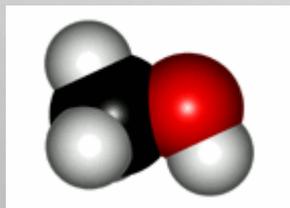


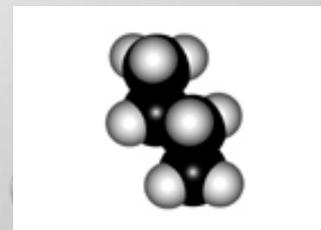
CAPITULO 2

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO

DRA. DIANA E. YANEZ SEVILLA



PH.D. DIANA YÁNEZ



12/04/2025

ESTRUCTURA DE LA MATERIA

2

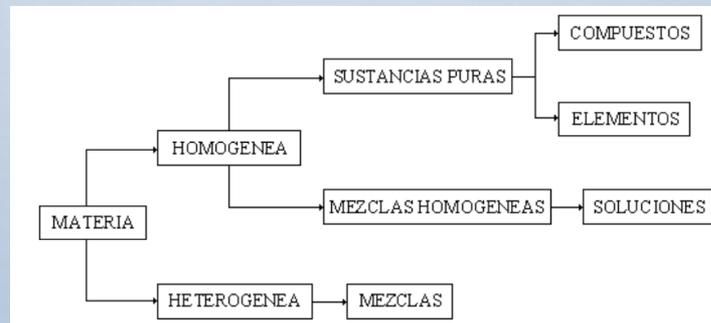
LA MATERIA, ES EL COMPONENTE FUNDAMENTAL DE LA NATURALEZA ÍNTIMA DE LOS CUERPOS, SE CARACTERIZA POR POSEER MASA Y OCUPAR UN LUGAR EN EL ESPACIO. CUERPO, ES UNA PORCIÓN LIMITADA DE MATERIA QUE OCUPA UN LUGAR EN EL ESPACIO.

LA MATERIA SE CLASIFICA EN HOMOGÉNEA Y HETEROGÉNEA:

- **HOMOGENEA:** LA QUE PRESENTA UNIFORMIDAD EN SU COMPOSICIÓN, SE CONSIDERA MATERIA HOMOGÉNEA LAS SUSTANCIAS Y LAS SOLUCIONES, LAS SUSTANCIAS PUEDEN SER: ELEMENTOS Y COMPUESTOS.

- **HETEROGENEA:** LA QUE NO PRESENTA UNIFORMIDAD EN SU COMPOSICIÓN POR EJEMPLO: LOS ALIMENTOS, LAS ROCAS, EL SUELO, LA MADERA, ETC. EN FIN TODOS ESTOS MATERIALES SON MEZCLA DE LAS SUSTANCIAS.

A CONTINUACIÓN SE PRESENTA UNA FORMA DE CLASIFICAR A LA MATERIA:



ESTRUCTURA DE LA MATERIA

3

PRESENTA ALGUNAS PROPIEDADES, DEFINIÉNDOSE COMO PROPIEDAD A LA CARACTERÍSTICA POR MEDIO DE LA CUAL UNA SUSTANCIA PUEDE SER IDENTIFICADA Y DESCRITA.

PUEDEN SER GENERALES Y ESPECÍFICAS:

A) GENERALES: SON LAS QUE PRESENTAN TODAS LAS SUSTANCIAS Y POR LO TANTO NO NOS SIRVE PARA DISTINGUIR UNA SUSTANCIA DE OTRA, SON: VOLUMEN, PESO, IMPENETRABILIDAD, INERCIA, ETC.

B) ESPECÍFICAS: SON LAS QUE PRESENTA UNA DETERMINADA SUSTANCIA, Y NOS PERMITE DISTINGUIR UNA SUSTANCIA DE OTRA Y SON: COLOR, OLOR, SABOR, DENSIDAD, DUREZA, ETC.

ESTAS PROPIEDADES PUEDEN SER FÍSICAS O QUÍMICAS.

- **FÍSICAS:** SE PUEDEN OBSERVAR POR MEDIO DE NUESTROS SENTIDOS Y SE RELACIONAN CON LOS CAMBIOS FÍSICOS QUE SUFRE LA MATERIA, ESTAS SON: COLOR, OLOR, SABOR, DENSIDAD, PUNTO DE FUSIÓN, PUNTO DE EBULLICIÓN, SOLUBILIDAD.

- **QUÍMICAS:** SON LAS QUE SE RELACIONAN CON LOS CAMBIOS QUÍMICOS QUE SUFREN LAS SUSTANCIAS. POR EJEMPLO LA COMBUSTIÓN DEL ALCOHOL, DE LA GASOLINA; LA OXIDACIÓN DEL HIERRO, EN GENERAL DE TODOS LOS METALES.

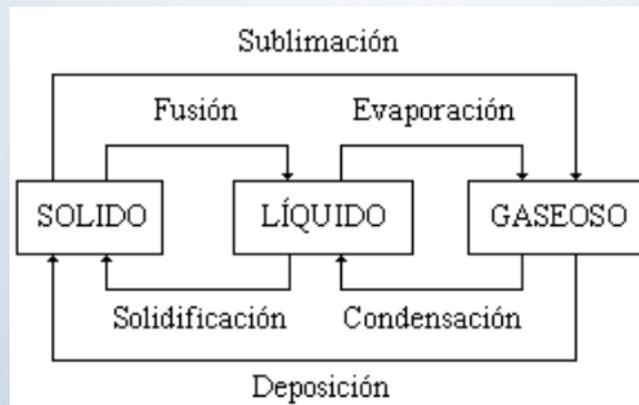
LA MATERIA PUEDE EXISTIR EN TRES ESTADOS FÍSICOS: SÓLIDO, LÍQUIDO, GASEOSO. PUEDE SUFRIR CAMBIOS O TRANSFORMACIONES DE DOS CLASES: FÍSICOS Y QUÍMICOS.

ESTRUCTURA DE LA MATERIA

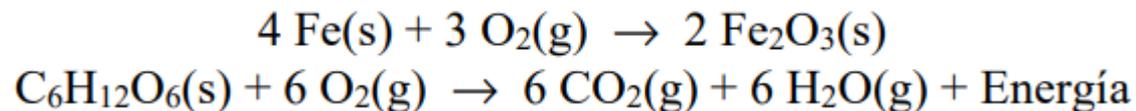
4

CAMBIOS FÍSICOS: OCURREN SIN QUE SE PRODUZCAN ALTERACIÓN EN LA COMPOSICIÓN QUÍMICA DE LA MATERIA, SINO ÚNICAMENTE DE SUS PROPIEDADES.

EN EL SIGUIENTE DIAGRAMA PODEMOS OBSERVAR LOS CAMBIOS FÍSICOS QUE SUFRE LA MATERIA:



CAMBIOS QUÍMICOS: SON LOS QUE ALTERAN LA COMPOSICIÓN QUÍMICA DE LA MATERIA. ESTOS PROCESOS PERMANECEN AUNQUE HAYA CESADO LA CAUSA QUE LOS PRODUJO, SON IRREVERSIBLES. EN LOS CAMBIOS QUÍMICOS LOS NUEVOS PRODUCTOS SON DISTINTOS A LOS DE ORIGEN.



ESTRUCTURA DE LA MATERIA

5

EN LA SIGUIENTE TABLA SE MUESTRAN ALGUNOS EJEMPLOS DE CAMBIOS FÍSICOS Y QUÍMICOS:

CAMBIO	TIPO
Ebullición del agua	Físico
Congelación del agua	Físico
Electrólisis del agua	Químico
Reacción del cloro con sodio	Químico
Fusión del hierro	Físico
Oxidación del hierro	Químico
Corte de madera	Físico
Combustión de la madera	Químico
Masticación de un alimento	Físico
Digestión del alimento	Químico

OTRO COMPONENTE IMPORTANTE DE LOS CUERPOS ES **LA ENERGÍA** QUE SE DEFINE COMO LA CAPACIDAD PARA REALIZAR UN TRABAJO, O CAMBIOS EN EL ESTADO PROPIEDADES DE LA MATERIA.

MATERIA Y ENERGÍA SON DOS COSAS CON LA MISMA ESENCIA, COMPARTE LA PROPIEDAD DE POSEER MASA, SEGÚN LA TEORÍA DE EINSTEIN. ESTÁN RELACIONADAS POR MEDIO DE LA ECUACIÓN:

$$E = m * c^2$$

Donde:

E = energía

m = masa

c = Velocidad de la luz (300000 km/s)

Esta ecuación permite establecer la ley que dice: “**LA MATERIA Y LA ENERGIA NO SE CREAN NI SE DESTRUYEN, SOLO SE TRANSFORMAN**”.

ESTRUCTURA DE LA MATERIA

6

EN LOS SIGUIENTES EJEMPLOS, PODEMOS OBSERVAR LA RELACIÓN ENTRE MATERIA Y ENERGÍA:

- 1) **CUANDO 1000 GRAMOS DE URANIO 235 SUFREN FISIÓN NUCLEAR (BOMBA ATÓMICA), SE LIBERA UNA ENERGÍA EQUIVALENTE A 8,23X10²⁰ ERGIOS. CALCULAR LA MASA DE LOS PRODUCTOS MATERIALES DE LA REACCIÓN.**

UTILIZANDO LA ECUACIÓN:

$$E = m * c^2$$

despejando la masa, tenemos:

$$m = \frac{E}{c^2}$$

REEMPLAZANDO DATOS, TENEMOS:

$$m = \frac{8,23 \times 10^{20} \text{ g} \cdot \text{cm}^2 / \text{s}^2}{(3 \times 10^{10} \text{ cm/s})^2}$$

$$m = \frac{8,23 \times 10^{20} \text{ g} \cdot \text{cm}^2 / \text{s}^2}{(3 \times 10^{10} \text{ cm/s})^2}$$

$$m = 0,915 \text{ g}$$

Por lo tanto la masa de los productos de reacción sería: 1000 – 0,915 = 999,085 gramos, es decir aproximadamente el 0,1% se ha transformado en energía.

ESTRUCTURA DE LA MATERIA

7

EN LOS SIGUIENTES EJEMPLOS, PODEMOS OBSERVAR LA RELACIÓN ENTRE MATERIA Y ENERGÍA:

2) CUANDO ESTALLAN 1000 GRAMOS DE TRINITRATO DE GLICERINA (TRINITROGLICERINA) SE LIBERAN 8,0X10¹³ ERGIOS. CUÁL ES LA MASA DE LOS PRODUCTOS DE REACCIÓN.

APLICANDO LA MISMA ECUACIÓN QUE EN EJEMPLO ANTERIOR, TENEMOS:

$$E = m * c^2$$

despejando la masa, tenemos:

$$m = \frac{E}{c^2}$$

$$m = \frac{8,0 \times 10^{13} \text{ g} \cdot \text{cm}^2 / \text{s}^2}{(3 \times 10^{10} \text{ cm/s})^2}$$

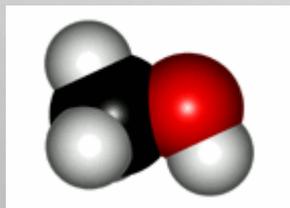
$$m = 0,89 \times 10^{-7} \text{ g}$$

La masa de los productos sería: $1000 - 0,89 \times 10^{-7} = 999,999999911$ gramos, En esta reacción química la masa de los productos difiere muy poco de la masa de los reactantes, esta diferencia es imposible medir experimentalmente, razón por la cual podemos decir que en las reacciones químicas ordinarias la materia se conserva.

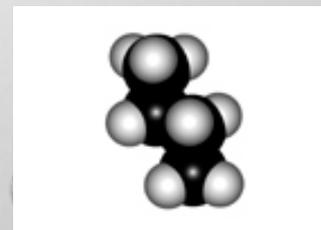
CAPITULO 3

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO

DRA. DIANA E. YANEZ SEVILLA



PH.D. DIANA YÁNEZ



12/04/2025

ESTRUCTURA DE LA MATERIA

9

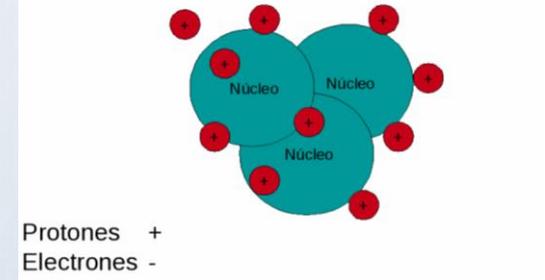
TEORIA ATOMICA DE DALTON:

JOHN DALTON, ALREDEDOR DE 1803, PROPUSO SUS TEORÍAS ACERCA DE LA NATURALEZA Y EL COMPORTAMIENTO DE LA MATERIA.

A CONTINUACIÓN SE ANOTAN ALGUNAS CONCLUSIONES:

- A) TODAS LAS SUSTANCIAS SE COMPONEN DE PEQUEÑAS PARTÍCULAS SÓLIDAS E INDESTRUCTIBLES, DENOMINADOS ATOMOS.
- B) LOS ÁTOMOS DE UNA MISMA SUSTANCIA SON IDÉNTICOS EN CUANTO A PESO, TAMAÑO, Y FORMA.
- C) EL ÁTOMO ES LA PARTE MÁS PEQUEÑA DE UN ELEMENTO QUE INTERVIENE EN UN FENÓMENO QUÍMICO.
- D) LAS MOLÉCULAS DE UN COMPUESTO ESTÁN FORMADAS POR LA UNIÓN DE ÁTOMOS DE DOS O MÁS ELEMENTOS.
- E) LOS ÁTOMOS DE DOS ELEMENTOS SE PUEDEN COMBINAR ENTRE SÍ EN DISTINTAS PROPORCIONES PARA FORMAR MÁS DE UN COMPUESTO.

Modelo atómico de dalton



ESTRUCTURA DE LA MATERIA

10

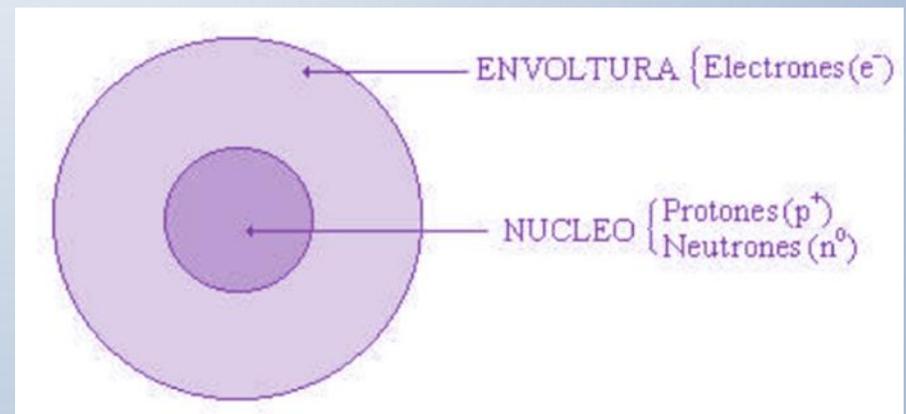
ESTRUCTURA ATOMICA:

LA MATERIA ESTA CONSTITUIDA POR PEQUEÑAS PARTÍCULAS LLAMADAS ATOMOS. PODEMOS CONSIDERAR AL ÁTOMO COMO UNA UNIDAD MÁS COMPLETA DE LA MATERIA QUE TENEMOS CONOCIMIENTO. SON LAS PARTÍCULAS MÁS PEQUEÑAS QUE PUEDEN TOMAR PARTE EN LAS COMBINACIONES QUÍMICAS. LA UNIÓN DE ÁTOMOS INDIVIDUALES DA LUGAR A LA FORMACIÓN DE MOLÉCULAS.

EL ÁTOMO DE CUALQUIER ELEMENTO QUÍMICO ESTA FORMADO POR DOS ZONAS IMPORTANTES:

A) ZONA CENTRAL: NUCLEO

B) ZONA EXTERNA: PERIFERIA O ENVOLTURA



ESTRUCTURA DE LA MATERIA

11

EN EL NÚCLEO ESTÁN LOS PROTONES (p^+) DE CARGA POSITIVA Y LOS NEUTRONES (n^0) DE CARGA NEUTRA.

EN LA ENVOLTURA, SE ENCUENTRAN LOS ELECTRONES (e^-), CUYA CARGA ES NEGATIVA. EN TODO ÁTOMO, **EL NUMERO DE PROTONES ES IGUAL AL NUMERO DE ELECTRONES, POR LO QUE SE CONSIDERA NEUTRO.**

A LOS PROTONES Y A LOS NEUTRONES POR ESTAR FORMANDO PARTE DEL NÚCLEO ATÓMICO SE LES DENOMINA, NUCLEONES.

EL ÁTOMO TIENE UN TAMAÑO DE $1 \times 10^{-8} \text{ cm}$ Y SU PESO ES $1 \times 10^{-24} \text{ g}$.

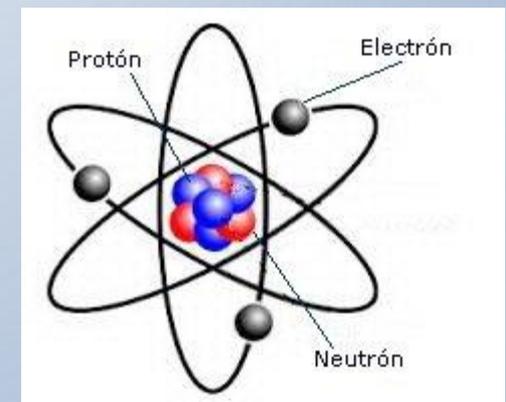
A) ELECTRON:

DESCUBIERTO EN LAS INVESTIGACIONES DE LOS RAYOS CATÓDICOS PRODUCIDOS EN TUBOS DE DESCARGA.

LOS RAYOS CATÓDICOS CONSTITUYEN UN HAZ DE PARTÍCULAS DISCRETAS CUYA NATURALEZA FUE DETERMINADA EN 1897 POR J. J. THOMSON, QUIEN DEMOSTRÓ QUE ESTABAN FORMADOS POR PARTÍCULAS NEGATIVAS QUE SE MOVÍAN A GRANDES VELOCIDADES, DE IGUAL MASA Y CARGA. ESAS PARTÍCULAS FUERON LLAMADAS ELECTRONES Y CONSIDERADAS CONSTITUYENTES UNIVERSALES DE LA MATERIA.

EL ELECTRÓN PRESENTA LAS SIGUIENTES CARACTERÍSTICAS:

Masa = $9,1091 \times 10^{-28} \text{ gramos}$ ó $0,00055 \text{ uma}$
Carga = $1,602 \times 10^{-19} \text{ coulombs}$ ó $4,8 \times 10^{-10} \text{ ues}$.



ESTRUCTURA DE LA MATERIA

12

B) PROTON:

EN 1866 GOLDSTEIN, AL REALIZAR EXPERIENCIAS CON RAYOS CATÓDICOS LOGRÓ DETECTAR RAYOS POSITIVOS.

AL SER ESTUDIADA ESTA RADIACIÓN SE ENCONTRÓ QUE CONSTABA DE PARTÍCULAS POSITIVAS CUYA MASA DEPENDÍA DEL TIPO DE GAS QUE HAY EN EL TUBO. A ESTAS PARTÍCULAS SE LES DENOMINÓ PROTONES Y SE LES CONSIDERÓ TAMBIÉN CONSTITUYENTES UNIVERSALES DE LA MATERIA.

LA DETERMINACIÓN DE LA MASA Y DE LA CARGA ARROJÓ LOS SIGUIENTES RESULTADOS:

Masa = $1,673 \times 10^{-24}$ *gramos* ó $1,0073$ *uma*
Carga = $1,602 \times 10^{-19}$ *coulombs* ó $4,8 \times 10^{-10}$ *ues*.
La carga es la misma que la del electrón pero con signo contrario

C) NEUTRON:

SU DESCUBRIMIENTO SE INFORMÓ EN EL AÑO DE 1932, POR LAS DIFICULTADES DE DETECTAR Y MEDIR UNA PARTÍCULA DE CARGA CERO. CORRESPONDIÉNDOLE A CHADWICK SU EXISTENCIA. SON INESTABLES CON UNA VIDA MEDIA DE 13 MINUTOS.

DESEMPEÑAN LA FUNCIÓN DE AGLUTINADORES DE LOS PROTONES, YA QUE CONSIGUEN ELIMINAR LA FUERZA DE REPULSIÓN QUE LOS PROTONES EJERCERÍAN ENTRE SÍ, DEBIDO A SU MUTUA CERCANÍA ENTRE ELLOS (CARGA ELÉCTRICAS IGUALES SE REPELEN). SU MASA ES APROXIMADAMENTE $1,675 \times 10^{-24}$ *gramos*.

ESTRUCTURA DE LA MATERIA

13

CONSTANTES DEL ATOMO

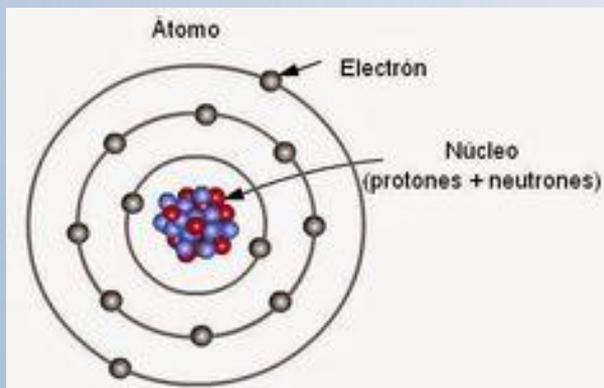
NUMERO ATOMICO, Z: ESTABLECE EL NÚMERO DE PROTONES QUE EXISTEN EN EL NÚCLEO ATÓMICO, EL NÚMERO DE ELECTRONES QUE SE ENCUENTRAN GIRANDO ALREDEDOR DE ÉSTE Y LA UBICACIÓN DEL ELEMENTO EN LA TABLA PERIÓDICA.

NUMERO DE MASA ATOMICA O NUMERO MASICO, A:

DETERMINADO POR LA SUMA DE PROTONES Y NEUTRONES QUE HAY EN EL NÚCLEO ATÓMICO. TOMANDO EN CUENTA ESTA DEFINICIÓN PODEMOS ESTABLECER QUE:

$$Z = \#p^+$$

$$A = \#p^+ + \#n^0 \rightarrow A = Z + N$$



Donde: $Z = \#p^+ = \#e^-$

$N =$ Número de neutrones

REPRESENTACION SIMBOLICA DE UN ATOMO:

${}_Z E^A$ Donde: $E =$ Símbolo de un elemento
 $A =$ Número de masa atómica
 $Z =$ Número atómico.

Por ejemplo: ${}_{11}\text{Na}^{23}$; ${}_{17}\text{Cl}^{35}$; ${}_{8}\text{O}^{16}$; ${}_{79}\text{Au}^{197}$

ESTRUCTURA DE LA MATERIA

14

EJERCICIO

UN ELEMENTO CUALQUIERA TIENE LAS SIGUIENTES CARACTERÍSTICAS: $Z=23$ Y $A=75$.

HALLAR: A) NÚMERO DE e^- , B) NÚMERO DE p^+ , C) NÚMERO DE n^0 , Y D) REPRESENTAR EN FORMA GRÁFICA Y

SIMBÓLICA EL ÁTOMO DEL ELEMENTO.

SOLUCIÓN:

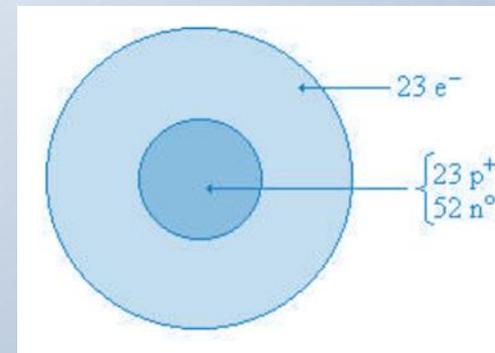
A) COMO $Z=23$ Y Z ES EL NÚMERO ATÓMICO Y ESTE REPRESENTA EL NÚMERO DE ELECTRONES Y PROTONES, ENTONCES HAY $23 e^-$.

B) COMO $\# p^+ = \# e^-$, ENTONCES HAY $23 p^+$.

C) EL NÚMERO DE NEUTRONES ES: $\# n^0 = 75 - 23 = 52$

D) TOMANDO EN CUENTA LOS ANTERIORES CÁLCULOS,

REPRESENTAMOS AL ÁTOMO: ${}_{23}E^{75}$



ESTRUCTURA DE LA MATERIA

15

MODELOS ATOMICOS:

A) MODELO ATOMICO DE THOMSOM:

REPRESENTÓ AL ÁTOMO COMO UN MODELO ESTÁTICO, EN EL CUAL LOS ELECTRONES OCUPABAN POSICIONES FIJAS EN EL SENO DE UNA MASA POSITIVA. EL MODELO MACIZO DE THOMSOM FUE ACEPTADO DURANTE ALGUNOS AÑOS POR QUE PERMITÍA EXPLICAR CUALITATIVAMENTE ALGUNOS FENÓMENOS COMO LA EMISIÓN DE LA LUZ POR LOS ÁTOMOS Y LA PÉRDIDA DE ELECTRONES POR FROTAMIENTO.

B) MODELO ATOMICO DE RUTHERFORD:

DEMUESTRA LA EXISTENCIA DEL NÚCLEO ATÓMICO EN EL QUE ENCONTRABA TODA LA MASA Y LA CARGA POSITIVA DEL ÁTOMO, LO QUE LE PERMITE PROPONER UN NUEVO MODELO ATÓMICO LOCALIZANDO AL NÚCLEO EN EL CENTRO DEL ÁTOMO Y ALREDEDOR DEL CUAL SE ENCUENTRA UNA NUBE DE ELECTRONES QUE POSEÍAN CARGA NEGATIVA.

C) MODELO ATOMICO DE BOHR:

EL ÁTOMO ESTA CONSTITUIDO POR UN CORPÚSCULO CENTRAL LLAMADO NÚCLEO DONDE SE ENCUENTRAN LOS PROTONES Y NEUTRONES, CONTIENE LA TOTALIDAD DE LA CARGA POSITIVA Y LA MASA DEL ÁTOMO, Y LOS ELECTRONES SE ENCUENTRAN GIRANDO ALREDEDOR DEL NÚCLEO EN ÓRBITAS CIRCULARES Y CONCÉNTRICAS, EXISTIENDO UN DETERMINADO NÚMERO DE ELECTRONES POR CADA ÓRBITA.

ESTRUCTURA DE LA MATERIA

16

MODELOS ATOMICOS:

D) MODELO ATOMICO DE SOMMERFIELD:

ACEPTA LA EXISTENCIA DE UN NÚCLEO CENTRAL DONDE SE ENCUENTRAN LOS PROTONES Y NEUTRONES; Y LOS ELECTRONES SE HALLAN GIRANDO ALREDEDOR DEL NÚCLEO DESCRIBIENDO ÓRBITAS ELÍPTICAS.

E) TEORIA ATOMICA MODERNA:

UN ÁTOMO ESTA CONSTITUIDO POR UN NÚCLEO CENTRAL EN EL QUE SE ENCUENTRAN LOS PROTONES Y LOS NEUTRONES, TODA LA CARGA POSITIVA Y LA MASA DEL ÁTOMO; Y LOS ELECTRONES SE ENCUENTRAN GIRANDO ALREDEDOR DEL NÚCLEO DESCRIBIENDO TRAYECTORIAS CIRCULARES O ELÍPTICAS DE ACUERDO A LA ENERGÍA QUE POSEA EL ELECTRÓN, DEBIENDO EXISTIR TANTAS TRAYECTORIAS, TANTOS ORBITALES COMO ELECTRONES TENGA EL ÁTOMO.

F) MODELO DE LA MECANICA CUANTICA:

LA MECÁNICA CUÁNTICA TRATA DE DEFINIR EL ORBITAL. **ORBITAL**, ES LA REGIÓN DEL ESPACIO ALREDEDOR DEL NÚCLEO DONDE SE TIENE LA MÁXIMA PROBABILIDAD (SUPERIOR AL 90%) DE ENCONTRAR UN DETERMINADO ELECTRÓN.

LA MECANICA CUANTICA SE FUNDAMENTA EN 4 NÚMEROS CUÁNTICOS.

ESTRUCTURA DE LA MATERIA

17

• NUMEROS CUANTICOS Y DISTRIBUCION ELECTRONICA

A) NUMEROS CUANTICOS:

ESTOS NÚMEROS NOS PERMITEN CALCULAR LA ENERGÍA DEL ELECTRÓN Y PREDECIR EL ÁREA ALREDEDOR DEL NÚCLEO DONDE SE PUEDE ENCONTRAR EL ELECTRÓN (ORBITAL). ESTOS SON:

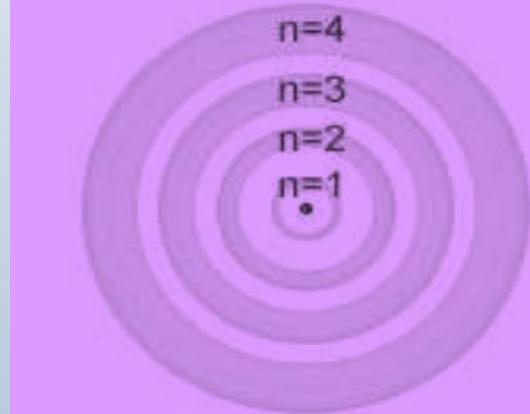
1) NUMERO CUANTICO PRINCIPAL, n : DETERMINA EL **NIVEL** DE ENERGÍA PRINCIPAL O CAPA EN DONDE SE ENCUENTRA EL ELECTRÓN Y ADEMÁS NOS DA A CONOCER LA POSICIÓN DE LA NUBE ELECTRÓNICA.

LOS VALORES DETERMINADOS PARA

ESTE NÚMERO SON LOS SIGUIENTES:

La capa $n = 1$, es la más cercana al núcleo y tiene la menor energía, es decir, la energía se cuantifica en base a la distancia que hay entre cada nivel y el núcleo atómico.

n:	1	2	3	4	5	6	7
	K	L	M	N	O	P	Q



ESTRUCTURA DE LA MATERIA

18

NUMEROS CUANTICOS Y DISTRIBUCION ELECTRONICA

2) NUMERO CUANTICO SECUNDARIO l : DETERMINA EL **SUBNIVEL** O **SUBCAPA** DENTRO DEL NIVEL PRINCIPAL DE ENERGÍA. NOS INDICA LA FORMA DE LA NUBE ELECTRÓNICA U ORBITAL DONDE SE ENCUENTRAN ELECTRONES ALREDEDOR DEL NÚCLEO. DE ACUERDO A LA MECÁNICA CUÁNTICA PUEDE TOMAR LOS SIGUIENTES VALORES:

$$l: 0, 1, 2, 3, \dots, \text{hasta } (n - 1).$$

SE NOMBRAN POR MEDIO DE LETRAS:

$$l: \begin{matrix} 0 & 1 & 2 & 3 \\ s & p & d & f \end{matrix}$$

Donde:

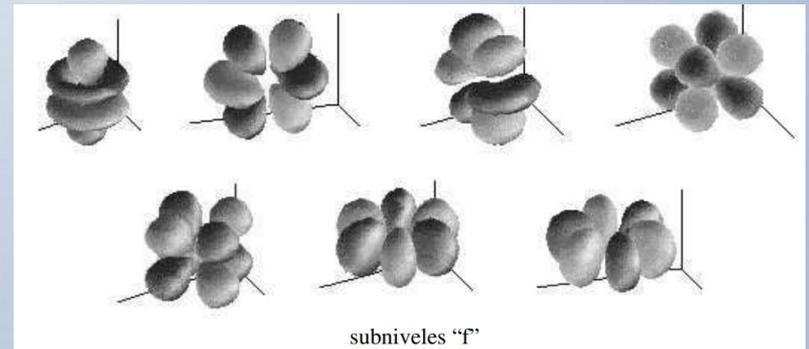
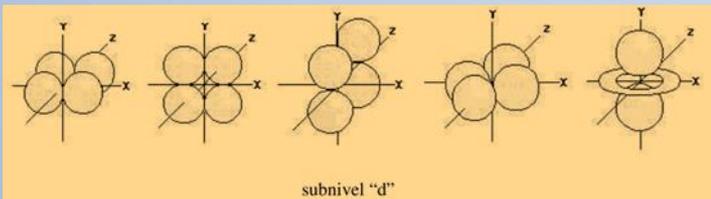
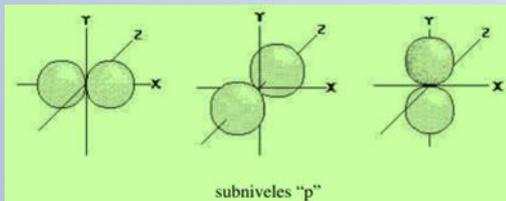
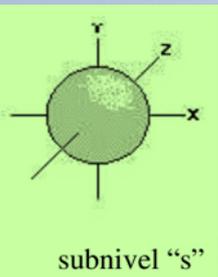
s: Sharp

p: principal

d: Diffuse

f: fundamental

A CONTINUACIÓN SE MUESTRAN ALGUNAS FORMAS DE ESTOS SUBNIVELES:



ESTRUCTURA DE LA MATERIA

19

3) NUMERO CUANTICO MAGNETICO, m : REPRESENTA LA **ORIENTACION** DE LOS ORBITALES ELECTRÓNICOS EN EL ESPACIO. CADA SUBNIVEL CONSTA DE UNO O MÁS ORBITALES ELECTRÓNICOS. EL NÚMERO DE ORBITALES ESTA DADO POR LA SIGUIENTE ECUACIÓN, n^2 .

SUS VALORES SON:

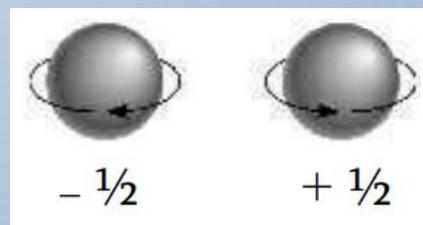
$$m : -l, \dots, -1, 0, +1, \dots, +l$$

A CONTINUACIÓN SE MUESTRA LA RELACIÓN ENTRE LOS NÚMEROS CUÁNTICOS n, l y m :

n	l	DESIGNACION DE LOS SUBNIVELES	m	NUMERO DE ORBITALES
1	0 (s)	1s	0	1
2	0 (s)	2s	0	1
	1 (p)	2p	-1, 0, +1	3
3	0 (s)	3s	0	1
	1 (p)	3p	-1, 0, +1	3
	2 (d)	3d	-2, -1, 0, +1, +2	5
4	0 (s)	4s	0	1
	1 (p)	4p	-1, 0, +1	3
	2 (d)	4d	-2, -1, 0, +1, +2	5
	3 (f)	4f	-3, -2, -1, 0, +1, +2, +3	7

4) NUMERO CUANTICO DEL SPIN, s : REPRESENTA EL MOVIMIENTO DE ROTACIÓN QUE TIENE EL ELECTRÓN SOBRE SU PROPIO EJE, MIENTRAS VA DESCRIBIENDO SU TRAYECTORIA.

LOS VALORES PARA ESTE NÚMERO SON: $-1/2$ (\downarrow) Y $+1/2$ (\uparrow)



ESTRUCTURA DE LA MATERIA

● DISTRIBUCION ELECTRONICA:

20

ES LA FORMA ABREVIADA DE REPRESENTAR A LOS ELECTRONES EN LOS NIVELES Y SUBNIVELES QUE POSEE EL ÁTOMO DE UN ELEMENTO.

PARA REALIZAR LA DISTRIBUCIÓN ELECTRÓNICA SE DEBE TOMAR EN CUENTA:

1) PRINCIPIO DE EXCLUSION DE PAULI:

ESTE PRINCIPIO MANIFIESTA QUE: “EN UN ATOMO CUALQUIERA NO PUEDEN EXISTIR DOS ELECTRONES CUYOS NUMEROS CUANTICOS TENGAN LOS MISMOS VALORES”.

2) POBLACION ELECTRONICA:

EL NÚMERO MÁXIMO DE ELECTRONES EN CADA NIVEL ES, $2n^2$, DONDE EL VALOR DE N CORRESPONDE AL NÚMERO CUÁNTICO PRINCIPAL:

De acuerdo al número de electrones existentes, la distribución es :

n	# máx. e ⁻
1	2
2	8
3	18
4	32
5	50
6	72
7	98

n	# máx. e ⁻ (REAL)
1	2
2	8
3	18
4	32
5	32
6	18
7	2

El número de electrones en cada SUBNIVEL, se determina utilizando la siguiente ecuación, $2(2l + 1)$, donde l corresponde al valor del número cuántico secundario:

l	# máx. e ⁻
0 (s)	2
1 (p)	6
2 (d)	10
3 (f)	14

ESTRUCTURA DE LA MATERIA

21

C) PRINCIPIO DE DESARROLLO DE LA ENERGIA:

ESTE PRINCIPIO ESTABLECE QUE: “LOS ELECTRONES SIEMPRE TIENDEN A OCUPAR LOS ORBITALES O SUBNIVELES DE MENOR ENERGIA”.

LA ENERGÍA DE UN SUBNIVEL ES IGUAL A LA SUMA DE LOS VALORES DE $n + l$:

$$E_T = n + l$$

SE LLENARÁ PRIMERO EL SUBNIVEL QUE TENGA EL MENOR VALOR DE $(n + l)$, Y EN CASO DE QUE EL VALOR DE $(n + l)$ SEA IGUAL, SE SATURA PRIMERO EL SUBNIVEL CON EL MENOR VALOR DE n .

EL PROBLEMA DEL CÁLCULO DE LA ENERGÍA DE CADA SUBNIVEL SE SOLUCIONA CUANDO SE DETERMINAN LAS LLAMADAS **DIAGONALES DE PAULING**, DIAGONALES QUE SE REGISTRAN A CONTINUACIÓN:

n	
1	1s
2	2s 2p
3	3s 3p 3d
4	4s 4p 4d 4f
5	5s 5p 5d 5f
6	6s 6p 6d
7	7s

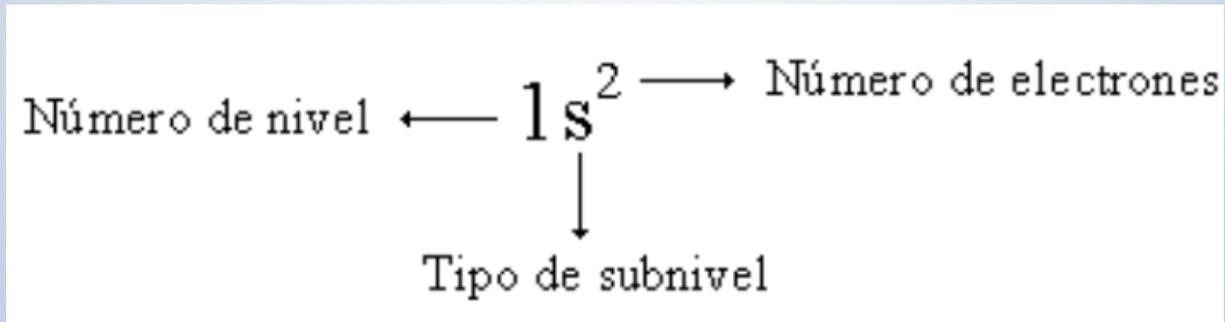
La saturación de los diferentes subniveles puede realizarse también tomando en cuenta el siguiente diagrama, el cual se lee en secuencia normal de izquierda a derecha y de arriba hacia abajo:

1s			
2s			2p
3s			3p
4s		3d	4p
5s		4d	5p
6s	4f	5d	6p
7s	5f	6d	7p

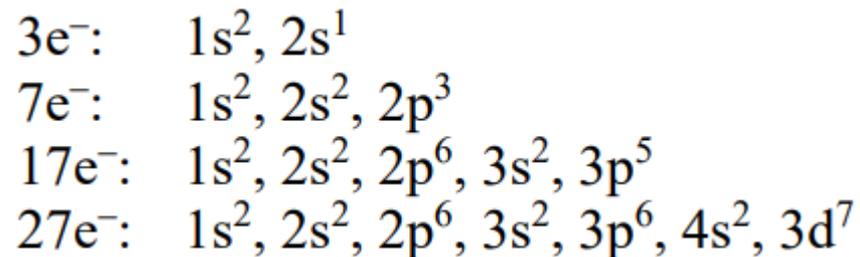
ESTRUCTURA DE LA MATERIA

22

EN LA DISTRIBUCIÓN ELECTRÓNICA SE DEBE TOMAR EN CUENTA LA SIGUIENTE REPRESENTACIÓN COMO EJEMPLO:



A CONTINUACIÓN SE MUESTRAN ALGUNAS DISTRIBUCIONES:



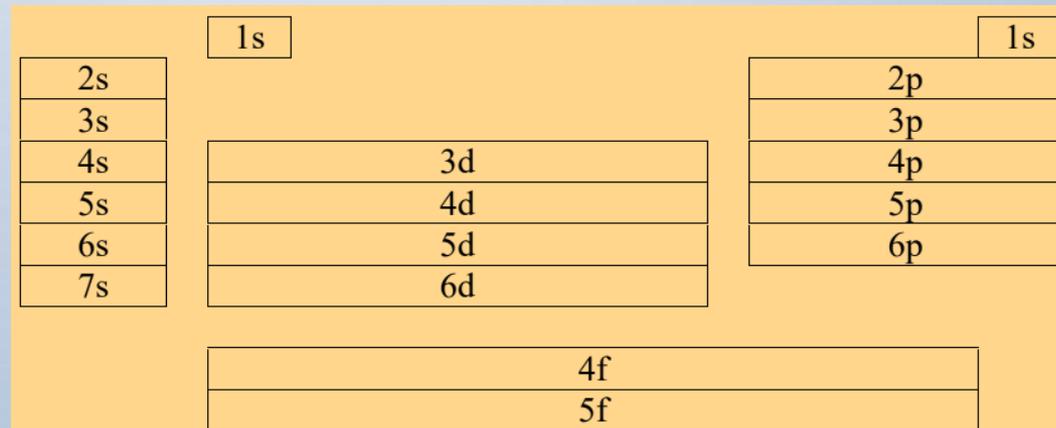
ESTRUCTURA DE LA MATERIA

23

D) REGLA DE HUND:

ESTA REGLA ESTABLECE QUE: CUANDO UN SUBNIVEL CONTIENE MAS DE UN ORBITAL, LOS ELECTRONES SE DISTRIBUIRÁN EN TODOS LOS ORBITALES DISPONIBLES, CON SUS ESPINES EN LA MISMA DIRECCION.

LOS ELECTRONES SE INCORPORAN A LOS ÁTOMOS EN EL ORDEN QUE SE VE EN LA FIGURA, LLENÁNDOSE PRIMERO LOS NIVELES Y SUBNIVELES DE MENOR ENERGÍA, LA SATURACIÓN ELECTRÓNICA ESTÁ RELACIONADA CON LA TABLA PERIÓDICA. HAY QUE COMENZAR POR LA PARTE SUPERIOR IZQUIERDA DE LA TABLA PERIÓDICA Y MOVERSE A LO ANCHO Y HACIA ABAJO DE LA TABLA, A TRAVÉS DE LOS PERÍODOS DESDE ARRIBA HACIA ABAJO.



ESTRUCTURA DE LA MATERIA

24

LA SIGUIENTE TABLA RESUME LA INFORMACIÓN MÁS IMPORTANTE ACERCA DE LOS NIVELES DE ENERGÍA, SUBNIVELES, ORBITALES ATÓMICOS Y LA DISTRIBUCIÓN DE LOS ELECTRONES DENTRO DE LOS SUBNIVELES.

NIVEL DE ENERGÍA, n	NUMERO DE SUBNIVELES, l	TIPO DE ORBITAL	NUMERO DE ORBITALES	NUMERO MAXIMO DE ELECTRONES POR SUBNIVEL	NUMERO TOTAL DE ELECTRONES
1	1	1s	1	2	2
2	2	2s	1	2	8
		2p	3	6	
3	3	3s	1	2	18
		3p	3	6	
		3d	5	10	
4	4	4s	1	2	32
		4p	3	6	
		4d	5	10	
		4f	7	14	

ESTRUCTURA DE LA MATERIA

25

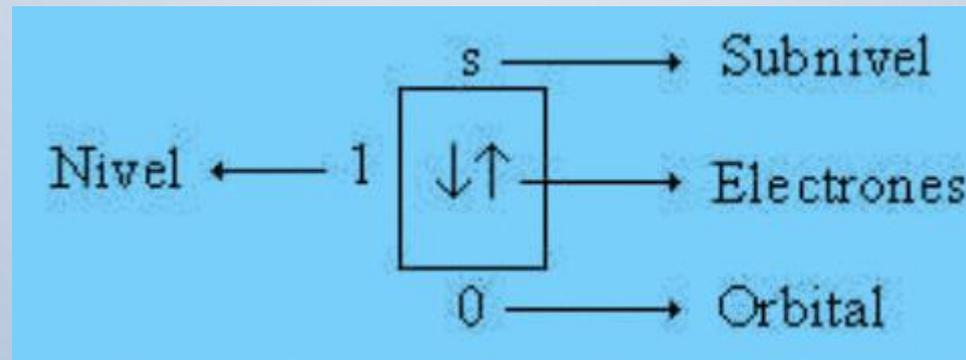
E) REPRESENTACION A TRAVES DE ORBITALES (CELDAS):

ES LA REPRESENTACIÓN GRÁFICA DE LOS ELECTRONES QUE EXISTEN EN UN ORBITAL (CELDA ELECTRÓNICA) Y QUE ESTÁ DE ACUERDO AL VALOR DE m (NÚMERO CUÁNTICO MAGNÉTICO).

SE DEBE TOMAR EN CUENTA EL ESPÍN DEL ELECTRÓN: $-1/2$ (\downarrow) Y $+1/2$ (\uparrow)

COMO REGLA SE LLENARÁN LOS ORBITALES, PRIMERO CON ELECTRONES DE SPIN NEGATIVO (\downarrow) Y LUEGO CON LOS DE SPIN POSITIVO (\uparrow).

A CONTINUACIÓN SE MUESTRA LA FORMA DE REPRESENTAR LOS ELECTRONES A TRAVÉS DE CELDAS (ORBITALES):

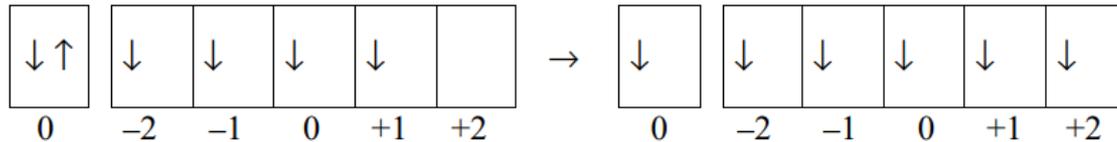


ESTRUCTURA DE LA MATERIA

26

PRINCIPIOS DE ESTABILIDAD DE LOS SUBNIVELES D:

A) LOS SUBNIVELES D, TIENEN UNA ESTABILIDAD MEDIA CUANDO POSEEN UN ELECTRÓN EN CADA CELDA (ORBITAL).

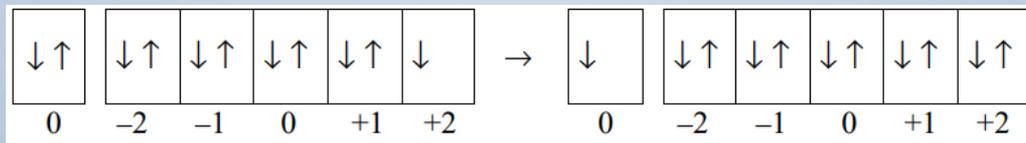


Por ejemplo: $24e^-: 1s^2, 2s^2, 2p^6, 3s^2, 3p^6, 4s^1, 3d^5$

$42e^-: 1s^2, 2s^2, 2p^6, 3s^2, 3p^6, 4s^2, 3d^{10}, 4p^6, 5s^1, 4d^5$

$74e^-: 1s^2, 2s^2, 2p^6, 3s^2, 3p^6, 4s^2, 3d^{10}, 4p^6, 5s^2, 4d^{10}, 5p^6, 6s^1, 4f^{14}, 5d^5$

B) LOS SUBNIVELES D, TIENEN ESTABILIDAD TOTAL, CUANDO POSEEN COMPLETAS LAS CELDAS CON EL NÚMERO MÁXIMO DE ELECTRONES (DOS EN CADA UNA).



Por ejemplo: $29e^-: 1s^2, 2s^2, 2p^6, 3s^2, 3p^6, 4s^1, 3d^{10}$

$47e^-: 1s^2, 2s^2, 2p^6, 3s^2, 3p^6, 4s^2, 3d^{10}, 4p^6, 5s^1, 4d^{10}$

$79e^-: 1s^2, 2s^2, 2p^6, 3s^2, 3p^6, 4s^2, 3d^{10}, 4p^6, 5s^2, 4d^{10}, 5p^6, 6s^1, 4f^{14}, 5d^{10}$

ESTRUCTURA DE LA MATERIA

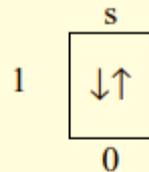
27

EJERCICIOS:

1) REALIZAR LAS REPRESENTACIONES DE LAS SIGUIENTES DISTRIBUCIONES ELECTRÓNICAS:

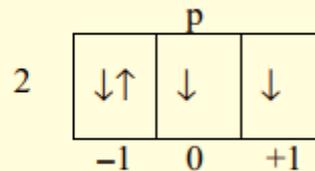
a) $1s^2$

a) $1s^2$:



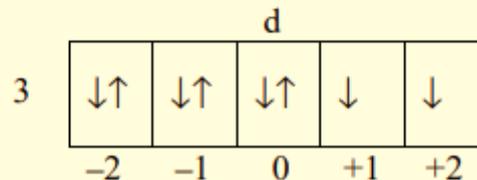
b) $2p^4$

b) $2p^4$:



c) $3d^8$

c) $3d^8$:



ESTRUCTURA DE LA MATERIA

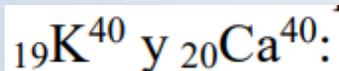
28

6. PESOS ATOMICOS:

A) ISOTOPOS: LA PALABRA **ISOTOPOS** SE DERIVA DEL GRIEGO Y SE DESCOMPONE EN LAS RAÍCES: ISO, QUE SIGNIFICA IGUAL Y **TOPOS**, LUGAR. ES DECIR, EL ISÓTOPO DE UN ELEMENTO QUÍMICO ES UN ÁTOMO QUE OCUPA EL MISMO LUGAR DEL ELEMENTO EN LA TABLA PERIÓDICA, TIENE EL MISMO NÚMERO ATÓMICO, Z (EL MISMO NÚMERO DE PROTONES); PERO DIFERENTE NÚMERO DE MASA ATÓMICA, A (DIFERENTE NÚMERO DE NEUTRONES).

${}_{12}\text{Mg}^{24}$:	12 p ⁺	12 e ⁻	12 n ^o	78,9%
${}_{12}\text{Mg}^{25}$:	12 p ⁺	12 e ⁻	13 n ^o	10,0%
${}_{12}\text{Mg}^{26}$:	12 p ⁺	12 e ⁻	14 n ^o	11,0%

EN CAMBIO LOS ÁTOMOS DE IGUAL PESO O MASA ATÓMICA PERO DIFERENTE NÚMERO ATÓMICO, SE DENOMINAN **ISOBAROS**, POR EJEMPLO:



${}_{18}\text{Ar}^{40}$:	18 p ⁺	18 e ⁻	22 n ^o
${}_{19}\text{K}^{40}$:	19 p ⁺	19 e ⁻	21 n ^o
${}_{20}\text{Ca}^{40}$:	20 p ⁺	20 e ⁻	20 n ^o

LOS ÁTOMOS DE ELEMENTOS DIFERENTES QUE POSEEN IGUAL NÚMERO DE NEUTRONES Y DIFERENTE NÚMERO ATÓMICO Y MÁSICO, SE CONOCEN COMO **ISOTONOS**,

${}_{11}\text{Na}^{23}$:	11 p ⁺	11 e ⁻	12 n ^o
${}_{12}\text{Mg}^{24}$:	12 p ⁺	12 e ⁻	12 n ^o

POR EJEMPLO: SE LLAMAN ISOELECTRICOS, A LOS ÁTOMOS QUE POSEEN IGUAL NÚMERO DE ELECTRONES EN SU ESTRUCTURA; POR EJEMPLO:

${}_{8}\text{O}^{-2}$:	8 p ⁺	8 e ⁻	10 e ⁻
${}_{9}\text{F}^{-1}$:	9 p ⁺	9 e ⁻	10 e ⁻
${}_{10}\text{Ne}$:	10 p ⁺	10 e ⁻	10 e ⁻
${}_{11}\text{Na}^{+1}$:	11 p ⁺	11 e ⁻	10 e ⁻
${}_{12}\text{Mg}^{+2}$:	12 p ⁺	12 e ⁻	10 e ⁻

ESTRUCTURA DE LA MATERIA

29

EN LA SIGUIENTE TABLA SE PRESENTAN ALGUNOS ISÓTOPOS ESTABLES DE ALGUNOS ELEMENTOS Y SUS ABUNDANCIAS:

Z	ISOTOPO	ABUNDANCIA (%)	Z	ISOTOPO	ABUNDANCIA (%)
1	H ¹	99,985	14	Si ²⁸	92,28
	H ²	0,015		Si ²⁹	4,67
2	He ⁴	100		Si ³⁰	3,05
3	Li ⁶	7,40	15	P ³¹	100
	Li ⁷	92,6		16	S ³²
4	Be ⁹	100	S ³³		0,74
	5	B ¹⁰	18,83		S ³⁴
B ¹¹		81,17	S ³⁵		0,014
6	C ¹²	98,89	17		Cl ³⁵
	C ¹³	1,11		Cl ³⁷	24,6
7	N ¹⁴	99,64	19	K ³⁹	93,1
	N ¹⁵	0,36		K ⁴¹	6,9
8	O ¹⁶	99,76	20	Ca ⁴⁰	96,92
	O ¹⁷	0,04		Ca ⁴²	0,64
	O ¹⁸	0,20		Ca ⁴³	0,13
9	F ¹⁹	100		Ca ⁴⁴	2,13
10	Ne ²⁰	90,51		Ca ⁴⁶	Indicios
	Ne ²¹	0,28	Ca ⁴⁸	0,18	
	Ne ²²	9,21	47	Ag ¹⁰⁷	51,35
11	Na ²³	100		Ag ¹⁰⁹	48,65
	12	Mg ²⁴	78,6	51	Sb ¹²¹
Mg ²⁵		10,1	Sb ¹²³		42,75
Mg ²⁶		11,3	77	Ir ¹⁹¹	38,5
13	Al ²⁷	100		Ir ¹⁹³	61,5

B) PESO ATOMICO O MASA ATOMICA QUIMICA:

EL PESO O MASA ATÓMICA DE LOS ELEMENTOS RESULTA SER EL PESO PROMEDIO RELATIVO DE LA COMPOSICIÓN ISOTÓPICA NATURAL DEL ELEMENTO.

ESTRUCTURA DE LA MATERIA

30

7. ATOMO-GRAMO: SE DEFINE COMO EL PESO O MASA ATÓMICA DE UN ELEMENTO EXPRESADO EN GRAMOS, SE REPRESENTA COMO $at - g$ Y SE LE CONOCE TAMBIÉN CON EL NOMBRE DE **MOL DE ATOMOS**. ASÍ:

1 $at - g$ DE HIDRÓGENO TIENE UN PESO DE 1,008 GRAMOS

1 $at - g$ DE OXÍGENO PESA 16 GRAMOS

1 $at - g$ DE CLORO PESA 35,453 GRAMOS

1 $at - g$ DE PLATA PESA 107,87 GRAMOS

EL NÚMERO DE ÁTOMOS QUE CONTIENE UN ÁTOMO-GRAMO DE CUALQUIER ELEMENTO ES DE $6,022 \times 10^{23}$ ÁTOMOS DE DICHO ELEMENTO, CONOCIDO COMO **NÚMERO DE AVOGADRO** (N_a). POR LO TANTO, EL ÁTOMO-GRAMO ES EL PESO O MASA EN GRAMOS DE $6,022 \times 10^{23}$ ÁTOMOS DE CUALQUIER ELEMENTO.

8. MOLECULA-GRAMO: CONOCIDA COMO MOL, Y SE DEFINE COMO EL PESO O MASA MOLECULAR DE UN COMPUESTO EXPRESADO EN GRAMOS. EN UNA MOLÉCULA-GRAMO O MOL DE CUALQUIER COMPUESTO EXISTEN $6,022 \times 10^{23}$ MOLÉCULAS. POR LO TANTO, LA MOLÉCULA-GRAMO ES EL PESO EN GRAMOS DE $6,022 \times 10^{23}$ MOLÉCULAS DE UN DETERMINADO COMPUESTO.

ESTRUCTURA DE LA MATERIA

31

PESO MOLECULAR: ES LA SUMA DE LOS PESOS O MASAS ATÓMICAS DE LOS ELEMENTOS QUE FORMAN UN COMPUESTO DETERMINADO. A CONTINUACIÓN SE MUESTRA EL CÁLCULO DEL PESO MOLECULAR DEL ACIDO SULFÚRICO, H_2SO_4 :

ELEMENTO	PESO ATOMICO	PESO TOTAL
H	1	$2 \times 1 = 2$
S	32	$1 \times 32 = 32$
O	16	$4 \times 16 = 64$
TOTAL:		98 g/mol

ES DECIR, 98 GRAMOS PESA UNA MOLÉCULA-GRAMO O UN MOL DE ACIDO SULFÚRICO, H_2SO_4 .

ESTRUCTURA DE LA MATERIA

32

PROBLEMAS RESUELTOS:

1) CALCULAR EL PESO ATÓMICO DEL CLORO SI LA COMPOSICIÓN ISOTÓPICA ES: Cl^{35} , 75,4% ; Cl^{37} , 24,6%.

$$PA = \frac{\sum(\% \cdot \text{Masa Atómica})}{\sum(\%)}$$

$$PA(Cl) = \frac{(75,4)(35) + (24,6)(37)}{100} = \frac{2639 + 9102}{100} = 35,492$$

2) EL CARBONO EN LA NATURALEZA CONTIENE DOS ISÓTOPOS C^{12} Y C^{13} , CUALES SERÁN LAS ABUNDANCIAS ISOTÓPICAS DE ESTOS DOS ISÓTOPOS, SI EL PESO ATÓMICO DEL CARBONO ES 12,011.

Le asignamos a cada incógnita una variable: $\%C^{12} = X$
 $\%C^{13} = Y$

Por lo tanto: $X + Y = 100$

De donde: $X = 100 - Y$

Reemplazando en la ecuación que se utiliza para el cálculo del peso atómico, tenemos:

$$12,011 = \frac{12X + 13Y}{100}$$

$$12,011 = \frac{12(100 - Y) + 13Y}{100}$$

$$12,011 = \frac{1200 - 12Y + 13Y}{100}$$

$$1201,1 = 1200 + Y$$

$$Y = 1,10$$

Entonces: $\% C^{13} = 1,10$;
por lo tanto:
 $X = 100 - 1,1$;
de donde: $\% C^{12} = 98,90$

ESTRUCTURA DE LA MATERIA

33

PROBLEMAS RESUELTOS:

3) CALCULAR EL NÚMERO DE ÁTOMOS-GRAMOS Y EL NÚMERO DE ÁTOMOS QUE HAY EN 2,5 GRAMOS DE ZINC, SI EL PESO ATÓMICO ES 65,4.

ESTABLECEMOS LAS SIGUIENTES OPERACIONES (REGLAS DE TRES O FACTOR DE CONVERSIÓN):

$$2,5 \text{ g Zn} \cdot \frac{1 \text{ at - g Zn}}{65,4 \text{ g Zn}} = 0,0388 \text{ at - g Zn}$$

$$2,5 \text{ g Zn} \cdot \frac{6,022 \times 10^{23} \text{ átomos Zn}}{65,4 \text{ g Zn}} = 2,302 \times 10^{22} \text{ átomos Zn}$$

4) DETERMINAR EL NÚMERO DE *at - g* Y EL NÚMERO DE GRAMOS QUE HAY EN $2,4 \times 10^{23}$ ÁTOMOS DE *Ag*, SI EL PESO ATÓMICO ES 108. IGUAL QUE EN EL PROBLEMA ANTERIOR, ESTABLECEMOS LAS OPERACIONES:

$$2,4 \times 10^{23} \text{ átomos Ag} \cdot \frac{1 \text{ at - g Ag}}{6,022 \times 10^{23} \text{ átomos Ag}} = 0,3985 \text{ at - g Ag}$$

$$2,4 \times 10^{23} \text{ átomos Ag} \cdot \frac{108 \text{ g Ag}}{6,022 \times 10^{23} \text{ átomos Ag}} = 43,04 \text{ g Ag}$$

ESTRUCTURA DE LA MATERIA

34

PROBLEMAS RESUELTOS:

5) SE DISUELVE UNA MUESTRA DE 12,5843 g DE $ZrBr_4$ Y, DESPUÉS DE VARIOS PROCESOS QUÍMICOS, TODO EL BROMO COMBINADO SE PRECIPITA COMO $AgBr$. EL CONTENIDO DE PLATA EN EL $AgBr$ ES 13,2160 g. SI LOS PESOS ATÓMICOS DE LA PLATA Y EL BROMO SON 107,870 y 79,909 RESPECTIVAMENTE. DETERMINAR EL PESO ATÓMICO DEL Zr .

CALCULAMOS LOS *at-g* DE PLATA:

$$13,2160 \text{ g Ag} \cdot \frac{1 \text{ at-g Ag}}{107,870 \text{ g Ag}} = 0,1225 \text{ at-g Ag}$$

COMO LA RELACIÓN ES DE 1 A 1 ENTRE LA Ag Y EL Br EN EL $AgBr$, TENEMOS LOS MISMOS *at-g* DE BROMO, ESTO ES 0,1225 *at-g*. LUEGO DETERMINAMOS EL PESO DE BROMO CONTENIDO EN ESTOS *at-g*:

$$0,1225 \text{ at-g Br} \cdot \frac{79,909 \text{ g Br}}{1 \text{ at-g B}} = 9,7882 \text{ g Br}$$

ESTRUCTURA DE LA MATERIA

35

CALCULAMOS LOS *at - g* DE Zr:

$$0,1225 \text{ at - g Br} \cdot \frac{1 \text{ at - g Zr}}{4 \text{ at - g Br}} = 0,0306 \text{ at - g Zr}$$

DETERMINAMOS EL PESO DE ZIRCONIO QUE EXISTE EN LA MUESTRA:

$$\begin{aligned} \text{g Zr} &= 12,5843 - 9,7882 \\ \text{g V} &= 2,7961 \text{ g} \end{aligned}$$

FINALMENTE DETERMINAMOS EL PESO ATÓMICO DEL ZR:

$$\frac{2,7961 \text{ g Zr}}{0,0306 \text{ at - g Zr}} \cdot 1 \text{ at - g Zr} = 91,3758 \text{ g Br (PESO ATOMICO)}$$

ESTRUCTURA DE LA MATERIA

36

PROBLEMAS RESUELTOS:

6) UN COMPUESTO ESTÁ FORMADO POR LOS ELEMENTOS A, B Y C EN LA RELACIÓN 2:2:7. DETERMINAR LA CANTIDAD MÁXIMA DE COMPUESTO QUE SE PUEDE FORMAR A PARTIR DE: 0,175 at - g DE A; $9,03 \times 10^{22}$ ÁTOMOS DE B Y 9,63 g DE C. SI LOS PESOS ATÓMICOS SON: A=23; B=31 Y C=16.

TRANSFORMAMOS LOS GRAMOS Y LOS ÁTOMOS DE B Y C EN ÁTOMOS-GRAMO:

$$9,03 \times 10^{22} \text{ átomos B} \cdot \frac{1 \text{ at - g B}}{6,022 \times 10^{23} \text{ átomos B}} = 0,1499 \text{ at - g B}$$

$$9,63 \text{ g C} \cdot \frac{1 \text{ at - g C}}{16 \text{ g C}} = 0,6018 \text{ at - g C}$$

EN 1 MOL DEL COMPUESTO $A_2B_2C_7$ HAY:

$$2 \text{ at - g A}$$

$$2 \text{ at - g B}$$

$$7 \text{ at - g C}$$

ESTRUCTURA DE LA MATERIA

POR LO QUE PODEMOS DETERMINAR LAS MOLES DEL COMPUESTO CON CADA UNO DE LOS $at - g$ DE CADA ELEMENTO:

$$0,175 \text{ at - g A} \cdot \frac{1 \text{ mol A}_2\text{B}_2\text{C}_7}{2 \text{ at - g A}} = 0,08750 \text{ moles A}_2\text{B}_2\text{C}_7$$

$$0,1499 \text{ at - g B} \cdot \frac{1 \text{ mol A}_2\text{B}_2\text{C}_7}{2 \text{ at - g B}} = 0,07495 \text{ moles A}_2\text{B}_2\text{C}_7$$

$$0,6018 \text{ at - g C} \cdot \frac{1 \text{ mol A}_2\text{B}_2\text{C}_7}{7 \text{ at - g C}} = 0,08597 \text{ moles A}_2\text{B}_2\text{C}_7$$

De lo que podemos concluir que: A produce 0,08750 moles $\text{A}_2\text{B}_2\text{C}_7$
B produce 0,07495 moles $\text{A}_2\text{B}_2\text{C}_7$
C produce 0,08597 moles $\text{A}_2\text{B}_2\text{C}_7$

DE LOS RESULTADOS ANTERIORES SE ESTABLECE QUE LA CANTIDAD MÁXIMA EN MOLES DEL COMPUESTO ES LA PROPORCIONADA POR EL ELEMENTO B, CANTIDAD QUE CORRESPONDE A LA MENOR DE TODAS: POR LO TANTO B ES EL ELEMENTO LIMITANTE.

A CONTINUACIÓN POR MEDIO DEL PESO MOLECULAR DEL COMPUESTO, DETERMINAMOS LA CANTIDAD MÁXIMA EN GRAMOS:

$$0,07495 \text{ moles A}_2\text{B}_2\text{C}_7 \cdot \frac{220 \text{ g A}_2\text{B}_2\text{C}_7}{1 \text{ mol A}_2\text{B}_2\text{C}_7} = 16,50 \text{ g A}_2\text{B}_2\text{C}_7 \text{ (CANTIDAD MAXIMA)}$$