

Curso MT-1113

Ciencia de los Materiales

TEMA 2:

Enlaces atómicos y propiedades

Repaso Tema 1

Enlaces primarios

Enlaces secundarios

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

Concepto de Pozo de energía potencial

*Clasificación general de los
materiales de uso común*

Principales Familias de Materiales

Metálicos

Cerámicos

Poliméricos

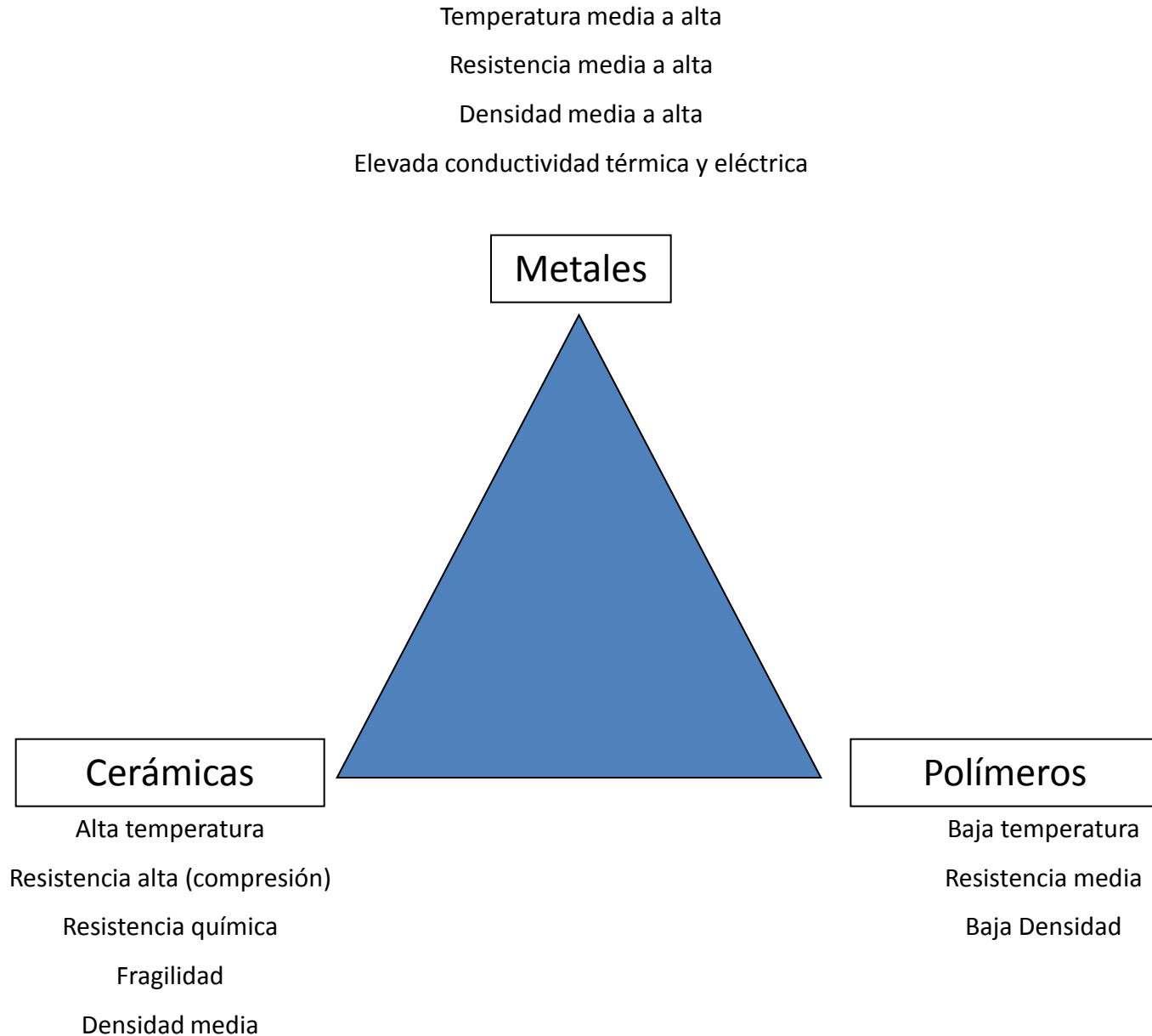
Compuestos

Semiconductores

Naturales

Clasificación general de los materiales de uso común

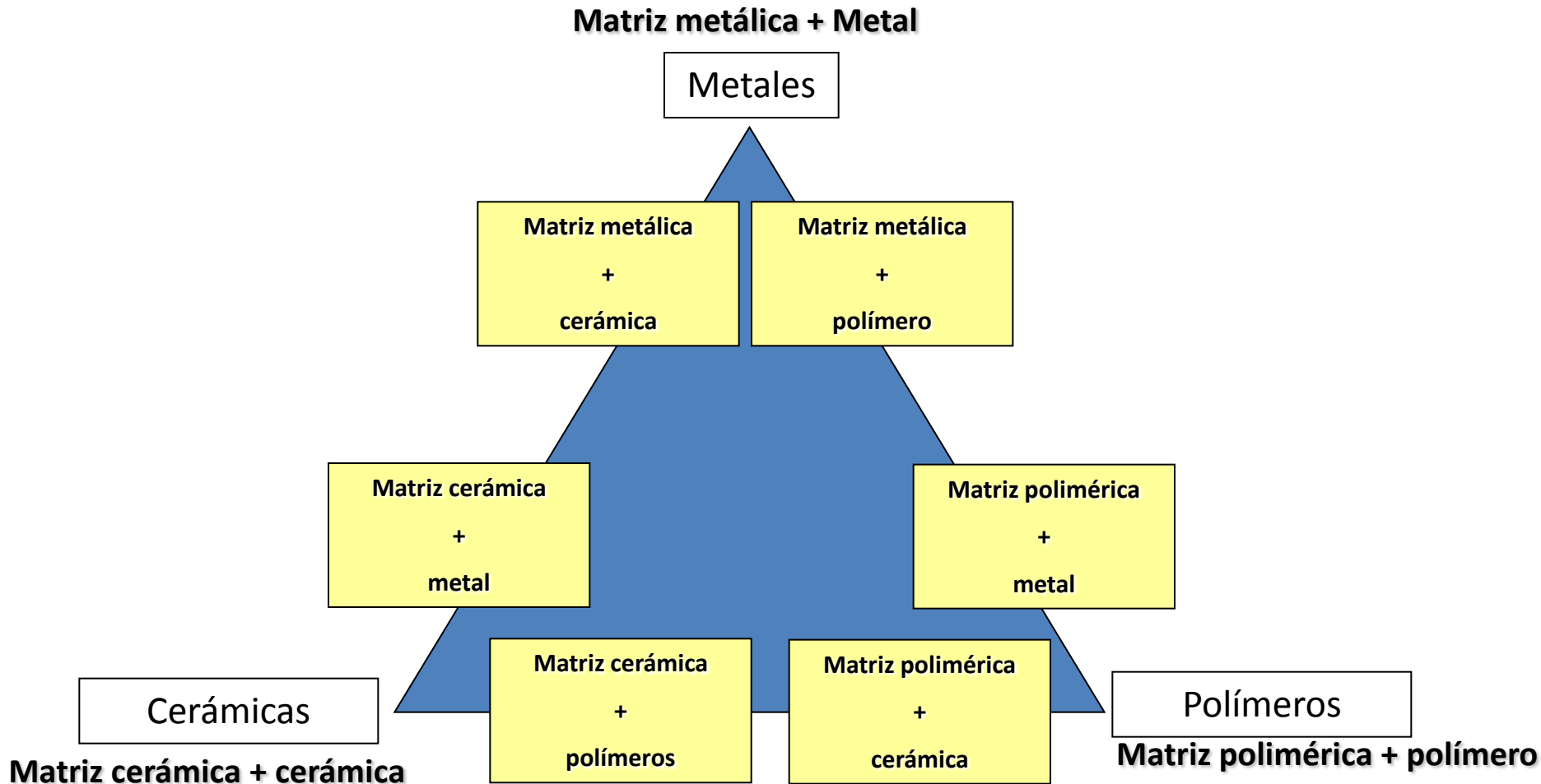
Características generales de los materiales



Propiedad	Metales	Cerámicas	Polímeros
Densidad (g/cm ³)	2 - 20	1 - 14	1 - 2,5
Conductividad eléctrica	Elevada	baja	baja
Conductividad térmica	Elevada	baja	baja
Ductilidad (% de deformación antes de fracturar)	4 - 40	<1	2-4
Resistencia a la Tracción (MPa)	100 - 1500	100 - 400	-
Resistencia a la Compresión (MPa)	100 - 1500	1000 - 5000	-
Temperatura de Servicio máxima (°C)	1000	1800	250
Resistencia química	Baja a intermedia	Superior	intermedia
Tipo de enlace atómico	Metálico	Iónico o Covalente	Covalente o van der Waals
Estructura atómica	Cristalina	Cristalina compleja o amorfa	Amorfa o semicristalina

Clasificación general de los materiales de uso común

Interrelación entre las Familias de Materiales



Familias de Materiales

Materiales Metálicos

Son Materiales Inorgánicos que se caracterizan por tener alta conductividad eléctrica y térmica. El tipo de enlace atómico que predomina en esta clase de materiales es el enlace metálico, lo cual le brinda a muchos de ellos una gran conformabilidad.

Son ejemplos de este tipo de materiales:

El cobre y sus aleaciones: Latón (Cu-Zn) y Bronce (Cu-Sn)

El aluminio y sus aleaciones: Aluminio para fundición (Al-Si), Duraluminio (Al-Cu)

El hierro y sus aleaciones: Acero (Fe con menos de 2% C) los hierros fundidos (>2%C)

Familias de Materiales

Materiales Metálicos

Los materiales metálicos se suelen subdividir en tres grupos principales:

Aleaciones férreas (llamadas en algunos textos ferrosas):

Compuestas mayoritariamente de hierro (es la base o “solvente” de la aleación >75%)

Aleaciones no férreas

Aquellas en las que el hierro puede estar presente en muy baja proporción (<10%), pero la base de la aleación es otro metal (p. ej. Cu, Al, Ti, Zn, Ni)

Superalaciones:

Son aleaciones para aplicaciones especiales, principalmente resistencia a elevadas temperaturas, compuestas por muchos metales en las que resulta definir una base o “solvente” principal.

Familias de Materiales

Materiales Cerámicos

Son Materiales Inorgánicos, conformados por compuestos químicos de elementos metálicos y no-metálicos (óxidos, silicatos, fosfatos, carburos, nitruros y boruros). Su estructura cristalina es más compleja que la de los metales y pueden encontrarse en estado amorfo (vítreo). En ellos predominan los enlaces atómicos de tipo iónico y de tipo covalente, lo que los hace duros y frágiles,

Son ejemplos de este tipo de materiales:

Las arcillas (mezclas finas naturales de silicatos de aluminio y hierro)

La alúmina ó corindón Al_2O_3 (abrasivo industrial, material refractario, fuente de Al)

El Vidrio común (SiO_2 amorfo)

Carburo de Silicio (SiC , abrasivo, componente del papel de lija)

El cemento (mezcla fina de CaO y SiO_2)

Materiales Cerámicos

Los materiales cerámicos se pueden subdividir en tres grupos principales:

Cerámicas tradicionales:

De aplicación estructural, como materiales de construcción (cemento)

De aplicación en bienes de uso cotidiano o sanitario (porcelanas, gres, baldosas)

Refractarios

Para aplicación como recubrimiento de equipos o maquinarias que operan a elevadas temperaturas, como las paredes de los hornos. Constituyen excelentes aislantes térmicos (Al_2O_3 , MgO , SiO_2)

Cerámicas de alta tecnología:

Son cerámicas especiales cuya aplicación puede ser estructural (ZrO_2)

Familias de Materiales

Materiales Poliméricos

Son Materiales orgánicos, conformados por cadenas moleculares largas o redes moleculares, constituidas de elementos de bajo peso (C, H, O, N). La mayoría de los materiales poliméricos son aislantes eléctricos. En ellos predominan los enlaces covalentes y secundarios de tipo van der Waals

Son ejemplos de este tipo de materiales:

El PVC usado en tuberías y conexiones plásticas para aguas negras (cloruro de polivinilo)

El plexiglás también llamado acrílico (Polimetil metacrilato)

Resinas epóxicas (pegamentos de altas prestaciones)

El caucho (elastómero)

Familias de Materiales

Materiales Poliméricos

Los materiales Poliméricos se pueden subdividir en tres grupos principales:

Polímeros termoplásticos:

Son aquellos que es necesario calentar para darles forma y después enfriarlos, conservando la forma que se les dio. Este proceso puede repetirse sin que las propiedades del material cambien significativamente. Son reciclables. (Ejm. Polietileno)

Polímeros termoestables

Adquieren su forma permanente como consecuencia de reacciones químicas de “curado”. No se pueden fundir para darles forma y poseen una elevada rigidez. Al calentarlos se disocian o pirolizan, lo que los hace no reciclables. (Ejm. Resinas epóxicas)

Elastómeros

También denominados cauchos, son materiales poliméricos cuya dimensión puede cambiar en gran medida cuando se someten a esfuerzos, retornando a su tamaño original cuando cesa la aplicación de la fuerza.

Material	Aplicación	Propiedad
Metales		
Cobre	Alambre conductor eléctrico	Alta conductividad eléctrica, buena formabilidad
Hierro fundido gris	Bloques para motor de automóvil	Moldeable, maquinable, absorbe vibraciones
Aleación de aceros	Llaves	Endurecidas de manera significativa mediante tratamientos térmicos
Cerámicos		
SiO ₂ -Na ₂ O-CaO	Vidrio para ventana	Ópticamente útil, aislante térmico
Al ₂ O ₃ , MgO, SiO ₂	Refractarios para contener metal fundido	Aislantes térmicos, se funden a alta temperatura, relativamente inertes ante metal fundido
Titanato de bario	Transductores para equipo de audio	Convierten sonido en electricidad (comportamiento piezoeléctrico)
Polímeros		
Policetileno	Empacado de alimentos	Fácilmente conformable en delgadas películas flexibles e impermeables
Epóxicos	Encapsulado de circuitos integrados	Eléctricamente aislante y resistente a la humedad
Fenólicos	Adhesivos para unir capas de madera laminada	Fuertes, resistentes a la humedad
Semiconductores		
Silicio	Transistores y circuitos integrados	Comportamiento eléctrico único
GaAs	Sistemas de fibras ópticas	Convierte señales eléctricas en luz
Compuestos		
Grafito en matriz epóxica	Componentes para aeronaves	Relación elevada resistencia-peso
Carburo de tungsteno-cobalto	Herramientas de corte de carburo para maquinado	Alta dureza, y de una buena resistencia al impacto
Acero recubierto de titanio	Recipientes para reactores	Tiene el bajo costo y la alta resistencia del acero, con la resistencia a la corrosión del titanio

La Selección de Materiales

Un paso crítico de la Ingeniería y del Diseño

La selección de materiales es la decisión práctica final que se debe tomar en todo proceso de diseño ingenieril.

Una mala decisión al seleccionar un material puede conducir a una falla catastrófica o inesperada de un componente y constituye, de facto, un error humano.

La Selección de Materiales

Un paso crítico de la Ingeniería y del Diseño

La selección de materiales requiere que el ingeniero diseñador tenga en cuenta estos parámetros:

- Estructura de los materiales
- Propiedades
- Métodos de fabricación y procesamiento pertinentes
- Condiciones ambientales
- Condiciones de uso y estimación del posible abuso al que pueda someterse el material
- ***Last but not least. El costo del material***

La Selección de Materiales

Un paso crítico de la Ingeniería y del Diseño

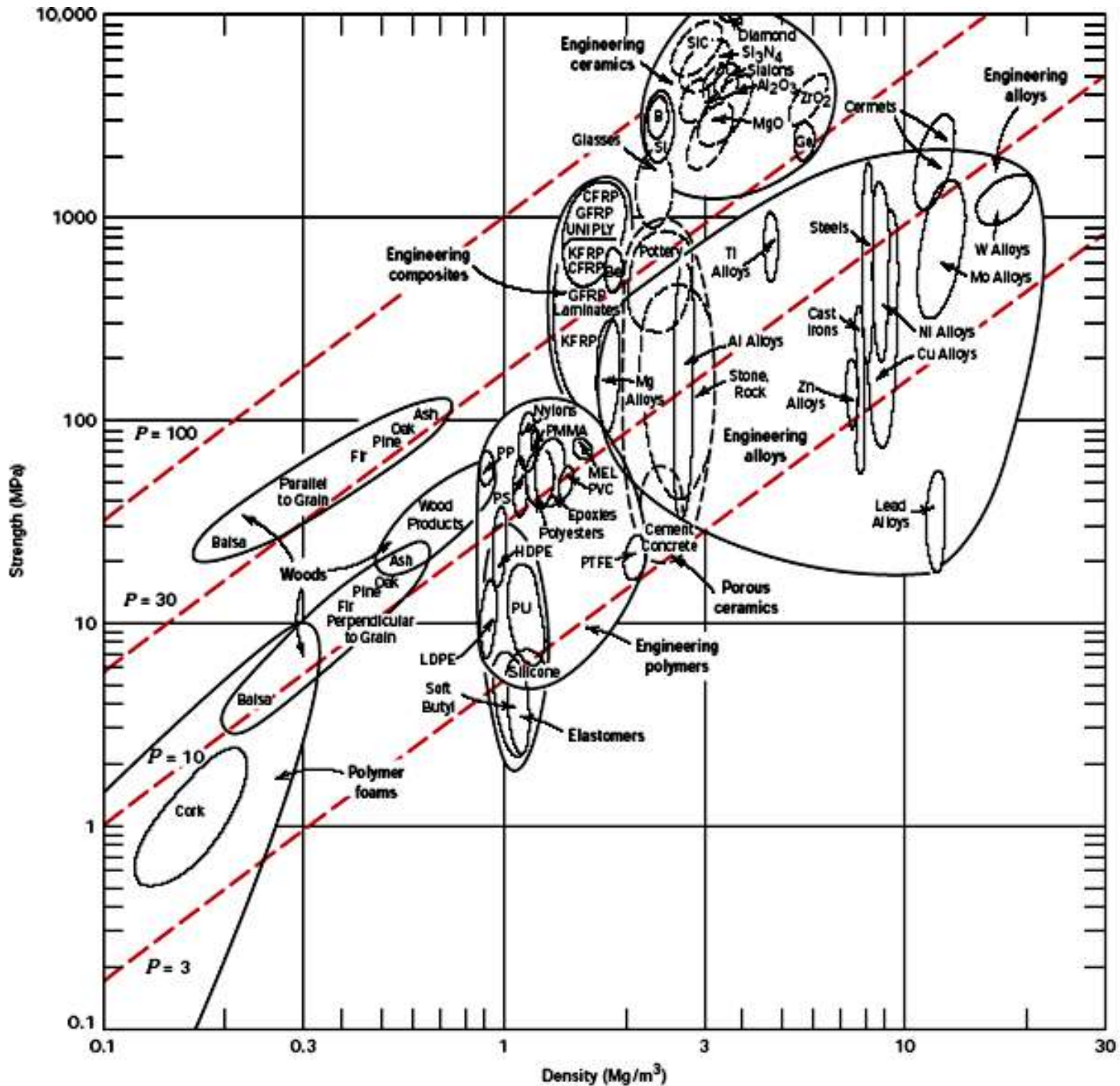
Primer paso:

Reconocido el problema, las condiciones de uso se escoge a cual familia de materiales debe pertenecer el material a seleccionar para un determinado componente.

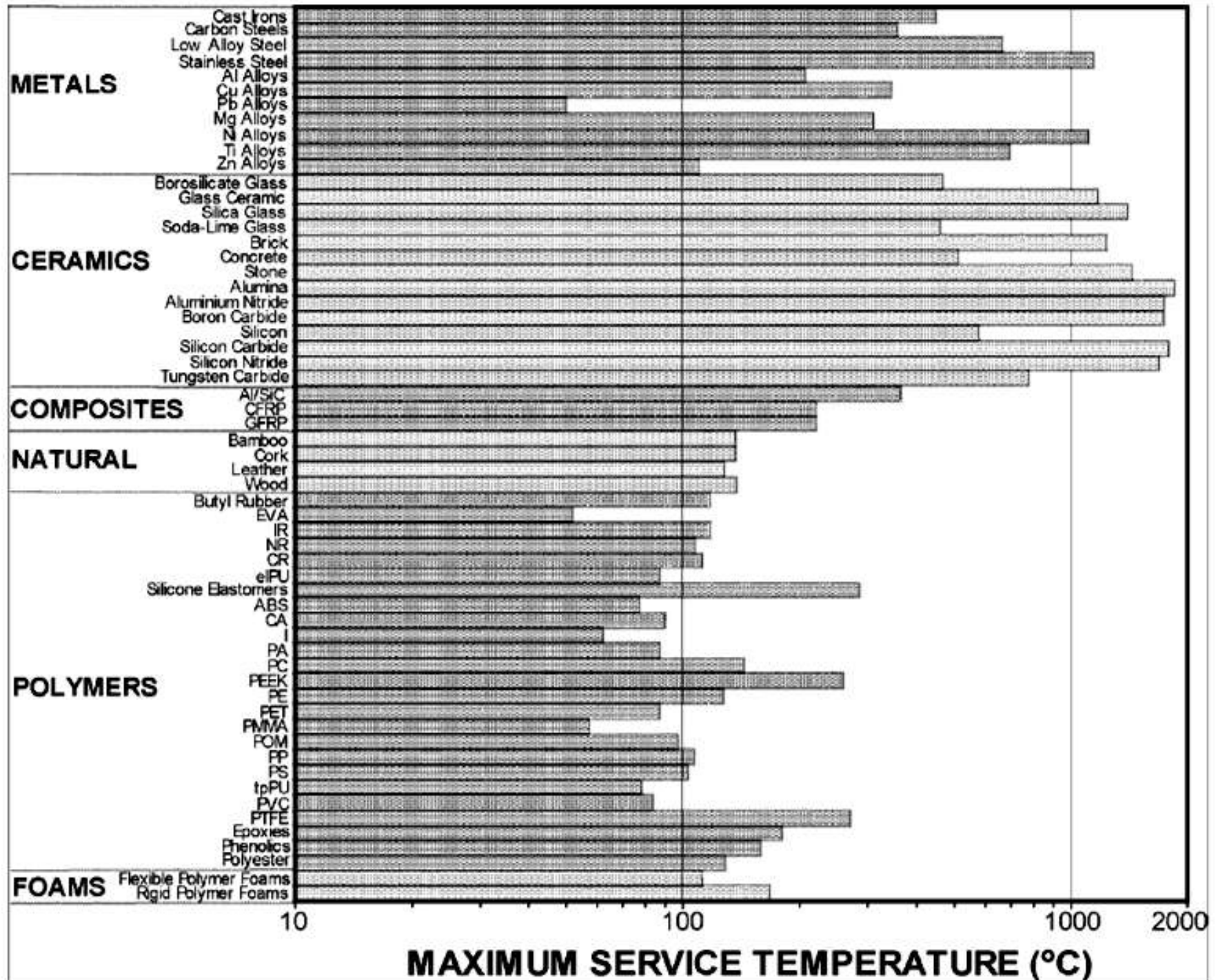
Segundo paso:

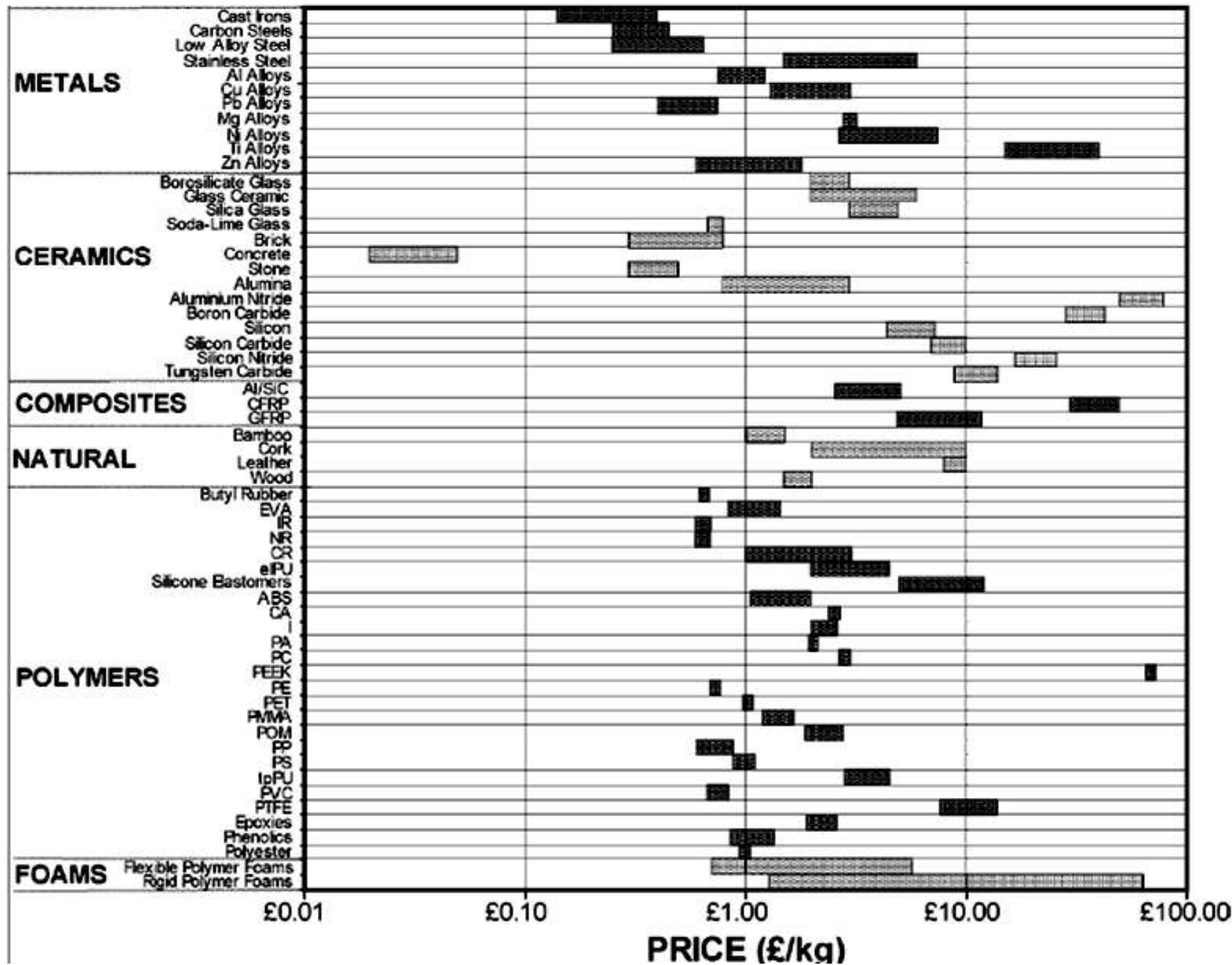
De toda la familia escogida, seleccionar que miembro es el más adecuado basándose en los criterios anteriores

Diagramas de comparación de propiedades



Màxima Temperatura de trabajo de material





¿Qué es un enlace?

Un enlace es la unión de dos átomos mediada por la transferencia o intercambio de electrones de las capas superiores de los átomos denominadas “electrones de valencia”.

Cuando dos átomos se enlazan, ambos alcanzan configuraciones electrónicas estables, semejantes a la de los gases nobles.

¿Que condiciones deben cumplirse para que ocurra el enlace?

El enlace ocurre porque existe afinidad química entre los átomos que forman el enlace.

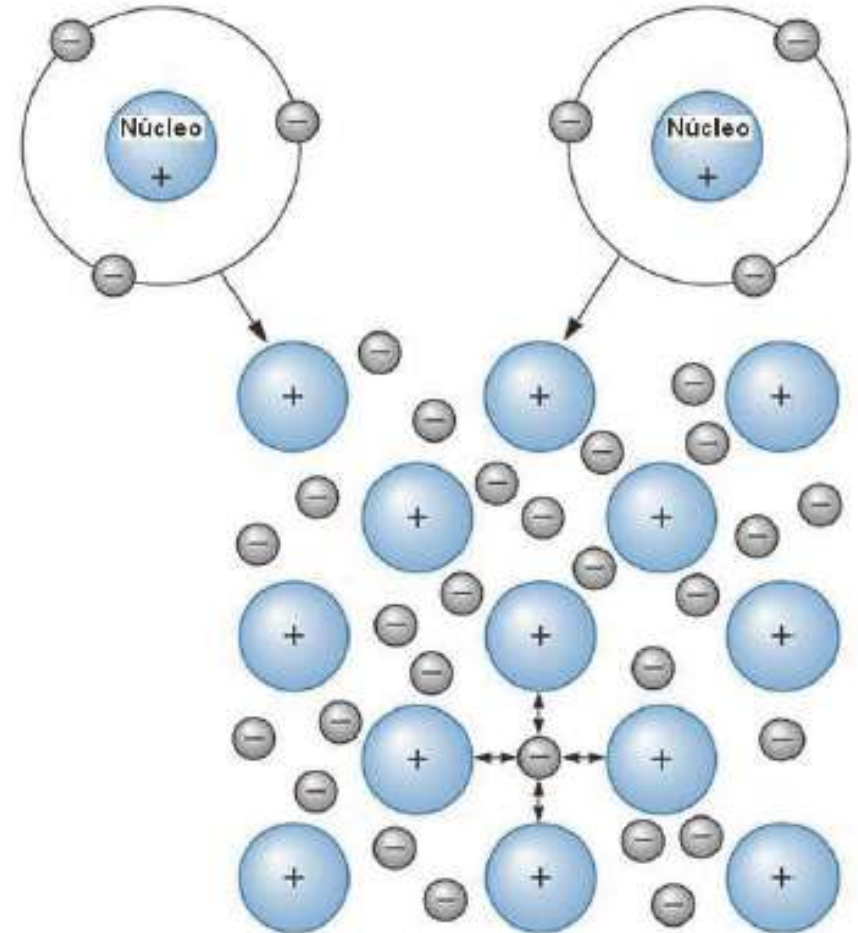
Los átomos deben tener sus niveles de electrones de valencia insaturados y el intercambio con entre átomos (enlace) debe completar los electrones de cada elemento enlazado, hasta llegar a la saturación.

Tipos de Enlace

- Metálico
- Covalente
- Iónico
- Secundario (van der Waals y puentes de hidrógeno)

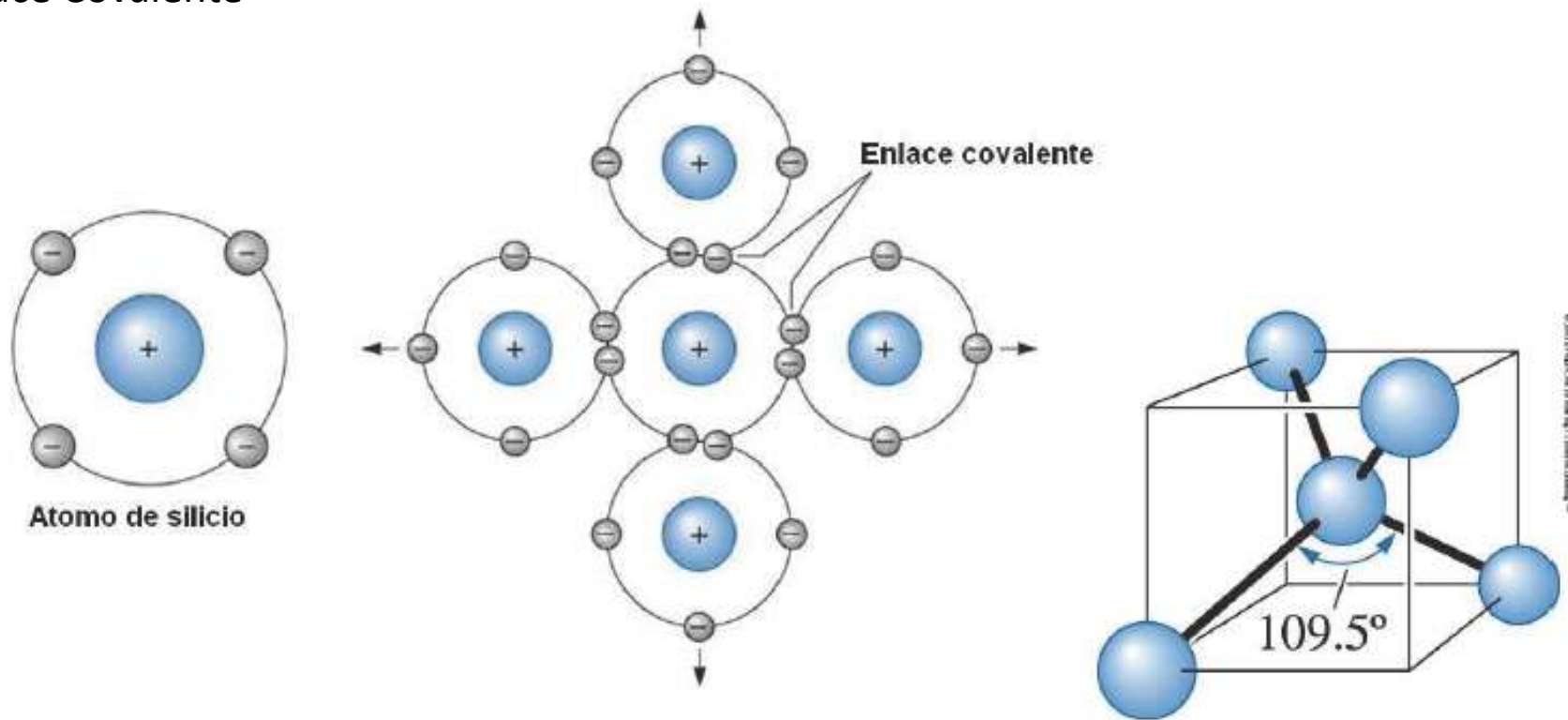
Enlace Metálico

- 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.



Este enlace no tiene direccionalidad, lo cual implica ductilidad

Enlace Covalente

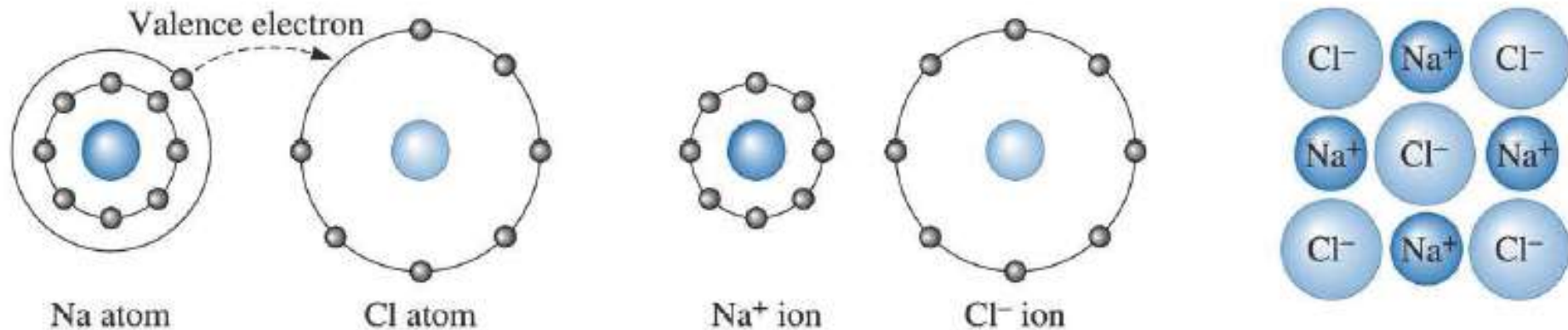


- Los electrones son compartidos entre átomos
- Cada uno de los átomos llena su orbital externo sp.
- En el caso del silicio, con valencia de cuatro. deben formarse cuatro enlaces covalentes.
- Los enlaces covalentes son direccionales. En el caso del silicio se forma una estructura tetraédrica, con ángulos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

Este enlace es altamente direccional, lo que indica elevada rigidez

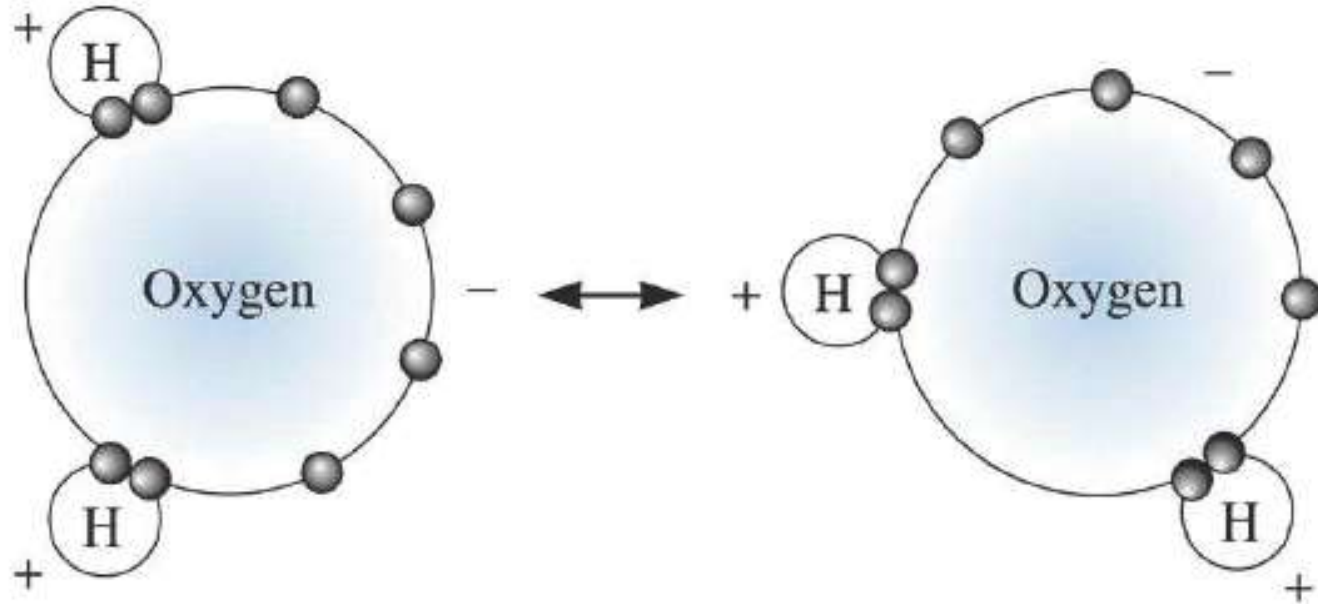
Enlace Iónico

- 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 **cación**; 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**.



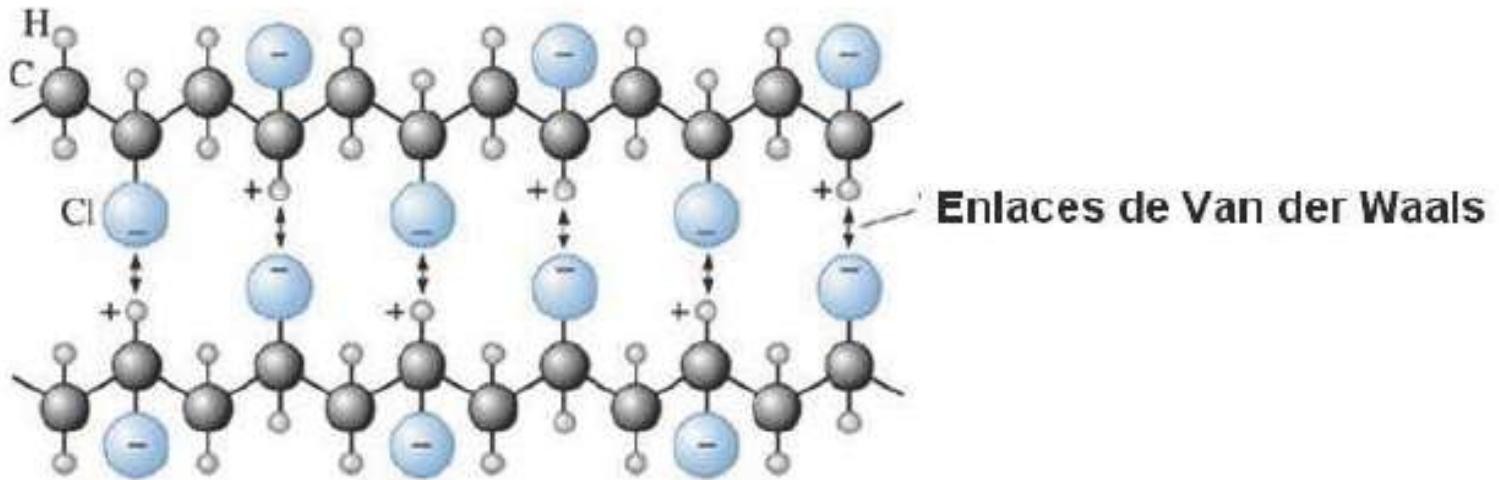
Enlaces Secundarios

- 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 **de hidrógeno**, ocurre cuando una de las regiones polarizadas está formada de átomos de hidrógeno.

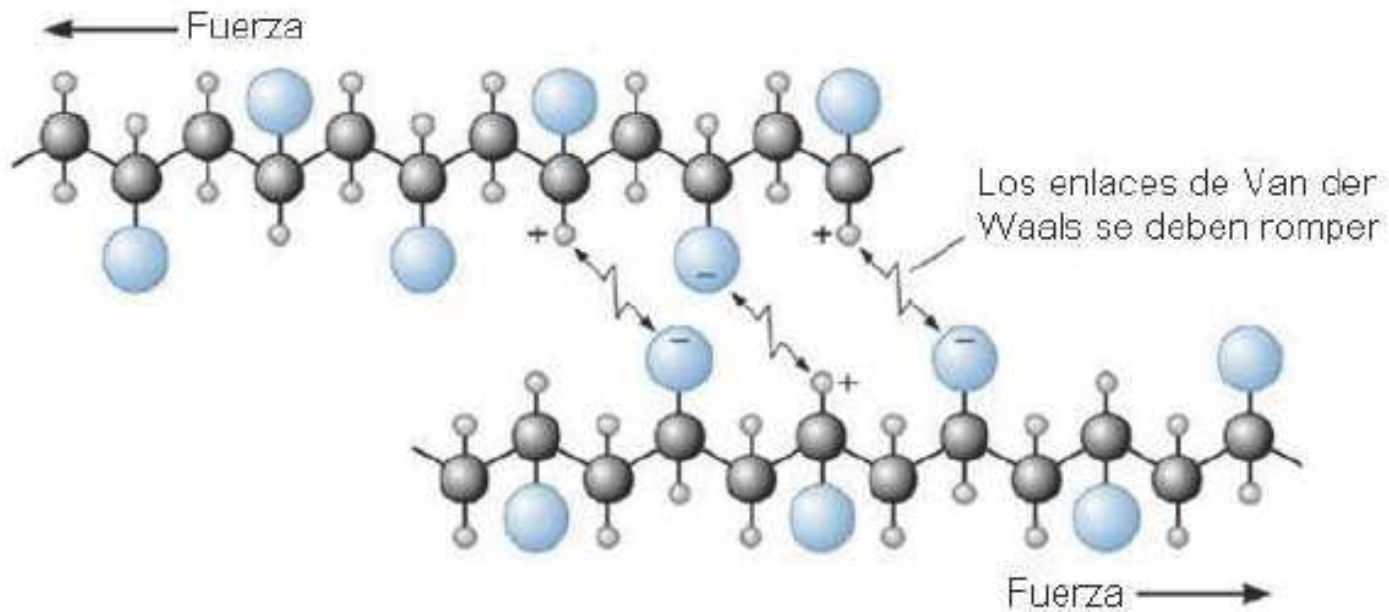


Enlaces Secundarios

(a)



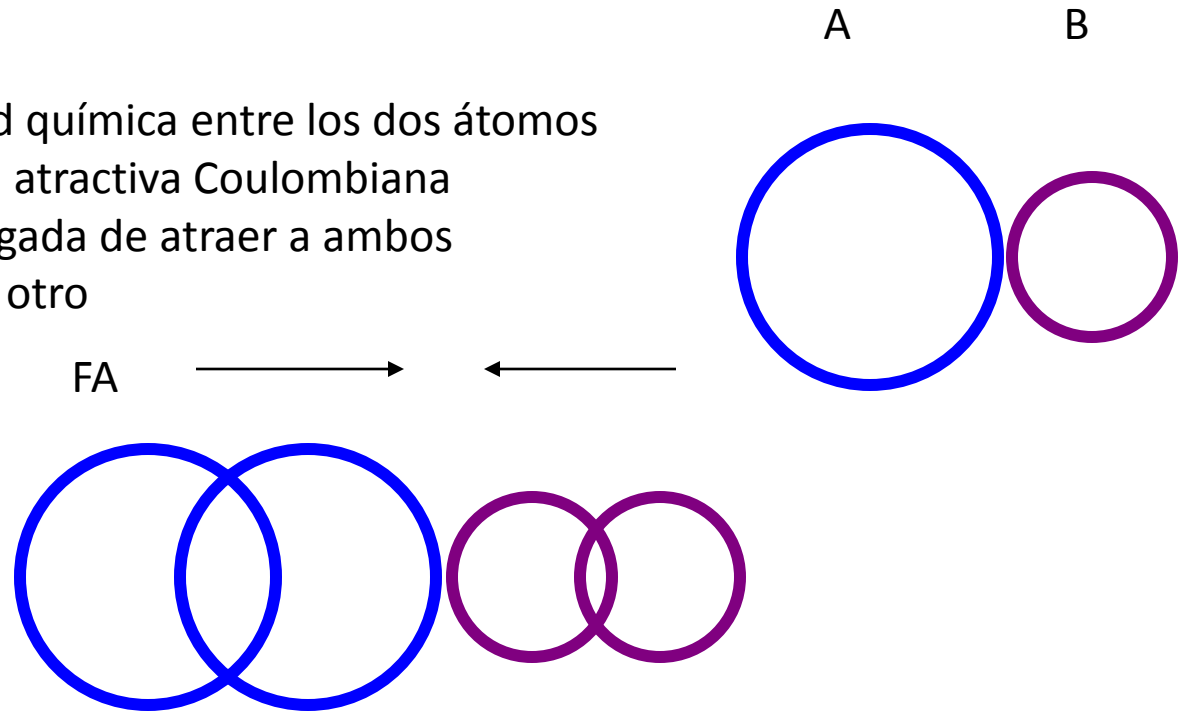
(b)



Fuerzas involucradas en el enlace

Tenemos un átomo A y otro B

Cuando existe la afinidad química entre los dos átomos A y B, existirá una fuerza atractiva Coulombiana (Electrostática) F_A encargada de atraer a ambos núcleos cerca el uno del otro



$$F_A = -\frac{k_1}{r^2}$$

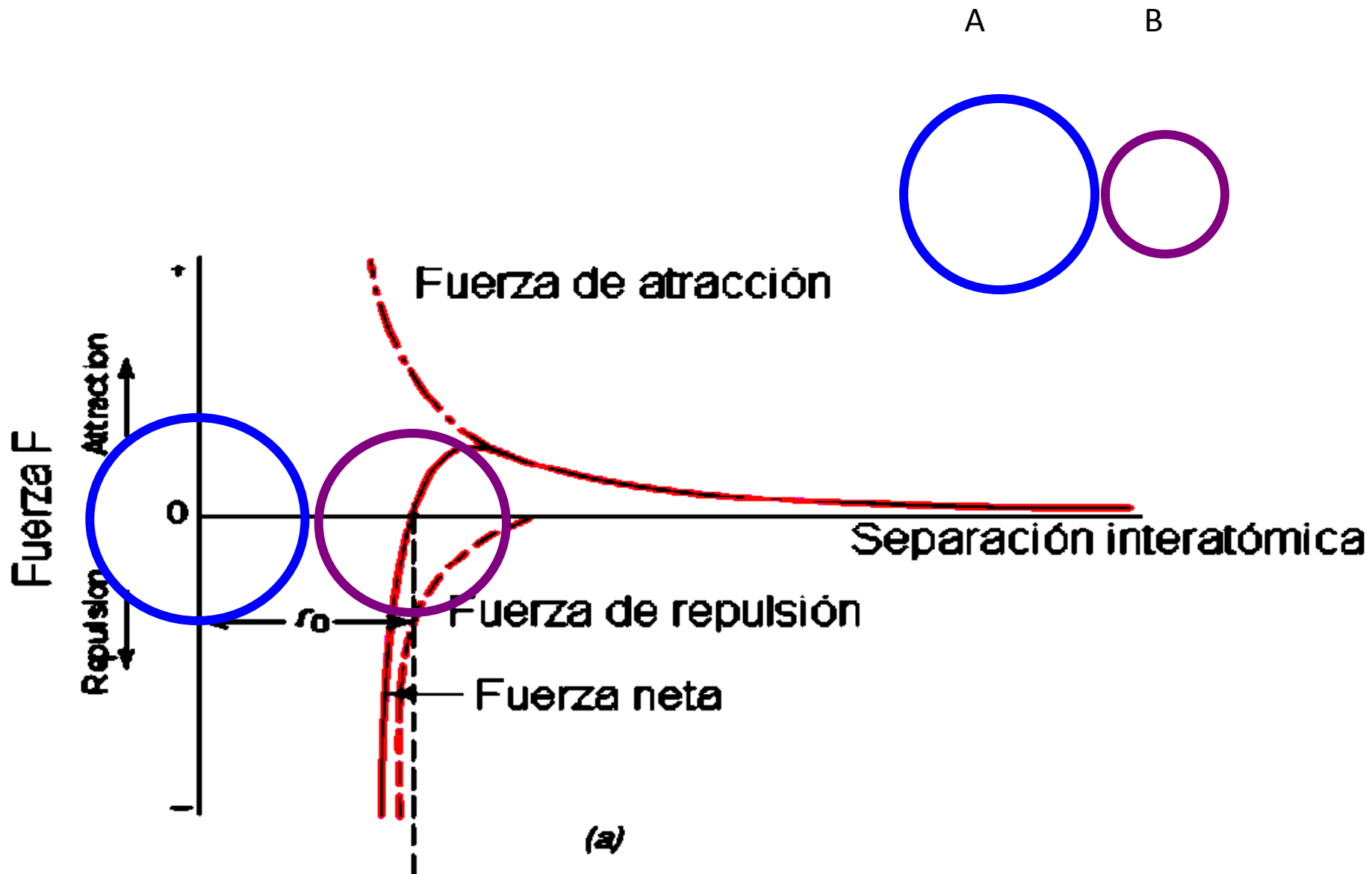
$$k_1 = -\frac{Z_A * Z_B * e^2}{4\pi\epsilon_0}$$

Z: valencia del ión (anión o catión) A ó B; e : carga del electrón = 1,6E-19 C

ϵ_0 : permitividad en el vacío = 8,85 E-12 C²/(N.m²)

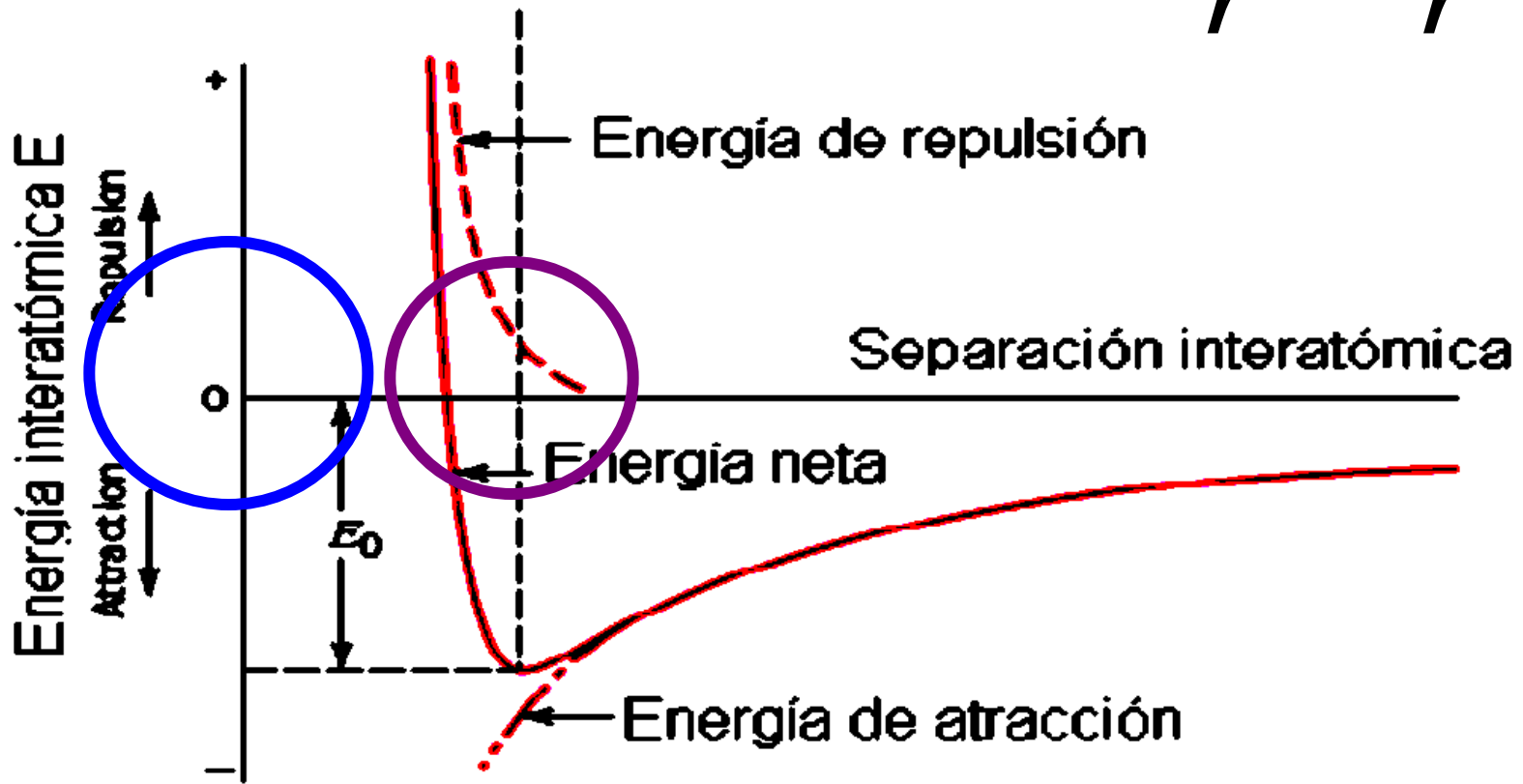
Fuerzas involucradas en el enlace

Tenemos un átomo A y otro B



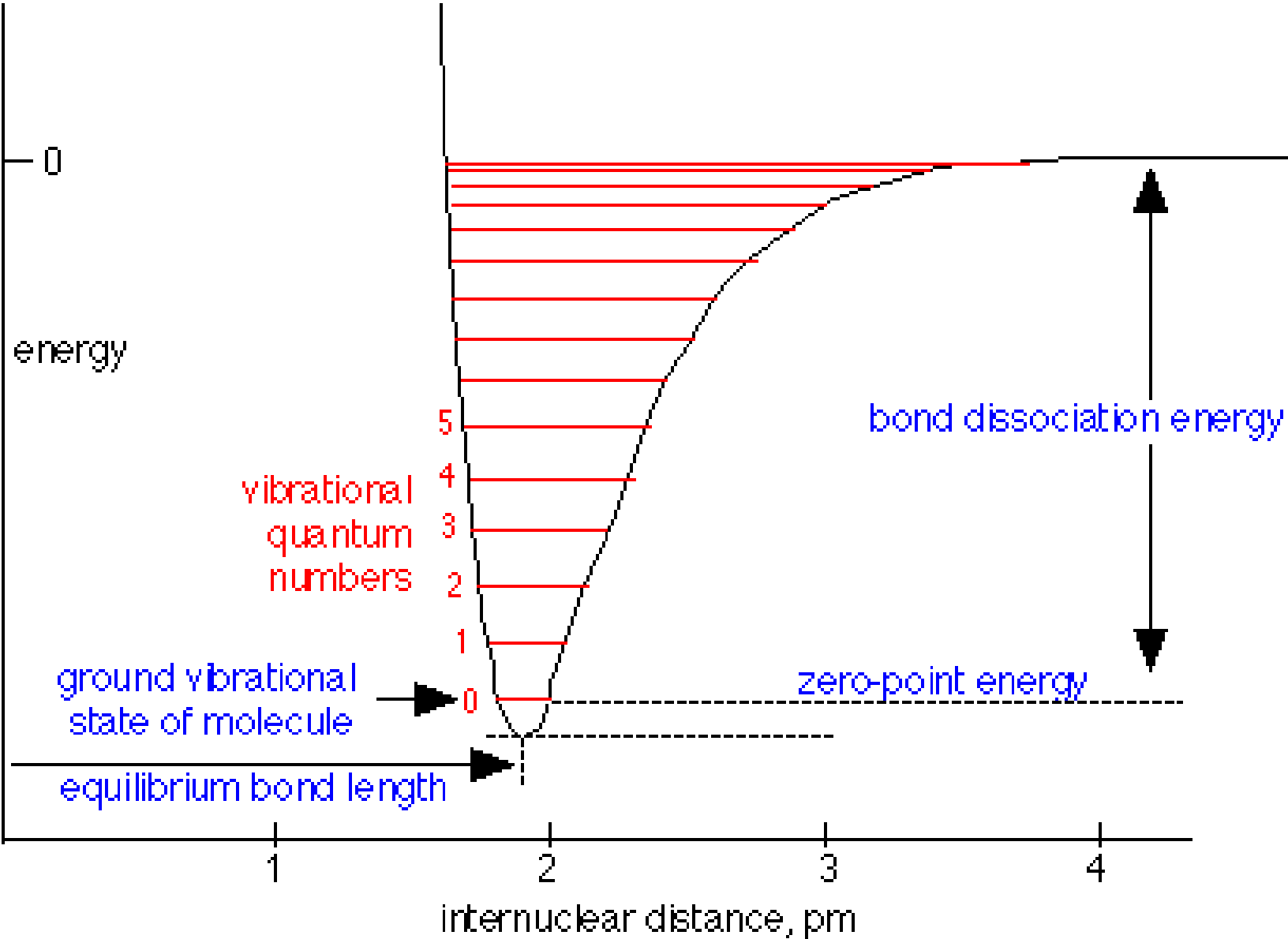
Energías involucradas en el enlace

$$E_{neta} = -\frac{A}{r} + \frac{B}{r^n}$$



(b)

Curva de potencial entre átomos enlazados



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

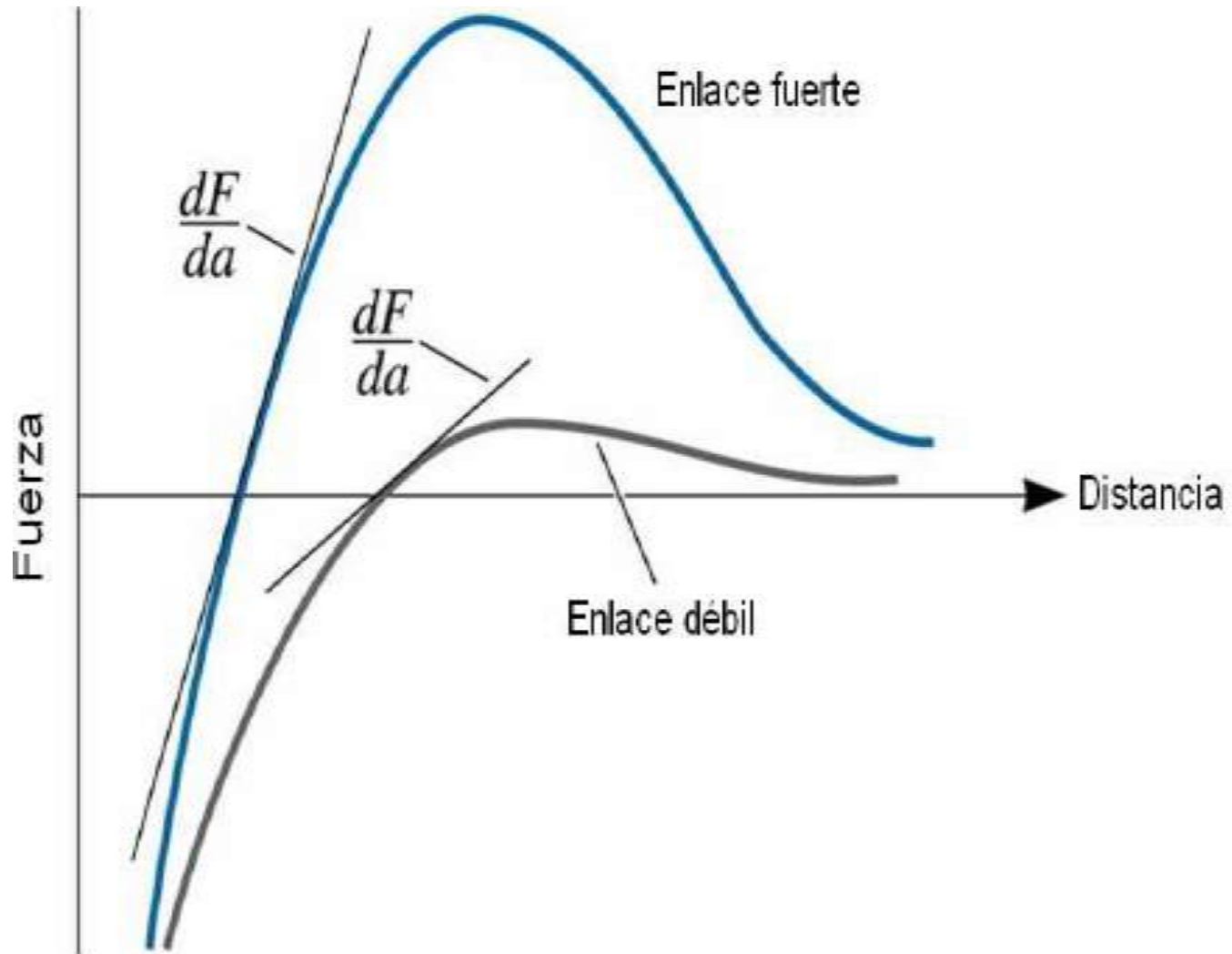
Distancia Interatómica: Es la distancia entre centros atómicos, estando los átomos en posición de equilibrio

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.

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

Fuerza de enlace y Módulo de elasticidad



Energía de enlace y coeficiente de expansión térmica

