

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO



ELECTRODINÁMICA CLÁSICA

SEMESTRE 2016-II

Tarea # 3. Campos Multipolares.

Autor:

Favio VÁZQUEZ¹

¹favio.vazquez@correo.nucleares.unam.mx

Problema 1. Problema 2.1 de Classical Electromagnetic Radiation de Marion y Heald [1].

Muestre que el campo eléctrico en el eje polar de un dipolo \mathbf{p} es $2\mathbf{p}/z^3$, mientras que en el plano ecuatorial es $-\mathbf{p}/r^3$. Use este argumento elemental para mostrar, resolviendo el dipolo en dos componentes, que el campo en un punto arbitrario es

$$E(r, \theta) = \frac{p(2 \cos \theta \mathbf{e}_r + \sin \theta \mathbf{e}_\theta)}{r^3}$$

Solución:

Problema 2. Problema 2.2 de Classical Electromagnetic Radiation de Marion y Heald [1].

El campo magnético de la Tierra es aproximadamente el de un dipolo. Calcule el momento dipolar magnético usando el hecho de que la componente horizontal del campo de la Tierra en su superficie es aproximadamente 0,23 G a una latitud magnética de 40° .

Solución:

Problema 3. Problema 2.3 de Classical Electromagnetic Radiation de Marion y Heald [1].

Muestre que el momento dipolar eléctrico de un sistema de cargas es independiente de la elección del origen si el sistema tiene carga neta igual a cero.

Solución:

Problema 4. Problema 2.3 de Classical Electromagnetic Radiation de Marion y Heald [1].

Muestre que la fuerza en un dipolo eléctrico es $\mathbf{F} = (\mathbf{p} \cdot \mathbf{grad})\mathbf{E}$. Luego considere la interacción de una carga q y un dipolo \mathbf{p} que están a una distancia r , con el dipolo orientado perpendicular a la línea que los une. Calcule la fuerza (vectorial)

(a) en q debido a \mathbf{p} ,

(b) en \mathbf{p} debido a q .

Si tus resultados violan la tercera ley de Newton, inténtalo de nuevo.

Solución:

Problema 5. Problema 2.5 de Classical Electromagnetic Radiation de Marion y Heald [1].

Muestra que un dipolo finito simple (cargas $\pm q$ localizadas en $z = \pm l/2$) tiene un momento cuadrupolar cero con respecto a su centro como origen.

Solución:

Problema 6. Problema 2.6 de Classical Electromagnetic Radiation de Marion y Heald [1].

Una carga $q_1 = +2e$ está localizada en el origen y una carga $q_2 = -e$ está localizada en el punto $(x, y) = (1, 0)$. Calcule el potencial en los puntos $(0, 5)$ y $(5, 0)$ en las siguientes maneras:

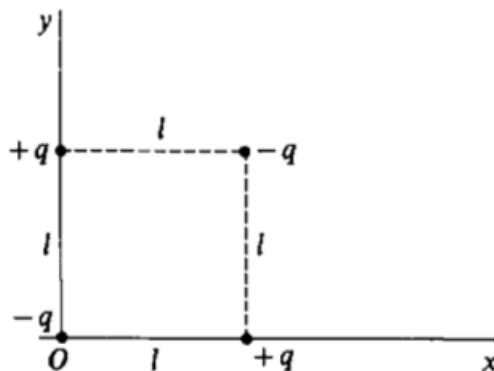
- (a) Mediante un cálculo directo de q/R para cada carga,
- (b) Considerando un término de una expansión multipolar:
 - De dos términos,
 - De tres términos.

Discute la diferencia en las tasas de convergencia hacia los valores exactos para los dos diferentes puntos del campo.

Solución:

Problema 7. Problema 2.7 de Classical Electromagnetic Radiation de Marion y Heald [1].

Computa el tensor cuadrupolar para la siguiente distribución de cargas:



Diagonaliza el tensor mediante una rotación de coordenadas y encuentra el momento cuadrupolar.

Solución:

Problema 8. Problema 2.12 de Classical Electromagnetic Radiation de Marion y Heald [1].

La densidad de carga lineal de un anillo de radio a está dada por

$$\lambda = \frac{q}{a}(\cos \phi - \sin 2\phi)$$

- (a) Encontrar el momento monopolar, dipolar y cuadrupolar del sistema.
- (b) Calcular el potencial en un punto arbitrario del espacio, preciso hasta términos en q/r^3 .

Solución:

Referencias

- [1] J. Marion, M. Heald, *Classical Electromagnetic Radiation*, 2da edición, Academic Press, 1965.