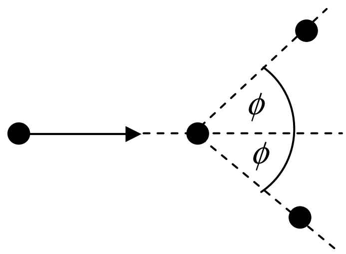
Examen de Física moderna – 6/12/2007

Problema 1.

Un protón con energía total E colisiona elásticamente con un segundo protón en reposo en el laboratorio. Luego de la colisión ambos protones se alejan en trayectorias dispuestas simétricamente, formando ángulos de $\pm\phi/2$ con la dirección del protón incidente.



a) Demuestre que: $\cos\phi = \dfrac{E - E_0}{E + 3E_0}$, donde E_0 es la energía en reposo del protón.

b) ¿Cuál es el valor de ϕ cuando el primer protón es acelerado desde el reposo a través de una diferencia de potencial de $1.5\times10^9\,V$?

Problema 2.

En este problema se trata de demostrar que para números cuánticos grandes $n >> 1$, la frecuencia de la radiación emitida por el electrón del átomo de Bohr tiende a la frecuencia de rotación:

a) Demuestre que la frecuencia de rotación del electrón es: $\nu_{rot} = \left(\dfrac{1}{4\pi\varepsilon_0}\right)\dfrac{me^4}{4\pi\hbar^3}\dfrac{2}{n^3}$

b) i) Obtenga una expresión para la frecuencia de la radiación emitida para una transición desde n_i hasta $n_f = n_i - N$.

ii) ¿Hay alguna restricción sobre N para que $\nu \to \nu_{rot}$ cuando $n_i >> 1$?

Problema 3.

Calcular las derivadas temporales primera y segunda de $\langle x\rangle = \int_{-\infty}^{+\infty} \psi^*(x,t)\, x\, \psi(x,t)\, dx$

Expresar a $\dfrac{d\langle x\rangle}{dt}$ en términos de el operador momentum $\hat{p}_x$ y a $\dfrac{d^2\langle x\rangle}{dt^2}$ en términos del potencial $V(x)$. ¿Cómo interpreta el resultado obtenido?

Ayuda: utilice integración por partes.

Puede se útil la igualdad: $\cos\phi = 2\cos^2(\phi/2) - 1$