

UNITATS 7,8,9: FÍSICA MODERNA

UNITAT 7: RELATIVITAT

POSTULATS DE LA RELATIVITAT ESPECIAL:

1) Totes les lleis de la física (mecànica, electromagnetisme i òptica) es compleixen igual en tots els sistemes de referència inercial (aquells que estan en repòs o que es mouen a velocitat constant).

2) La velocitat de la llum en el buit, c , és la mateixa per a tots els sistemes de referència inercials, i és independent del moviment relatiu entre la font emissora i l'observador.

La llum es propaga sempre a la mateixa velocitat siga quina siga la seua direcció respecte a la direcció i sentit del moviment de la Terra. **La velocitat de la llum en el buit és un límit infranquejable.**

CONSEQÜÈNCIES:

1) La dilatació del temps: L'interval de temps entre dos esdeveniments simultanis és més gran en un sistema en repòs que en un sistema que es mou a una velocitat propera a la de la llum.

$$\Delta t = \gamma \Delta t' \quad \gamma = \frac{1}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$$

Δt (temps mesurat des d'un observador en repòs)

$\Delta t'$ (temps mesurat des d'un observador en moviment)

2) La contracció de la longitud: Disminució de la longitud d'un objecte en la direcció del moviment quan es mou a una velocitat propera a la de la llum.

$$L = \gamma L'$$

*CAS DELS BESSONS ASTRONAUTES: que viatgen a un sistema extrasolar situat a 25 anys llum de la Terra a una velocitat $v=0,95c$

Des de la Terra: $\Delta t = 2 \cdot (25 \text{ c}) / 0,95c = 52,63$ anys

Des de la Nau: $\Delta t = \gamma \Delta t'$; $\Delta t' = 52,63/3,2 = 16,44$ anys

Espai recorregut per la nau: $L = \gamma L'$; $50c = 3,2 L'$; $L' = 15,63c$

*CAS DEL VIATGE DELS MUONS: partícules generades a uns 9000m de la Terra i que viatgen a una velocitat de $v=0,998c$

Per a un sistema de referència associat als muons : $L = \gamma L'$; $9000 = 15,08 L'$; $L'=596,7\text{m}$

I es muó tardaria a recórrer-los: $\Delta t' = L'/v = 596,7 / 0,998c = 2 \cdot 10^{-2}$ s

3) L'energia relativista: La massa dels cossos varia en funció de la seua velocitat.

Massa de la partícula en repòs: m_0 i per tant \longrightarrow Energia en repòs: $E = m_0 \cdot c^2$

Massa relativista: $m = \gamma m_0$ i per tant \longrightarrow Energia total relativista $E = m \cdot c^2 = \gamma \cdot m_0 \cdot c^2$

Energia cinètica \longrightarrow $E_c = E - E_0$ recorda: **$1\text{ev} = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{J}$**

Interconversió massa-energia: quan es produeix una pèrdua de massa en un sistema com a conseqüència d'un xoc inelàstic, s'allibera una quantitat d'energia equivalent.

$$\Delta E_c = \Delta m \cdot c^2$$

Una conseqüència de la relativitat especial és la demostració que l'energia i la matèria són dos aspectes d'una mateixa entitat

UNITAT 8: LA FÍSICA QUÀNTICA

FETS QUE "NO" EXPLICA LA MECÀNICA CLÀSSICA

1) La radiació d'un cos negre: La intensitat de la radiació emesa per un cos negre (un cos que absorbeix qualsevol radiació que li arriba) quan es calfa augmenta amb la temperatura i el màxim de la intensitat es desplaça cap a λ menors (llei de Wien) amb valors alts de T.

$$\lambda_{\text{màx}} \cdot T = 2,898 \cdot 10^{-3} \text{ m} \cdot \text{K}$$

aquesta llei no es compleix per la λ menors de llum ultraviolada.

***Interpretació Planck:** l'energia està quantitzada en fotons $E = h \cdot f = h \cdot (c/\lambda)$ Julios

h (constant de Planck) = $6.63 \cdot 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}$

c (velocitat de la llum en el buit) = $3 \cdot 10^8 \text{ m/s}$

f (freqüència de la radiació) en Hz i λ (longitud d'ona de la radiació) en metres

2) Efecte fotoelèctric: la llum en incidir sobre un metall li arranca electrons si aquesta radiació té un valor de f mínima (llindar), per baix d'aquesta no hi ha emissió de fotoelectrons, malgrat que augment la intensitat de la radiació.

***Interpretació d'Einstein:**

$$E_{\text{incidente}} = W_{\text{extracció}} + E_{\text{cinètica}}$$

$$h \cdot f = h \cdot f_0 + \frac{1}{2} m_e v_e^2$$

$$h \cdot (c/\lambda_{\text{incid}}) = h \cdot (c/\lambda_{\text{màx}}) + \frac{1}{2} m_e v_e^2$$

Potencial de frenada: valor de potencial necessari per a frenar els electrons emesos amb un determinat valor d'energia cinètica. $E_c (\text{J}) \longrightarrow (\text{eV})$

3) Els espectres atòmics:

Espectre d'absorció: conjunt de radiacions absorbides per un àtom que es sotmet a una descàrrega elèctrica i que formen unes ratlles negres que es recullen en una pantalla de colors per a poder mesurar les λ absorbides.

Espectre d'emissió: conjunt de radiacions emeses després per un àtom i que formen unes ratlles de colors que es recullen en una pantalla de fons negre per a poder mesurar les λ . Són espectres complementaris per al mateix àtom.

*Interpretació segons el model de Bohr:

- Els àtoms estan formats per un xicotet nucli on es troben els protons i gran part de la massa dels àtoms. Els electrons estan en l'escorça girant en unes òrbites estacionàries on no emeten energia.
- Per a un electró sols estan permeses les òrbites que compleixen:
 $L = |r \times p| = r m v = n \cdot (h/2\pi)$ n (nr quàntic principal)
- Els electrons poden absorbir o emetre energia en forma de fotons quan realitzen una transició d'una òrbita a un altra. $\Delta E = h \cdot f$

PRINCIPIS DE LA MECÀNICA QUÀNTICA: Part de la física que estudia les interaccions matèria-energia quan la partícula que les experimenta té una massa molt menuda i es mou a velocitats grans però inferiors a la velocitat de la llum per a no considerar els efectes relativistes.

1) La dualitat ona corpuscle de De Broglie: Igual que la llum té una doble naturalesa (ona-fotó), Louis De Broglie va proposar la doble naturalesa de totes les partícules (ona-massa).

$$\lambda = \frac{h}{p} = \frac{h}{m \cdot v} \quad (\text{metres})$$

Per a poder apreciar la λ aquesta té que tenir una mida del tamany atòmic.

2)El principi d'incertesa de Heisenberg: Admet dues formulacions:

No es possible determinar alhora el valor exacte de la posició i del moment lineal d'un objecte quàntic. $\Delta x \cdot \Delta p \geq h/4\pi$

No es possible determinar alhora el valor exacte de l'energia d'un objecte quàntic i el temps durant el qual l'objecte roman en aquest estat d'energia. $\Delta E \cdot \Delta t \geq h/4\pi$

*Principi de complementarietat de Bohr: Un objecte quàntic, com un fotó o com un electró, actua com a una ona o com una partícula però mai presenta els dos aspectes de forma simultània.

3)Funció de probabilitat de Schrödinger: Els electrons es comporten com ones, per tant la seua trajectòria en l'àtom és impredecible, sols podem parlar en termes de probabilitat. L'estat d'un electró (posició i velocitat) es descriu mitjançant una funció d'ona ψ .

$|\psi|^2 dV$ Probabilitat de trobar un electró en un element de volum dV

Hi ha que renunciar a trobar la trajectòria precisa que segueix un electró en l'àtom i parlar de zones on hi ha la màxima probabilitat de que hi estiga: ORBITALS.

UNITAT 9: FÍSICA NUCLEAR

1) EL NUCLI ATÒMIC. Xicoteta esfera en la trobem els nucleons (protons i neutrons). Z (nr atòmic = nr de protons) i A (nr màssic = nr de protons+ nr de neutrons). Tipus de núclids diferents: isòtops, isòbars, isòtons i isòmers.

L'estabilitat del nucli: La massa d'un nucli és inferior a la suma de les masses dels nucleons que el formen (defecte de massa). Així **l'energia d'enllaç** del nucli és:

$$E_{\text{enllaç}} = \Delta E_{\text{núclid}} = (\sum m_{\text{nucleons}} - m_{\text{núclid}}) \cdot c^2$$

Un núclid és més estable quan major siga el seu valor de: $\Delta E_{\text{núclid}} / A$

2) LA RADIOACTIVITAT: Desintegracions radioactives. Els núclids inestables (aquells que tenen Z elevat i per tant un nombre molt més alt de neutrons) produeixen de forma natural **emissions radioactives** per tal de convertir-se en estables.

*Radioactivitat natural: procés pel qual els núclids atòmics de certes substàncies emeten radiació de forma espontània i es transformen en elements diferents o en nuclis del mateix element en un estat de menys d'energia. Tipus de radiació:

Raigs α = nuclis d' heli (${}^4_2\text{He}$)

Raigs β = electrons (${}_{-1}^0e$)

Raigs γ = radiació electromagnètica.

*Lleis del desplaçament radioactiu:

- **1 Llei:** ${}^A_ZX \longrightarrow {}^{A-4}_{Z-2}Y + {}^4_2\text{He}$
- **2 Llei:** ${}^A_ZX \longrightarrow {}^A_{Z+1}Y + {}_{-1}^0e$
- **3 Llei:** ${}^A_ZX \longrightarrow {}^A_ZX + \gamma$

ALTRES PARTÍCULES IMPLICADES: Neutró (1_0n), Protó (1_1p)

*Sèries o famílies radioactives: Hi ha quatre sèries o famílies radioactives que acaben totes en el diversos núclids de plom

1. Sèrie de tori: $A = 4n$
2. Sèrie del neptuni: $A = 4n+1$
3. Sèrie de l'urani-radi: $A = 4n+2$
4. Sèrie de l'urani-actini: $A = 4n+3$

3) CINÈTICA DE LA DESINTEGRACIÓ RADIOACTIVA

Activitat radioactiva (A): nombre de núclids que es desintegren per unitat de temps. La seua unitat és el Bq (becquerel = desintegracions/s)

$$A = (\lambda \cdot N) \quad \lambda \text{ (constant de desintegració) Unitats: } s^{-1}$$

N (nr de núclids presents)

$$N = N_0 \cdot e^{-\lambda \cdot t} \quad N \text{ (nr de núclids que queden per desintegrar després d'un temps)}$$

Període de semidesintegració ($T_{1/2}$): temps que tarda en desintegrar-se la meitat dels núclids que hi ha en la mostra. $T_{1/2} = \ln 2 / \lambda$

Vida mitjana (τ): temps que tarda un núclid per terme mitjà en desintegrar-se.
 $\tau = 1/\lambda = T_{1/2} / \ln 2$

4) RADIOACTIVITAT ARTIFICIAL: o induïda a la que resulta de núclids radioactius que s'obtenen al laboratori en bombardejar núclids estables amb partícules α , β , neutrons ... En aquestes reaccions es conserva:

- La càrrega elèctrica
- El nombre de nucleons (protons + neutrons)
- La quantitat de moviment ($p = m \cdot v$)

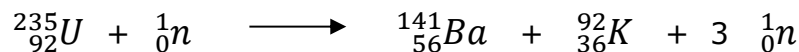
El conjunt massa-energia: la pèrdua de massa en una reacció nuclear es transforma en energia. $\Delta E = \Delta m \cdot c^2$

L'energia corresponent a una massa de 1u és:

$$\Delta E = 1,66 \cdot 10^{-27} \times (3 \cdot 10^8)^2 = 1,49 \cdot 10^{-10} \text{ J} = \mathbf{931,5 \text{ MeV}}$$

5) REACCIONS NUCLEARS DE FISSIÓ I FUSIÓ

FISSIÓ: És el procés en què un núclid, generalment de massa elevada, es trenca en dues fraccions més xicotetes. La massa dels productes és inferior a la massa dels reactius i el defecte de massa es transforma en energia. És una reacció en cadena.



FUSIÓ: Procés en què dos núclids de massa xicoteta s'uneixen i donen lloc a un núclid de massa més gran. La massa dels productes és inferior a la massa dels reactius i el defecte de massa es transforma en energia. És un procés que podem trobar en les estrelles. Exemples de fusió:

