D. Jackson

Física III

Fundamentos de Electromagnetismo

Lecture Notes

Índice

CAPÍTULO 1

Análisis Vectorial

1. Coordenadas cartesianas

El sistema de coordenadas cartesianas se presentó en la sección 3-1, donde lo utilizamos para ilustrar muchas de las leyes del álgebra vectorial. En vez de repetirlas para el sistema cartesiano, las hemos resumido para facilitar su acceso en la tabla 3-1.

En cálculo diferencial, con frecuencia se trabaja con cantidades diferenciales. La longitud diferencial en coordenadas cartesianas es un vector (véase la figura 3-8) definido como:

$$d\mathbf{l} = \hat{\mathbf{x}}\, dl_x + \hat{\mathbf{y}}\, dl_y + \hat{\mathbf{z}}\, dl_z = \hat{\mathbf{x}}\, dx + \hat{\mathbf{y}}\, dy + \hat{\mathbf{z}}\, dz \qquad (1)$$

donde $dl_x = dx$ es una longitud diferencial a lo largo de $\hat{\mathbf{x}}$ y definiciones similares se aplican a $dl_y = dy$ y $dl_z = dz$.

2. Cordenadas Cilindricas

Un sistema de coordenadas cilíndricas es útil para resolver problemas que tienen simetría cilíndrica, como calcular la capacitancia por unidad de longitud de una línea de transmisión coaxial. La localización de un punto en el sistema de coordenadas cilíndricas se define por tres variables: r, ϕ y z, como se ilustra en la figura correspondiente.

- La coordenada r es la distancia radial en el plano x-y.
- ϕ es el ángulo azimutal medido desde el eje x positivo hacia el eje y, como se definió previamente en el sistema de coordenadas cartesianas.
- Los puntos con $0 \le r < \infty$, $0 \le \phi < 2\pi$ y $-\infty < z < \infty$ se localizan en el espacio.

El punto P se localiza en la intersección de tres superficies:

- Un cilindro de radio r.
- Un plano que contiene el eje z y que forma un ángulo ϕ con el eje x.
- Un plano horizontal $z = z_0$.

El vector de posición $\vec{r}$ se extiende hacia el punto desde el origen. Los vectores base mutuamente perpendiculares $\vec{e}_r$, $\vec{e}_\phi$ y $\vec{e}_z$ están orientados a lo largo de r, ϕ y z, respectivamente:

- $\vec{e}_r$ apunta radialmente hacia afuera.
- $\vec{e}_\phi$ es perpendicular a $\vec{e}_r$ en el plano x-y y apunta en la dirección de aumento de ϕ.
- $\vec{e}_z$ apunta a lo largo del eje z.

Los vectores base $\vec{e}_r$, $\vec{e}_\phi$ y $\vec{e}_z$ son funciones de ϕ, mientras que el vector de posición $\vec{r}$ y las coordenadas r, ϕ y z de un punto P también son funciones de ϕ.

3. Coordenadas Esfericas

- en el sistema de coordenadas esfericas la ubicacion de un punto en el espacio se especifica unicamente por las variables R, R, u y f, como se indica en la figura

3.2.3 Coordenadas esféricas

En el sistema de coordenadas esféricas, la ubicación de un punto en el espacio se especifica únicamente por las variables R, θ y ϕ, como se indica en la figura 3-13. La coordenada R, que en ocasiones se llama coordenada de rango, describe una esfera de radio R con centro en el origen. El ángulo cenit θ se mide a partir del eje z positivo y describe una superficie cónica con su vértice en el origen y el ángulo azimutal ϕ es el mismo como en el sistema de coordenadas cilíndricas.

Los rangos de R, θ y ϕ son $0 \le R < \infty$, $0 \le \theta \le \pi$ y $0 \le \phi < 2\pi$. Los vectores base $\hat{\mathbf{R}}$, $\hat{\boldsymbol{\theta}}$ y $\hat{\boldsymbol{\phi}}$ obedecen las relaciones cíclicas de la mano derecha:

$$\hat{\mathbf{R}} \times \hat{\boldsymbol{\theta}} = \hat{\boldsymbol{\phi}}, \quad \hat{\boldsymbol{\theta}} \times \hat{\boldsymbol{\phi}} = \hat{\mathbf{R}}, \quad \hat{\boldsymbol{\phi}} \times \hat{\mathbf{R}} = \hat{\boldsymbol{\theta}}. \qquad (3.45)$$

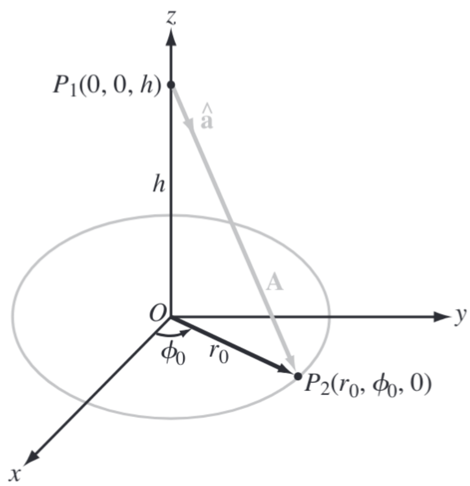
Capítulo I: Sistema de Coordenadas

28 Octubre 2025, 6:59 am (GMT-4)

— Asignación - I —

Ejercicio 1– (Vector Coord. Cilíndricas)

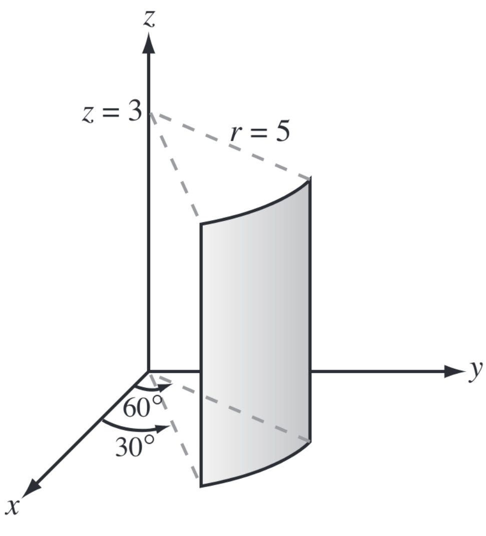
Encuentre una expresión para el vector unitario del vector $\vec{A}$ mostrado en la figura en coordenadas cilíndricas.



Resp.(s): $\vec{e}_A = \dfrac{r_0\vec{e}_r - h\vec{k}}{\sqrt{r_0^2 + h^2}}$

Ejercicio 2– (Área cilindrica)

Calcule el área de una superficie de una superficie cilindrica descrita por $r = 5$, $30° \le \phi \le 60°$ y $0 \le z \le 3$



Resp.(s): $S = \dfrac{5\pi}{2}$

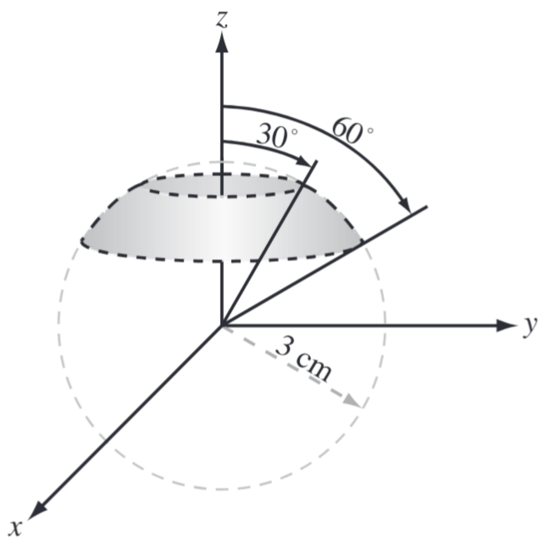
Ejercicio 3– Un cilindro circular de radio $r = 5$ cm es concéntrico con el eje z y se extiende entre $z = -3$ cm y $z = 3$cm. Emplee la ecuación:

$$dv = r\,dr\,d\phi\;dz$$

para determinar el volumen del cilindro.

Resp.(s): $V = 471{,}2\,\mathrm{cm}^3$

Ejercicio 4– **(Área cilindrica)**
La franja esférica señalada en la figura es una sección de una esfera de 3 cm de radio. Calcule el área de la franja.



Resp.(s): $S = 20{,}7\,\mathrm{cm}^2$

Ejercicio 5– Dados el punto $P_1(3,4,3)$ y el vector

$$\vec{A} = 2\vec{\imath} - 3\vec{\jmath} + 4\vec{k}$$

definidos en coordenadas cartesianas, exprese P_1 y $\vec{A}$ en coordenadas cilíndricas y evalúe $\vec{A}$ en P_1 .

Resp.(s): $P_1 = P_1(5, 306{,}9°, 3)$**;** $\vec{A} = 3{,}6\vec{e}_r - 0{,}2\vec{e}_\phi + 4\vec{k}$

Ejercicio 6– Exprese el vector

$$\vec{A} = (x+y)\vec{\imath} - (y-x)\vec{\jmath} + z\vec{k}$$

en coordenadas esféricas.

Resp.(s): $\vec{A} = R\vec{e}_R - R\sin\phi\vec{e}_\theta$

Ejercicio 7– El punto $P(2\sqrt{3}, \pi/3, -2)$ se daen coordenadas cilíndricas. Exprese P en coordenadas esféricas.

Resp.(s): $P = P(4, 2\pi/3, \pi/3)$

Ejercicio 8– Trasnforme el vector

$$\vec{A} = (x+y)\vec{\imath} - (y-x)\vec{\jmath} + z\vec{k}$$

de coordenadas cartesianas a cilíndricas.

Resp.(s): $\vec{A} = R\vec{e}_R - R\sin\phi\vec{e}_\theta$

CAPÍTULO 2

Electroestática

4. Carga Electrica

- Es una propiedad fundamental de la materia
- Es una cantidad escalar que no se puede crear ni eliminar y siempre se conserva
- Es la razon por lo que la materia ”siente.$^{\text{el}}$ campo electromagnetico

4.1. Cuantificacion de la carga Electrica

- Experimentalmente se ha establecido que la carga elemental es de
$$e = 1,6022 \times 10^{-19}\,\mathrm{C} \tag{2}$$
- Todas las particulas conocidas tienen cargas que son multiplos de la carga fundamental

5. Ley de Coulomb

- Dos cargas electricos puntuales, se ejercen entre si, una fuerza central dirigida segun la linea recta que lo conecta, repulsiva si las cargas tiene el mismo signo,y atractiva para cargas de signo opuesto directamente proporcional al producto de las cragas e inversamente proporcional al cuadrado de la distancia que lo separa.

$$F = \kappa \frac{q_1 q_2}{r^2} \tag{3}$$

definicion escalar de la fuerza escalar

6. Distribuciones Continua de Cargas

6.1. Densidad lineal de caga (λ)

- Carga distribuida en un elemento de longitud

$$\lambda = \frac{Q}{L} \tag{4}$$

- Coordenadas Cartesianas