



Curso MT-1113
Ciencia de los Materiales
TEMA 2:
Enlaces atómicos y propiedades

Enlaces primarios

Enlaces secundarios

Influencia de los tipos de enlace en algunas propiedades de los materiales



Tendencias en la Tabla Periódica

Temperature: 290°K
16°C
62°F

1	H
3	4
Li	Be
11	12
Na	Mg
19	20
K	Ca
37	38
Rb	Sr
55	56
Cs	Ba
87	88
Fr	Ra

21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn
39	40	41	42	43	44	45	46	47	48
Y	Zr	Nb	Mo	Tc	Ru	Rh	Pd	Ag	Cd
57	72	73	74	75	76	77	78	79	80
La	Hf	Ta	W	Re	Os	Ir	Pt	Au	Hg
89									
Ac									

2	He				
5	6	7	8	9	10
B	C	N	O	F	Ne
13	14	15	16	17	18
Al	Si	P	S	Cl	Ar
31	32	33	34	35	36
Ga	Ge	As	Se	Br	Kr
49	50	51	52	53	54
In	Sn	Sb	Te	I	Xe
81	82	83	84	85	86
Tl	Pb	Bi	Po	At	Rn

Legend

- Solid
- Liquid
- Gas
- Not Available

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
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



Tendencias en la Tabla Periódica

1	H
3	4
Li	Be
11	12
Na	Mg
19	20
K	Ca
37	38
Rb	Sr
55	56
Cs	Ba
87	88
Fr	Ra

Temperature: 1280 °K
1006 °C
1844 °F

21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn
39	40	41	42	43	44	45	46	47	48
Y	Zr	Nb	Mo	Tc	Ru	Rh	Pd	Ag	Cd
57	72	73	74	75	76	77	78	79	80
La	Hf	Ta	W	Re	Os	Ir	Pt	Au	Hg
89									
Ac									

					2
					He
5	6	7	8	9	10
B	C	N	O	F	Ne
13	14	15	16	17	18
Al	Si	P	S	Cl	Ar
31	32	33	34	35	36
Ga	Ge	As	Se	Br	Kr
49	50	51	52	53	54
In	Sn	Sb	Te	I	Xe
81	82	83	84	85	86
Tl	Pb	Bi	Po	At	Rn

Legend

- Solid
- Liquid
- Gas
- Not Available

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
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



Tendencias en la Tabla Periódica

1	H
3	4
Li	Be
11	12
Na	Mg
19	20
K	Ca
37	38
Rb	Sr
55	56
Cs	Ba
87	88
Fr	Ra

Temperature: 2280 °K
2006 °C
3644 °F

21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn
39	40	41	42	43	44	45	46	47	48
Y	Zr	Nb	Mo	Tc	Ru	Rh	Pd	Ag	Cd
57	72	73	74	75	76	77	78	79	80
La	Hf	Ta	W	Re	Os	Ir	Pt	Au	Hg
89									
Ac									

					2
					He
5	6	7	8	9	10
B	C	N	O	F	Ne
13	14	15	16	17	18
Al	Si	P	S	Cl	Ar
31	32	33	34	35	36
Ga	Ge	As	Se	Br	Kr
49	50	51	52	53	54
In	Sn	Sb	Te	I	Xe
81	82	83	84	85	86
Tl	Pb	Bi	Po	At	Rn

Legend

- Solid
- Liquid
- Gas
- Not Available

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
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



Tendencias en la Tabla Periódica

Temperature: 3780 °K
3506 °C
6344 °F

1											2						
H											He						
3	4											5	6	7	8	9	10
Li	Be											B	C	N	O	F	Ne
11	12											13	14	15	16	17	18
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															
Fr	Ra	Ac															

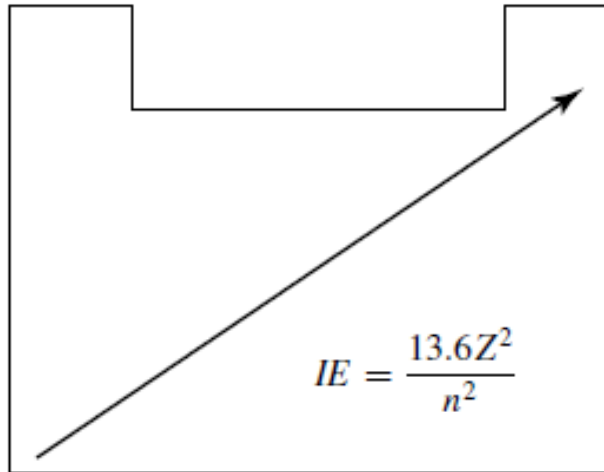
Legend

- Solid
- Liquid
- Gas
- Not Available

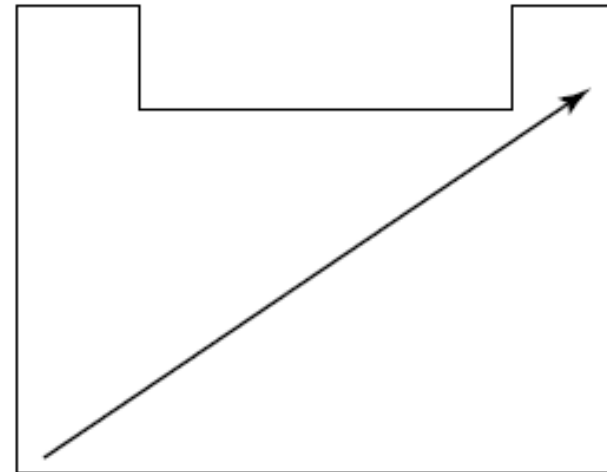
58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71
Ce	Pr	Nd	Pm	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu
90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100	101	102	103
Th	Pa	U	Np	Pu	Am	Cm	Bk	Cf	Es	Fm	Md	No	Lr



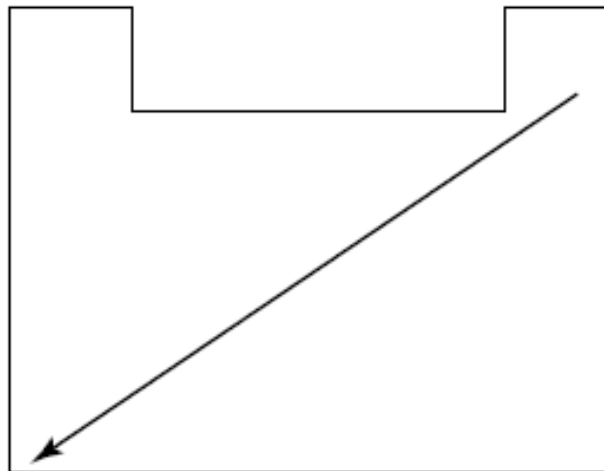
Tendencias en la Tabla Periódica



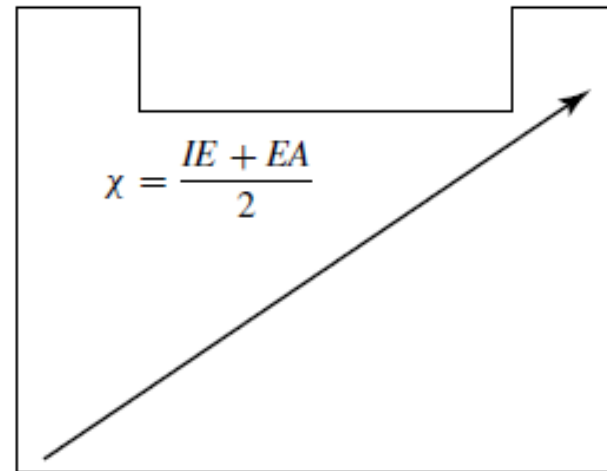
Energía de Ionización



Afinidad Electrónica



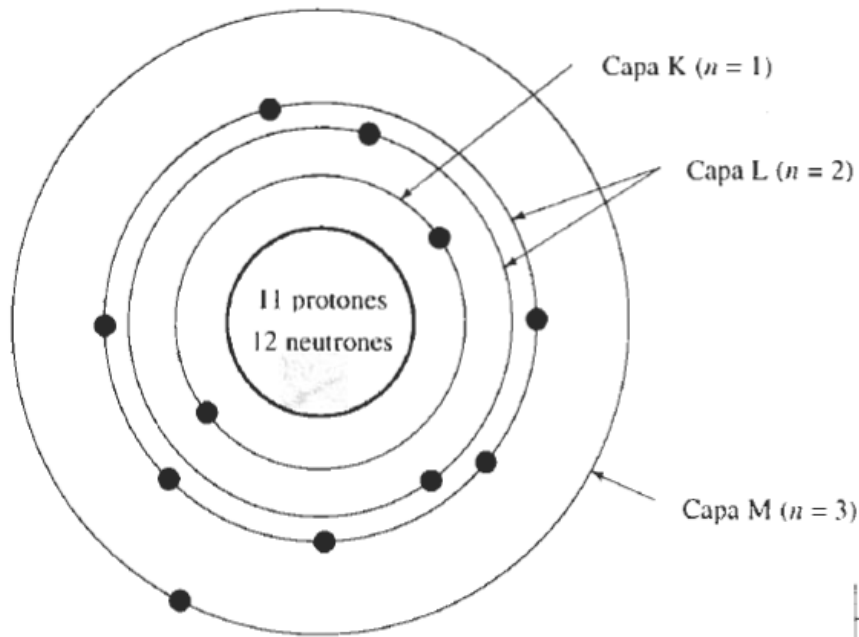
Radio atómico e iónico



Electronegatividad



Estructura electrónica del átomo



SODIO

$3s^1$	electrón 11	$n = 3, l = 0, m_l = 0, m_s = +\frac{1}{2} \text{ o } -\frac{1}{2}$
$2p^6$	electrón 10	$n = 2, l = 1, m_l = +1, m_s = -\frac{1}{2}$
	electrón 9	$n = 2, l = 1, m_l = +1, m_s = +\frac{1}{2}$
	electrón 8	$n = 2, l = 1, m_l = 0, m_s = -\frac{1}{2}$
	electrón 7	$n = 2, l = 1, m_l = 0, m_s = +\frac{1}{2}$
	electrón 6	$n = 2, l = 1, m_l = -1, m_s = -\frac{1}{2}$
	electrón 5	$n = 2, l = 1, m_l = -1, m_s = +\frac{1}{2}$
$2s^2$	electrón 4	$n = 2, l = 0, m_l = 0, m_s = -\frac{1}{2}$
	electrón 3	$n = 2, l = 0, m_l = 0, m_s = +\frac{1}{2}$
$1s^2$	electrón 2	$n = 1, l = 0, m_l = 0, m_s = -\frac{1}{2}$
	electrón 1	$n = 1, l = 0, m_l = 0, m_s = +\frac{1}{2}$



Números Cuánticos

		$l = 0$ (s)	$l = 1$ (p)	$l = 2$ (d)	$l = 3$ (f)	$l = 4$ (g)	$l = 5$ (h)
$n = 1$	(K)	2					
$n = 2$	(L)	2	6				
$n = 3$	(M)	2	6	10			
$n = 4$	(N)	2	6	10	14		
$n = 5$	(O)	2	6	10	14	18	
$n = 6$	(P)	2	6	10	14	18	22

Nota: 2, 6, 10, 14,..., se refieren al número de electrones en cada nivel de energía.



Electronegatividad

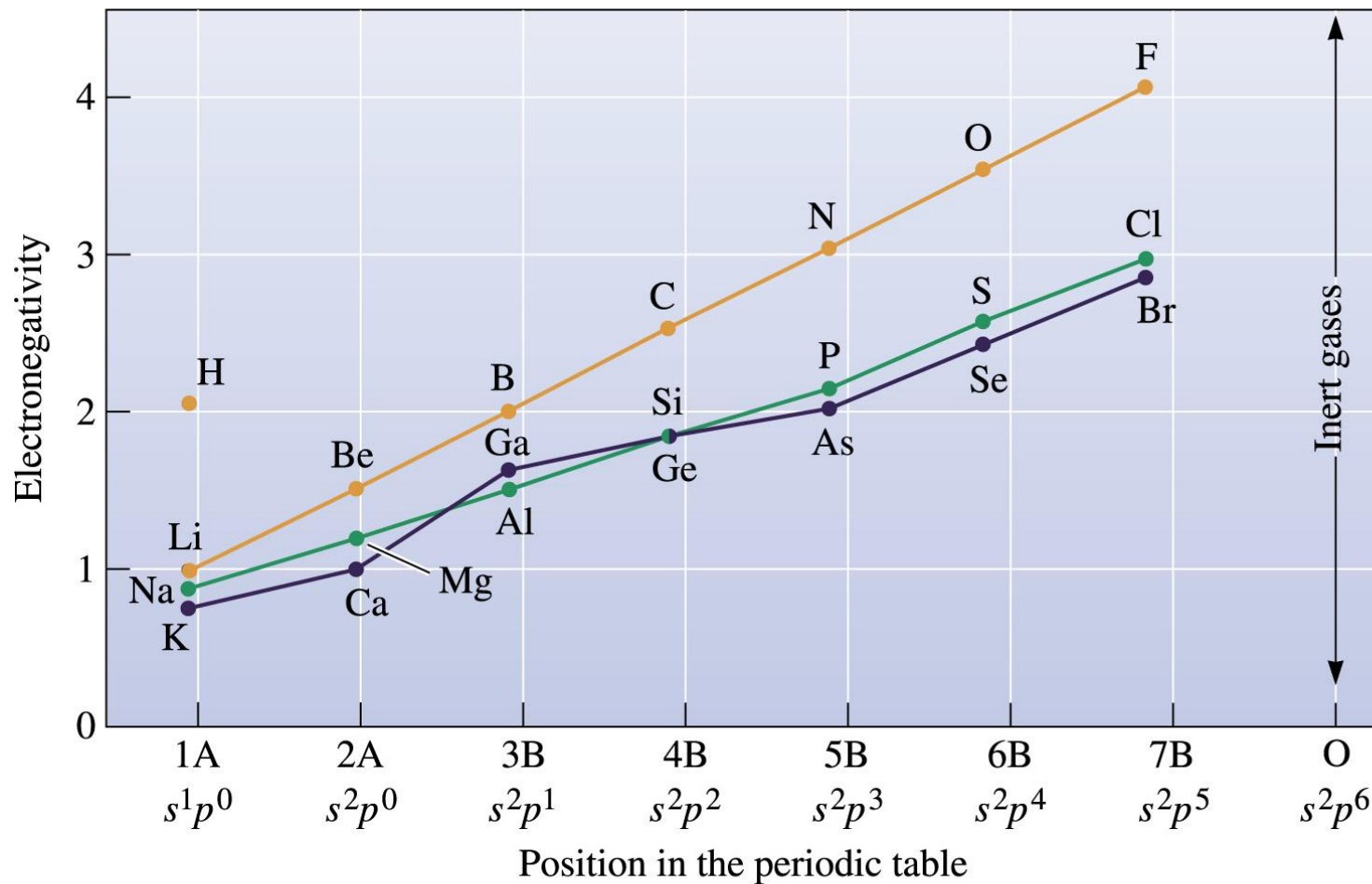
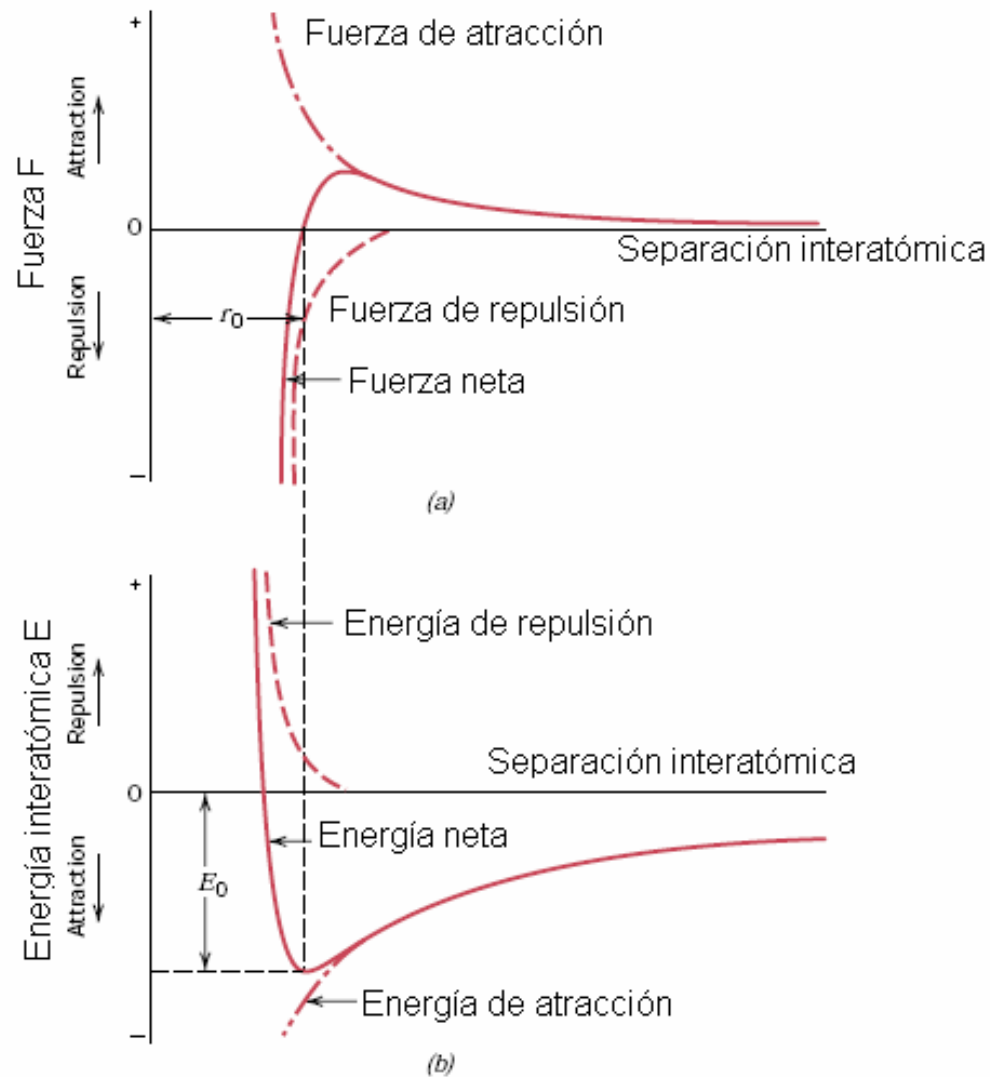


Figure 2-7 The electronegativities of selected elements relative to the position of the elements in the periodic table.



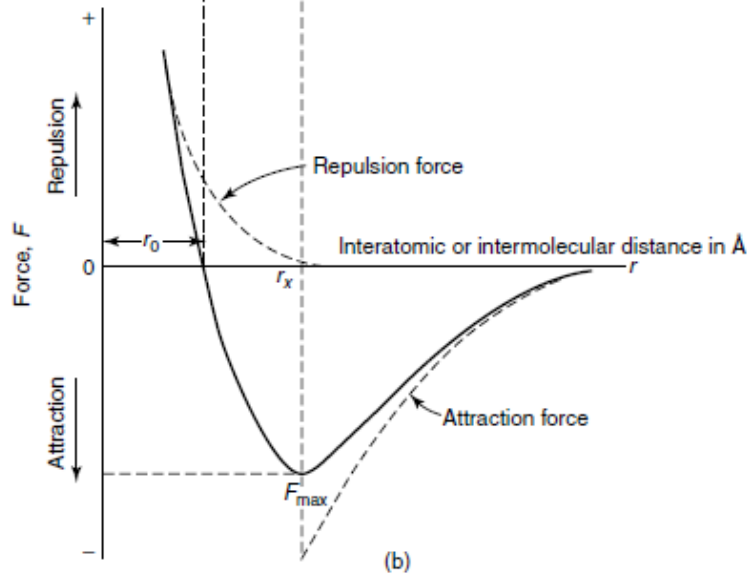
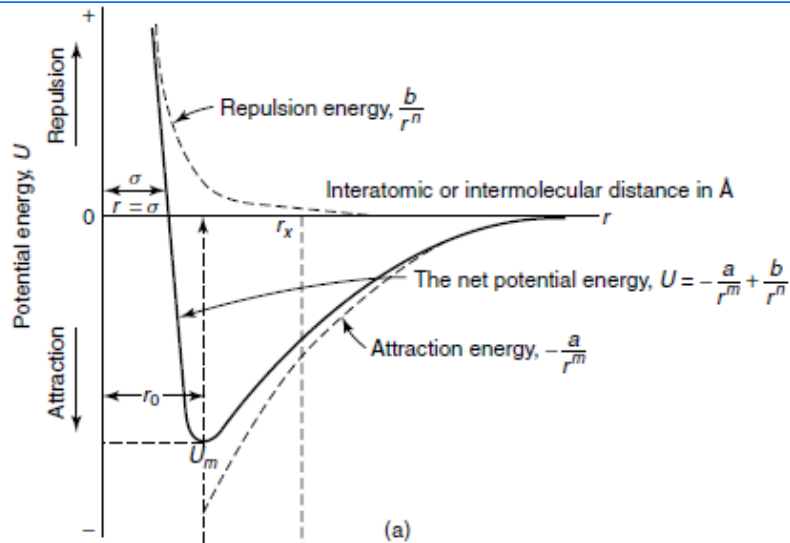
Energía Potencial y Fuerza de Atracción vrs Distancia Interatómica



Askeland D.R.



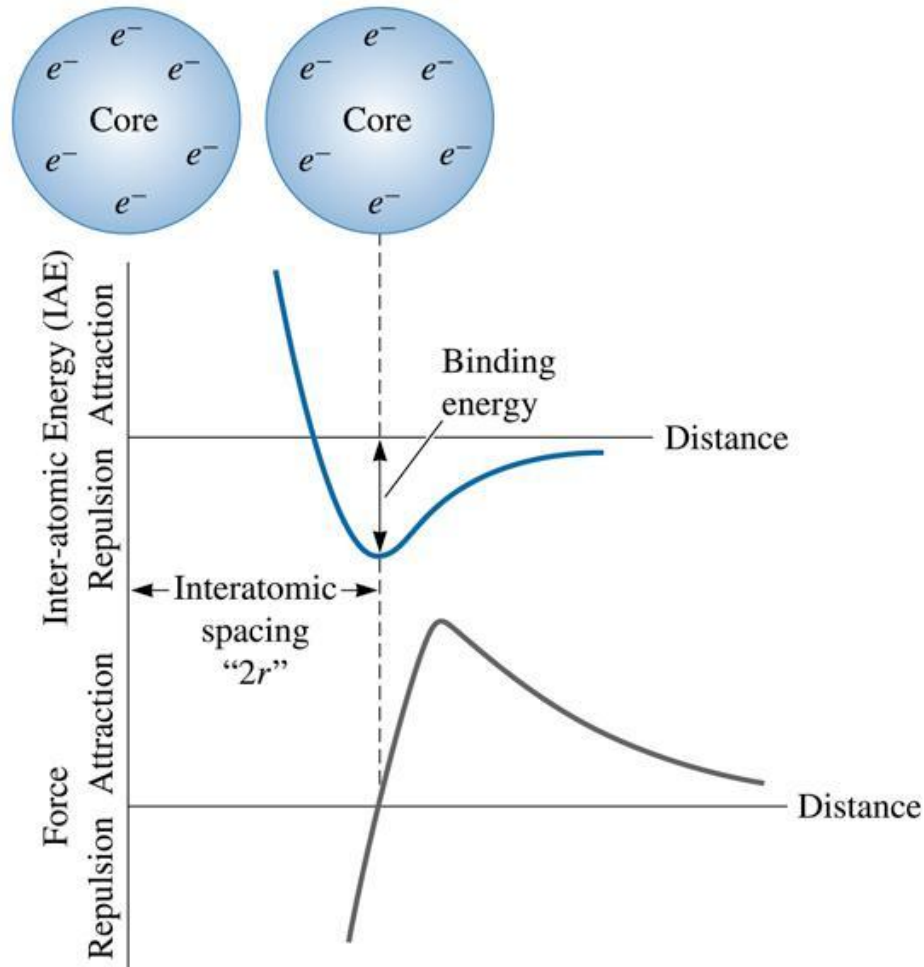
Energía Potencial y Fuerza de Atracción vrs Distancia Interatómica



Askeland D.R.



Energía de Enlace y Distancia Interatómica

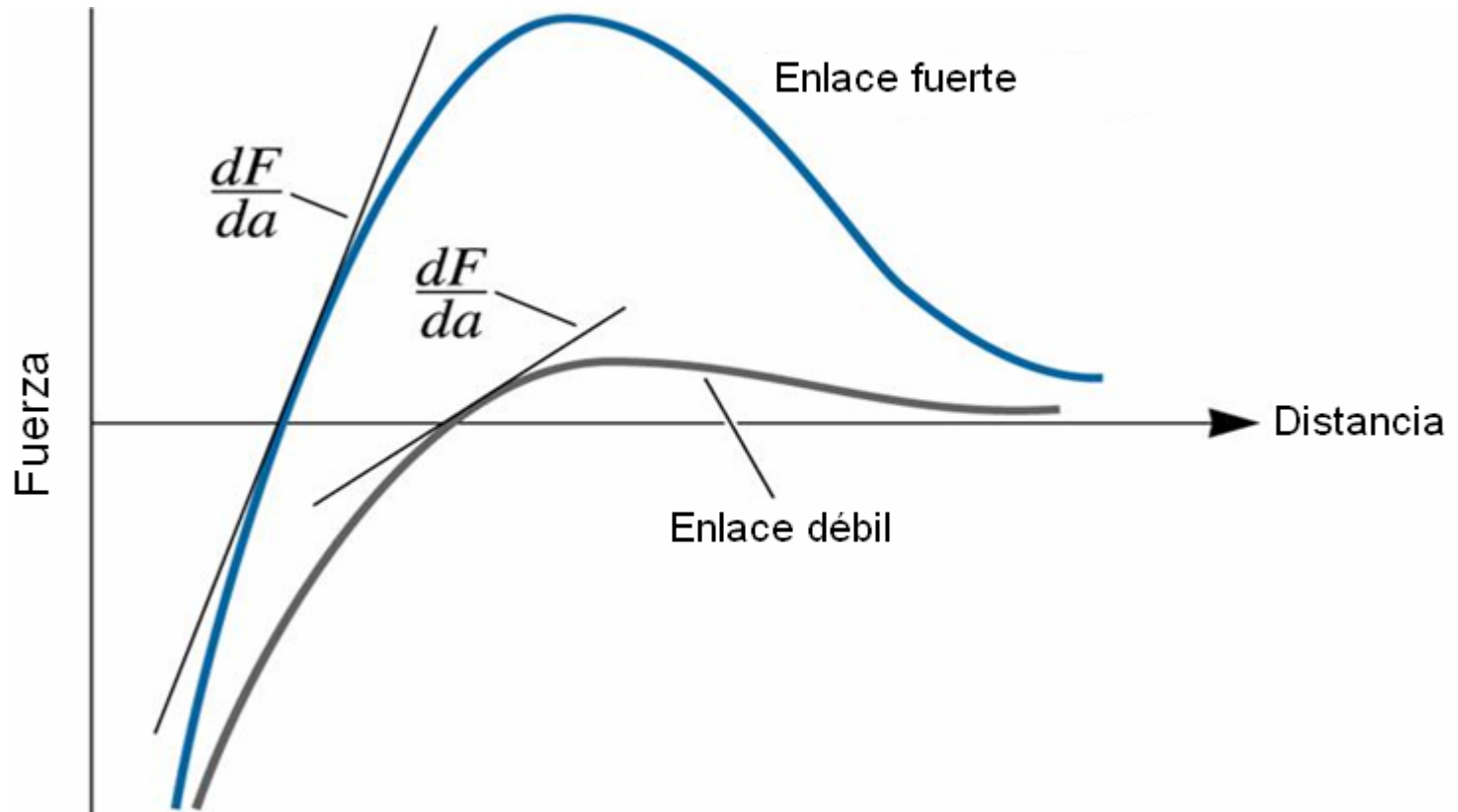


© 2003 Brooks/Cole Publishing / Thomson Learning™

Askeland D.R.



Relación entre Enlace atómico y Módulo de Elasticidad (E)



© 2003 Brooks/Cole Publishing / Thomson Learning™

Askeland D.R.



Energía de Enlace y Distancia Interatómica

Energía de Enlace: Es la energía requerida para separar dos átomos desde su posición de equilibrio hasta el infinito

Distancia Interatómica: Es la distancia entre centros atómicos, estando los átomos en posición de equilibrio

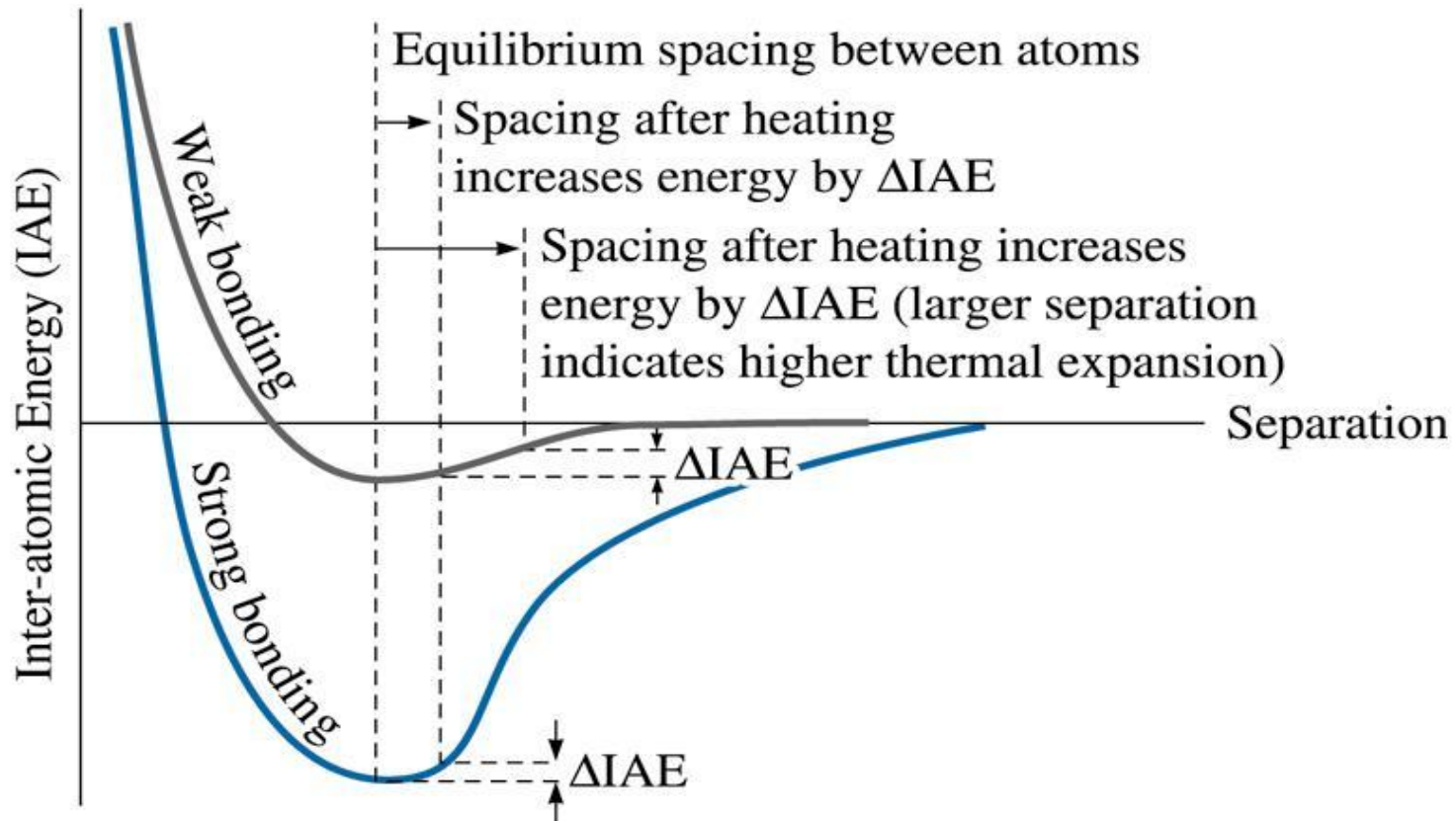
Módulo de Elasticidad: (E) es la pendiente de la curva esfuerzo-deformación, en la región elástica.

Resistencia última: Es el nivel de esfuerzo por encima del cual un material experimenta deformación permanente.

Coefficiente de Expansión Térmica: (CTE) Es el cambio de dimensiones que experimenta un material con un cambio de temperatura.



Relación entre Energía Interatómica y el Coeficiente de Expansión Térmica Lineal



© 2003 Brooks/Cole Publishing / Thomson Learning™

Askeland D.R.



Ejemplos de Energía de Enlace

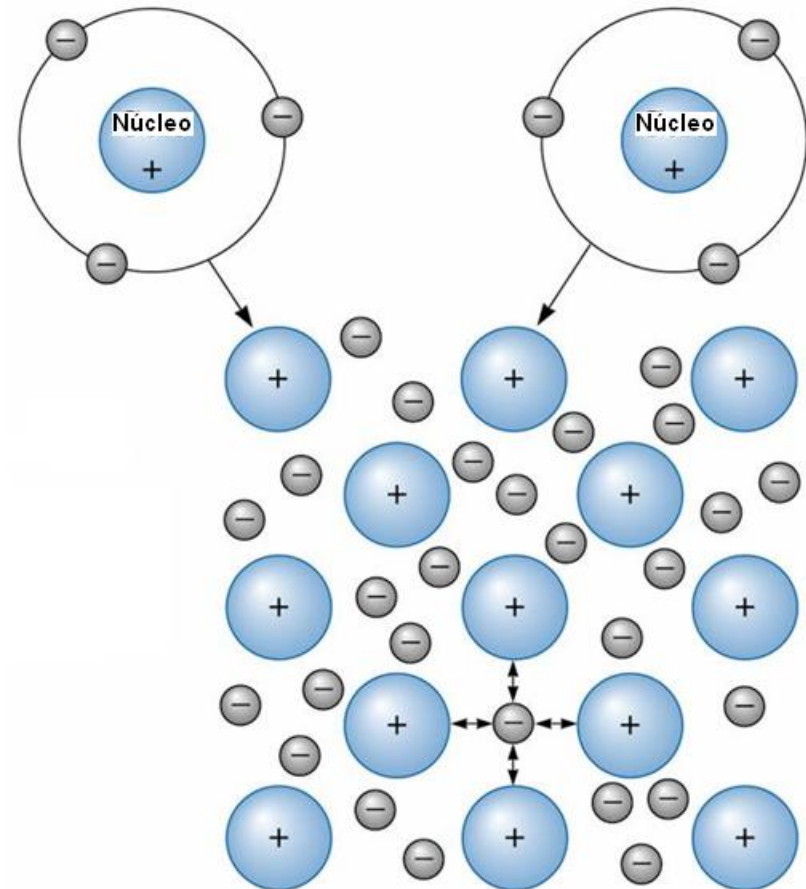
Tipo de Enlace	Energía de Enlace (Kcal./mol)
Iónico	150-370
Covalente	125-300
Metálico	25-200
Van der Waals	<10

Askeland D.R.



Enlace metálico

- Los átomos ceden sus electrones de valencia, creando una nube de electrones.
- Los cuerpos centrales atómicos cargados positivamente quedan enlazados mediante la atracción mutua con los electrones libres, de carga negativa.



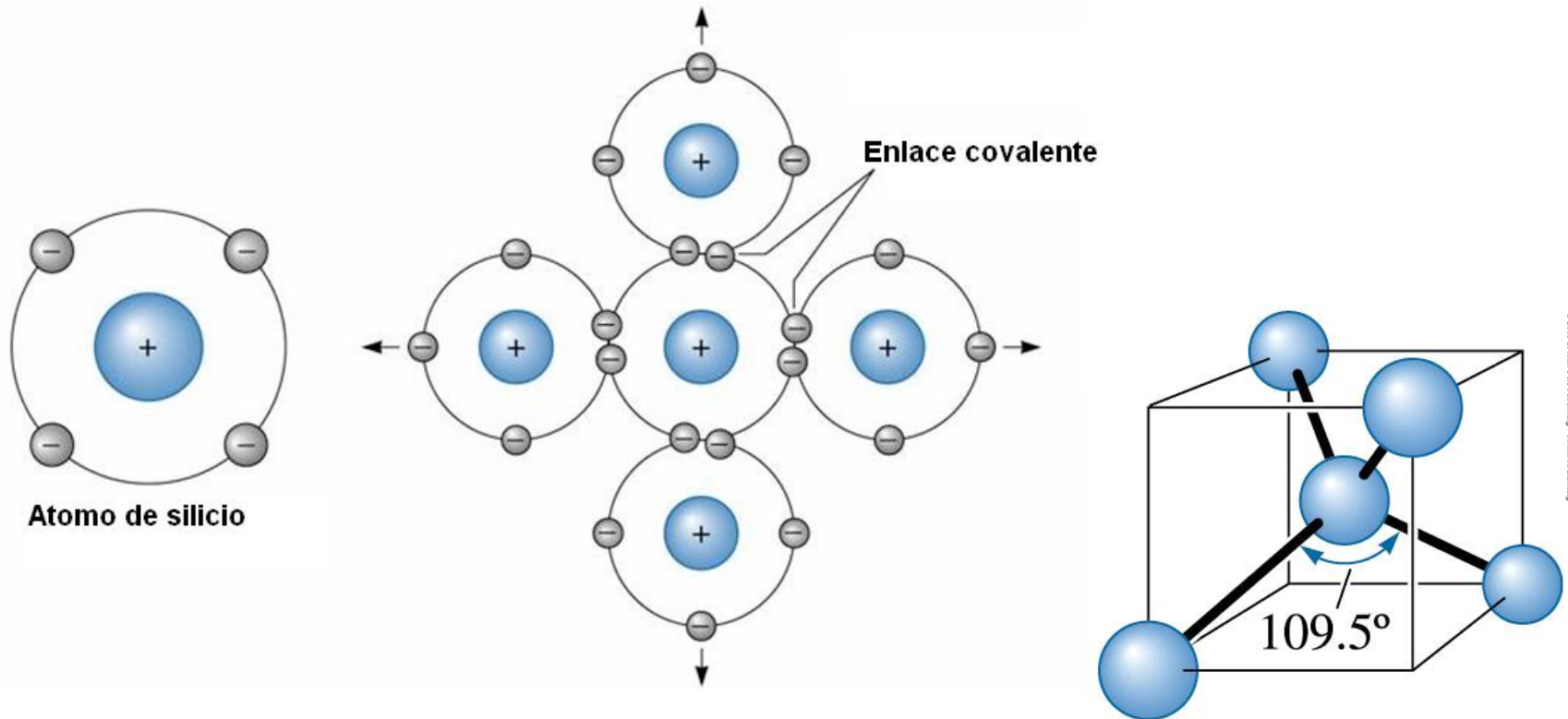


Enlace metálico

- Buenos conductores eléctricos
- Enlace No-direccional
- Electrones de Valencia deslocalizados
- Altos números de coordinación (8-12)



Enlace covalente

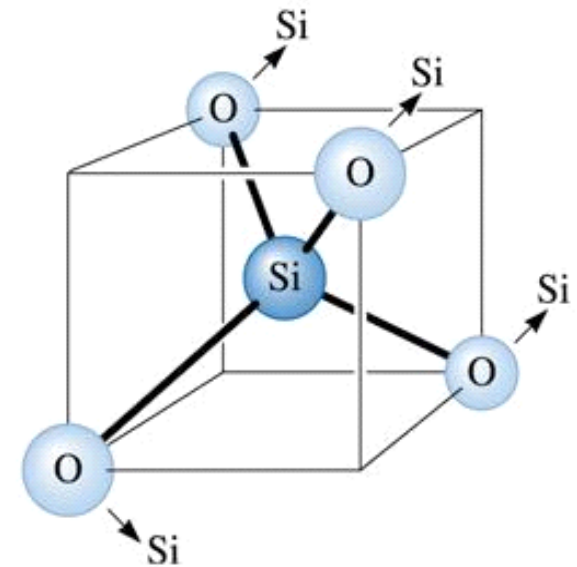
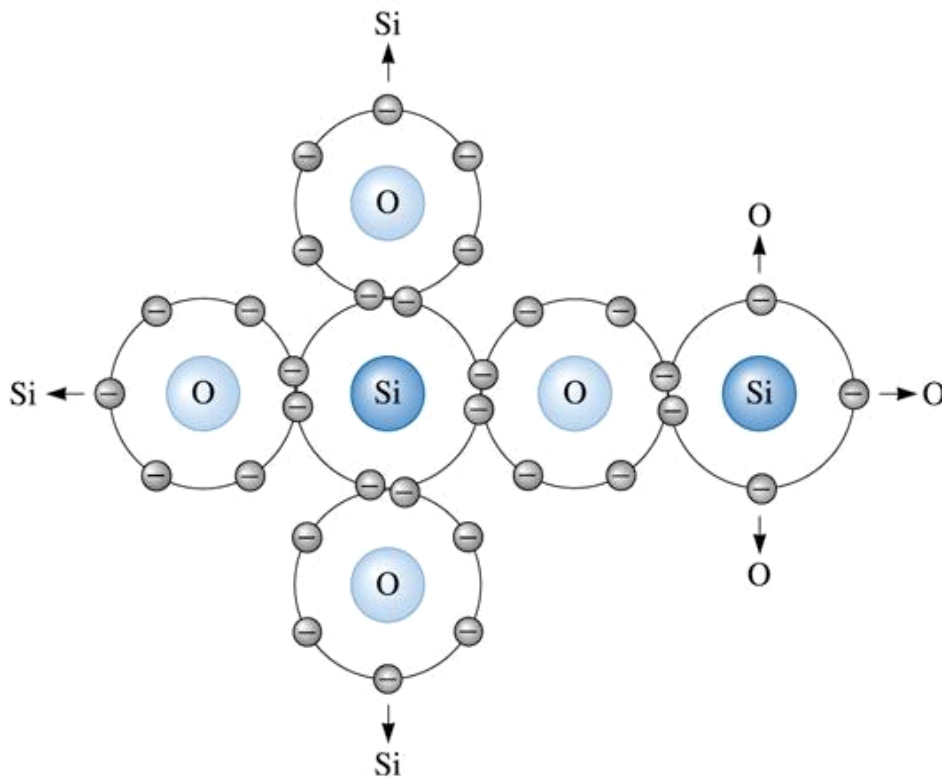


- Los electrones son compartidos entre átomos
- Cada uno de los átomos llena su orbital externo sp.
- En el caso del silicio, con valencia de cuatro. deben formarse cuatro enlaces covalentes.
- Los enlaces covalentes son direccionales. En el caso del silicio se forma una estructura tetraédrica, con ángulos de 109.5° entre cada enlace.



Enlace covalente

Estructura tetraédrica del sílice (SiO_2), que contiene enlaces covalentes entre los átomos de silicio y de oxígeno.



anson Learning™



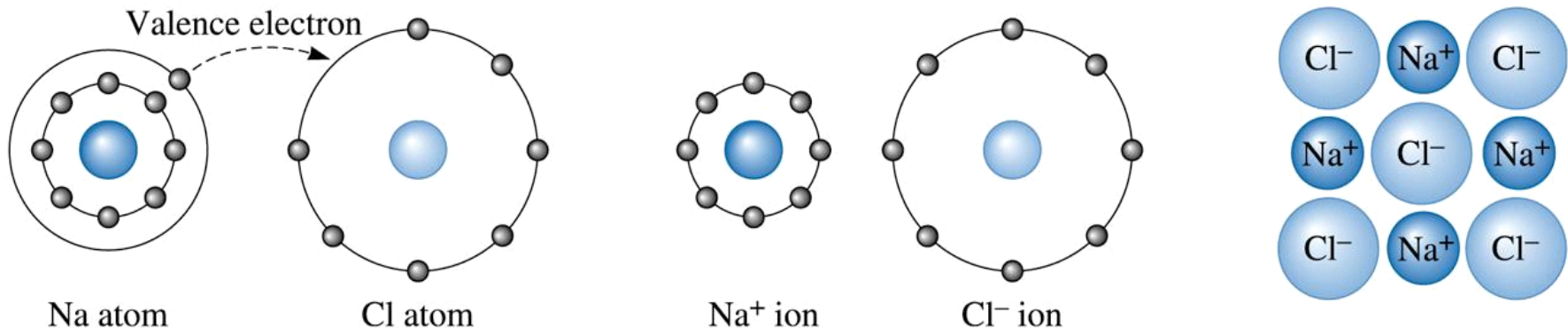
Enlace Covalente

- Altamente direccional
- Ejemplo: diamante. $r/R=1$, $NC=4$. Hibridización sp^3



Enlace iónico

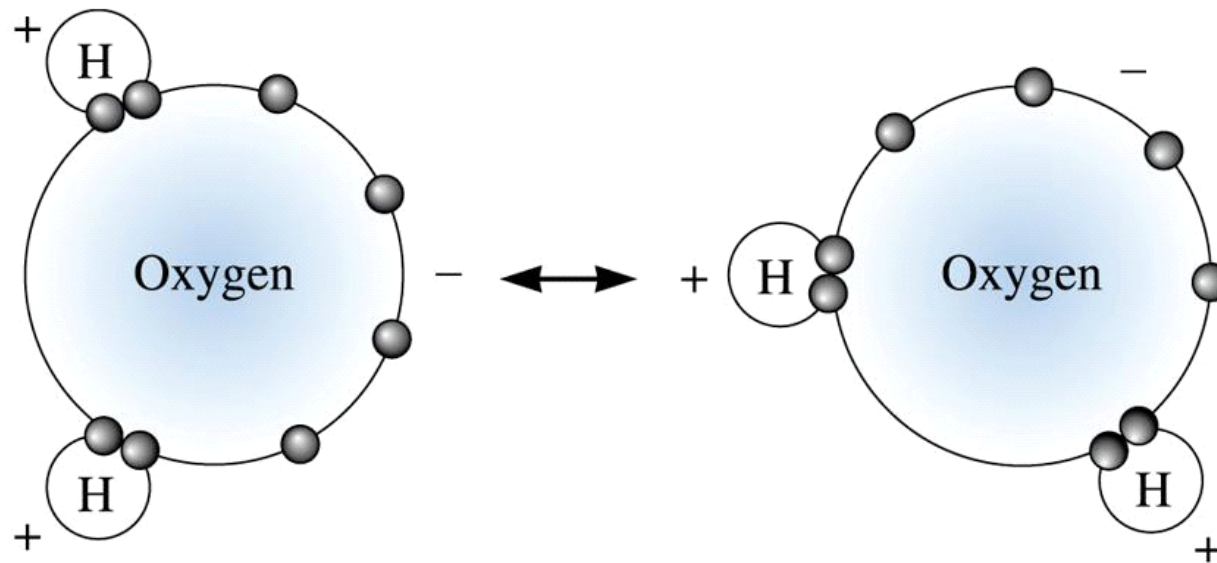
- Se crea entre dos átomos distintos con electronegatividades diferentes.
- Uno de ellos puede donar sus electrones de valencia a un átomo distinto, llenando la capa energética externa del segundo átomo.
- Ambos átomos tendrán su nivel de energía externo lleno (o vacío), y a la vez han adquirido una carga eléctrica y se comportan como iones.
- El átomo que cede los electrones queda con carga neta positiva y es un **catión**; el que acepta los electrones adquiere carga neta negativa y es un **anión**.
- Los iones de carga opuesta se atraen entonces el uno al otro y producen un **enlace iónico**.

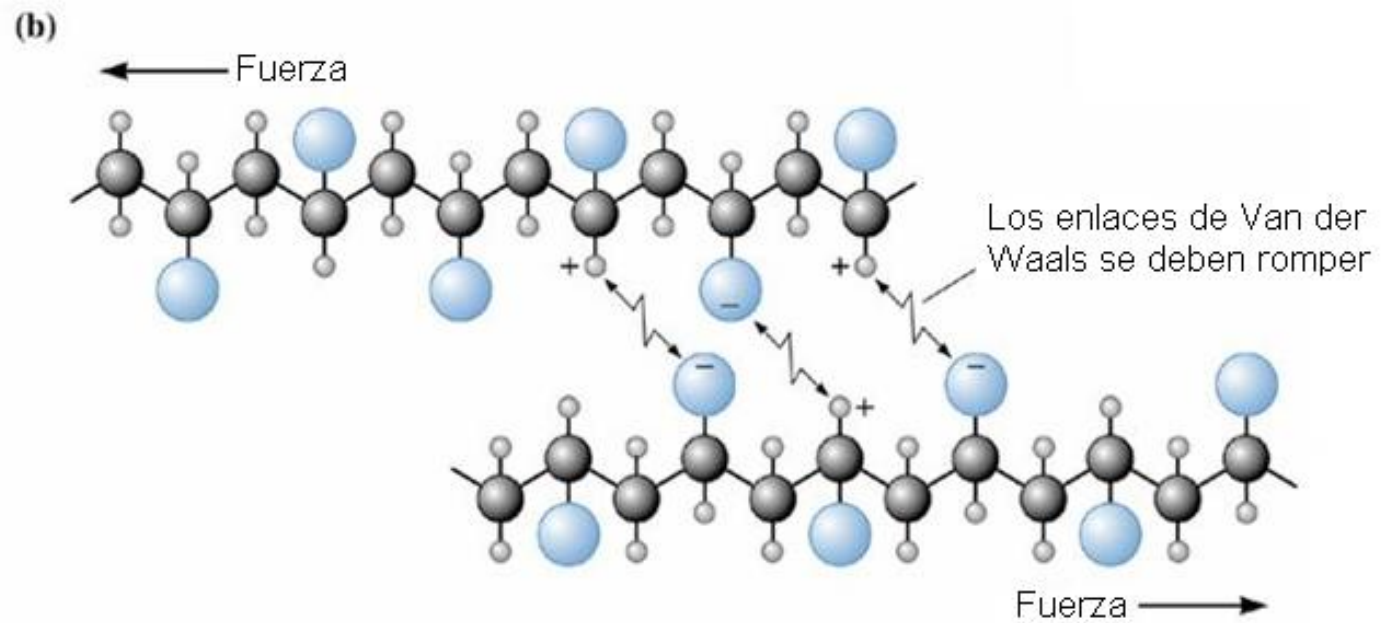
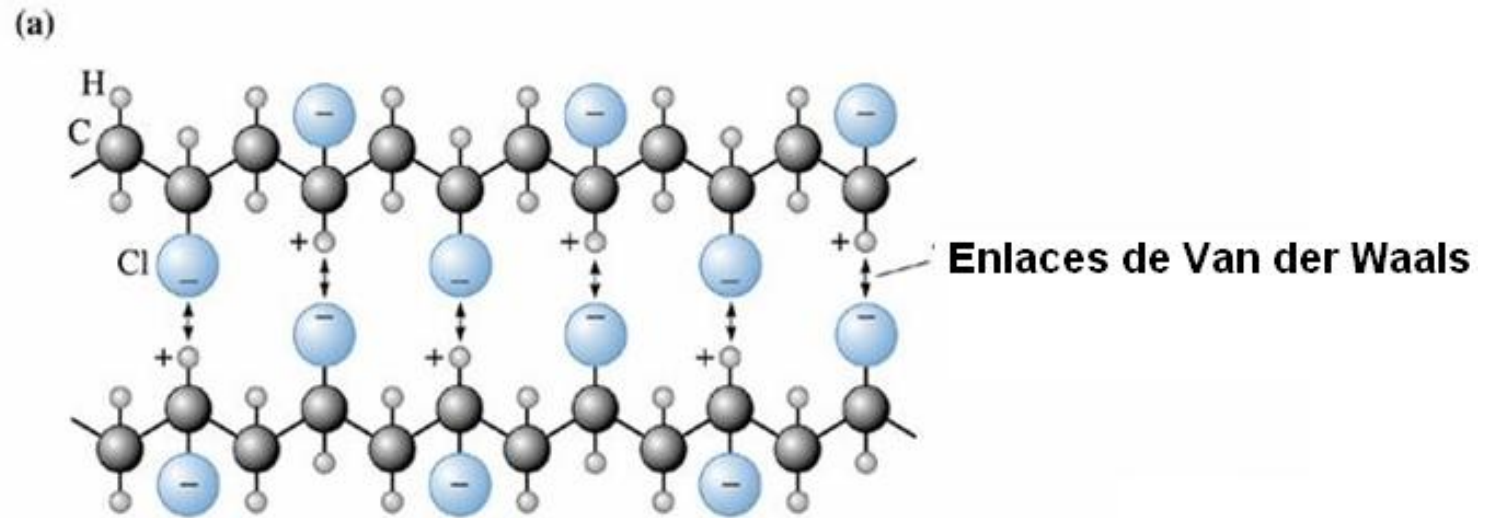




Enlaces secundarios

- El enlace de **Van der Waals** se forma por la polarización de moléculas o de grupos de átomos.
- Los átomos dentro de la molécula o grupo de átomos siguen unidos mediante fuertes enlaces covalentes o iónicos.
- El enlace de **hidrógeno**, ocurre cuando una de las regiones polarizadas está formada de átomos de hidrógeno.







Ejemplos de compuestos con diferentes tipos de enlaces

Type of Bond	Substance	Bond Energy, kJ/mol	Melting Point, (°C)	Characteristics
Ionic	CaCl	651	646	Low electrical conductivity, transparent, brittle, high melting point
	NaCl	768	801	
	LiF	1008	870	
	CuF ₂	2591	1360	
	Al ₂ O ₃	15,192	3500	
Covalent	Ge	315	958	Low electrical conductivity, very hard, very high melting point
	GaAs	~315	1238	
	Si	353	1420	
	SiC	1188	2600	
	Diamond	714	3550	
Metallic	Na	109	97.5	High electrical and thermal conductivity, easily deformable, opaque
	Al	311	660	
	Cu	340	1083	
	Fe	407	1535	
	W	844	3370	
van der Waals	Ne	2.5	-248.7	Weak binding, low melting and boiling points, very compressible
	Ar	7.6	-189.4	
	CH ₄	10	-184	
	Kr	12	-157	
	Cl ₂	31	-103	
Hydrogen bonding	HF	29	-92	Higher melting point than van der Waals bonding, tendency to form groups of many molecules
	H ₂ O	50	0	