

Segunda Prueba FC

Víctor H. Cárdenas

Mayo 2021

Instrucciones: Lea cuidadosamente cada pregunta (se sugiere más de una vez) y responda. Argumente físicamente cada supuesto y paso matemático. La prueba estará disponible el domingo a las 08:00 AM y puede enviar sus respuestas hasta las 22:00 PM de ese mismo domingo (14 horas!) a mi correo: victor.cardenas@uv.cl. La segunda parte (oral) se hará el lunes 24 de acuerdo a un calendario que publicaré en classroom donde deben inscribirse.

Problema 1

Una carga en reposo q respecto a un sistema inercial K genera un campo eléctrico radial que en coordenadas cartesianas tiene la forma:

$$E_x = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{xq}{r^3}, \quad E_y = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{yq}{r^3}, \quad E_z = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{zq}{r^3}, \quad (1)$$

donde la carga está en el origen de este sistema y $r = \sqrt{x^2 + y^2 + z^2}$.

- Muestre que las equipotenciales son esferas concéntricas al origen (donde está la carga)
- Considere ahora que la carga se mueve a lo largo del eje x con velocidad v_0 constante. Muestre las nuevas componentes del campo eléctrico.
- Respecto del ejercicio anterior, ¿Se generan también componentes de campo magnético? Explique.
- Muestre que las nuevas componentes del campo eléctrico, describen equipotenciales que ya no son esferas. ¿Que sólido de revolución reconoce?

Problema 2

De acuerdo al modelo de Bohr, es posible predecir la fórmula de Balmer, y dar una expresión para la constante de Rydberg en términos de constantes fundamentales.

- Deduzca la fórmula de Balmer y la expresión de la constante de Rydberg.
- Posterior a la publicación del trabajo de Bohr, se argumentó en un experimento que aparecían líneas asociadas a semi-enteros en la fórmula de Balmer. Muestre que éstas se explican por la existencia de átomos de Helio en el experimento.
- Experimentos posteriores (Fowler) indicaron que el factor "4" que necesitaba para explicar las líneas para niveles semi-enteros, no era 4 sino 4.0016! Explique cómo Bohr salió airoso de ésta (y describa matemáticamente cómo lo hizo)

Problema 3

En el contexto del modelo atómico de Bohr. Suponga que el núcleo tiene carga $+Ze$ y tiene solo dos electrones orbitando. Por simplicidad, suponga que estos electrones siempre están en posiciones opuestas mientras orbitan.

- a Muestre que la fuerza neta sobre cada electrón es hacia el núcleo y tiene magnitud

$$F = \frac{e^2}{4\pi\epsilon_0 r^2} \left(Z - \frac{1}{4} \right), \quad (2)$$

- b Usando la regla de cuantización de Bohr para el momento angular $L = n\hbar$ para cada electrón en el estado fundamental, calcule el radio de esa órbita

- c Muestre que la energía total del átomo es

$$E = -\frac{me^4}{8\epsilon_0^2 \hbar^2} \left(2Z - \frac{1}{2} \right) \left(Z - \frac{1}{4} \right) \quad (3)$$

Problema 4

Un niño en la parte superior de una escalera de altura H deja caer canicas de masa m al piso y está tratando de golpear una grieta en el piso. Para apuntar, utiliza equipos de la más alta precisión. Demuestre que, a pesar de su gran cuidado, las canicas fallarán la grieta por una distancia promedio del orden de

$$\sqrt{\frac{\hbar}{m}} \left(\frac{H}{g} \right)^{1/4} \quad (4)$$

donde g es la aceleración de gravedad. Usando valores numéricos razonables para H y m , evalúe esta distancia.