

## Capítulo 5. Propiedades periódicas de los elementos

### **Objetivos:**

- Justificación de las propiedades periódicas de los elementos
  - Radio atómico:
  - Potenciales de ionización. Carácter metálico y no metálico de los elementos
  - Afinidades electrónicas
  - Electronegatividad de los elementos. Escala de Mulliken
  - Paramagnetismo y diamagnetismo
  - Valencias químicas y reactividad

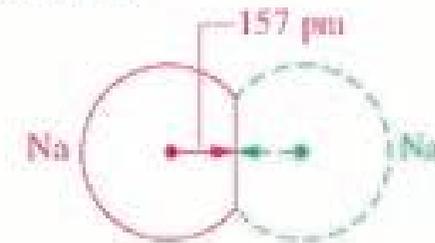
## Radios Atómicos (Volúmenes atómicos)

**Radio Covalente:** la mitad de la distancia internuclear en las moléculas diatómicas gaseosas de los elementos no metálicos:  $O_2$ ,  $F_2$ ,  $Cl_2$ ,  $N_2$ ,...

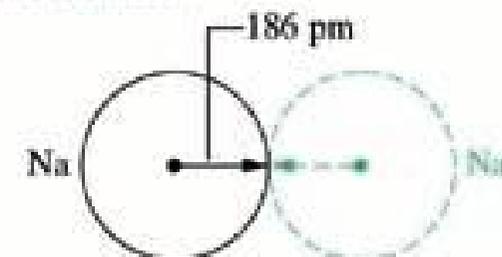
**Radio metálico:** la mitad de la distancia internuclear entre dos átomos en la red metálica.

El radio atómico está relacionado con el tamaño del orbital más externo

Radio covalente:



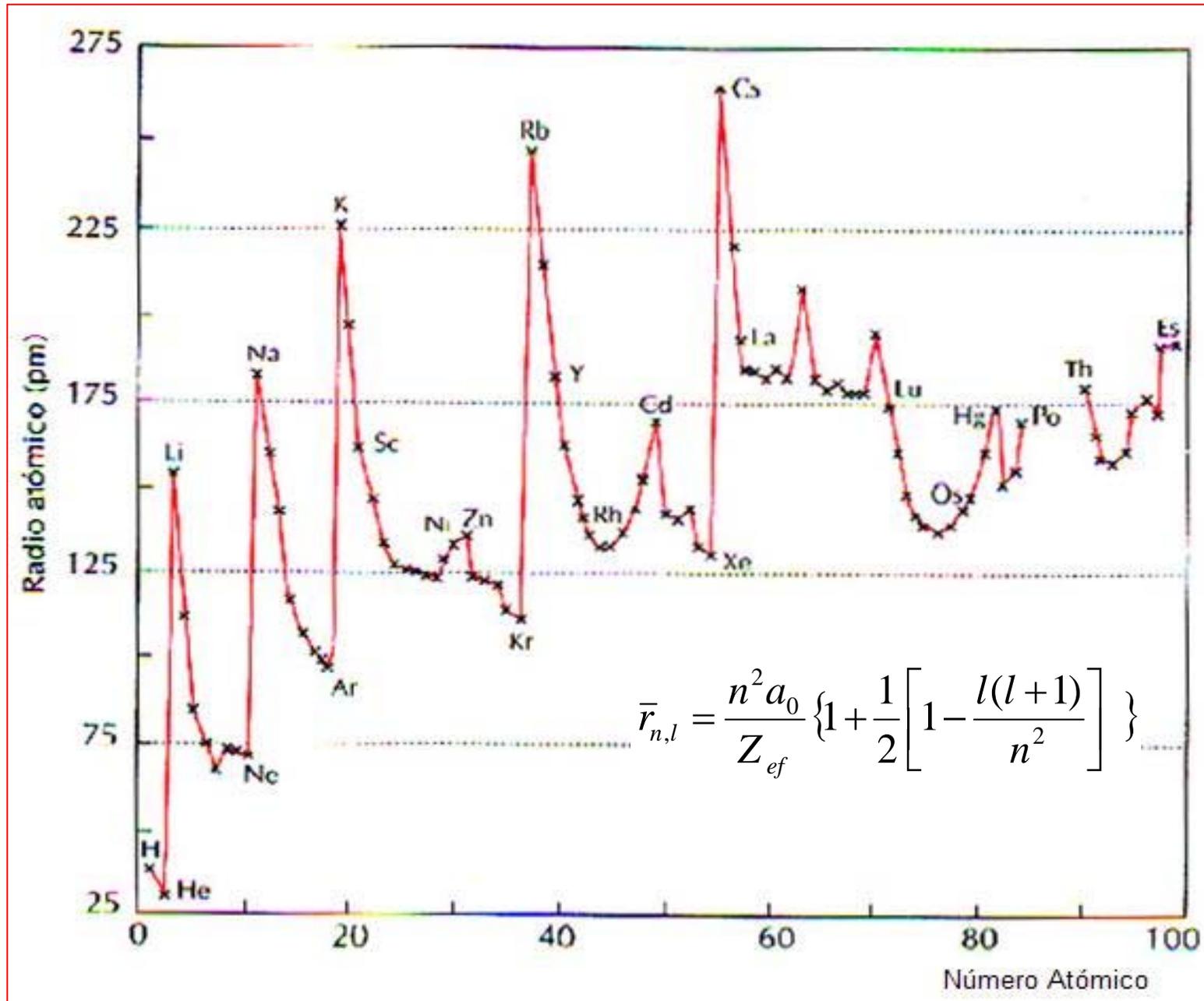
Radio metálico:



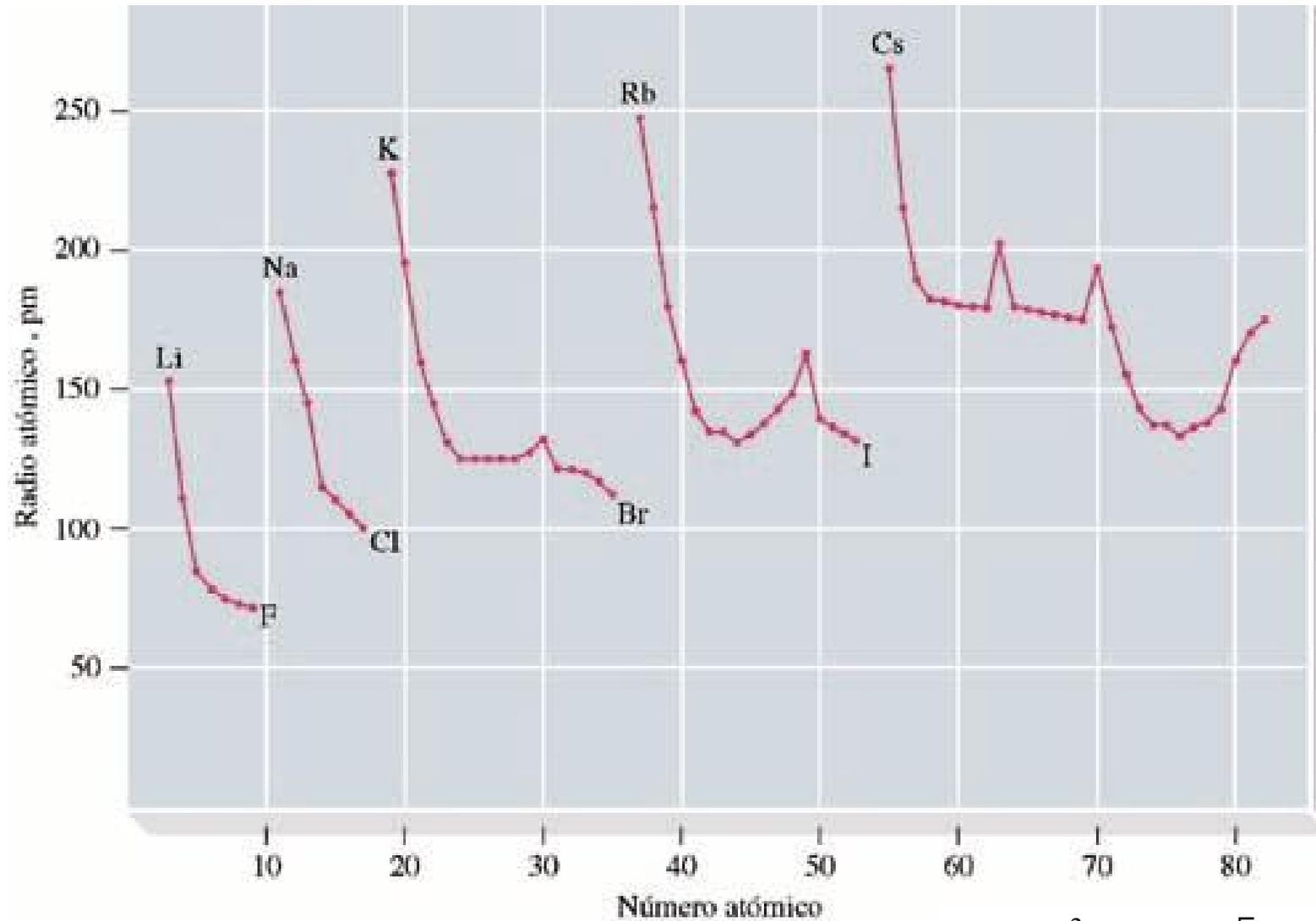
Radio iónico:



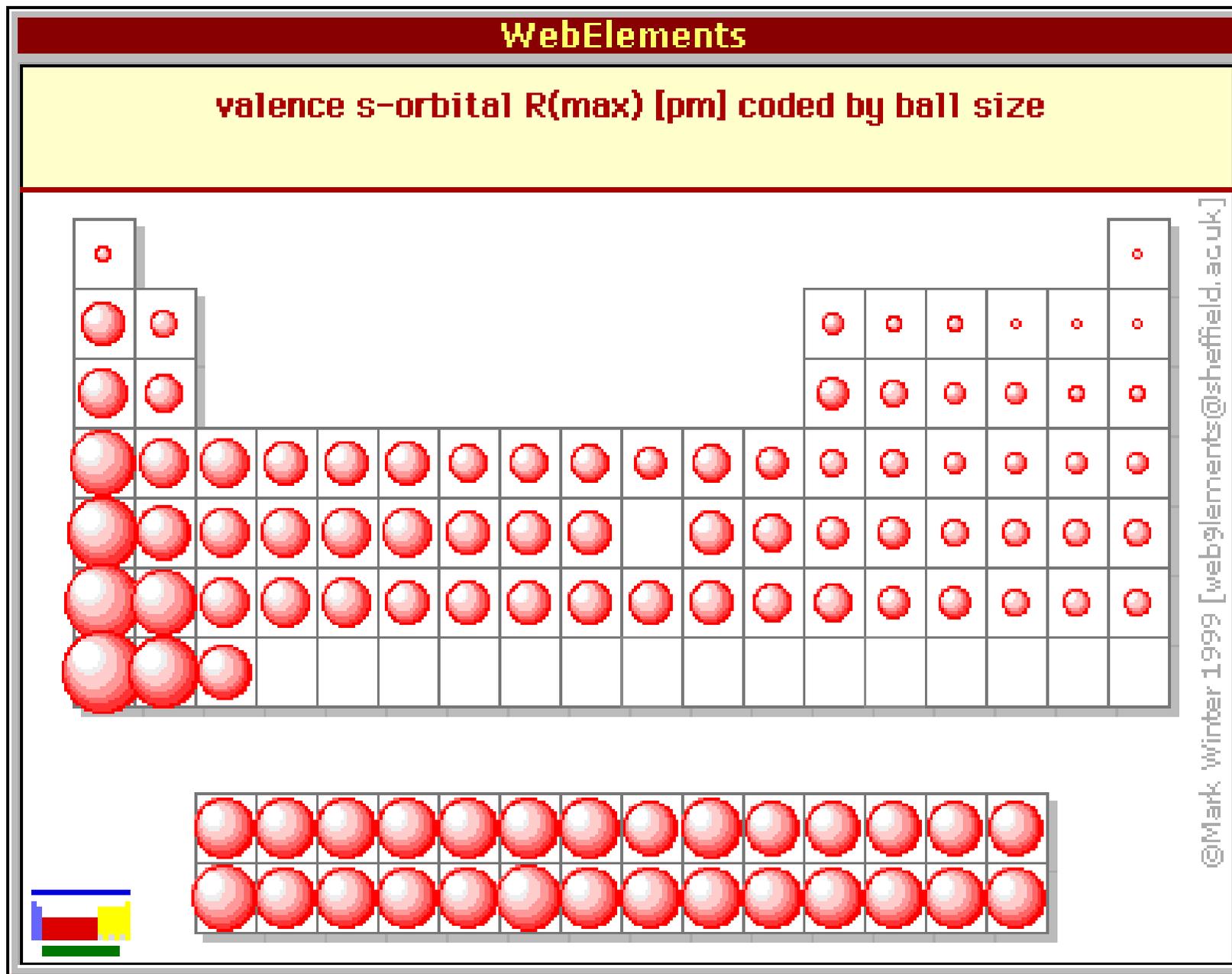
Radios Atómicos (Volúmenes atómicos)



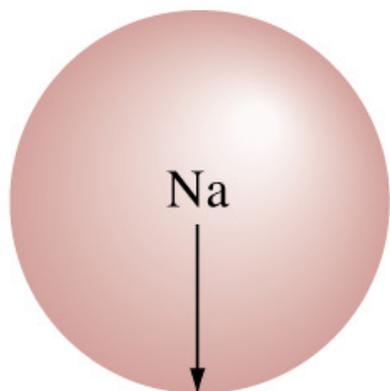
## Radios Atómicos (Volúmenes atómicos)



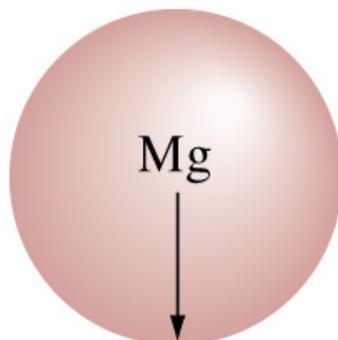
$$\bar{r}_{n,l} = \frac{n^2 a_0}{Z_{ef}} \left\{ 1 + \frac{1}{2} \left[ 1 - \frac{l(l+1)}{n^2} \right] \right\}$$



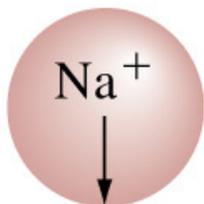
Radio de los iones



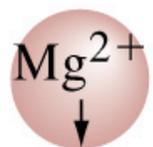
186 pm



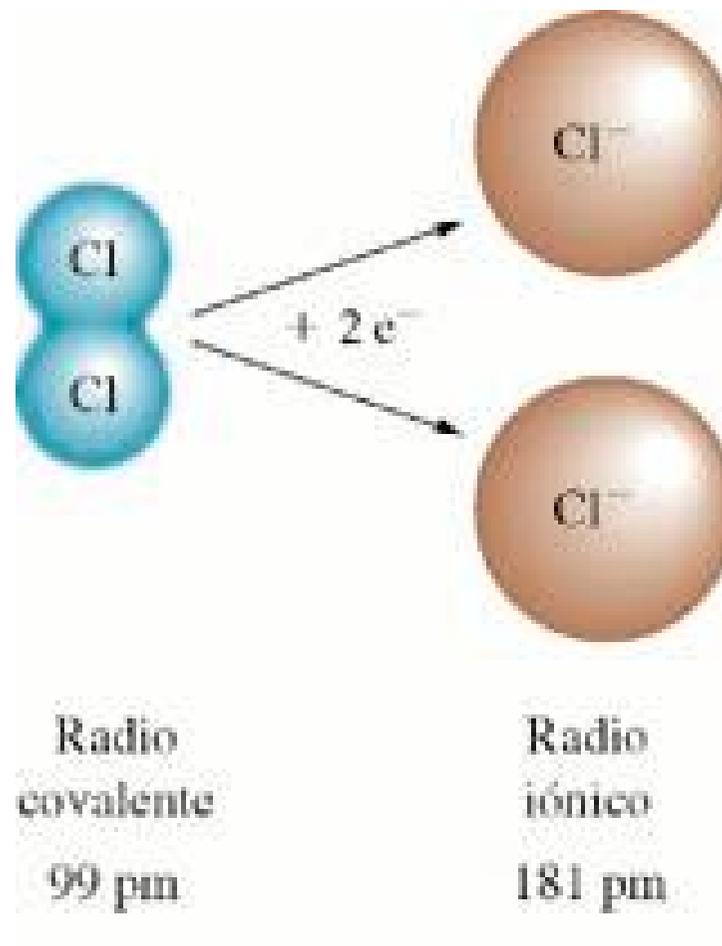
160 pm



99 pm



72 pm



*Propiedades periódicas de los elementos*

Radio de los  
átomos neutros y  
los iones (pm)

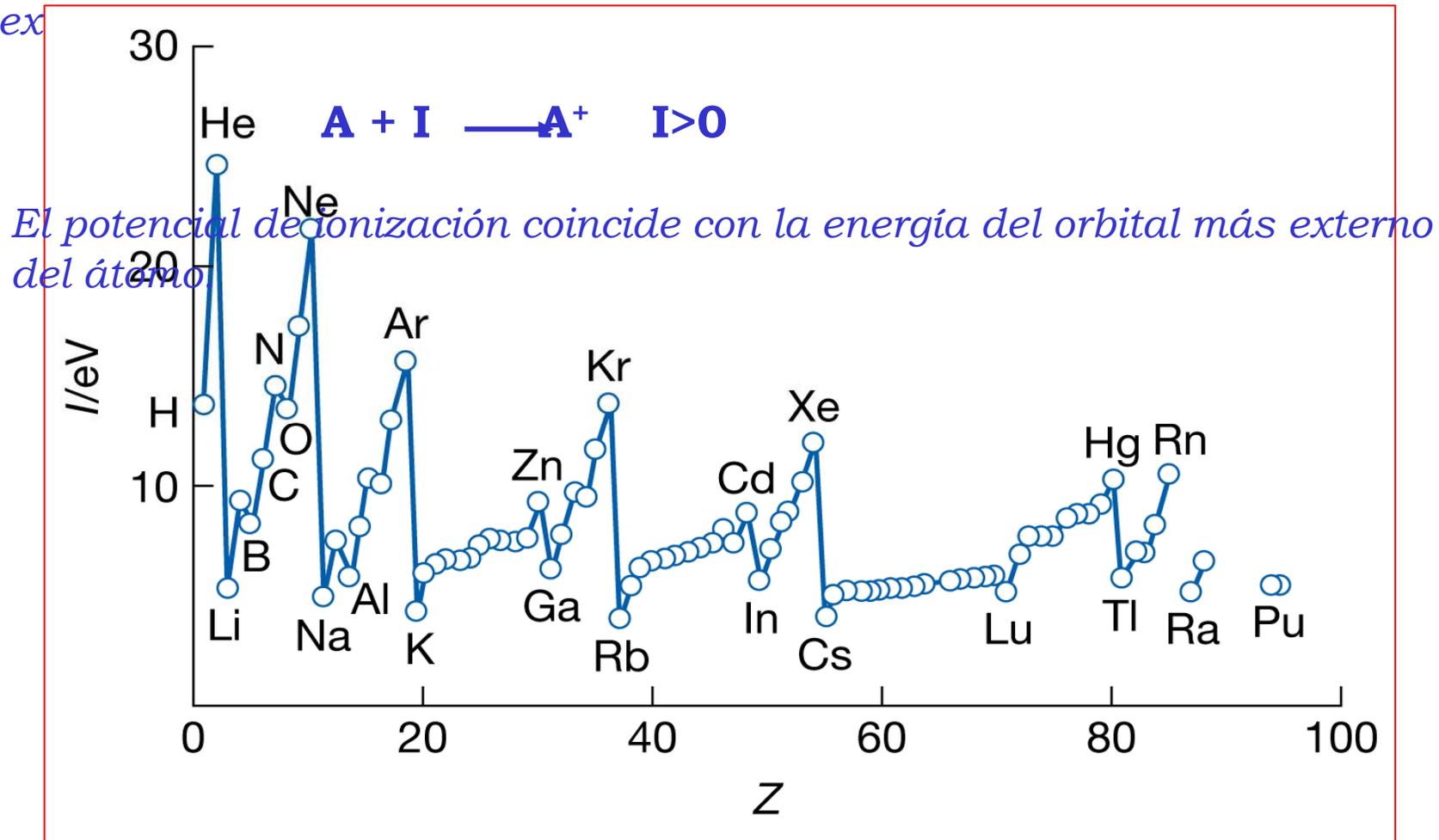
<p><b>Li</b> 152</p> <p><b>Be</b> 111</p> <p><b>Li<sup>+</sup></b> 59</p> <p><b>Be<sup>2+</sup></b> 27</p>											<p><b>B</b> 88</p> <p><b>C</b> 77</p> <p><b>N</b> 75</p> <p><b>O</b> 73</p> <p><b>F</b> 71</p> <p><b>N<sup>3-</sup></b> 171</p> <p><b>O<sup>2-</sup></b> 140</p> <p><b>F<sup>-</sup></b> 133</p>							
<p><b>Na</b> 186</p> <p><b>Mg</b> 160</p> <p><b>Na<sup>+</sup></b> 99</p> <p><b>Mg<sup>2+</sup></b> 72</p>											<p><b>Al</b> 143</p> <p><b>Si</b> 117</p> <p><b>P</b> 110</p> <p><b>S</b> 104</p> <p><b>Cl</b> 99</p> <p><b>Al<sup>3+</sup></b> 53</p> <p><b>P<sup>3-</sup></b> 212</p> <p><b>S<sup>2-</sup></b> 184</p> <p><b>Cl<sup>-</sup></b> 181</p>							
<p><b>K</b> 227</p> <p><b>Ca</b> 197</p> <p><b>K<sup>+</sup></b> 138</p> <p><b>Ca<sup>2+</sup></b> 100</p>	<p><b>Sc</b> 161</p> <p><b>Sc<sup>3+</sup></b> 75</p>	<p><b>Ti</b> 145</p> <p><b>Ti<sup>2+</sup></b> 86</p>	<p><b>V</b> 132</p> <p><b>V<sup>2+</sup></b> 79</p> <p><b>V<sup>3+</sup></b> 64</p>	<p><b>Cr</b> 125</p> <p><b>Cr<sup>2+</sup></b> 82</p> <p><b>Cr<sup>3+</sup></b> 62</p>	<p><b>Mn</b> 124</p> <p><b>Mn<sup>2+</sup></b> 83</p>	<p><b>Fe</b> 124</p> <p><b>Fe<sup>2+</sup></b> 77</p> <p><b>Fe<sup>3+</sup></b> 65</p>	<p><b>Co</b> 125</p> <p><b>Co<sup>2+</sup></b> 75</p> <p><b>Co<sup>3+</sup></b> 61</p>	<p><b>Ni</b> 125</p> <p><b>Ni<sup>2+</sup></b> 70</p>	<p><b>Cu</b> 128</p> <p><b>Cu<sup>+</sup></b> 96</p> <p><b>Cu<sup>2+</sup></b> 73</p>	<p><b>Zn</b> 133</p> <p><b>Zn<sup>2+</sup></b> 75</p>	<p><b>Ga</b> 122</p> <p><b>Ga<sup>3+</sup></b> 62</p>	<p><b>Ge</b> 122</p>	<p><b>As</b> 121</p>	<p><b>Se</b> 117</p> <p><b>Se<sup>2-</sup></b> 198</p>	<p><b>Br</b> 114</p> <p><b>Br<sup>-</sup></b> 196</p>			
<p><b>Rb</b> 248</p> <p><b>Rb<sup>+</sup></b> 149</p>	<p><b>Sr</b> 215</p> <p><b>Sr<sup>2+</sup></b> 113</p>											<p><b>Ag</b> 144</p> <p><b>Ag<sup>+</sup></b> 115</p>	<p><b>Cd</b> 149</p> <p><b>Cd<sup>2+</sup></b> 95</p>	<p><b>In</b> 163</p> <p><b>In<sup>3+</sup></b> 79</p>	<p><b>Sn</b> 141</p> <p><b>Sn<sup>2+</sup></b> 93</p>	<p><b>Sb</b> 140</p> <p><b>Sb<sup>3+</sup></b> 76</p>	<p><b>Te</b> 137</p> <p><b>Te<sup>2-</sup></b> 221</p>	<p><b>I</b> 133</p> <p><b>I<sup>-</sup></b> 220</p>

Propiedades periódicas de los elementos

● **Energías o Potenciales de de ionización**

● **Primera energía de ionización, I:**

Energía que se ha de suministrar al átomo para eliminar su electrón más ex

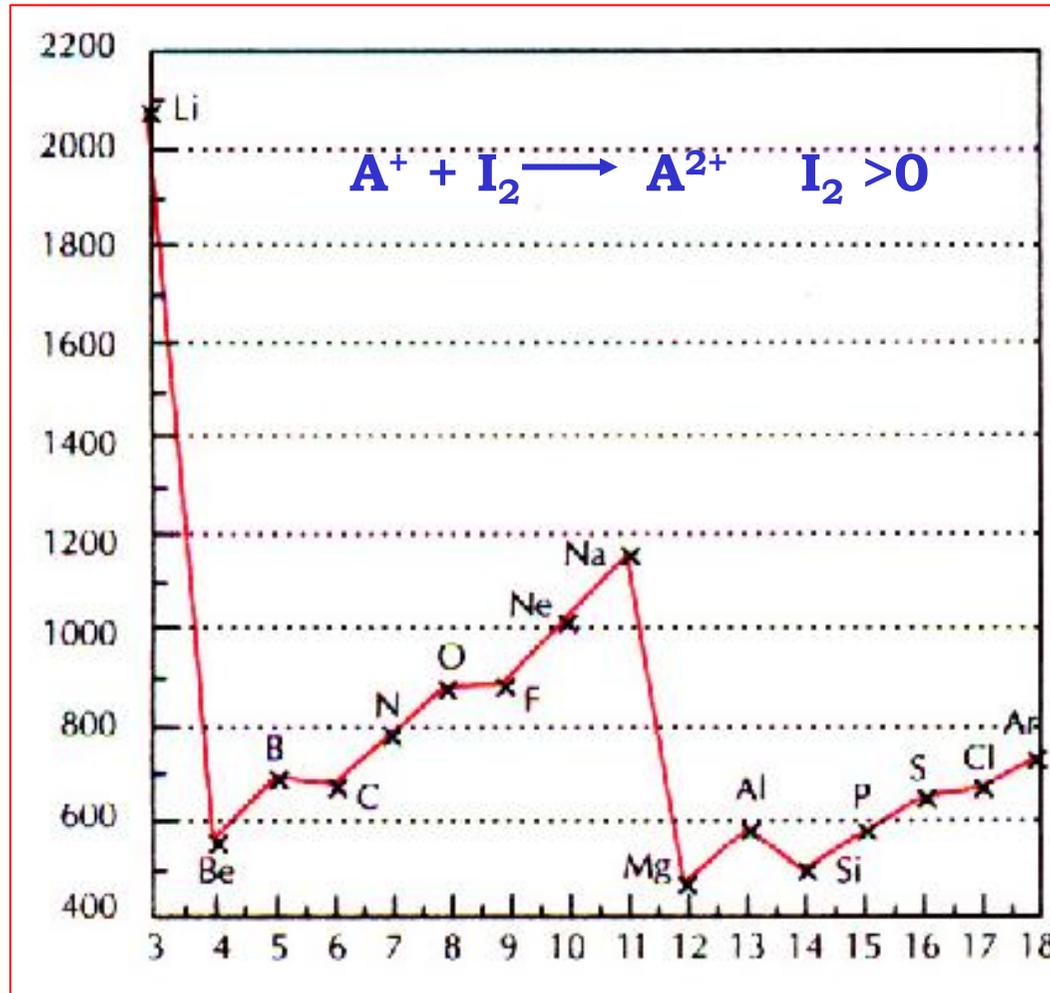


El valor de **I** condiciona el carácter metálico de los elementos: **metales, no metales y semimetales**

*Propiedades periódicas de los elementos*

• **Segunda energía de ionización,  $I_2$ :**

*Energía que se ha de suministrar al primer catión de un átomo para eliminar su siguiente electrón más externo*



Segunda energía de ionización de los elementos del segundo y tercer periodo en función de su número atómico. La energía está dada en kJ/mol

## Propiedades periódicas de los elementos

### • Energías de Ionización:

Energía que se ha de suministrar al primer catión de un átomo para eliminar su siguiente electrón más externo

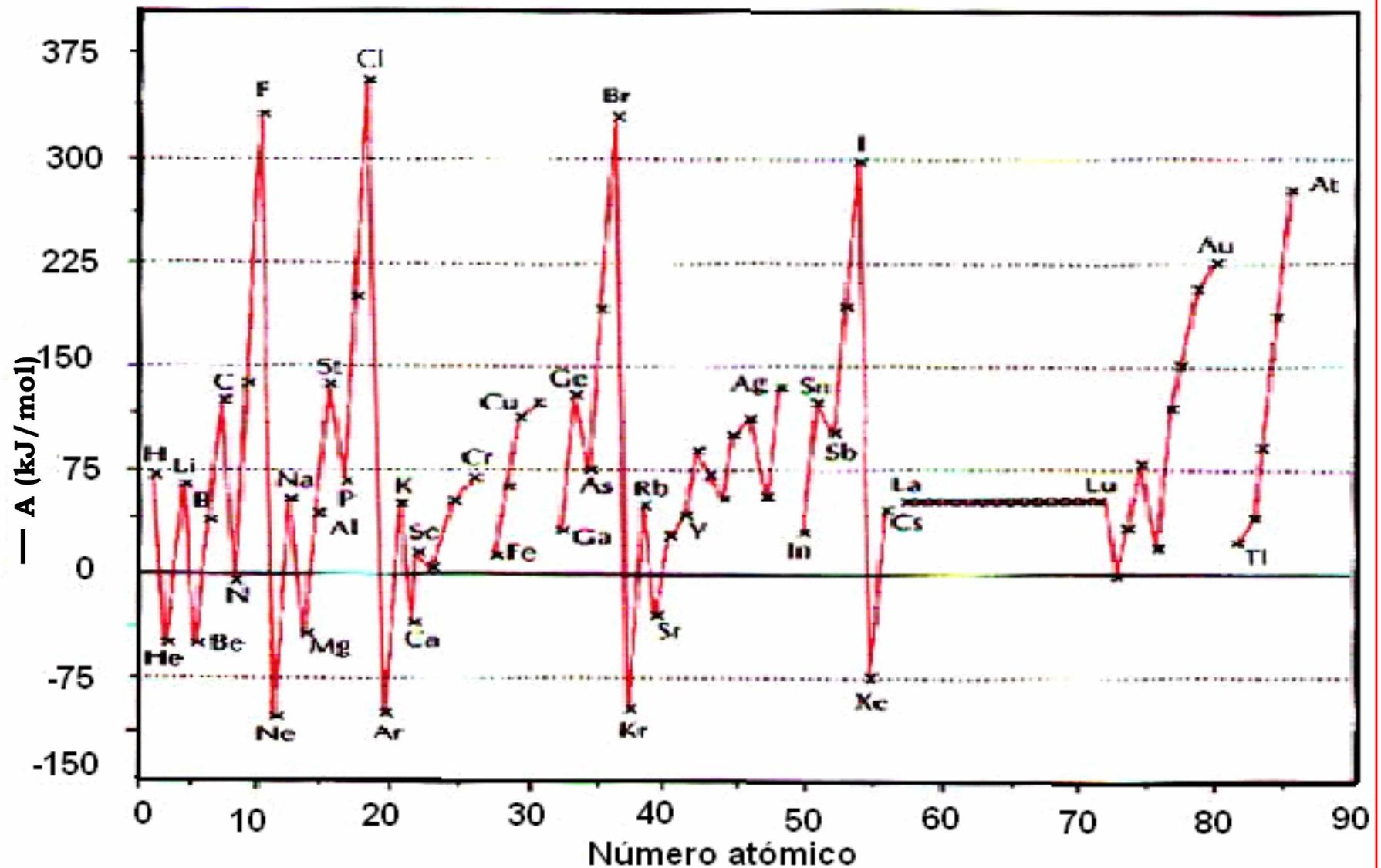
**TABLA 10.4 Energías de ionización de los elementos del tercer período (en kJ/mol)**

	<b>Na</b>	<b>Mg</b>	<b>Al</b>	<b>Si</b>	<b>P</b>	<b>S</b>	<b>Cl</b>	<b>Ar</b>
$I_1$	495,8	737,7	577,6	786,5	1012	999,6	1251,1	1520,5
$I_2$	4562	1451	1817	1577	1903	2251	2297	2666
$I_3$		7733	2745	3232	2912	3361	3822	3931
$I_4$			11580	4356	4957	4564	5158	5771
$I_5$				16090	6274	7013	6542	7238
$I_6$					21270	8496	9362	8781
$I_7$						27110	11020	12000

*Propiedades periódicas de los elementos*

● **Afinidad electrónica, A:**

*La energía absorbida o emitida para para formar un ión negativo a partir del átomo neutro (estado gaseoso y condiciones estándar de presión y temperatura).*





## Propiedades periódicas de los elementos

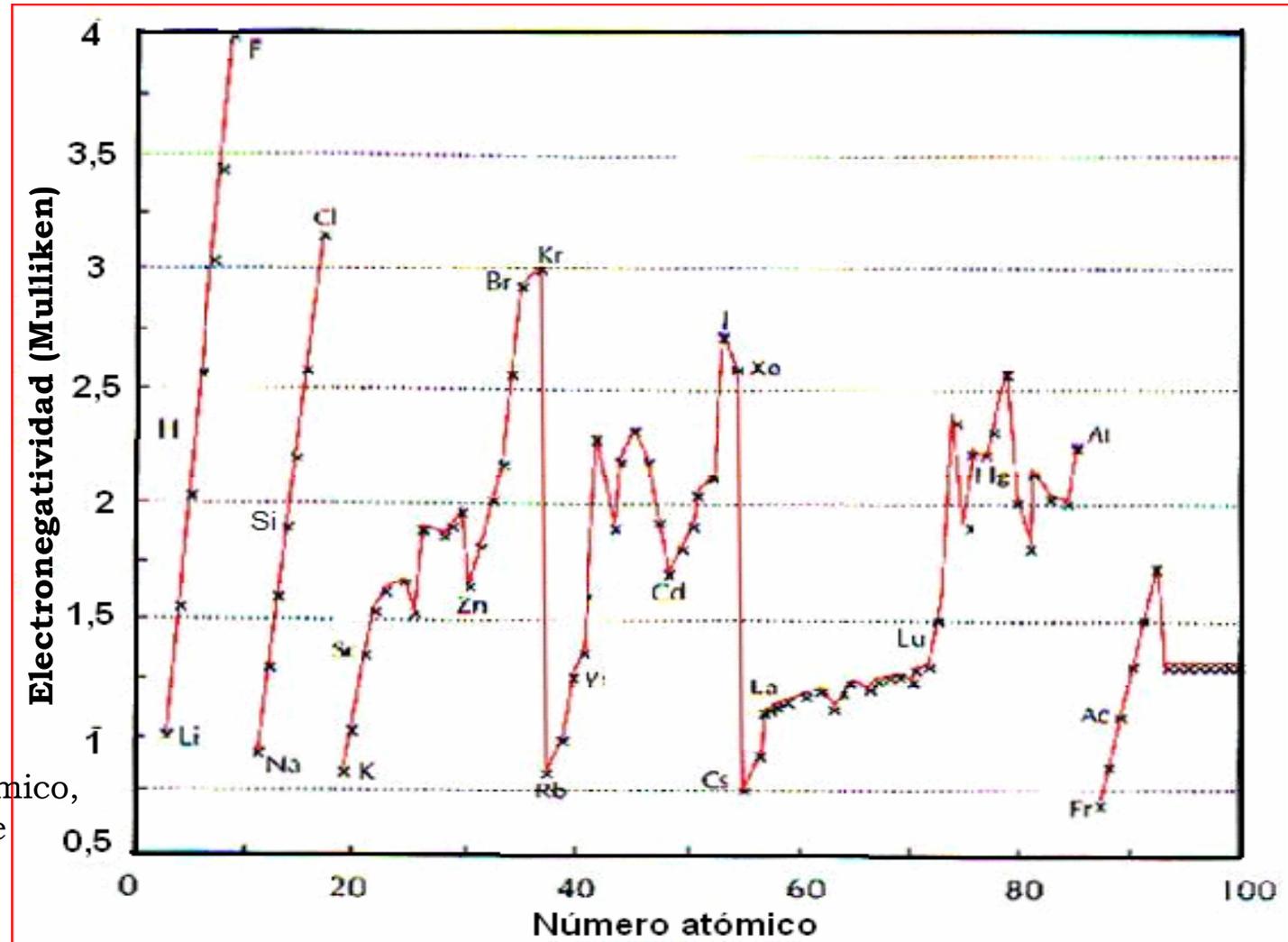
### ● Electronegatividad X:

Mulliken; La semisuma del valor del primer potencial de ionización (tendencia a dar el último electrón de valencia) y de la afinidad electrónica (tendencia a aceptar un electrón externo) es una medida de la tendencia del núcleo del átomo a atraer los electrones cercanos

$$X = \frac{I - A}{2}$$

$$X(\text{F}) = 4$$

**Nota:** En los capítulos relativos al enlace químico, se definirá la escala de Pauling de las electronegatividades



● **Comportamiento químico de los elementos**

En la formación e interconversión de compuestos químicos sólo están implicados los electrones de la capa de valencia.

Cuando se combinan elementos de muy diferente electronegatividad se forman compuestos iónicos en las que los átomos están en su forma iónica y estos fuertemente unidos por interacciones electrostáticas.

Los metales del grupo principal generalmente forman cationes con una configuración que equivale al gas noble más cercano

Los no metales adquieren electrones suficientes electrones como para formar un anión que tenga la configuración electrónica del gas noble que le sigue.

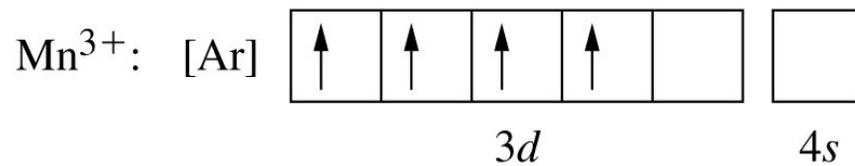
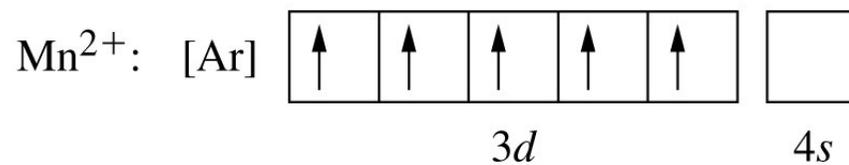
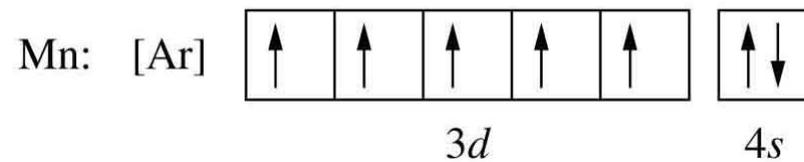
Cuando se combinan elementos de electronegatividad semejantes forman compuestos covalentes en las que los núcleos comparten parte (o todos) de sus electrones de valencia.

**Nota:** En los capítulos relativos al enlace químico, se estudiarán los factores que condicionan su formación y se explicarán las valencias covalentes de los átomos

# Propiedades magnéticas

- Átomos o iones diamagnéticos:
  - Todos los electrones están apareados.
  - Una especie diamagnética es débilmente repelida por un campo magnético.
- Átomos o iones paramagnéticos:
  - Tienen electrones *desapareados*.
  - Los electrones desapareados inducen un campo magnético que hace que el átomo o ion sea atraído por un campo magnético externo.

# Paramagnetismo



## **Conceptos de estudio individualizado**

- Radio atómico:
- Radio covalente y radio metálico
- Variación de los radios atómicos en los elementos de un grupo
- Variación de los radios atómicos en los elementos de un periodo
- Variación de los radios atómicos en una serie de los elementos de transición
- Comparación del tamaño de cationes, aniones y átomos neutros
- Propiedades magnéticas: paramagnetismo y diamagnetismo

### **Bibliografía**

***Química General. Vol 1. Enlace Químico y Estructura de la Materia. 8ª Ed. R.H. PETRUCCI, W.S. HARWOOD, F.G. HERRING. Prentice Hall. Madrid. 2002***

***Química y Reactividad Química. 5ª ed. J. C. KOTZ, P.M. TREICHEL. Ed. Paraninfo-Thomson Learning. Madrid. 2003***

***Estructura Atómica y Enlace Químico. J. CASABO Ed. Reverté, 1996***