

## Resumo

### 1. LIMITACIÓNS DA FÍSICA CLÁSICA

Os tres experimentos que puxeron de manifesto as limitacións da física clásica foron a radiación do corpo negro, o efecto fotoeléctrico e os espectros atómicos.

#### 1.1. A radiación do corpo negro e a hipótese de Planck

A enerxía electromagnética que emite un corpo debido á súa temperatura denomínase **radiación térmica**. Varía tanto coa temperatura como coa composición do corpo.

**Corpo negro:** e aquel cuxa radiación térmica só depende da súa temperatura. A súa radiación obedece a dúas leis básicas: a lei de Stefan-Boltzmann e a lei do desprazamento de Wien.

**Lei de Stefan-Boltzmann:** *A intensidade da radiación térmica dun corpo negro é proporcional á cuarta potencia da súa temperatura absoluta.*

$$I = \sigma T^4$$

**Lei do desprazamento de Wien:** o produto da lonxitude de onda correspondente ao máximo de emisión  $\lambda_{\text{max}}$  pola temperatura absoluta é constante.

$$\lambda_{\text{max}} T = 2,897755 \cdot 10^{-3} \text{ m} \cdot \text{K}$$

- **Hipótese de Planck**

A enerxía emítese sempre de xeito descontinuo, como se fosen pequenos paquetes de enerxía  $hf$  denominados cuantos. Dise que a enerxía emitida está cuantizada e  $n$  é un número cuántico  $c$

$$E = nE_0; E = nhf \quad n = 1, 2, 3 \dots$$

#### 1.2. O efecto fotoeléctrico e a explicación de Einstein

Denomínase efecto fotoeléctrico ao fenómeno mediante o cal a luz, ao incidir sobre un metal, lle arranca electróns, chamados fotoelectróns

O traballo de extracción ( $W$ ) é a enerxía mínima que deben ter os fotóns da radiación que provoca o efecto fotoeléctrico.

$$W = hf_0$$

- **Ecuación de Einstein do efecto fotoeléctrico**

$$hf = hf_0 + \frac{1}{2} m_e v_{\text{máx}}^2 \rightarrow E_{\text{incidente}} = E_{\text{umbral}} + E_c$$

### 1.3. Os espectros atómicos e o átomo de Bohr

Fórmula de Rydberg e Ritz:

$$\frac{1}{\lambda} = \tilde{\nu} = R \left( \frac{1}{n_1^2} - \frac{1}{n_2^2} \right)$$

Series espectrais

Serie:	$n_1$	$n_2$	Zona
Lyman	1	2,3,4...	Ultravioleta
Balmer	2	3,4,5...	Visible
Paschen	3	4,5,6...	Infravermello
Brackett	4	5,6,7...	Infravermello
Pfund	5	6,7,8...	Infravermello

#### O átomo de Bohr

Postulados:

- **Primeiro postulado.** Existen órbitas, denominadas "permitidas", nas que o electrón que se move con celeridade constante non emite ningún tipo de radiación. Estas órbitas constitúen estados estacionarios do átomo.
- **Segundo postulado.** As órbitas permitidas son as únicas nas que pode moverse o electrón. Dado que estas órbitas están cuantizadas, o momento angular do electrón nelas tomará valores discretos (ou cuantizados tamén). Os devanditos valores relaciónanse coa constante de Planck do seguinte modo:

$$m_e v r = n \frac{h}{2\pi}$$

onde  $n$  é un número enteiro que cuantiza os posibles valores do momento angular, polo que se denomina **número cuántico principal**.

- **Terceiro postulado.** O electrón só pode pasar dunhas órbitas permitidas a outras absorbendo (se se despraza a órbitas superiores) ou emitindo (se se despraza a órbitas inferiores) enerxía en forma de cantos, é dicir, absorbendo ou emitindo fotóns. Se  $E'$  é a enerxía dunha órbita superior, e  $E$ , a dunha órbita inferior, a enerxía emitida nese salto será:

$$\Delta E = E' - E = hf$$

## Raio das órbitas permitidas

$$r = n^2 \frac{\varepsilon_0 h^2}{\pi m_e e^2} \rightarrow r = 0,53 \cdot n^2 \text{ \AA}$$

É dicir, o raio non pode ter calquera valor, ten que ser igual á constante K multiplicada polo cadrado dun número natural n.

## A enerxía das órbitas de Bohr

Deste xeito, a enerxía total dun electrón nunha órbita de Bohr vén dada por:

$$E_{total} = -\frac{m_e e^4}{8\varepsilon_0^2 n^2 h^2} \rightarrow E_{total} = -\frac{13,6}{n^2} \text{ eV}$$

## 2. MECÁNICA CUÁNTICA

**2.1. A dualidade onda-partícula. Hipótese de De Broglie:** *toda partícula material que se move con velocidade v ten unha lonxitude de onda asociada, dada pola expresión:*

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

Esta hipótese foi comprobada en 1927 por Davisson e Germer (difracción de electróns).

## 2.2. Principio de indeterminación de Heisenberg

- Non é posible determinar simultaneamente o valor exacto da posición x e do momento lineal p dun obxecto cuántico. Os valores das indeterminacións correspondentes compren:
- Non é posible determinar simultaneamente o valor medido da enerxía E dun obxecto cuántico e o intervalo de tempo necesario para efectuar a medida. Isto esixe que se cumpra:

$$\Delta E \cdot \Delta t \geq \frac{h}{2\pi}$$

## 2.3. Aplicacións da mecánica cuántica

- Célula fotoeléctrica
- Microscopio electrónico
- Láser

### 3.- FORZAS E PARTÍCULAS FUNDAMENTAIS

#### 3.1. Teorías de unificación

A gran meta da física consiste en ser capaz de unificar, baixo unha mesma teoría, todas as interaccións coñecidas.

##### **Modelo Electrodébil**

Unifica o electromagnetismo e a forza nuclear débil.

##### **Modelo Estándar**

Trátase dunha teoría cuántica de campos que explica tres das catro interaccións fundamentais, quedando pendente a da gravidade.

Existen 12 **partículas fundamentais** que se agrupan en familias:

	Leptóns		Quarks	
Familia 1	Electrón	Neutrino	Down (d)	Up (u)
Familia 2	Muón	Neutrino muónico	Strange	Charm
Familia 3	Tauón	Neutrino tauónico	Bottom	Top

A materia ordinaria que coñecemos está formada por partículas da familia 1 ( $e^-$  e quarks  $u$  e  $d$ ).

Para explicar as **interaccións fundamentais** co modelo estándar son necesarias unhas partículas que actúen de mediadoras:

Interacción	Mediador
Nuclear forte	Gluón
Nuclear débil	Bosóns W e Z
Electromagnética	Fotón
Gravitacional	Gravitón (non detectada)

#### **Teorías de supercordas**

Substitúe ás partículas por cordas. As cordas son minúsculos fíos indivisibles de enerxía que se atopan vibrando, sendo dun tamaño unhas  $10^{20}$  veces menor que o núcleo atómico.

### 4.- ORIGEN E EVOLUCIÓN DO UNIVERSO

A teoría do Big Bang considera que toda a enerxía, espazo e tempo estaban acumulados nun punto (singularidade) de densidade case infinita. Cando estoupa, xurde o espazo e tempo a medida que se vai expandindo e arrefriando.

Hoxe en día sabemos que só o 4,5 % del universo está composto por átomos, mentres que un 23,5% é materia escura (xiste unha maior forza gravitacional da que se pode explicar coa materia coñecida) e outro 72% enerxía escura (ponse de manifesto en que a expansión do Universo está sendo máis rápida da prevista, polo que debe existir unha “presión” interior que a produce).