

Problema 1: Decaimiento radiactivo.

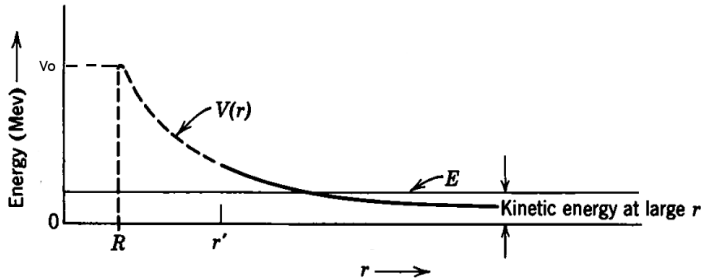


Fig.1

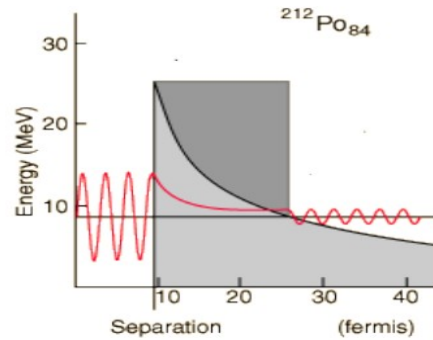


Fig.2

El proceso de emisión radiactiva de partículas α por parte de un núcleo inestable de Polonio (${}_{84}^{212}\text{Po} \rightarrow {}_{82}^{208}\text{Pb} + \alpha_2^4$) puede modelarse como el tunelamiento de las partículas α atravesando una barrera de potencial Coulombiano como la que muestra la Fig.1.

La forma del potencial en función de la distancia al centro del núcleo r se puede escribir como:

$$V(r) = Z_\alpha Z_{Po} e^2 / (4\pi\epsilon_0 r) \quad \text{para } r > R \text{ el radio del núcleo atómico.}$$

Para simplificar el problema, modelaremos el potencial como el de una barrera de ancho $a = r' - R$ y altura de potencial $V_0 = V(R)$ como muestra la Fig.2.

a) Escriba la ecuación de Schrödinger independiente del tiempo para las zonas relevantes en función de la distancia r indicando las condiciones que deben cumplirse para obtener sus soluciones.

b) En vista de su planteo de la parte (a), explique cómo calcular la probabilidad de que una partícula α sea emitida por el núcleo. No es necesario completar el cálculo exacto.

c) Para una barrera con opacidad $\Gamma = ((8\pi^2 m_\alpha V_0 a^2) / h^2)^{1/2} \gg 1$ el coeficiente de transmisión se puede aproximar como $T = 16\epsilon(1-\epsilon)^{1/2} e^{-2\kappa a}$ donde $\kappa a = \Gamma(1-\epsilon)^{1/2}$ y $\epsilon = E/V_0$.

Estime la probabilidad de emisión de una partícula α para un núcleo de Polonio

$${}_{84}^{212}\text{Po} (Z_{Po} = 84, A_{Po} = 208) \text{ utilizando la información del gráfico de la Fig.2.}$$

Instituto de Física - Facultad de Ingeniería - Universidad de la República
6 de diciembre del 2013
2do PARCIAL - Int. a la Física Moderna

Problema 2: **Oscilador Armónico.**

I) Obtenga la ecuación de Schödinger independiente del tiempo, a partir de la ecuación general.

II) Considere un modelo de oscilador armónico para una molécula de N_2 . La masa de cada átomo de N es de 14 umas.

- a) Si se aumenta la energía potencial entre ambos átomos, en 1 eV, a partir de la energía de su punto de equilibrio, "el resorte" se estira 0,1 nm. ¿Cuál es la constante del "resorte"?
- b) Plantee la ecuación de Schödinger independiente del tiempo para el primer estado del siguiente potencial: $V(x) = kx^2/2 - bx$. Sabiendo que la función de onda espacial del primer estado de un oscilador armónico simple es

$$\phi(z) = A \exp(-\alpha z^2)$$

determine α en función de los parámetros del problema.

- c) Interprete los resultados determinando los niveles de energía y punto de equilibrio del modelo que se aplica a la molécula de N_2 . Determine el parámetro b, sabiendo que el punto de equilibrio es $x_0 = 0,11$ nm.
- d) Calcule el valor medio de la cantidad de movimiento de la molécula en el primer estado de energía.