

Se invece si ha una soluzione basica sarà

$$[\text{OH}] > [\text{H}^+]$$

ma sarà sempre

$$[\text{H}^+] \cdot [\text{OH}] = 10^{-14}$$

e così se $[\text{OH}] = 10^{-2}$ risulterà $[\text{H}^+] = 10^{-12}$

Si potrà dire pertanto che un ambiente è

acido se $[\text{H}^+] > 10^{-7}$

neutro se $[\text{H}^+] = 10^{-7}$

basico se $[\text{H}^+] < 10^{-7}$

Indicando con il simbolo P_H l'esponente cui elevare, con segno mutato, la base 10 per ottenere la $[\text{H}^+]$ di un sistema, sarà per definizione

$$[\text{H}^+] = 10^{-P_H}$$

e quindi se

$P_H < 7$ l'ambiente è *acido*

$P_H = 7$ l'ambiente è *neutro*

$P_H > 7$ l'ambiente è *basico*

Applicando all'ultima equazione i logaritmi decimali si ha una altra definizione del P_H :

$$\log_{10} [\text{H}^+] = -P_H$$

Per misurare il P_H , cioè l'acidità (o la basicità) attuale di un certo sistema, si può ricorrere o a misure elettriche o a misure colorimetriche, servendosi di appropriate sostanze organiche (indicatori) che assumono colori diversi a seconda del P_H .

SISTEMA PERIODICO DEGLI ELEMENTI

Negli anni 1869-1871 Dimitri Mendelejeff prevedeva l'esistenza di tre elementi non ancora noti ai chimici, descrivendone le proprietà; alcuni anni dopo i tre elementi venivano scoperti effettivamente. Mendelejeff aveva chiamato i tre elementi da scoprire Ekasilicio, Ekalluminio ed Ekaboro, prevedendo i pesi atomici rispettivi di 72, di 68 e di 44. Gli elementi scoperti furono detti Germanio, Gallio e Scandio, ed i pesi atomici sperimentali risultarono rispettivamente 72 per il primo, 69,5 per il secondo e 43,8 per il terzo.

Questa meravigliosa previsione fu originata da una osservazione molto semplice.

Se si scrivono gli elementi in ordine di crescente peso atomico,

trascuando l'idrogeno, elemento capostipite (i gas nobili non erano ancora noti al MENDELEJEFF) si ha la successione seguente:

Li	Be	B	C	N	O	F	Na	Mg	Al	Si	P
6,94	9	10,82	12	14	16	19	23	24,32	27	28	31
S	Cl	K	Ca							
32	35,5	39,1	40								

Si osserva che con l'aumentare del peso atomico non si ha una variazione *continua* delle proprietà chimiche e fisiche, sibbene dopo un intervallo *periodico* si ripetono con lievi modificazioni le stesse proprietà. Così il litio è un metallo monovalente, il berillio bivalente, il boro trivalente, il carbonio tetravalente, l'azoto trivalente, (rispetto all'H) l'ossigeno bivalente, il fluoro è un alogeno monovalente. Se, giunti al fluoro, scriviamo il sodio sotto il litio, il magnesio sotto il berillio ecc., avremo che gli elementi che vengono a trovarsi l'uno sotto l'altro presentano proprietà analoghe:

Li	Be	B	C	N	O	F
Na	Mg	Al	Si	P	S	Cl
K	Ca				

Così il sodio ha proprietà analoghe al litio, il magnesio al berillio, l'alluminio al boro, il silicio al carbonio ecc.

Possiamo affermare con il MENDELEJEFF che « le proprietà chimiche degli elementi sono una funzione periodica del peso atomico ».

Il MENDELEJEFF, fondandosi su questa geniale intuizione, proseguendo nella disposizione degli elementi nel *Sistema*, detto *periodico*, si trovava ad un certo punto a dover porre nella stessa colonna elementi non simili.

Così dopo il calcio che ha peso atomico 40 egli conosceva il Titanio, che ha peso 48, e allora questo elemento tetravalente, che dà un ossido TiO_2 , si sarebbe dovuto mettere nella colonna degli elementi B ed Al che sono trivalenti. Con un atto di fede nella razionalità del reale, il chimico russo lasciò un posto vuoto nella colonna dell'alluminio perché la classificazione continuasse ad avere un andamento corrispondente alle vere proprietà degli elementi:

Li	Be	B	C	N	O	F
Na	Mg	Al	Si	P	S	Cl
K	Ca	?	Ti		
	40		47,9			

Nel posto vuoto egli perciò vide che doveva esistere un elemento ancora sconosciuto, che chiamò Ekaboro e che doveva essere ana-

logo all'alluminio e al boro, ed il cui peso atomico fu previsto 44 (tra 40 del Ca e 47,9 del Ti). In maniera analoga lasciò dei posti vuoti là dove oggi sono segnati il Gallio e il Germanio ¹⁾.

Continuando nell'ordinare gli elementi nel modo detto, si giunse al ferro, cobalto, e nichel, che non possono trovar luogo rispettivamente sotto potassio, calcio e scandio. Si deve formare quindi un Gruppo (VIII) nel quale collocare quegli elementi metallici, che impediscono il razionale ordinamento degli altri in sette gruppi. Gli elementi che entrano in tale gruppo VIII sono: Fe, Co, Ni, Ru, Rh, Pd, Os, Ir, Pt e mostrano del resto tante analogie che giustificano questa parzialità.

I gas nobili He, Ne, A, Kr, Xe, Rn, scoperti molto tempo dopo che il MENDELEJEFF aveva stabilito il sistema, trovano tutti posto in uno stesso gruppo, che vien detto *gruppo zero*, avendo questi elementi nulla la loro valenza.

Gli ultimi elementi scoperti sono stati l'astato ed il francio, che hanno occupato le caselle 85 e 87, con il che il sistema non ha più lacune.

Nei gruppi da I a VII la valenza rispetto all'O sale da 1 (Li, Na...) a 2 (Be, Mg...), 3 (B, Al...), 4 (C, Si...), 5 (N, P...), 6 (S...) fino a 7 (Cl in Cl₂O₇...) ²⁾.

Invece la valenza rispetto all'H e agli alogeni cresce da 1 (Li, Na...) fino a 4 (C, Si...) per ridiscendere di nuovo fino a 1 (F, Cl...).

Le *file verticali*, nelle quali si aggruppano elementi simili si dicono appunto *Gruppi*. In ogni gruppo si notano poi i *sottogruppi a e b*

Ogni *periodo*, che è rappresentato dalle *file orizzontali*, incomincia con un metallo monovalente e termina con un gas nobile zervalente.

Considerazioni tratte dalla struttura elettronica degli atomi hanno chiarito che i periodi debbono contenere il seguente numero di elementi:

<i>Periodo cortissimo:</i>	2 elementi	(H, He)
<i>Primo piccolo periodo:</i>	8 elementi	(da Li a Ne)
<i>Secondo piccolo periodo:</i>	8 elementi	(da Na a A)
<i>Primo grande periodo:</i>	18 elementi	(da K a Kr)
<i>Secondo grande periodo:</i>	18 elementi	(da Rb a Xe)
<i>Terzo grande periodo:</i>	32 elementi	(da Cs a Rn)
<i>Quarto grande periodo:</i>	50 elementi (?)	(di questo periodo si conoscono in natura solo 6 elementi fino ad U) ³⁾

¹⁾ Per seguire bene la spiegazione l'allievo consulti sempre la Tavola del Sistema a pag. 130.

²⁾ Se un elemento presenta diverse valenze, quella decisiva, per la sua posizione nel sistema, è la valenza massima possibile.

³⁾ Nella preparazione della bomba nucleare si sono ottenuti 4 elementi transuranici e cioè Np, Pu, Am, Cm. Non si sa nulla sopra un eventuale « seguito » del sistema.

Ogni grande periodo è distinto in due *serie* o sottoperiodi, in ognuno dei quali si ripetono con lievi differenze le stesse proprietà. Precisamente gli elementi delle prime serie assomigliano di più tra loro e fanno parte dei sottogruppi *a* per gli elementi dei vari gruppi; gli elementi delle seconde serie fanno invece parte dei sottogruppi *b*.

Gli elementi dei piccoli periodi, quelli metallici fan parte dei sottogruppi *a* e quelli metalloidici fan parte dei sottogruppi *b*.

Per esempio gli elementi Li, Na, K, Rb, Cs, Fm del primo gruppo fan parte del sottogruppo *a* (son tutti metalli alcalini); invece Cu, Ag, Au, pure del I gruppo, fan parte del sottogruppo *b*.

Così gli elementi F, Cl, Br, I, At del VII gruppo fanno parte del sottogruppo *b* (alogeni), invece Mn, Ma, Re, Np, pure del VII Gruppo, fan parte del sottogruppo *a*.

Considerando il sistema, possiamo notare che a sinistra si incontrano elementi metallici molto spiccati, che formano basi energiche, e via via elementi sempre meno metallici e più metalloidici. Se si resta invece nello stesso gruppo, se cioè si percorre il sistema dall'alto verso il basso, si nota un continuo accrescimento del carattere metallico (il Cs è più metallico di Rb; questo più di K; questo più di Na; ed Na più di Li) ovvero un progressivo attenuarsi del carattere metalloidico (il Cl è meno metalloide di F; il Br meno di Cl; lo I meno del Br).

Sulla mezzeria del sistema si hanno elementi di carattere poco spiccato ed ambiguo. A questa ambiguità e scarsa energia chimica il carbonio deve il privilegio di entrare a costituire quasi tutte le sostanze contenute negli organismi, la unità dei quali e la loro relativa immutabilità non sarebbe garantita da elementi troppo energici.

Il gruppo VIII comprende elementi della I^a serie di ciascun Grande periodo: questi elementi rappresentano una « transizione » tra l'elemento del gruppo VII della I^a serie e quello del gruppo I della seconda: così per passare da Mn a Cu si attraverserà Fe, Co, Ni.

Possiamo muovere importanti obiezioni al sistema periodico.

La prima riguarda la *posizione* di certi elementi in contrasto con il principio di MENDELEJEFF, per il quale tale posizione dovrebbe essere funzione del peso atomico.

Per esempio l'Argo, che ha peso atomico 40, figura prima del potassio, che l'ha di 39; il tellurio, che ha peso atomico 127,6, figura prima dello iodio che l'ha di 127. Sarebbe infatti assurdo collocare il potassio tra i gas nobili e l'argo tra i metalli alcalini; ovvero lo iodio insieme con lo zolfo, ed il tellurio tra gli alogeni.

Questa obiezione è stata risolta dal MOSELEY che precisava il principio Mendelejeffiano così: « *Le proprietà chimiche e fisiche degli elementi sono una funzione periodica del numero atomico* », cioè della carica positiva nucleare. Noi abbiamo già affermato questo principio, parlando della costituzione atomica.

Sistema periodico degli elementi

GRUPPI	I		II		III		IV		V		VI		VII		VIII		O				
	MH, M ₂ O	a, b	MH, MO	a, b	MH, M ₂ O	a, b	MH, MO	a, b	MH, M ₂ O	a, b	MH, MO	a, b	MH, M ₂ O	a, b	MH, M ₂ O	a, b					
Forme limite di combinazione																					
Sottogruppi																					
Periodo cortissimo (2)	Serie Unica 1,008																	2 He 4			
Primo piccolo periodo (3)	Serie Unica 3 Li 6,04		4 Be 9		5 B 10,82		6 C 12		7 N 14		8 O 16		9 F 19					10 Ne 20,18			
Secondo piccolo periodo (8)	Serie Unica 11 Na 23		12 Mg 24,32		13 Al 27		14 Si 28		15 P 31		16 S 32		17 Cl 35,5					18 A 40			
Primo grande periodo (18)	Serie I 19 K 39		20 Ca 40		21 Sc 45		22 Ti 47		23 V 51		24 Cr 52		25 Mn 54,93		26 Fe 55,84	27 Co 58,91	28 Ni 58,69		36 Kr 83,7		
Secondo grande periodo (18)	Serie II 37 Rb 85,5		38 Sr 87,6		39 Y 89		40 Zr 90,2		41 Nb 93		42 Mo 96		43 Ma.o 98,3		44 Ru 101,7	45 Rh 102,9	46 Pd 104,7		54 Xe 131,3		
Terzo grande periodo (32)	Serie I 55 Cs 132,9		56 Ba 137,16		57 La 138,9		58 Ce 137,16		59 Pr 138,9		60 Nd 144,3		61 Pm 147		62 Sm 150,4	63 Eu 151,96	64 Gd 157,25		76 Os 193,2	77 Ir 193,22	78 Pt 195,08
Quarto grande periodo (50)	Serie II 87 Fr 223		88 Ra 226		89 Ac 227		90 Th 232		91 Pa 231		92 U 238		93 Np 237		94 Pu 244	95 Am 243	96 Cm 247		86 Rn 222		

Nella casella « TERRE RARE » trovano luogo elementi trivalenti

67 La 138,9	68 Ce 140,1	69 Pr 140,9	70 Nd 144,3	71 Pm 147	72 Sm 150,4	73 Eu 151,96	74 Gd 157,25	75 Tb 158,93	76 Dy 162,50	77 Ho 164,93	78 Er 167,26	79 Tm 168,93	80 Yb 173,05	81 Lu 174,97
----------------	----------------	----------------	----------------	--------------	----------------	-----------------	-----------------	-----------------	-----------------	-----------------	-----------------	-----------------	-----------------	-----------------

Di solito con il crescere del numero atomico cresce anche il peso atomico; e quindi quasi sempre nel sistema periodico la successione segue l'ordine del crescente peso atomico. Ma in qualche caso si hanno divergenze ed allora bisogna tener conto del numero atomico, dal quale dipende univocamente la posizione dell'elemento del sistema ¹⁾.

Così il nucleo dell'argo contiene 18 protoni e 22 neutroni (numero atomico = 18; peso atomico = 40); invece il nucleo del principale isotopo del potassio possiede 19 protoni e 20 neutroni (numero atomico = 19; peso atomico = 39). Per la legge di MOSELEY l'argo deve quindi precedere il potassio.

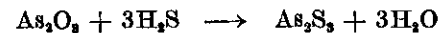
Un'altra obiezione è quella riguardante il gruppo delle così dette terre rare: sono 15 elementi dal numero atomico 57 al 71 che, invece di occupare ciascuno una casella, debbono essere collocati tutti in una stessa casella del sistema.

Anche questa obiezione è caduta quando si è riusciti a precisare il numero di elettroni nelle varie orbite dei diversi atomi. Si è trovato così che tutti i 15 elementi delle terre rare posseggono uno strato periferico con tre elettroni, che possono essere perduti, generando cationi trivalenti. Questa identità di costituzione rende pertanto ragione della apparente arbitrarietà del sistema.

LO STATO COLLOIDALE

Nel 1847 FRANCESCO SELMI osservava che numerose sostanze, normalmente insolubili in un certo solvente, possono dare con tale solvente liquidi apparentemente omogenei e limpidi purché si operi con adatti accorgimenti.

Ad esempio se si fa agire sopra una soluzione acquosa molto diluita di anidride arseniosa As₂O₃, una corrente di acido solfidrico, non si forma un precipitato di As₂S₃, sostanza insolubile, secondo la reazione



ma il liquido si colora in giallo come se il solfuro restasse « sciolto » nell'H₂O.

Così ancora se ad una soluzione diluitissima di nitrato d'argento si aggiunge una soluzione diluitissima del riducente solfato ferroso e si scaldia, si ottiene un liquido omogeneo bruno come se l'argento liberatosi restasse sciolto nell'acqua.

Il SELMI affermò che tali liquidi, apparentemente omogenei, non sono vere o proprie soluzioni e li chiamò pseudo-soluzioni.

¹⁾ Nella tabella del sistema periodico i numeri scritti prima dei simboli sono appunto numeri atomici.