutetium 174.967
89 Actinide Series Ac Actinium 227.028	90 Th Thorium 232.038	91 Pa Protactinium 231.036	92 U Uranium 238.029	93 Np Neptunium 237.048	94 Pu Plutonium 244.064	95 Am Americium 243.061	96 Cm Curium 247.070	97 Bk Berkelium 247.070	98 Cf Californium 251.080	99 Es Einsteinium [254]	100 Fm Fermium 257.095	101 Md Mendelevium 258.1	102 No Nobelium 259.101	103 Lr Lawrencium [262]

- Alkali Metal
- Alkaline Earth
- Transition Metal
- Semimetal
- Nonmetal
- Basic Metal
- Halogen
- Noble Gas
- Lanthanide
- Actinide

LA TAVOLA PERIODICA ATTUALE: CONFIGURAZIONI ELETTRONICHE



Elementi	Configurazione Elettronica
Metalli alcalini	[gas nobile che precede] ns^1
Metalli alcalino-terrosi	[gas nobile che precede] ns^2
Elementi del blocco p	[gas nobile che precede] ns^2np^x $x = (\text{numero gruppo}-2)$
Metalli della transizione d	<i>in generale*</i> [gas nobile che precede] $(n-1)d^xns^2$

* Tra le eccezioni, *e.g.*, il cromo, Cr, la cui configurazione elettronica è $[\text{Ar}]3d^54s^1$
 il rame, Cu, la cui configurazione elettronica è $[\text{Ar}]3d^{10}4s^1$

LA TAVOLA PERIODICA ATTUALE: L'INTUIZIONE DI MENDELEEV

Periodic Table of the Elements

1 IA 11A	2 IIA 2A											13 IIIA 3A	14 IVA 4A	15 VA 5A	16 VIA 6A	17 VIIA 7A	18 VIIIA 8A
1 H Hydrogen 1.008												5 B Boron 10.811	6 C Carbon 12.011	7 N Nitrogen 14.007	8 O Oxygen 15.999	9 F Fluorine 18.998	10 Ne Neon 20.180
3 Li Lithium 6.941	4 Be Beryllium 9.012											13 Al Aluminum 26.982	14 Si Silicon 28.086	15 P Phosphorus 30.974	16 S Sulfur 32.066	17 Cl Chlorine 35.453	18 Ar Argon 39.948
11 Na Sodium	12 Mg Magnesium 24.305	3 IIIB 3B	4 IVB 4B	5 VB 5B	6 VIB 6B	7 VIIB 7B	8 VIII 8	9 VIII 9	10 VIII 10	11 IB 1B	12 IIB 2B	13 Al Aluminum 26.982	14 Si Silicon 28.086	15 P Phosphorus 30.974	16 S Sulfur 32.066	17 Cl Chlorine 35.453	18 Ar Argon 39.948
19 K Potassium 39.098	20 Ca Calcium 40.078	21 Sc Scandium 44.956	22 Ti Titanium 47.88	23 V Vanadium 50.942	24 Cr Chromium 51.996	25 Mn Manganese 54.938	26 Fe Iron 55.935	27 Co Cobalt 58.933	28 Ni Nickel 58.693	29 Cu Copper 63.546	30 Zn Zinc 65.39	31 Ga Gallium 69.732	32 Ge Germanium 72.61	33 As Arsenic 74.922	34 Se Selenium 78.96	35 Br Bromine 79.904	36 Kr Krypton 84.80
37 Rb Rubidium 84.468	38 Sr Strontium 87.62	39 Y Yttrium 88.906	40 Zr Zirconium 91.224	41 Nb Niobium 92.906	42 Mo Molybdenum 95.94	43 Tc Technetium 98.907	44 Ru Ruthenium 101.07	45 Rh Rhodium 102.906	46 Pd Palladium 106.42	47 Ag Silver 107.868	48 Cd Cadmium 112.411	49 In Indium 114.818	50 Sn Tin 118.71	51 Sb Antimony 121.760	52 Te Tellurium 127.6	53 I Iodine 126.905	54 Xe Xenon 131.29
55 Cs Cesium 132.905	56 Ba Barium 137.327	57-71 Lanthanide Series	72 Hf Hafnium 178.49	73 Ta Tantalum 180.948	74 W Tungsten 183.85	75 Re Rhenium 186.207	76 Os Osmium 190.23	77 Ir Iridium 192.22	78 Pt Platinum 195.08	79 Au Gold 196.967	80 Hg Mercury 200.59	81 Tl Thallium 204.383	82 Pb Lead 207.2	83 Bi Bismuth 208.980	84 Po Polonium [209]	85 At Astatine [209]	86 Rn Radon 222.018
87 Fr Francium 223.020	88 Ra Radium 226.025	89-103 Actinide Series	104 Rf Rutherfordium [261]	105 Db Dubnium [262]	106 Sg Seaborgium [266]	107 Bh Bohrium [264]	108 Hs Hassium [269]	109 Mt Meitnerium [268]	110 Ds Darmstadtium [269]	111 Rg Roentgenium [272]	112 Cn Copernicium [277]	113 Uut Ununtrium unknown	114 Fl Flerovium [289]	115 Uup Ununpentium unknown	116 Lv Livermorium [293]	117 Uus Ununseptium unknown	118 Uuo Ununoctium unknown
			57 La Lanthanum 138.906	58 Ce Cerium 140.115	59 Pr Praseodymium 140.908	60 Nd Neodymium 144.24	61 Pm Promethium 144.913	62 Sm Samarium 150.36	63 Eu Europium 151.966	64 Gd Gadolinium 157.25	65 Tb Terbium 158.925	66 Dy Dysprosium 162.50	67 Ho Holmium 164.930	68 Er Erbium 167.26	69 Tm Thulium 168.934	70 Yb Ytterbium 173.04	71 Lu Lutetium 174.967
			89 Ac Actinium 227.028	90 Th Thorium 232.038	91 Pa Protactinium 231.036	92 U Uranium 238.029	93 Np Neptunium 237.048	94 Pu Plutonium 244.064	95 Am Americium 243.061	96 Cm Curium 247.070	97 Bk Berkelium 247.070	98 Cf Californium 251.080	99 Es Einsteinium [254]	100 Fm Fermium 257.095	101 Md Mendelevium 258.1	102 No Nobelium 259.101	103 Lr Lawrencium [262]

Alkali Metal

Alkaline Earth

Transition Metal

Semimetal

Nonmetal

Basic Metal

Halogen

Noble Gas

Lanthanide

Actinide

Mendeleev propose che alcuni dei PA noti allora fossero scorretti. Determinati elementi dovevano avere una posizione diversa rispetto a quella che si sarebbe dovuta assegnare sulla base del PA: in molti casi ebbe ragione (Ar/K; Co/Ni; Te/I).

LA TAVOLA PERIODICA: PROPRIETÀ DEGLI ELEMENTI

POSIZIONE → **CONFIGURAZIONE ELETTRONICA** → **PROPRIETÀ**

La **posizione** di un elemento nella Tavola Periodica dipende dalla sua **configurazione elettronica**.

Le **proprietà chimiche** di un elemento derivano dalla sua configurazione elettronica, in particolare dagli **elettroni di valenza**.

La conoscenza della Tavola Periodica permette quindi di

- ❑ razionalizzare le proprietà chimiche degli elementi in funzione della loro posizione;
- ❑ predire la posizione di eventuali nuovi elementi e composti.

GLI ELEMENTI DEL SECONDO PERIODO

Li Be B C N O F Ne

1. Escludendo H e He, sono i primi elementi dei Gruppi.
2. Non sempre hanno proprietà analoghe agli elementi successivi:
 - ❑ N₂ e O₂ formano molecole biatomiche; P e S catene;
 - ❑ C dà catenazione, Si raramente, Ge, Sn e Pb per nulla;
 - ❑ Be forma legami con elevato carattere covalente, gli altri M²⁺ no.

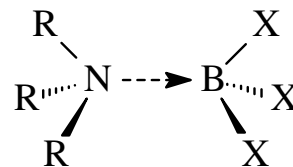
3. Obbediscono alla regola dell'ottetto.

Orbitali di valenza: $2s, 2p_x, 2p_y, 2p_z$

non esistono più di 8 e⁻ di valenza

non si verifica espansione dell'ottetto

4. Se necessario, completano l'ottetto tramite addotti acido-base di Lewis:



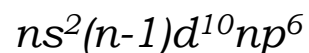
GLI ELEMENTI DEL TERZO PERIODO

Na Mg Al Si P S Cl Ar

1. Non sempre hanno comportamento simile a quello degli elementi immediatamente precedenti nella Tavola Periodica.
2. Mostrano però comportamento molto simile a quello degli elementi immediatamente successivi, soprattutto se non metallici.
3. Non è favorita la formazione di legami multipli di tipo $p_{\pi}-p_{\pi}$: non si hanno pertanto legami Si=Si, Si=O, P=P (elevate forze repulsive interne). Formano però legami multipli $p_{\pi}-d_{\pi}$ (e.g. ossiacidi del fosforo).
4. Spesso non viene rispettata la regola dell'ottetto: la possibilità di usare gli orbitali atomici $3d$ porta alla cosiddetta espansione dell'ottetto (e.g. PCl_5 , SiF_6^{2-}).
5. Gli ioni formati dagli elementi hanno comportamento diverso: tra gli esempi, la formazione di ioni (e.g. $[\text{Be}(\text{H}_2\text{O})_4]^{2+}$ e $[\text{Mg}(\text{H}_2\text{O})_6]^{2+}$) o le diverse strutture molecolari dei cloruri se confrontate con le analoghe dei fluoruri.

GLI ELEMENTI DEI PERIODI SUCCESSIVI

1. Escludendo in prima istanza lantanidi e attinidi, i periodi successivi al terzo contengono 18 elementi. Oltre al riempimento degli orbitali ns e np (8 elettroni), si ha quello degli orbitali $(n-1)d$ (10 elettroni):



2. Scendendo lungo un gruppo, generalmente il carattere metallico aumenta.

E.g.: Sn vs Pb nel gruppo IVA

Sb vs Bi nel gruppo VA

3. Scendendo lungo un gruppo, sono progressivamente più stabili gli stati di ossidazione bassi: si verifica il cosiddetto effetto della coppia inerte.

E.g.: Tl [Xe]4f¹⁴5d¹⁰6s²6p¹

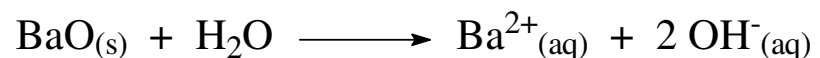
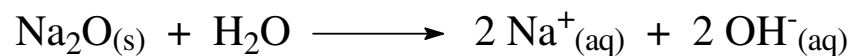
Tl³⁺ [Xe]4f¹⁴5d¹⁰

Tl¹⁺ [Xe]4f¹⁴5d¹⁰6s²

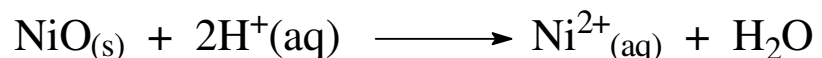
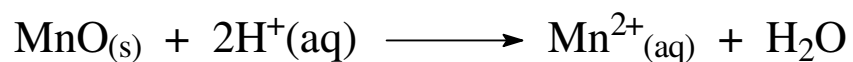
LA CORRELAZIONE POSIZIONE-PROPRIETÀ: UN ESEMPIO

L'ossigeno forma composti binari con tutti gli elementi (eccetto alcuni gas nobili).

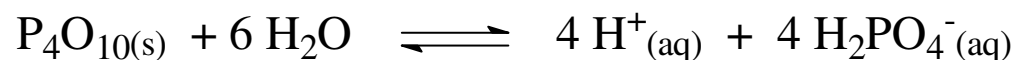
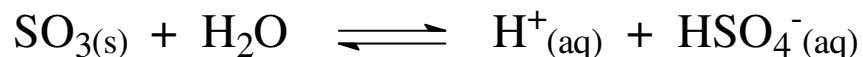
Gli ossidi possono essere classificati, *e.g.*, in ragione delle loro proprietà acido-base:



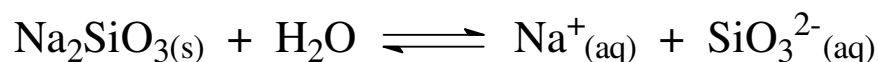
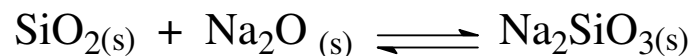
} comportamento basico



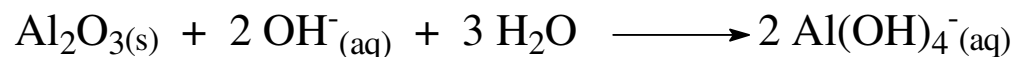
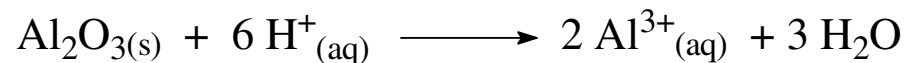
} comportamento basico



} comportamento acido



} comportamento acido



} comportamento anfotero

LA CORRELAZIONE POSIZIONE-PROPRIETÀ: UN ESEMPIO

aumento del carattere basico ↓

Li_2O	BeO	B_2O_3	$\text{CO}_{2(g)}$	$\text{N}_2\text{O}_{5(g)}$		$\text{F}_2\text{O}_{(g)}$
Na_2O	MgO	Al_2O_3	SiO_2	P_4O_{10}	$\text{SO}_{2(g)}$	$\text{Cl}_2\text{O}_{(g)}$
K_2O	CaO	Ga_2O_3	GeO_2	As_4O_6	SeO_2	$\text{BrO}_{2(g)}$
Rb_2O	SrO	In_2O_3	SnO_2	Sb_4O_6	TeO_2	$\text{I}_2\text{O}_{5(g)}$
Cs_2O	BaO	Tl_2O_3	PbO_2	Bi_2O_3	PoO_2	

→ aumento del carattere acido

In generale:

1. I metalli formano ossidi basici (o, talvolta, anfoteri);
2. I non metalli formano ossidi acidi;
3. Be, Al, Ga, Sn, Pb formano ossidi anfoteri.