

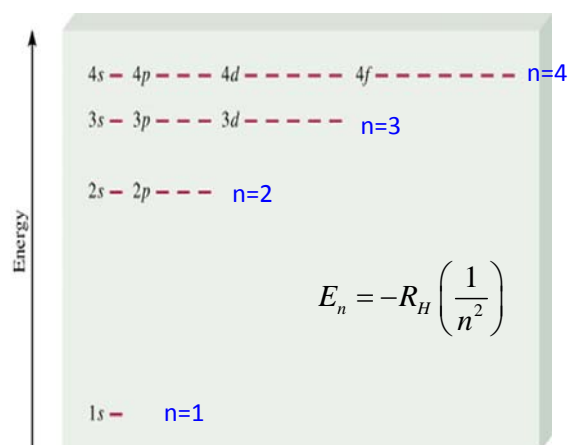
ESTRUCTURA ELECTRÓNICA

- Átomos polieletrónicos
- Espín y configuraciones electrónicas
- Número y masa atómicos (isótopos)
- Tabla periódica y configuraciones electrónicas

Átomos polieletrónicos

Átomos con un solo electrón:

La energía depende solamente del número cuántico principal (n)



Orbitales degenerados
(igual energía)

En los átomos con más de
un electrón esto cambia

Átomos polielectrónicos**Estructura**

En un átomo polielectrónico neutro el número de electrones es igual al número de protones que hay en el núcleo (Z).

Ejemplos:

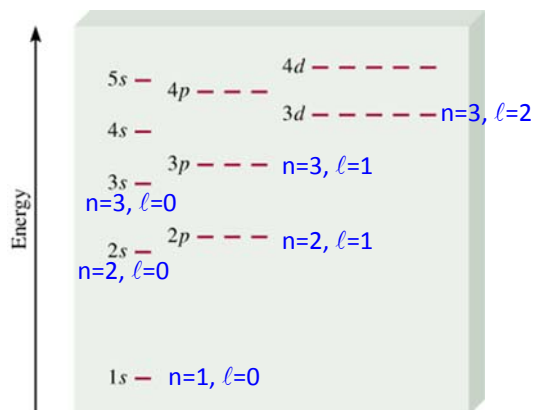
Be $Z=4 \rightarrow 4$ protones y 4 electrones

Al $Z=13 \rightarrow 13$ protones y 13 electrones

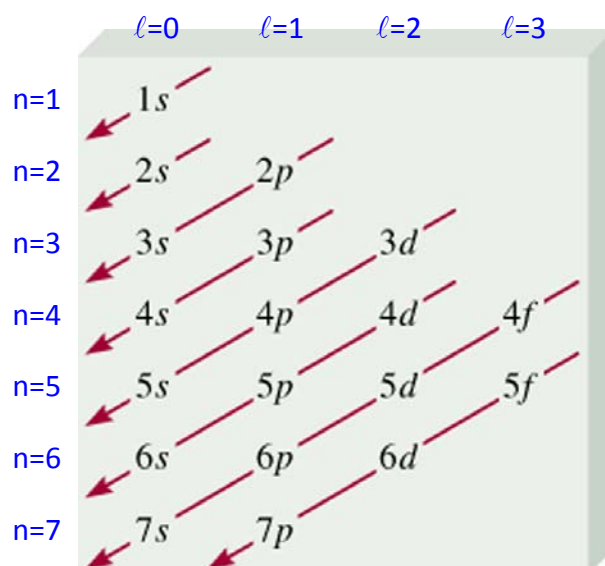
La energía NO depende solamente del número cuántico principal (n)
También depende de número cuántico de momento angular (ℓ)

En los átomos con más de un electrón hay repulsión entre los electrones (todos tienen la misma carga)

¿Cómo se distribuyen estos electrones en los orbitales atómicos?

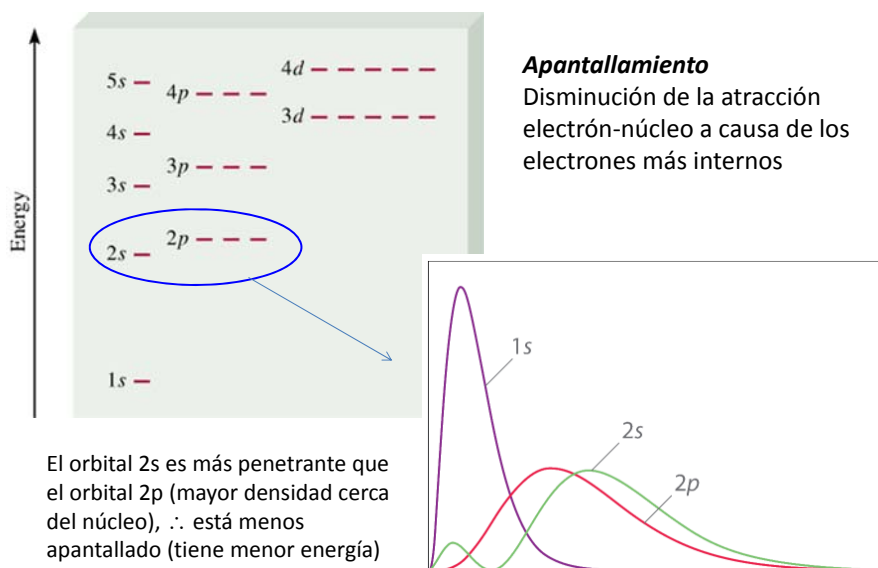
**Átomos polielectrónicos****Estructura**

Orden de llenado de los subniveles atómicos en un átomo polielectrónico



Átomos polieletrónicos

Estructura



Átomos polieletrónicos

Estructura

Orden de llenado de los subniveles atómicos en un átomo polieletrónico

1. El llenado de los orbitales se hace empezando por los de menor energía

Pero... ¿cuántos electrones puede haber en cada orbital?

Principio de exclusión de Pauli: no es posible que dos electrones de un átomo tenga los mismos cuatro números cuánticos

$\Psi(n, \ell, m_\ell, m_s)$ Para cada orbital n , ℓ , y m_ℓ son iguales y los valores posibles de m_s son dos: $+1/2$ y $-1/2$, por lo tanto el número máximo de electrones en cada orbital atómico es 2

2. En cada orbital pueden ubicarse como máximo 2 electrones

Ejemplo: orbitales (o subcapa) 3d

En esta subcapa hay 5 orbitales 3d degenerados (con = energía) porque para orbitales d, $\ell=2$ y por lo tanto m_ℓ tiene 5 valores posibles (-2, -1, 0, 1, 2)

Si en cada uno de ellos puede haber hasta 2 electrones, entonces en un orbital 3d puede haber hasta 10 electrones.

El número de electrones se representa como superíndice (ej. $3d^8$ representa a un orbital 3d con 8 electrones)

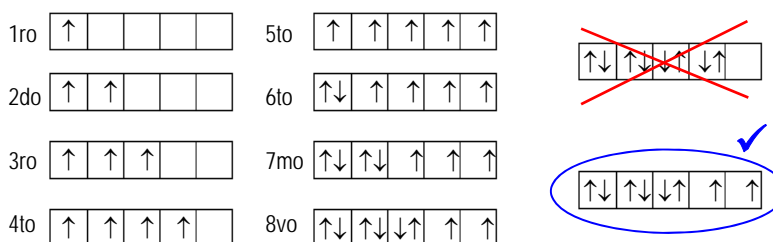
Átomos polieletrónicos**Estructura****Orden de llenado de los subniveles atómicos en un átomo polieletrónico**

¿Cómo llenar cuando el número de electrones es menor que el número máximo permitido para el subnivel (o subcapa)?

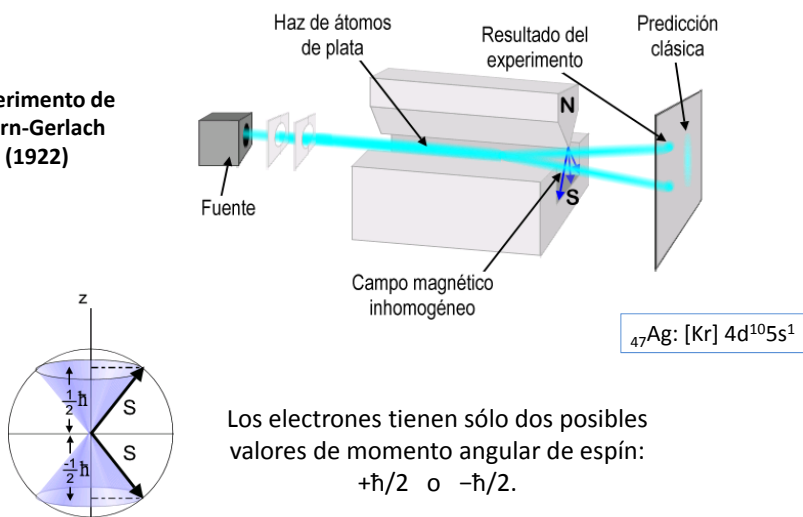
Regla de Hund: para orbitales degenerados la distribución electrónica de menor energía es aquella en la cual el número de electrones con el mismo espín es máximo.

3. Los electrones se ubican en el conjunto de orbitales degenerados de uno en uno, cuando todos los orbitales tienen 1 electrón entonces se empiezan a ubicar los segundos.

Ejemplo:
3d⁸

**Espín y configuración electrónica****Estructura****¿cómo reaccionan los átomos a un campo magnético?**

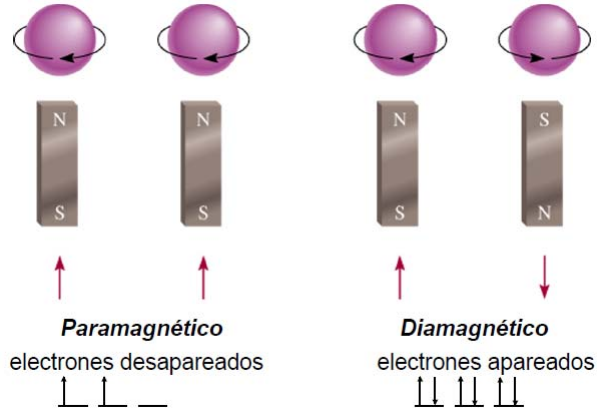
Experimento de Stern-Gerlach (1922)



Espín y configuración electrónica

Estructura

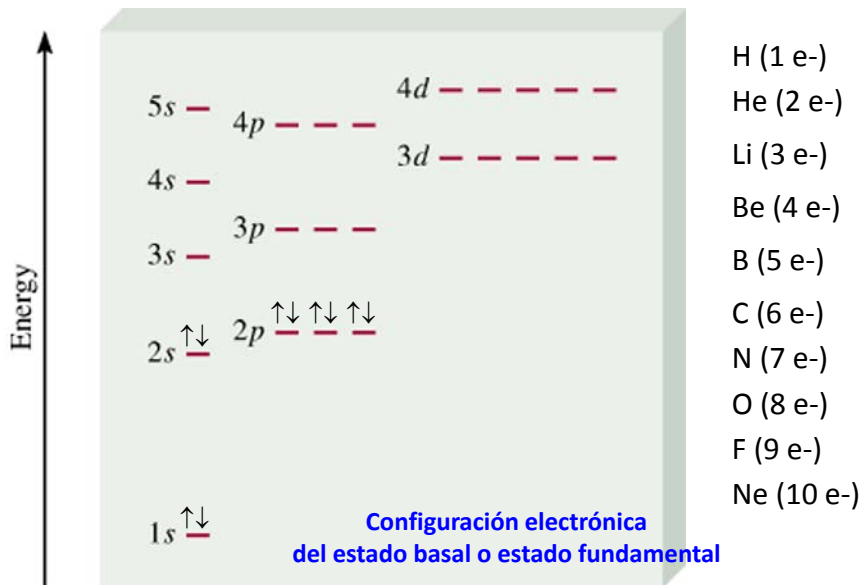
¿cómo reaccionan los átomos a un campo magnético?



Átomos polielectrónicos

Estructura

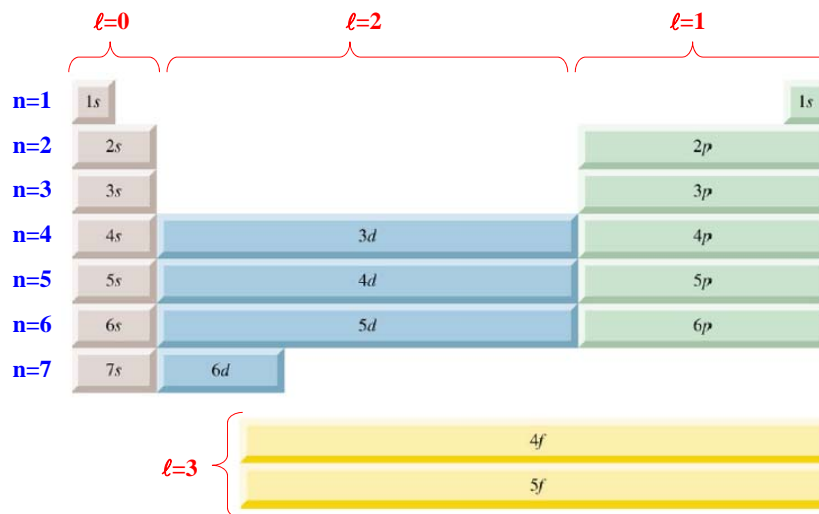
Orden de llenado de los subniveles atómicos en un átomo polielectrónico



Átomos polieletrónicos

Estructura

Tipo de subnivel más externo ocupado por electrones



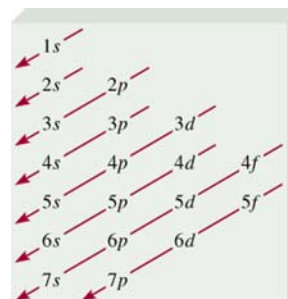
Átomos polieletrónicos

Estructura



Ejercicios

- 1.- Escriba la configuración electrónica del átomo de magnesio (Mg) neutro en su estado basal ($Z=12$)
- 2.- Diga cuales son los números cuánticos posibles para el electrón más externo de átomo de cloro (Cl) neutro en su estado basal ($Z=17$)
- 3.- Indica el número total de:
 - a) Electrones p en el átomo de F ($Z=9$).
 - b) Electrones s en el átomo de P ($Z=15$).
 - c) Electrones 3d en el átomo de Co ($Z=27$).
- 4.- En cada caso indica si se trata de la configuración del estado basal o si es un estado excitado del átomo.
 - a) [Ne] $3s^2 3p^3$
 - b) [He] $3s^1$
 - c) [Ar] $4s^2 3d^6$
- 5.- Diga si los átomo de neón ($Z=10$) y oxígeno ($Z=8$) son diamagnéticos o paramagnéticos.



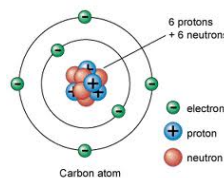
Número y masa atómicos e isótopos**Estructura**

Átomo: Bloques básicos que conforman la materia. Son las unidades más pequeñas de un elemento químico, que conservan las propiedades de dicho elemento.

Están compuestos por *partículas subatómicas* (*protones, neutrones y electrones*)

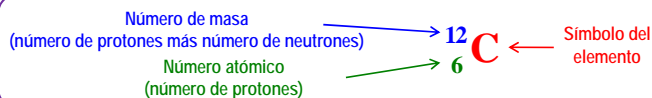
Los neutrones no tienen carga. Los protones y electrones tienen cargas iguales pero de signo contrario. Los protones positiva y los electrones negativa.

Los átomos son eléctricamente neutros, por lo que su número de electrones es igual a su número de protones.



Lo que caracteriza a un elemento químico es el **número de protones en el núcleo** de sus átomos (**número atómico**). Todos los átomos de un elemento tienen el mismo número de protones en su núcleo.

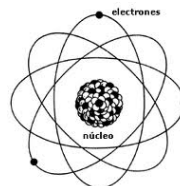
Sin embargo los átomos de un mismo elemento pueden diferenciarse en su número de neutrones y por lo tanto en su masa. Los átomos con **igual número de protones pero diferente número de neutrones** se conocen como **isótopos**.

**Número y masa atómicos e isótopos****Estructura**

Comparación protón, neutrón, electrón:

Partícula	Carga (C)	Masa (uma)
Protón	1.602×10^{-19}	1.0073
Neutrón	0	1.0087
Electrón	-1.602×10^{-19}	5.486×10^{-4}

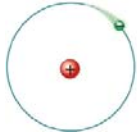
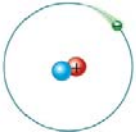
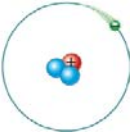

El núcleo contiene la mayor parte de la masa del átomo





Los átomos tienen masas extremadamente pequeñas (la masa del átomo más pesado que se conoce es de aproximadamente 4×10^{-22} g)

Es por esto que en lugar de usar gramos se usan las unidades de masa atómica

**Para cualquier elemento:
masa atómica (uma) = masa molar (g)**

Número y masa atómicos e isótopos		Estructura			
<p><i>Isótopos del hidrógeno:</i></p>	 <p><i>Hidrógeno</i> ${}^1_1\text{H}$</p> <p>1 protón 1 electrón</p>	 <p><i>Deuterio</i> ${}^2_1\text{H}$</p> <p>1 protón 1 electrón 1 neutrón</p>	 <p><i>Tritio</i> ${}^3_1\text{H}$</p> <p>1 protón 1 electrón 2 neutrones</p>	<p>Únicos isótopos con nombre propio</p>	
	<p>${}^{235}_{92}\text{U}$</p> <p><i>Uranio - 235</i></p> <p>Se utiliza en reactores nucleares y bombas atómicas</p>	<p>${}^{238}_{92}\text{U}$</p> <p><i>Uranio - 238</i></p> <p>No puede utilizarse directamente como combustible nuclear</p>	 <p>Diga el número de protones, neutrones y electrones de estos dos isótopos del uranio</p>		

Número y masa atómicos e isótopos		Estructura	
<p>La mayoría de los elementos químicos se encuentran en la naturaleza como mezclas de sus isótopos. La masa atómica promedio se determina usando las masas de los diferentes isótopos y su abundancia relativa.</p>			
<p>Ejemplo:</p>			
<p><i>Carbono-12</i></p> <p>${}^{12}_6\text{C}$</p>  <p>98.93%</p> <p>m= 12 uma</p>	<p><i>Carbono-13</i></p> <p>${}^{13}_6\text{C}$</p>  <p>1.07%</p> <p>m= 13.00335 uma</p>		
<p>m atómica promedio = $0.9893 \cdot 12 + 0.0107 \cdot 13.00335 = 12.01$ uma</p>			
<p>La masa atómica promedio de cada elemento (en uma) también se conoce como peso atómico o masa atómica y usualmente aparecen reportados en la tabla periódica</p>			

Número y masa atómicos e isótopos																		Estructura					
Tabla Periódica de los Elementos																							
1 H Hidrogeno 1.00794																	2 He Helio 4.003						
3 Li Litio 6.941	4 Be Berilio 9.012182																	5 B Boro 10.811	6 C Carbono 12.0107	7 N Nitrógeno 14.00674	8 O Oxígeno 15.9994	9 F Fluorina 18.9984032	10 Ne Neón 20.1797
11 Na Sodio 22.989770	12 Mg Magnesio 24.3050																	13 Al Aluminio 26.981538	14 Si Silicio 28.0855	15 P Fósforo 30.973761	16 S Azufre 32.066	17 Cl Cloro 35.4527	18 Ar Argón 39.948
19 K Potasio 39.0983	20 Ca Calcio 40.078	21 Sc Escandio 44.955910	22 Ti Titanio 47.867	23 V Vanadio 50.9415	24 Cr Cromo 51.9961	25 Mn Manganeso 54.938049	26 Fe Hierro 55.845	27 Co Cobalto 58.933200	28 Ni Níquel 58.6934	29 Cu Cobre 63.546	30 Zn Zinc 65.39	31 Ga Galio 69.723	32 Ge Germanio 72.61	33 As Arsénico 74.92160	34 Se Selenio 78.96	35 Br Bromo 79.904	36 Kr Kriptón 83.80						
37 Rb Rubidio 85.4678	38 Sr Estroncio 87.62	39 Y Yttrio 88.90585	40 Zr Zirconio 91.224	41 Nb Niobio 92.90638	42 Mo Molibdeno 95.94	43 Tc Tecnecio (98)	44 Ru Rutenio 101.07	45 Rh Rodanio 106.42	46 Pd Paladio 106.42	47 Ag Plata 107.8682	48 Cd Cadmio 112.411	49 In Indio 114.818	50 Sn Estaño 118.710	51 Sb Antimonio 121.760	52 Te Telurio 127.60	53 I Yodo 126.90447	54 Xe Xenón 131.29						
55 Cs Cesio 132.90545	56 Ba Bario 137.327	57 La Lantano 138.9055	72 Hf Hafnio 178.49	73 Ta Tantalio 180.9479	74 W Wolframio 183.84	75 Re Reniuro 186.207	76 Os Osmio 190.23	77 Ir Iridio 192.217	78 Pt Platino 195.078	79 Au Oro 196.96655	80 Hg Mercurio 200.59	81 Tl Talio 204.3833	82 Pb Plomo 207.2	83 Bi Bismuto 208.98038	84 Po Polonio (209)	85 At Astato (210)	86 Rn Radón (222)						
87 Fr Francio (223)	88 Ra Radium (226)	89 Ac Actinio (227)	104 Rf Rutherfordio (261)	105 Db Dubnio (262)	106 Sg Seaborgio (263)	107 Bh Bohrio (264)	108 Hs Hassium (265)	109 Mt Meitnerio (266)	110 Ds Darmstadtio (269)	111 Rg Roentgenio (272)	112 Cn Copernicio (277)												
58 Ce Cesio 140.116	59 Pr Praseodimio 140.90765	60 Nd Neodimio 144.24	61 Pm Prometio (145)	62 Sm Samario 150.36	63 Eu Europio 151.964	64 Gd Gadolinio 157.25	65 Tb Terbio 158.92534	66 Dy Dysprosio 162.50	67 Ho Holmio 164.93032	68 Er Erbio 167.26	69 Tm Termio 168.93421	70 Yb Yterbio 173.04	71 Lu Lutecio 174.967										
90 Th Torio 232.0381	91 Pa Protactinio 231.03888	92 U Uranio 238.0289	93 Np Neptunio (237)	94 Pu Plutonio (244)	95 Am Americio (243)	96 Cm Curcio (247)	97 Bk Berkelio (247)	98 Cf Californio (251)	99 Es Einsteinio (252)	100 Fm Fermio (257)	101 Md Mendelevio (258)	102 No Nobelio (259)	103 Lr Lawrencio (262)										

Número y masa atómicos e isótopos																		Estructura	
ión: átomo o grupo de átomos con carga positiva (catión) o negativa (anión)																			
<i>Se forman por ganancia (anión) o pérdida (catión) de electrones</i>																			
<i>Un proceso químico no altera el número de protones en el núcleo.</i>																			

Número y masa atómicas e isótopos**Estructura****Ejercicios**

- 11.- ¿Cuántos protones, neutrones y electrones hay en un átomo de:
- a) ^{23}Na b) ^{31}P
 c) ^{138}Ba d) ^{197}Au
- 12.- El magnesio tiene tres isótopos con número de masa 24, 25 y 26.
- a) Escriba el símbolo químico completo (subíndice y superíndice) de todos ellos.
 b) ¿Cuántos neutrones, protones y electrones hay en cada uno de ellos?
- 13.- Diga cuántos protones, neutrones y electrones hay en los siguientes iones:
- a) Na^+ b) O^{2-} *Auxílese de la TP*
 c) Ba^{2+} d) Cl^-
- 14.- Escriba el símbolo químico completo del átomo que tiene 82 protones, 82 electrones y 126 neutrones.
- 15.- El cloro que se encuentra en la naturaleza contiene 75.78% de ^{35}Cl con masa atómica igual a 34.969 uma, y 24.22% de ^{37}Cl con masa atómica igual a 36.966 uma. Calcule la masa atómica promedio, o peso atómico, del cloro.

Átomos polieletrónicos**Estructura****Problemario****UNIDAD 1****ÁTOMOS POLIELECTRÓNICOS, ESPIN Y CONFIGURACIONES ELECTRÓNICAS**

- 85.- ¿Cuáles de los cuatro números cuánticos determinan la energía de un electrón en un átomo de hidrógeno y en un átomo polieletrónico?
- 86.- ¿A cuáles subcapas corresponden los siguientes conjuntos de números cuánticos y cuál es el número máximo de electrones permitido para ocupar esas subcapas?
- a) $n=2, \ell=1$.
 b) $n=3; \ell=2$.
 c) $n=4, \ell=3$.
 d) $n=2, \ell=1, m_\ell=0$.
- 87.- Indica el número total de:
- a) Electrones p en el átomo de F ($Z=9$).
 b) Electrones s en el átomo de P ($Z=15$).
 c) Electrones 3d en el átomo de Co ($Z=27$).

Átomos polieletrónicos

Estructura

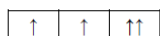


Probleuario

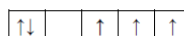
UNIDAD 1

ÁTOMOS POLIELECTRÓNICOS, ESPIN Y CONFIGURACIONES ELECTRÓNICAS

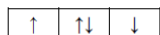
88.- ¿Cuáles de las siguientes porciones de diagramas de orbital que representan las configuraciones electrónicas del estado fundamental de ciertos elementos violan el principio de exclusión de Pauli y/o la regla de Hund?



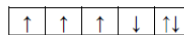
a)



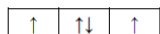
d)



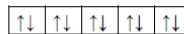
b)



e)



c)



f)

91.- ¿Cuál de las especies siguientes tiene más electrones no apareados? S^+ , S, o S^- . Explica cómo llegaste a la respuesta.

92.- Indica cuál de los siguientes conjuntos de números cuánticos son inaceptables en un átomo y explica por qué:

- $(1, 0, \frac{1}{2}, \frac{1}{2})$,
- $(3, 0, 0, +\frac{1}{2})$,
- $(2, 2, 1, +\frac{1}{2})$,
- $(4, 3, -2, +\frac{1}{2})$,
- $(3, 2, 1, 1)$.

Átomos polieletrónicos

Estructura



Probleuario

UNIDAD 1

ÁTOMOS POLIELECTRÓNICOS, ESPIN Y CONFIGURACIONES ELECTRÓNICAS

93.- Los siguientes conjuntos de números cuánticos corresponden a cinco electrones distintos del mismo átomo. Ordénalos por energía creciente. En caso de que dos tengan la misma energía escribe primero el que tenga el menor valor para m_l .

- 3, 2, -1, $+\frac{1}{2}$,
- 1, 0, 0, $+\frac{1}{2}$,
- 2, 1, 1, $-\frac{1}{2}$,
- 3, 2, 1, $+\frac{1}{2}$,
- 2, 0, 0, $+\frac{1}{2}$.

95.- Asigna un conjunto de cuatro números cuánticos a:

- Cada electrón del átomo de carbono.
- El electrón 4s del potasio.
- Todos los electrones p del azufre.
- Todos los electrones 3d del cobalto.

96.- Un átomo puede absorber un cuanto de energía y promover uno de sus electrones a un orbital de mayor energía. Cuando esto ocurre, se dice que el átomo está en un estado excitado. A continuación se proporcionan las configuraciones electrónicas de algunos átomos excitados. Identifica estos átomos y escribe sus configuraciones electrónicas en el estado fundamental:

- $1s^1 2s^1$,
- $1s^2 2s^2 2p^2 3d^1$,
- $1s^2 2s^2 2p^6 4s^1$,
- $[\text{Ar}] 4s^1 3d^{10} 4p^4$,
- $[\text{Ne}] 3s^2 3p^4 3d^1$.

Átomos polieletrónicos**Estructura****Problemario****UNIDAD 1****ÁTOMOS POLIELECTRÓNICOS, ESPIN Y CONFIGURACIONES ELECTRÓNICAS**

97.- Las configuraciones electrónicas siguientes corresponden a las especies hipotéticas A, B, D y E:

- a) ${}_3\text{A}: 1s^2 2p^1$,
- b) ${}_{16}\text{B}: 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^4$,
- c) ${}_6\text{D}: 1s^2 2s^2 2p^1 2d^1$,
- d) ${}_8\text{E}: 1s^2 2s^1 2p^5$,

¿Cuáles son los estados electrónicos de A, B, D y E (estado excitado, estado fundamental de un átomo o estado imposible)?