

Capítulo I: Electrostatica

25 Septiembre 2025, 6:59 am (GMT-4)

— Ficha de Trabajo —

1. luz

Estructuralmente, Perl está basado en un estilo de bloques como los del C o AWK, y fue ampliamente adoptado por su destreza en el procesamiento de texto y no tener ninguna de las limitaciones de los otros lenguajes de script. La programación es el proceso de crear un conjunto de instrucciones que una computadora puede ejecutar para realizar una tarea. Implica escribir, probar y mantener código en un lenguaje específico, como Python o JavaScript, para crear software y aplicaciones. La programación es fundamental para el desarrollo de la tecnología moderna, permitiendo la automatización de tareas y la creación de soluciones digitales. Usaremos la convención: $r \geq 0$ (distancia radial), $\theta \in [0, \pi]$ (ángulo polar, colatitud, medido desde el eje z) y $\varphi \in [0, 2\pi)$ (ángulo azimutal, medido en el plano xy desde el eje x).

Relaciones con coordenadas cartesianas

$$x = r \sin \theta \cos \varphi, \quad (1)$$

$$y = r \sin \theta \sin \varphi, \quad (2)$$

$$z = r \cos \theta. \quad (3)$$

Relaciones inversas

$$r = \sqrt{x^2 + y^2 + z^2}, \quad (4)$$

$$\theta = \arccos \left(\frac{z}{\sqrt{x^2 + y^2 + z^2}} \right) = \arccos \left(\frac{z}{r} \right), \quad (5)$$

$$\varphi = \text{atan2}(y, x). \quad (6)$$

Elementos diferenciales

$$d\mathbf{r} \cdot d\mathbf{r} = dr^2 + r^2 d\theta^2 + r^2 \sin^2 \theta d\varphi^2, \quad (7)$$

$$dV = r^2 \sin \theta dr d\theta d\varphi. \quad (8)$$

Vectores unitarios

Los vectores unitarios dependientes de la posición son $\hat{\mathbf{e}}_r$, $\hat{\mathbf{e}}_\theta$, $\hat{\mathbf{e}}_\varphi$ con orientaciones estándar radial, polar y azimutal.

Operadores diferenciales

Para un campo escalar $f(r, \theta, \varphi)$:

$$\nabla f = \frac{\partial f}{\partial r} \hat{\mathbf{e}}_r + \frac{1}{r} \frac{\partial f}{\partial \theta} \hat{\mathbf{e}}_\theta + \frac{1}{r \sin \theta} \frac{\partial f}{\partial \varphi} \hat{\mathbf{e}}_\varphi. \quad (9)$$

Para un campo vectorial $\mathbf{A} = A_r \hat{\mathbf{e}}_r + A_\theta \hat{\mathbf{e}}_\theta + A_\varphi \hat{\mathbf{e}}_\varphi$:

$$\nabla \cdot \mathbf{A} = \frac{1}{r^2} \frac{\partial}{\partial r} (r^2 A_r) + \frac{1}{r \sin \theta} \frac{\partial}{\partial \theta} (\sin \theta A_\theta) + \frac{1}{r \sin \theta} \frac{\partial A_\varphi}{\partial \varphi}, \quad (10)$$

$$\begin{aligned} \nabla \times \mathbf{A} = & \frac{1}{r \sin \theta} \left[\frac{\partial}{\partial \theta} (\sin \theta A_\varphi) - \frac{\partial A_\theta}{\partial \varphi} \right] \hat{\mathbf{e}}_r \\ & + \frac{1}{r} \left[\frac{1}{\sin \theta} \frac{\partial A_r}{\partial \varphi} - \frac{\partial}{\partial r} (r A_\varphi) \right] \hat{\mathbf{e}}_\theta \\ & + \frac{1}{r} \left[\frac{\partial}{\partial r} (r A_\theta) - \frac{\partial A_r}{\partial \theta} \right] \hat{\mathbf{e}}_\varphi. \end{aligned} \quad (11)$$

La laplaciana aplicada a un escalar f queda:

$$\nabla^2 f = \frac{1}{r^2} \frac{\partial}{\partial r} \left(r^2 \frac{\partial f}{\partial r} \right) + \frac{1}{r^2 \sin \theta} \frac{\partial}{\partial \theta} \left(\sin \theta \frac{\partial f}{\partial \theta} \right) + \frac{1}{r^2 \sin^2 \theta} \frac{\partial^2 f}{\partial \varphi^2}. \quad (12)$$

2. capítulo graciela

Wikipedia es una enciclopedia libre,[nota 2] políglota y editada de manera colaborativa. Es administrada por la Fundación Wikimedia, una organización sin ánimo de lucro cuya financiación está basada en donaciones. Sus más de 63 millones de artículos en 334 idiomas han sido redactados en conjunto por voluntarios de todo el mundo,[5] lo que suma más de 3500 millones de ediciones, y permite que cualquier persona pueda sumarse al proyecto[6] para editarlos, a menos que la página se encuentre protegida contra vandalismos para evitar problemas o disputas.

3. Capitulo Noel

Estructuralmente, Perl está basado en un estilo de bloques como los del C o AWK, y fue ampliamente adoptado por su destreza en el procesamiento de texto y no tener ninguna de las limitaciones de los otros lenguajes de script. La programación es el proceso de crear un conjunto de instrucciones que una computadora puede ejecutar para realizar una tarea. Implica escribir, probar y mantener código en un lenguaje específico, como Python o JavaScript, para crear software y aplicaciones. La programación es fundamental para el desarrollo de la tecnología moderna, permitiendo la automatización de tareas y la creación de soluciones digitales. 1. Ley de Coulomb

6. Ecuaciones de Poisson y Laplace

Si V es el potencial eléctrico:

$$\nabla^2 V = -\frac{\rho}{\varepsilon_0} \quad (\text{Ecuación de Poisson}) \quad (13)$$

En regiones sin carga ($\rho = 0$):

$$\nabla^2 V = 0 \quad (\text{Ecuación de Laplace}) \quad (14)$$

7. Condiciones de contorno en interfaces conductoras/dieléctricas

En la superficie de un conductor en equilibrio electrostático:

$$\mathbf{E}_{\parallel} = 0, \quad E_{\perp} = \frac{\sigma}{\varepsilon_0} \quad (15)$$

Entre dos dieléctricos 1 y 2 con permitividades ϵ_1, ϵ_2 :

$$(\mathbf{D}_2 - \mathbf{D}_1) \cdot \hat{n} = \sigma_f \tag{16}$$

$$(\mathbf{E}_2 - \mathbf{E}_1) \times \hat{n} = 0 \tag{17}$$

Donde $\mathbf{D} = \epsilon \mathbf{E}$ y σ_f es la carga libre superficial.

8. Energía en el campo electrostático

Energía potencial de un par de cargas:

$$U = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{q_1 q_2}{r_{12}} \tag{18}$$

Energía almacenada en un campo:

$$U = \frac{\epsilon_0}{2} \int_{\text{all space}} E^2(\mathbf{r}) d^3r \tag{19}$$

9. Capacitancia

Para un capacitor de placas paralelas (área A , separación d):

$$C = \frac{\epsilon_0 A}{d} \tag{20}$$

Relación general: $C = Q/V$ y energía almacenada $U = \frac{1}{2} CV^2$.

10. Fuerza sobre una carga en un campo eléctrico

$$\mathbf{F} = q\mathbf{E} \tag{21}$$

11. Distribuciones continuas comunes

Línea infinita con densidad λ

Campo a distancia radial r :

$$E(r) = \frac{\lambda}{2\pi\epsilon_0 r} \tag{22}$$

Plano infinito con densidad superficial σ

$$E = \frac{\sigma}{2\epsilon_0} \quad (\text{campo a cada lado del plano}) \tag{23}$$

Esfera cargada (radio R , carga total Q)

$$E(r) = \begin{cases} \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{Q}{r^2} & r > R, \\ \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{Qr}{R^3} & r < R \end{cases} \quad (\text{si la carga está distribuida uniformemente en el volumen}) \tag{24}$$

12. Desarrollo multipolar (primeros términos)

Potencial a gran distancia ($r \gg$ tamaño de la fuente):

$$V(\mathbf{r}) = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \left(\frac{Q}{r} + \frac{\mathbf{p} \cdot \hat{r}}{r^2} + \frac{1}{2} \sum_{ij} \frac{Q_{ij} \hat{r}_i \hat{r}_j}{r^3} + \dots \right) \tag{25}$$

Donde \mathbf{p} es el momento dipolar y Q_{ij} el tensor cuadrupolar.

13. Imagen de cargas (ejemplo simple)

Carga q a distancia d sobre un plano conductor infinito: imagen $q' = -q$ a distancia $-d$; potencial para $z > 0$ equivalente al de las dos cargas.

Notas finales: Este documento contiene las ecuaciones y fórmulas principales de la electrostática clásica. Puedes usarlo como hoja de referencia para el curso o pedir que incluya ejemplos resueltos en cada sección.

4. capítulo max

La Geología de Minas es la rama de la geología que se enfoca en la aplicación de principios y técnicas geológicas para el descubrimiento, exploración, evaluación, desarrollo y explotación de yacimientos de recursos minerales de manera eficiente y segura. Se apoya en disciplinas como la geotecnia y geoquímica, e integra conocimientos de geología estructural, petrología y mineralogía para entender la composición, estructura, continuidad y relaciones espaciales de las rocas que albergan los recursos, lo que es crucial para el diseño de minas y la optimización de la producción.

5. Capítulo rulo

Perl es un lenguaje de programación diseñado por Larry Wall en 1987. Perl toma características del lenguaje C, del lenguaje interpretado bourne shell, AWK, sed, Lisp y, en un grado inferior, de muchos otros lenguajes de programación. Sea $f(x) = x^2 + 2x + 1$. Entonces:

$$f(x) = (x + 1)^2$$

La derivada es:

$$f'(x) = 2x + 2$$

6. Capítulo Anais

Strawberry Perl is a perl environment for MS Windows containing all you need to run and develop perl applications. It is designed to be as close as possible to perl environment on UNIX systems.

7. Capítulo Hugo

Electromagnetismo: Es la rama de la física que estudia las interacciones entre las partículas con carga eléctrica y los campos eléctricos y magnéticos. Es una de las cuatro fuerzas fundamentales de la naturaleza.

$$\vec{F} = k_e \frac{q_1 q_2}{r^2} \hat{r}$$

Donde $k_e = \frac{1}{4\pi\epsilon_0}$, y \hat{r} es el vector unitario entre las cargas.

2. Campo Eléctrico

$$\vec{E} = \frac{\vec{F}}{q} = k_e \frac{q}{r^2} \hat{r}$$

3. Ley de Gauss (Campo eléctrico)

$$\oint_{\partial V} \vec{E} \cdot d\vec{A} = \frac{Q_{\text{int}}}{\epsilon_0}$$

4. Potencial Eléctrico

$$V = - \int \vec{E} \cdot d\vec{l}$$
$$\vec{E} = -\nabla V$$

5. Energía Potencial Eléctrica

$$U = qV$$

6. Ley de Biot-Savart

$$d\vec{B} = \frac{\mu_0}{4\pi} \frac{I d\vec{l} \times \hat{r}}{r^2}$$

7. Ley de Ampère

$$\oint \vec{B} \cdot d\vec{l} = \mu_0 I_{\text{int}}$$

8. Ley de Gauss para el Magnetismo

$$\oint_{\partial V} \vec{B} \cdot d\vec{A} = 0$$

9. Ley de Faraday (Inducción electromagnética)

$$\mathcal{E} = -\frac{d\Phi_B}{dt}$$

$$\Phi_B = \int \vec{B} \cdot d\vec{A}$$

10. Ley de Lenz (Sentido de la corriente inducida)

La corriente inducida se opone a la variación del flujo magnético:

$$\mathcal{E} = -\frac{d\Phi_B}{dt}$$

11. Ley de Lorentz (Fuerza sobre una carga en campos \vec{E} y \vec{B})

$$\vec{F} = q(\vec{E} + \vec{v} \times \vec{B})$$

12. Ecuaciones de Maxwell (Forma diferencial)

$$\nabla \cdot \vec{E} = \frac{\rho}{\epsilon_0} \qquad \text{(Ley de Gauss)}$$

$$\nabla \cdot \vec{B} = 0 \qquad \text{(No hay monopolos magnéticos)}$$

$$\nabla \times \vec{E} = -\frac{\partial \vec{B}}{\partial t} \qquad \text{(Ley de Faraday)}$$

$$\nabla \times \vec{B} = \mu_0 \vec{J} + \mu_0 \epsilon_0 \frac{\partial \vec{E}}{\partial t} \qquad \text{(Ley de Ampère-Maxwell)}$$

13. Energía almacenada en el campo electromagnético

$$u = \frac{1}{2} \left(\epsilon_0 E^2 + \frac{1}{\mu_0} B^2 \right)$$

14. Vector de Poynting (flujo de energía electromagnética)

$$\vec{S} = \frac{1}{\mu_0} (\vec{E} \times \vec{B})$$