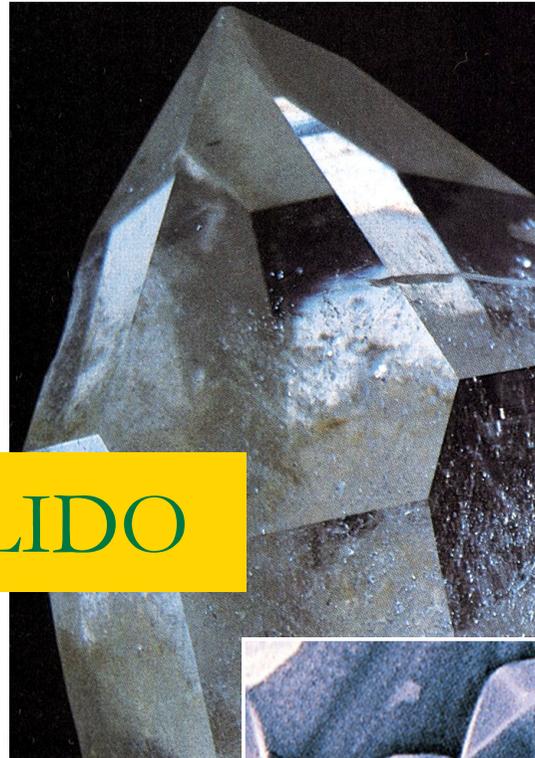
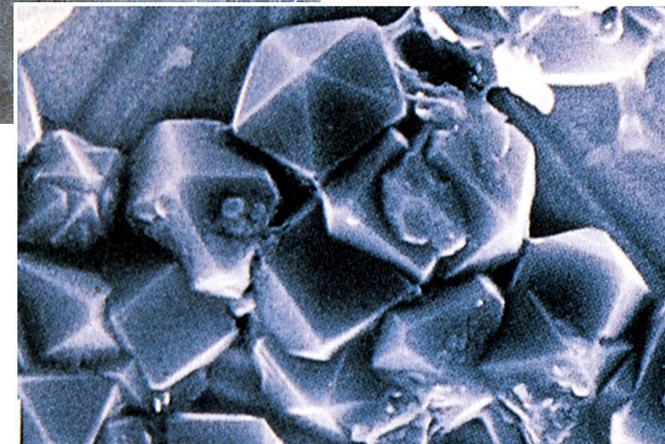


# TEMA 5: INTROD. AL ESTADO SÓLIDO

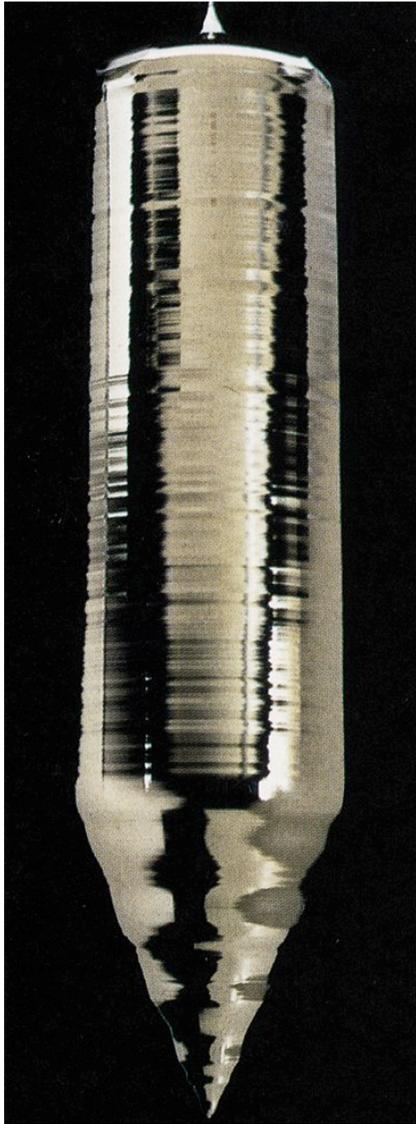


ESTADO SÓLIDO

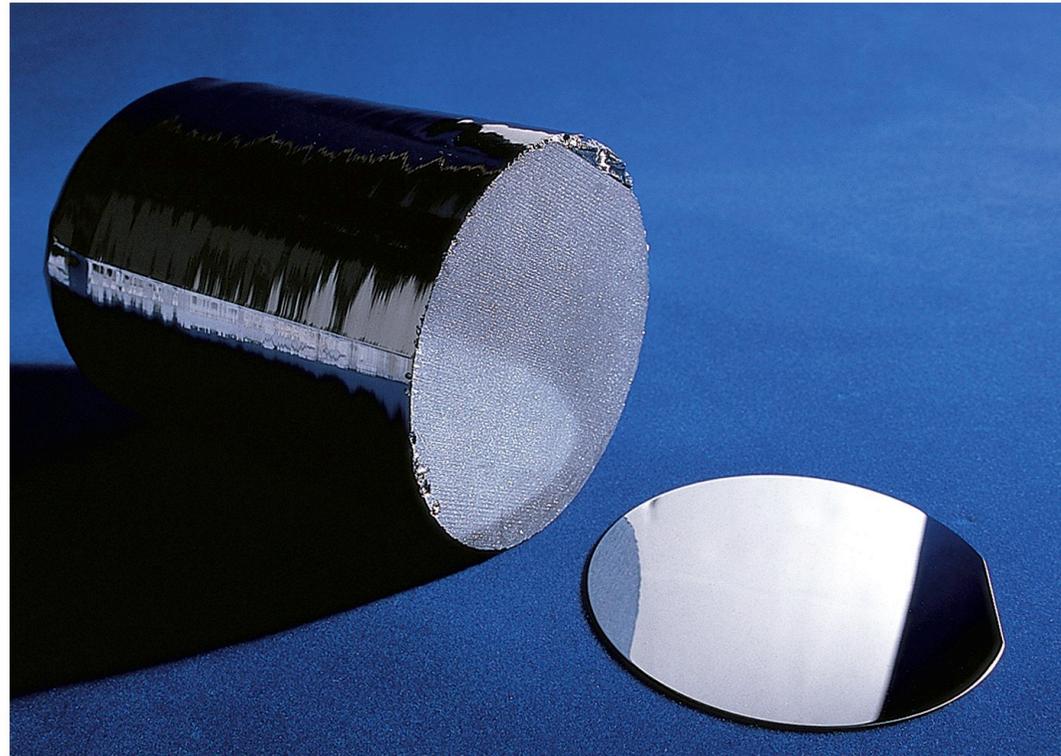


*Figuras p1143 y p1146, Tipler 5ª Ed*

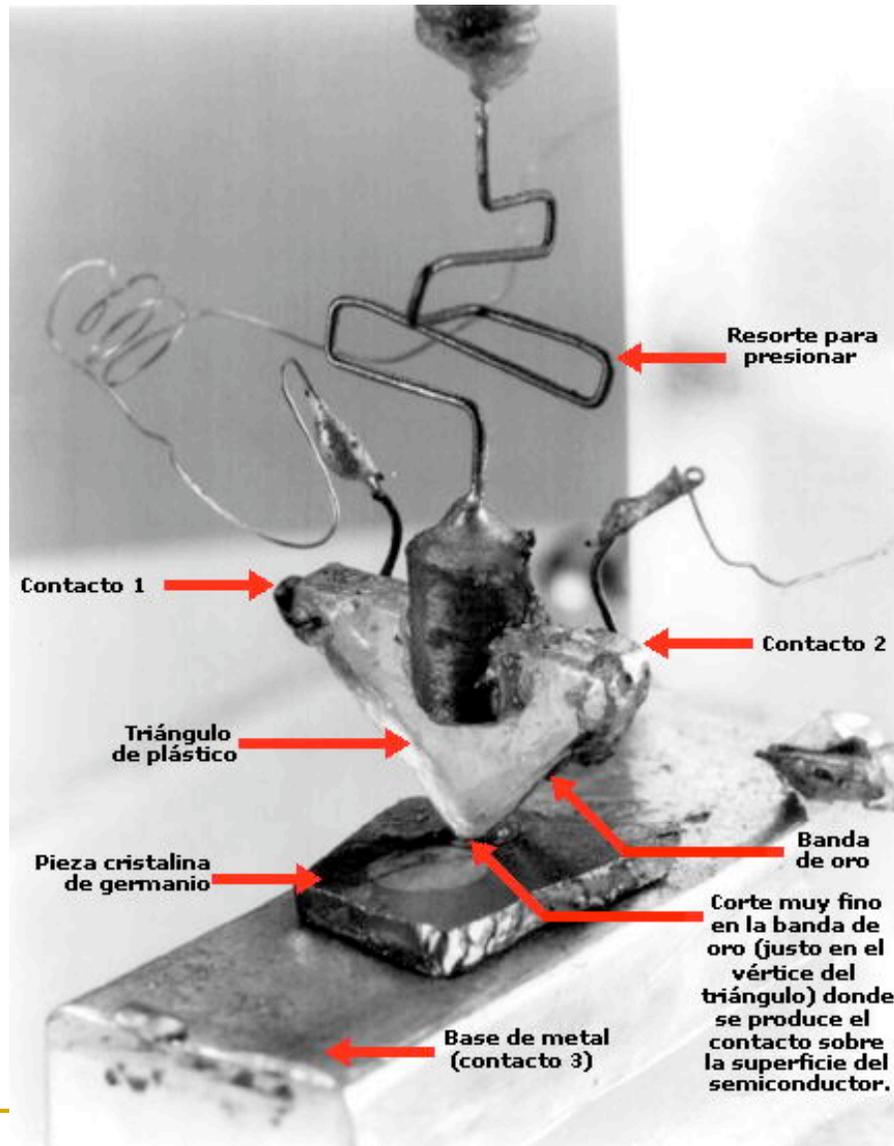
# TEMA 5: INTROD. AL ESTADO SÓLIDO



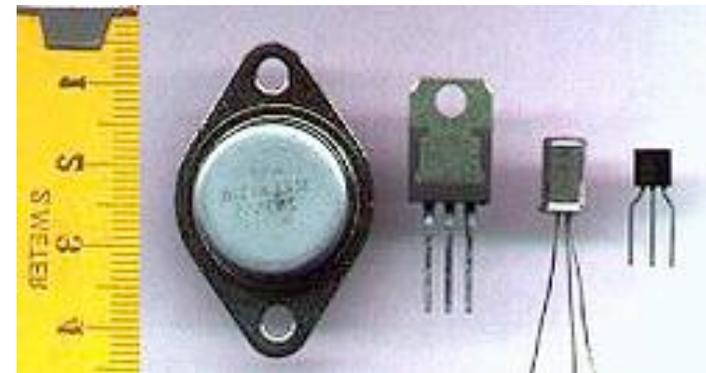
## SEMICONDUCTORES



# TEMA 5: INTROD. AL ESTADO SÓLIDO



## DISPOSITIVOS



<http://axxon.com.ar/zap/c-zapping0127.htm>

# TEMA 5: INTROD. AL ESTADO SÓLIDO

## 5.1 Enlace químico

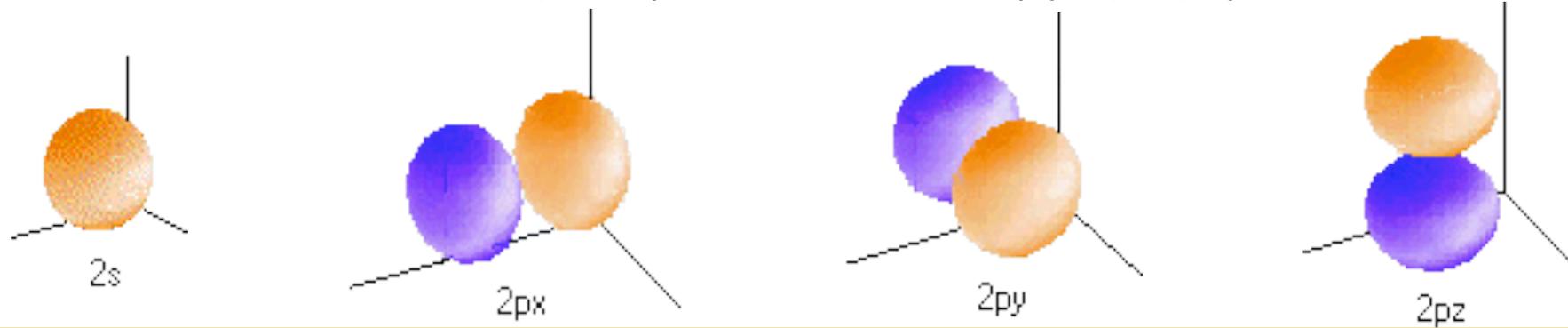
- Enlace químico: fuerza que mantiene unidos los átomos de un material.
  - = interacción mutua entre los electrones de valencia
- La naturaleza del enlace depende de:
  - La configuración electrónica de los propios átomos (número de electrones de la capa exterior, simetría de los estados ocupados)
  - El entorno del átomo en la red cristalina (tipo, número y disposición de los vecinos)

capa exterior

# TEMA 5: INTROD. AL ESTADO SÓLIDO

## 5.1 Enlace químico

- Átomos aislados: distribución de los electrones
  - Llenando capas interiores
  - Llenando parcialmente la capa exterior
  - Dentro de la capa, los electrones ocupan orbitales (*zonas donde hay un 95 % de probabilidad de encontrar un electrón*).
  - Ejemplos:
    - orbitales de tipo s (simetría esférica) y tipo p (simetría cilíndrica)



<http://w3.cnice.mec.es/eos/MaterialesEducativos/mem2002/quimica/index.html>

# TEMA 5: INTROD. AL ESTADO SÓLIDO

## 5.1 Enlace químico

- Átomos que forman moléculas: los electrones de la capa exterior de un átomo se enlazan con los de otros átomos

¿Cómo

- Tendencia: conseguir la estructura estable de los gases nobles que son inertes

Nº electrones en el orbital

- Los gases nobles tienen completa su capa exterior: 8 electrones repartidos en los orbitales:  $s^2$ ,  $p_x^2$ ,  $p_y^2$ ,  $p_z^2$ ; o de forma abreviada  $s^2 p^6$ .
- Los electrones de la capa exterior se ceden, se captan, se comparten ...

# TEMA 5: INTROD. AL ESTADO SÓLIDO

## 5.1 Enlace químico

### ■ Enlace IÓNICO O HETEROPOLAR :

- ❑ Se da entre átomos con electronegatividad muy diferente.
- ❑ Definición de electronegatividad
  - Electropositivo: átomo que tiende a ceder  $e^-$  con facilidad
  - Electronegativo: átomo que tiende a captar  $e^-$  con facilidad
- ❑ El enlace se forma al captar el átomo electronegativo el/los electrones del átomo electropositivo.
- ❑ El/los electrones cedidos se localizan en el átomo electronegativo → ion positivo y ion negativo
- ❑ Ejemplos de materiales con enlace iónico:
  - óxidos ( $Fe_2O_3$ ,  $MgO$ , etc.), sales ( $ClNa$ ,  $ClCs$ ,  $CO_3Ca...$ ), agua,  $H_2O$

# TEMA 5: INTROD. AL ESTADO SÓLIDO

## 5.1 Enlace químico

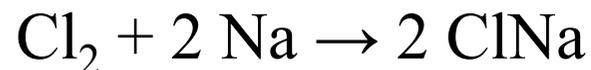
- Enlace **IÓNICO** O HETEROPOLAR (cont):

- Ejemplo de formación de moléculas: Fluoruro de aluminio



- El átomo de aluminio ( $1 s^2, 2 s^2p^6, 3 s^2p^1$ ) cede los 3 e<sup>-</sup>
- Cada átomo de flúor ( $1 s^2, 2 s^2p^5$ ) capta 1 e<sup>-</sup>

- Ejemplo de formación de moléculas: Sal común



- El átomo de sodio ( $1 s^2, 2 s^2p^6, 3 s^1$ ) cede 1 e<sup>-</sup>
- El átomo de cloro ( $1 s^2, 2 s^2p^6, 3 s^2p^5$ ) capta 1 e<sup>-</sup>

# TEMA 5: INTROD. AL ESTADO SÓLIDO

## 5.1 Enlace químico

- Enlace **IÓNICO** O HETEROPOLAR (características):
  - ❑ En este tipo de enlace la **cesión** de electrones es casi completa, es decir, cada átomo constituye un ión
  - ❑ Las fuerzas de enlace son de tipo electrostático
  - ❑ Estructura del sólido: tipo reticular, con los iones positivos y los iones negativos en los nudos del retículo
  - ❑ Constituyen cristales duros
  - ❑ No son buenos conductores térmicos, ni eléctricos

# TEMA 5: INTROD. AL ESTADO SÓLIDO

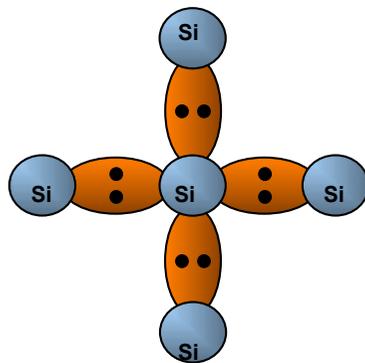
## 5.1 Enlace químico

- Enlace **COVALENTE** U HOMOPOLAR:
  - Se da entre átomos con electronegatividades elevadas pero no muy diferentes (por ej. átomos con 4 e<sup>-</sup> en la última capa)
  - El enlace se forma al compartir varios átomos los electrones de la última capa para así obtener 8 e<sup>-</sup> (s<sup>2</sup>p<sup>6</sup>)
  - Los electrones compartidos se localizan entre los átomos que los comparten
  - Enlace típico de:
    - química orgánica (CH<sub>4</sub>, CH<sub>3</sub>-CH<sub>2</sub>OH, etc.)
    - semiconductores (Ge, Si, AsGa, SCd...)
    - moléculas homopolares (Cl<sub>2</sub>, O<sub>2</sub>, etc.)

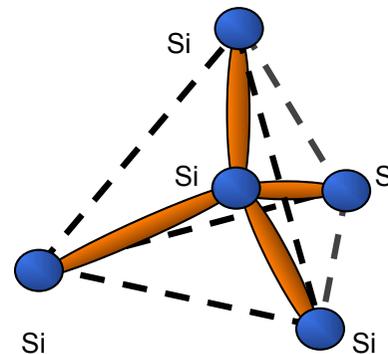
# TEMA 5: INTROD. AL ESTADO SÓLIDO

## 5.1 Enlace químico

- Enlace **COVALENTE** U HOMOPOLAR (cont):
  - SEMICONDUCTORES (Si o Ge)
    - Configuración electrónica última capa  $s^2p^2$ : se comparten 4 e<sup>-</sup> con otros 4 átomos
    - ¿**Cómo?**: los 2 orbitales **s** y los 2 orbitales **p** se “hibridan” para formar 4 orbitales iguales que llamamos **sp**



Representación plana



Representación tridimensional

tetraedro

# TEMA 5: INTROD. AL ESTADO SÓLIDO

## 5.1 Enlace químico

- Enlace **COVALENTE** O HOMOPOLAR (características):
  - ❑ Los electrones **se comparten** entre los átomos
  - ❑ Las fuerzas son debidas a la compartición de los electrones
  - ❑ Estructura del sólido: tipo reticular, con sólo los iones positivos en los nudos y los electrones entre ellos
  - ❑ Los cristales resultantes son duros, pero frágiles
  - ❑ Conducen poco el calor y la corriente eléctrica

# TEMA 5: INTROD. AL ESTADO SÓLIDO

## 5.1 Enlace químico

### ■ Enlace METALICO :

- ❑ Se da en los metales del sistema periódico (grupos I, II y III), caracterizados por tener pocos electrones de valencia
- ❑ El enlace se forma al constituir los electrones de valencia de cada átomo una nube electrónica que actúa como “pegamento” entre los iones metálicos positivos, situados en los nudos del retículo cristalino
- ❑ Los electrones no están localizados, sino que se mueven con cierta libertad dentro de la nube electrónica.

# TEMA 5: INTROD. AL ESTADO SÓLIDO

## 5.1 Enlace químico

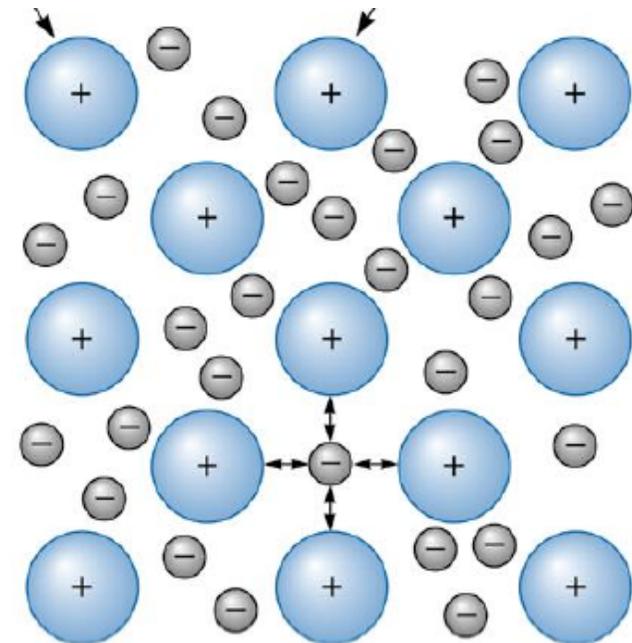
- Enlace METALICO (características):
  - ❑ Los electrones no se comparten, quedan libres en el **gas electrónico**
  - ❑ Las fuerzas de enlace son debidas al gas electrónico
  - ❑ Estructura del sólido: tipo reticular, con los iones positivos en los nudos del retículo y el gas electrónico rodeándolos
  - ❑ Son dúctiles y maleables
  - ❑ Alta conductividad térmica y eléctrica, ya que los electrones pueden moverse con libertad por la nube

# TEMA 5: INTROD. AL ESTADO SÓLIDO

## 5.1 Enlace químico

- Enlace METALICO (cont):

OMISO



<http://www.ing.udep.edu.pe/>

Universidad de Piura Facultad de Ingeniería QUÍMICA GENERAL 1

# TEMA 5: INTROD. AL ESTADO SÓLIDO

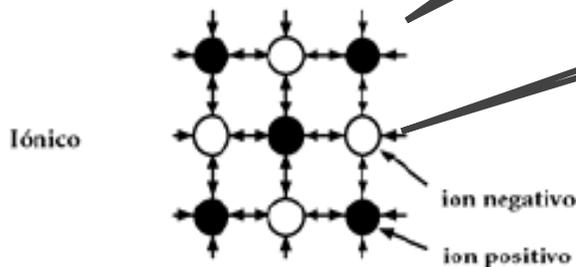
Iones positivos

Iones negativos

## 5.1 Enlace químico RESUMEN

TIPOS DE CRISTALES

Tipo



### Enlace iónico

- Átomos con electronegatividad muy diferente
- Electrones ligados al ión negativo → no conducen
- Iones + y - en nudos de la red cristalina

### Enlace covalente

- Átomos con electronegatividad elevada pero ~
- Orbitales moleculares con electrones compartidos → nada o poco conductores
- Sólo iones + en nudos de la red cristalina

### Enlace metálico

- Átomos electropositivos
- Electrones formando una nube o gas electrónico → muy conductores
- Sólo iones + en nudos de la red cristalina

# TEMA 5: INTROD. AL ESTADO SÓLIDO

## Sistema Periódico

Número atómico	79	Símbolo
Peso atómico	196,96655	Nombre
Estado de oxidación	Oro	
Densidad (g/ml) a 300K, gases en g/l	1.3	Calor específico (J/g°C)
Punto de Fusión (K)	19.3	Electronegatividad según Pauling
Punto de Ebullición (K)	1337.6	Energía de la 1ª ionización (KJ/mol)
Radio Covalente	3130	Volumen atómico
	1.34	Estructura electrónica
	$[Xe]4f^{14}5d^{10}6s^1$	

<http://www.manuelriesgo.com/documentos.htm>

# TEMA 5: INTROD. AL ESTADO SÓLIDO

## Sistema Periódico

2	He
4,002602	
Helio	
-	5.193
0.179	-
0.95	2372
4.22	31.8
0.93	
2 1s	

10	Ne
20,1797	
Neón	
-	1.03
0.900	-
24.55	2081
27.1	16.7
0.71	
[He]2s <sup>2</sup> 2p <sup>6</sup>	

18	Ar
39,948	
Argón	
-	0.52
1.784	-
83.8	1521
87.3	24.2
0.98	
[Ne]3s <sup>2</sup> 3p <sup>6</sup>	

<http://www.manuelriesgo.com/documentos.htm>

# TEMA 5: INTROD. AL ESTADO SÓLIDO

## Sistema Periódico

VIIb		VIII				Ib	IIb
<b>25</b> 54,93805 <b>Mn</b> Manganeseo 2.3.4.6.7 0.479 7.43 1.55 1519 717 2335 7.39 1.17 [Ar]3d <sup>5</sup> 4s <sup>2</sup>	<b>26</b> 55,845 <b>Fe</b> Hierro 2.3 0.449 7.86 1.83 1811 763 3135 7.1 1.17 [Ar]3d <sup>6</sup> 4s <sup>2</sup>	<b>27</b> 58,9332 <b>Co</b> Cobalto 2.3 0.421 8.9 1.88 1768 760 3201 6.7 1.16 [Ar]3d <sup>7</sup> 4s <sup>2</sup>	<b>28</b> 58,6934 <b>Ni</b> Niquel 2.3 0.444 8.9 1.91 1726 737 3187 6.6 1.15 [Ar]3d <sup>8</sup> 4s <sup>2</sup>	<b>29</b> 63,546 <b>Cu</b> Cobre 1.2 0.385 8.96 1.9 1356.6 746 2836 7.1 1.17 [Ar]3d <sup>10</sup> 4s <sup>1</sup>	<b>30</b> 65,39 <b>Zn</b> Zinc 2 0.388 7.14 1.65 692.7 906 1180 9.2 1.25 [Ar]3d <sup>10</sup> 4s <sup>2</sup>		
<b>43</b> [98] <b>Tc</b> Tecnecio 7 0.212 11.5 1.9 2477 702 4538 8.5 1.27 [Kr]4d <sup>6</sup> 5s <sup>1</sup>	<b>44</b> 101,07 <b>Ru</b> Rutenio 2.3.4.6.8 0.238 12.2 2.2 2607 710 4423 8.3 1.25 [Kr]4d <sup>7</sup> 5s <sup>1</sup>	<b>45</b> 102,9055 <b>Rh</b> Rodio 2.3.4 0.243 12.4 2.28 2236 720 3970 8.3 1.25 [Kr]4d <sup>8</sup> 5s <sup>1</sup>	<b>46</b> 106,42 <b>Pd</b> Paladio 2.4 0.244 12.0 2.2 1825 804 3237 8.9 1.28 [Kr]4d <sup>10</sup>	<b>47</b> 107,8682 <b>Ag</b> Plata 1 0.235 10.5 1.93 1235.1 731 2436 10.3 1.34 [Kr]4d <sup>10</sup> 5s <sup>1</sup>	<b>48</b> 112,411 <b>Cd</b> Cadmio 2 0.231 8.65 1.69 594.2 868 1040 13.1 1.48 [Kr]4d <sup>10</sup> 5s <sup>2</sup>		

<http://www.manuelriesgo.com/documentos.htm>

