

Visualización del Campo Eléctrico a partir del Potencial

1 Fundamento Teórico

Para una carga puntual q ubicada en (x_0, y_0) :

$$\phi(x, y) = \frac{q}{r}, \quad r = \sqrt{(x - x_0)^2 + (y - y_0)^2}$$

El campo eléctrico se obtiene mediante:

$$\boxed{\vec{E} = -\nabla\phi}$$

En forma analítica:

$$\vec{E} = \frac{q}{r^3}(x - x_0, y - y_0)$$

Para $q > 0$, el campo es radial saliente.

2 Discretización Numérica

En una malla uniforme:

$$\frac{\partial\phi}{\partial x} \approx \frac{\phi_{i+1,j} - \phi_{i-1,j}}{2\Delta x}$$

$$\frac{\partial\phi}{\partial y} \approx \frac{\phi_{i,j+1} - \phi_{i,j-1}}{2\Delta y}$$

En NumPy, el comando correcto es:

```
dphidy, dphidx = np.gradient(phi, dy, dx)
```

Importante: el primer eje del arreglo corresponde a y .

3 Código en Python

Ejecutar este código genera la figura `campo_electrico.png`.

```

import numpy as np
import matplotlib.pyplot as plt

N = 200

x = np.linspace(-2, 2, N)
y = np.linspace(-2, 2, N)

X, Y = np.meshgrid(x, y)

epsilon = 0.1
q = 1.0
x0 = 0.0
y0 = 0.0

R = np.sqrt((X - x0)**2 + (Y - y0)**2 + epsilon**2)
phi = q / R

dx = x[1] - x[0]
dy = y[1] - y[0]

dphidy, dphidx = np.gradient(phi, dy, dx)

Ex = -dphidx
Ey = -dphidy

plt.figure(figsize=(6,5))

pcm = plt.pcolormesh(X, Y, phi,
                    shading='auto',
                    cmap='viridis')

plt.contour(X, Y, phi,
            levels=10,
            colors='white')

step = 8

plt.quiver(X[::step, ::step],
            Y[::step, ::step],
            Ex[::step, ::step],
            Ey[::step, ::step],
            color='white',
            scale=40)

plt.colorbar(pcm, label='Potencial')
plt.xlabel('x')
plt.ylabel('y')

```

```
plt.title('Potencial y Campo El ctrico')
plt.axis('equal')

plt.savefig("campo_electrico.png", dpi=300)
plt.show()
```

4 Resultado

La figura obtenida es:

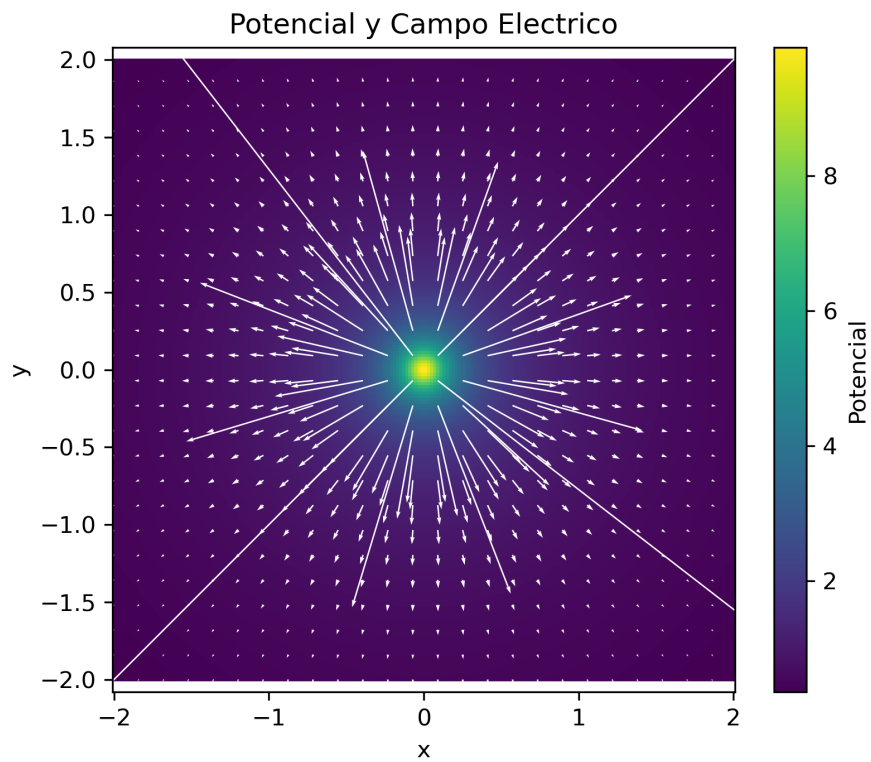


Figure 1: Potencial y campo eléctrico de una carga puntual positiva.

5 Interpretación Física

- Las flechas son perpendiculares a las curvas de nivel.
- Para $q > 0$ el campo sale radialmente.
- La magnitud decrece como $1/r^2$.
- El parámetro ϵ evita divergencia numérica.

6 Extensiones Sugeridas

1. Cambiar el signo de q .
2. Graficar únicamente el campo con `streamplot`.
3. Comparar con el campo analítico.
4. Analizar el error al variar N .