

# TEMA 2 ESTRUCTURA ATÓMICA Y ENLACE QUÍMICO

Prof(a): María Angélica Sánchez Palacios

## TEMA 2. CONTENIDO

- Introducción a la forma y características de la tabla periódica.
- Introducción a los modelos atómicos. El Método Científico.
- Introducción a la teoría cuántica. Concepto de orbital. Números cuánticos y llenado de la tabla periódica.
- Propiedades periódicas: radio, potencial de ionización, afinidad electrónica, electronegatividad.
- Enlace químico. Tipos de enlace según relación a la tabla periódica. Enlace iónico, enlace metálico.
- Enlace covalente. Energía de enlace y orden de enlace. Enlace covalente polar.
- Orbitales híbridos.
- Repulsión entre pares de electrones y forma de las moléculas.
- Polaridad de las moléculas.
- Propiedades de los estados agregados y su relación con el tipo de enlaces: iónicos, metálicos, Van Der Waals, ion dipolo y puente de hidrógeno.

2

### Introducción a la forma y características de la tabla periódica

```

    graph TD
      Químico --> Materia
      Materia --> Mezclas
      Mezclas --> Homogéneas
      Mezclas --> Heterogéneas
      Compuesto_Químico --> Materia
      Elemento_Químico --> Materia
  
```

3

### Tabla Periódica de los elementos

4

### ¿Cuándo se descubrieron los elementos?

5

### Clasificación de los elementos

6

### Diapositiva 3

---

**MA1** Química Estudia las Propiedades y Transformaciones de la materia incluye atomos  
Ejemplos refrescos (azucar, gas, colorantes)  
Arena mas trozos Fe  
Maria Angelica, 20/07/2010



Rayos catódicos (invisibles) Incandescencia fluorescente  
 Sombra  
 Cátodo (-) Anodo (+)  
 Fuente de alto voltaje  
 Fig. 1.3. Tubo de rayos catódicos.

Tubo de vidrio empobrecido en gas, electrodos en los extremos y conectado a alto voltaje (10,000 V)

Rayos catódicos poseen poca coherencia

13

### Cathode Ray Tube

CM (ON) OFF CE (ON)  
 A B C  
 N S  
 Anode Cathode  
 High voltage  
 Fluorescent screen

J.J. Thomson, Determinó la masa/carga del  $e^-$  (1.906 Premio Nobel de Física)

Carga específica Independiente Gas y del material cátodo, carga negativa **ELECTRONES**

14

### Tubo de rayos catódicos

PN PS

15

### Tubo Rayos Catódicos

- Las radiaciones emanan del cátodo viajan en línea recta, proyectan la sombra de un objeto interpuesto en su camino en el fondo del tubo y son invisibles.
- Provocan fluorescencia de algunos materiales sólidos.
- Experimentan desviación frente a un campo eléctrico ó magnético.
- Son independientes de la naturaleza de los electrodos

RAYOS CATÓDICOS CONSTITUIDOS POR PARTÍCULAS CON CARGA NEGATIVA (ELECTRONES)

16

MA4

Anodo (+) Rayos catódicos Rayos anódicos  
 Cátodo (-)  
 Fuente de alto voltaje  
 Fig. 1.7. Tubo de Rayos Positivos de Goldstein

La radiación viaja en sentido contrario a los catódicos  
 Relación  $(alm) \lll (alm)_{catódicos}$   
 Tienen carga positiva (NOTED)

17

MAS

### Millikan's Experiment

Charged plate Oil droplets Atomizer  
 (+) (-) Small hole Rayos X (-) Viewing microscope Oil droplet under observation  
 Velocidad de movimiento

(Premio Nobel de Física en 1.923)

Millikan carga del  $e^- = 1.60 \times 10^{-19} \text{ C}$   
 Relación carga/masa del  $e^- = 1.76 \times 10^8 \text{ C/g}$   
 Masa del  $e^- = 9.10 \times 10^{-28} \text{ g}$

18

## Diapositiva 17

---

**MA4** También llamados Rayos de Goldstein  
Maria Angelica, 20/07/2010

## Diapositiva 18

---

**MA5** Se atomiza el aceite y adquiere carga negativa desde los rayos-X Puede ir regulando el Voltaje  
Conocimientos de electrostatica Calcula carga  
Maria Angelica, 27/07/2010

### Three Types of Rays Emitted by Radioactive Elements

**Alta energía Kc Quemaduras a la piel**

**No se Desvían Propiedades terapéuticas Penetrantes**

**Mayor poder de penetración**

$\alpha (+)$

$\gamma$

$\beta (-)$

Lead block

Radioactive substance

(Compuesto de uranio  $K_2UO_2(SO_4)_2 \cdot H_2O$ )

19

### Modelos Atómicos

Thomson

Rutherford

Bohr

Indicios XIX  
"Indicios existencia átomo"

Teoría de Dalton

Existen Partículas mas pequeñas que los átomos!

Físicos /Químicos

Rayos Catódicos (haz negativas)

Rayos Canales (haz positivas)

Rayos X

Rayos  $\alpha, \beta, \gamma$  (Radioactividad)

Existencia isótopos

20

### Thomson's Model of the Atom

Positive charge spread over the entire sphere

R. Catódicos (-)  
R. Canales (+)

No explica desviación partículas

No es Concordante con las observaciones Planteadas

21

### Rutherford's Experimental Design

(Premio Nobel de Química en 1.908)

Gold foil

$\alpha$ -Particle emitter

Slit

Detecting screen

Velocidad de las partículas  $\sim 1.4 \times 10^7$  m/s (~5% velocidad de la luz)

- La carga positiva de un átomo está concentrada en su núcleo
- El proton (p) tiene una carga (+), el electrón tiene carga (-)
- La masa del p es 1840 x masa del e ( $1.67 \times 10^{-24}$  g)

22

### Modelo atómico de Thomson

A. Hipótesis: Resultados esperados son basados en modelo del tipo de masa

B. Experimento

C. Resultado real

Desviaciones respecto a las partículas alfa en la pantalla son predominantemente tras.

En la pantalla se ven ocasionalmente desviaciones masivas de las partículas alfa.

Desvío de las partículas alfa ocasionado por la presencia de un núcleo positivo masivo y denso.

23

### Modelo atómico de Rutherford

Átomo nuclear

Proton

Neutrón mas tarde

Mayor masa del átomo y su carga positiva esta Núcleo (Desvía  $\alpha$ )

No explica la masa total del átomo.

Fuera Núcleo igual número de electrones (Neutralidad)

Al electrón radia energía precipitaria sobre núcleo y destruye el átomo

No Explica Espectro H.

Radio atómico  $\sim 100 \text{ pm} = 1 \times 10^{-10} \text{ m}$

Radio nuclear  $\sim 5 \times 10^3 \text{ pm} = 5 \times 10^{-13} \text{ m}$

24

## Diapositiva 24

---

**MA10** pico 10E-12  
Maria Angelica, 27/07/2010

**Naturaleza de la Luz Propiedades de las Ondas**

**Longitud de onda ( $\lambda$ )** → Distancia entre 2 puntos idénticos en una serie de ondas.

**Amplitud** → Distancia vertical desde el punto medio de la curva hasta una cresta (máximo) o un valle (mínimo).

**La frecuencia ( $\nu$ )** → Número de ondas, que pasan por un determinado punto en un intervalo de 1 s.

**(Hertz = 1 ciclo/seg).**

**Velocidad ( $c$ ) =  $\lambda \times \nu$**

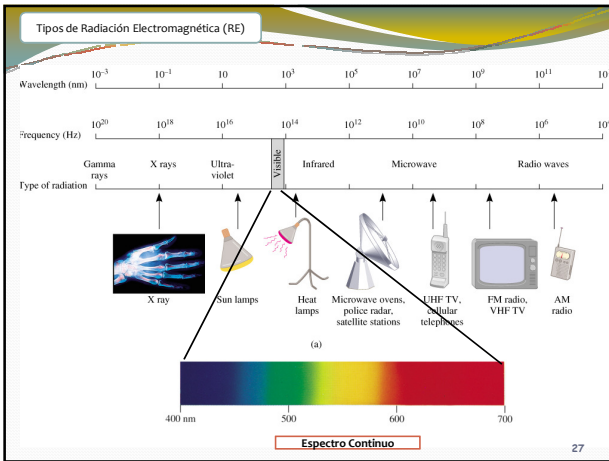
25

**Maxwell (1.873) Estableció que la luz está formada por ondas electromagnéticas**

**Radiación Electromagnética**  
Emisión y transmisión de energía por medio de ondas electromagnéticas.

**Velocidad de la luz (en el vacío) =  $2.998 \times 10^{10}$  cm/s**

26



Una partícula tiene una frecuencia de  $6.0 \times 10^8$  Hz. Determine su longitud de onda. ¿Se encuentra esta frecuencia dentro de la región visible?

**$\lambda \times \nu = c$**

$\lambda = c/\nu$   
 $\lambda = 3.00 \times 10^8 \text{ m/s} / 6.0 \times 10^8 \text{ Hz}$   
 $\lambda = 5.0 \times 10^3 \text{ m}$   
 $\lambda = 5.0 \times 10^{12} \text{ nm}$

**Onda de radio**

28

**Origen Ideas Cuánticas**  
Misterio #1, "Problema del cuerpo oscuro"  
Resuelto por Planck en el año 1.900

- Física clásica: radiación se libera forma continua (intensidad radiación aumenta indefinida)
- Sólidos a alta T emiten radiación que abarca una gama de  $\lambda$ .
- La energía radiante es emitida o absorbida en "partículas" de luz llamadas "quantum" (fotones)

**$E_f = h \times \nu$**   
**Constante de Planck (h)**  
 **$h = 6.63 \times 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}$**

29

**Misterio #2, "Efecto Fotoeléctrico"**  
Resuelto por Einstein en 1.905

La luz tiene:  
Naturaleza de partícula

Un fotón es una "partícula" de luz

**$E_f = h \times \nu$**

BE: energía de unión del e<sup>-</sup> al metal  
KE: energía cinética

**$h\nu = BE + KE$**

**$KE = h\nu - BE$**

$h\nu > KE$

30



### Diapositiva 25

---

**MA6** La velocidad depende del tipo onda y del medio en el cual viaja (aire, agua, vacío)  
Maria Angelica, 20/07/2010

### Diapositiva 26

---

**MA7** Ambos componentes tiene igual longitud de onda y frecuencia y velocidad pero viajan en en planos perpendiculares  
Maria Angelica, 20/07/2010

### Diapositiva 29

---

**MA8** Solo se emiten o absorben multiples de  $h\nu$ ,  $2h\nu$ .  
Un vaca no pare  $1/2$  vaca solo enteros muy amplia la aplicacion, no medio electron  
Maria Angelica, 20/07/2010

### Diapositiva 30

---

**MA9** Una energia suficiente arranca el electron y un exceso este adquiere energía cinetica  
Maria Angelica, 20/07/2010

Cuando una muestra de cobre es bombardeada con electrones se producen rayos X.  
 Calcule la energía de los electrones, si se sabe que  $\lambda$  de los rayos X es 0.154 nm.

$E = h \times \nu$

$E = h \times c / \lambda$

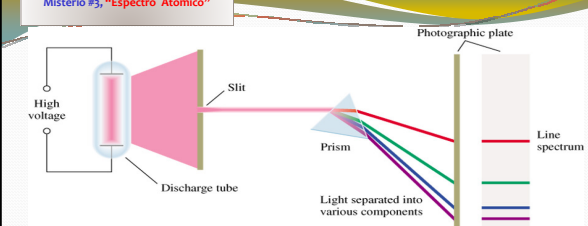
$E = 6.63 \times 10^{-34} \text{ (J}\cdot\text{s)} \times 3.00 \times 10^8 \text{ (m/s)} / 0.154 \times 10^{-9} \text{ (m)}$

$E = 1.29 \times 10^{-15} \text{ J}$



31

Misterio #3, "Espectro Atómico"



High voltage

Discharge tube

Slit


Prism

Photographic plate

Line spectrum

Light separated into various components

Espectro de emisión de los átomos de hidrógeno



400 nm

500

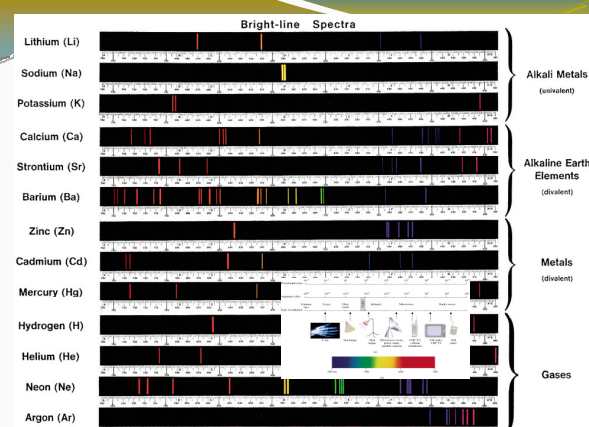
600

700

Espectro de Líneas

32

Bright-line Spectra



Lithium (Li)

Sodium (Na)

Potassium (K)

Calcium (Ca)

Strontium (Sr)

Barium (Ba)

Zinc (Zn)

Cadmium (Cd)

Mercury (Hg)

Hydrogen (H)

Helium (He)

Neon (Ne)

Argon (Ar)

Alkali Metals (univalent)

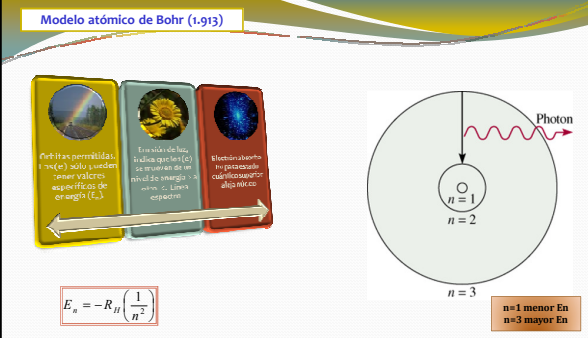
Alkaline Earth Elements (divalent)

Metals (divalent)

Gases

33

Modelo atómico de Bohr (1.913)



Orbitas permitidas. Un electrón solo puede tener valores específicos de energía ( $E_n$ ).

Electrones que saltan de un nivel a otro emiten o absorben luz visible.

Electrones absorben o pierden energía cuánticamente.

Photon

$n=1$

$n=2$

$n=3$

$n=1$  menor  $E_n$

$n=3$  mayor  $E_n$

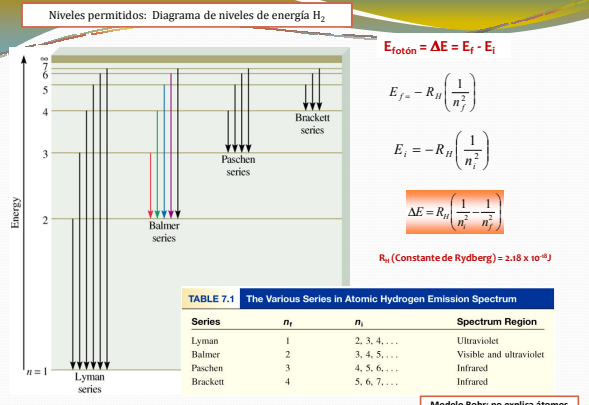
$E_n = -R_H \left( \frac{1}{n^2} \right)$

$n$  (Número cuántico) = 1, 2, 3, ...

$R_H$  (Constante de Rydberg) =  $2.18 \times 10^{-18} \text{ J}$

34

Niveles permitidos: Diagrama de niveles de energía  $H_2$



$E_{\text{fotón}} = \Delta E = E_f - E_i$

$E_f = -R_H \left( \frac{1}{n_f^2} \right)$

$E_i = -R_H \left( \frac{1}{n_i^2} \right)$

$\Delta E = R_H \left( \frac{1}{n_i^2} - \frac{1}{n_f^2} \right)$

$R_H$  (Constante de Rydberg) =  $2.18 \times 10^{-18} \text{ J}$

Lyman series

Balmer series

Paschen series

Brackett series

Series	$n_i$	$n_f$	Spectrum Region
Lyman	1	2, 3, 4, ...	Ultraviolet
Balmer	2	3, 4, 5, ...	Visible and ultraviolet
Paschen	3	4, 5, 6, ...	Infrared
Brackett	4	5, 6, 7, ...	Infrared

Modelo Bohr: no explica átomos multielectrónicos

35

Calcule la longitud de onda de un fotón emitido por un átomo de hidrógeno cuando el electrón cambia del 5 al 3 nivel de energía.

$E_{\text{fotón}} = \Delta E = R_H \left( \frac{1}{n_i^2} - \frac{1}{n_f^2} \right)$

$n=5, n=3$

$E_{\text{fotón}} = 2.18 \times 10^{-18} \text{ J} \times (1/25 - 1/9)$

$E_{\text{fotón}} = -1.55 \times 10^{-19} \text{ J}$

$E = h \times \nu$

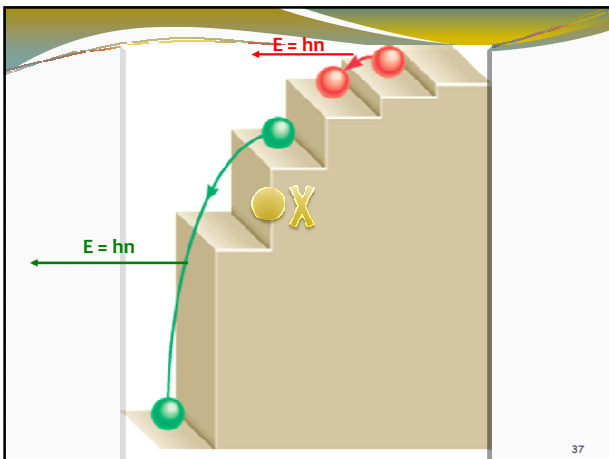
$E_{\text{fotón}} = h \times c / \lambda$

$\lambda = h \times c / E_{\text{fotón}}$

$\lambda = 6.63 \times 10^{-34} \text{ (J}\cdot\text{s)} \times 3.00 \times 10^8 \text{ (m/s)} / 1.55 \times 10^{-19} \text{ J}$

$\lambda = 1280 \text{ nm}$

36



**Experimento de Chadwick (1.932)**  
(Premio Nobel de Física en 1.935)

Átomos de H = 1 p; Átomos de He = 2 p  
Masa de He/Masa de H debería de ser = 2  
Masa de He/Masa de H = 4

$\alpha + {}^9\text{Be} \longrightarrow {}^1_0\text{n} + {}^{12}\text{C} + \text{energía}$

**El neutrón (n) es neutro (carga = 0)**  
Masa de n - masa de p =  $1.67 \times 10^{-24}$  g

He 2p y 2n /H 1p

**TABLE 2.1 Mass and Charge of Subatomic Particles**

Particle	Mass (g)	Charge	
		Coulomb	Charge Unit
Electron*	$9.10939 \times 10^{-28}$	$-1.6022 \times 10^{-19}$	-1
Proton	$1.67262 \times 10^{-24}$	$+1.6022 \times 10^{-19}$	+1
Neutron	$1.67493 \times 10^{-24}$	0	0

\*More refined measurements have given us a more accurate value of an electron's mass than Millikan's.

**Otras ideas que condujeron a la mecánica cuántica**

1. **Naturaleza Dual de la Luz (onda-partícula)**

Las partículas pequeñas como los electrones pueden mostrar propiedades de ondas

De Broglie (1.924) postula que los electrones (e<sup>-</sup>), son partículas pero también son ondas.

$E = mc^2, E = h\nu$

$h\nu = mc^2$   
 $\frac{h\nu}{c} = mc = p \quad (p = mu, c = \lambda\nu)$   
 $\frac{h\nu}{\nu\lambda} = mu$

$\lambda = \frac{h}{mu}$

u = velocidad  
m = masa  
p = momento

¿Cuál es la longitud de onda de De Broglie (en nm) de una pelota de ping-pong de 2.5 gramos de masa que tiene una velocidad constante de 15.6 m/s?

$\lambda = h/mu$

h en J•s    m en kg    u en (m/s)

$\lambda = 6.63 \times 10^{-34} / (2.5 \times 10^{-3} \times 15.6)$

$\lambda = 1.7 \times 10^{-32} \text{ m} = 1.7 \times 10^{-23} \text{ nm}$

2. **Principio de Incertidumbre de Heisenberg**

Bohr y Heisenberg (1.920) explican el comportamiento de partículas subatómicas midiendo (x) posición y momento (p)

$\Delta x \Delta p \geq \frac{h}{4\pi}$

No se puede medir simultáneamente con precisión la posición y el momento

**Número atómico, Número de masa e Isótopos**

Número atómico (Z) = Número de protones en el núcleo  
 Número de masa (A) = Número de protones + Número de neutrones  
 = Número atómico (Z) + Número de neutrones

Los isótopos = son átomos del mismo elemento (X) con diferente número de neutrones  
 = Igual número atómico pero diferente número de masa

En un Elemento neutro  $p = e^-$  (Z)

Número atómico  $\rightarrow Z$   
 Número de masa  $\rightarrow A$

**X** ← Símbolo del elemento

${}^1_1H$      ${}^2_1H(D)$      ${}^3_1H(T)$   
 1 p    1p, 1n    1p, 2n

${}^{92}_{235}U$      ${}^{92}_{238}U$

43

**Isótopos del hidrógeno**

${}^1_1H$      ${}^2_1H$      ${}^3_1H$

Hidrógeno    Deuterio    Tritio

44

El método científico es un procedimiento sistemático para investigar y explicar fenómenos naturales.

Observation → Representation → Interpretation

Una hipótesis es una explicación tentativa para un conjunto de observaciones.

probado → modificado

45

**Método científico**

46

Una Ley es un enunciado conciso de una relación entre fenómenos que es siempre válido bajo las mismas condiciones.

Fuerza = masa x aceleración

Una teoría es un principio unificador que explica un conjunto de hechos y/o aquellas leyes que se basan en ellos.

Teoría atómica

47

La Química en acción:  
 El láser – una luz espléndida

La luz de un láser es: 1) intensa, 2) monoenergética, y 3) coherente

48

La Química en acción:  
El Microscopio Electrónico

$\lambda_e = 0.004 \text{ nm}$

**Electron Micrograph of Red Blood Cells**



Átomos de hierro sobre una superficie de cobre



49

**Tarea**

Exposición Características Físicas y Químicas de grupos de la Tabla Periódica (Hidrógeno, IA, IIA, IVA, VA, VIA, VIIA, metales de transición).

Aplicaciones: basadas en el Efecto Fotoeléctrico, Cuerpo Oscuro y Espectros.

Estudiar Unidades de Medidas sistema SI y prefijos (masa, volumen, longitud, temperatura, corriente eléctrica, cantidad de sustancia)

50

