

Cálculo Diferencial e Integral III. Primavera 2023

Laboratorio 6 :

Derivadas Parciales de Orden Superior y Regla de la Cadena (Parte II)

Nota: En algunos ejercicios se usa la notación f_x o bien $\frac{\partial f}{\partial x}$ para denotar la derivada parcial de f respecto a la variable x . Similarmente se usa f_{xy} o bien $\frac{\partial^2 f}{\partial y \partial x}$ para denotar la segunda derivada parcial de f primero respecto a x y luego respecto a y .

1. Sea $f : \mathbb{R}^3 \rightarrow \mathbb{R}$, $f = f(x, y, z)$, de clase C^3 . Usa el hecho de que para funciones de clase C^2 las derivadas cruzadas de segundo orden coinciden, para mostrar que
$$\frac{\partial^3 f}{\partial x \partial y \partial z} = \frac{\partial^3 f}{\partial y \partial z \partial x}.$$
2. Sea $f : \mathbb{R}^2 \rightarrow \mathbb{R}$ de clase C^2 . Sea $w = f(x, y)$ y sean $x = u + v$, $y = u - v$. Muestra que
$$\frac{\partial^2 w}{\partial u \partial v} = \frac{\partial^2 f}{\partial x^2} - \frac{\partial^2 f}{\partial y^2}.$$
3. Sea $f : \mathbb{R}^2 \rightarrow \mathbb{R}$ de clase C^2 y sea $\mathbf{c} : \mathbb{R} \rightarrow \mathbb{R}^2$ de clase C^2 . Escribe una fórmula para $\frac{d^2}{dt^2}(f \circ \mathbf{c})(t)$ usando la regla de la cadena.
4. Sea $u : U \subset \mathbb{R}^2 \rightarrow \mathbb{R}$ de clase C^2 en un abierto U , $u = u(x, y)$. Se dice que u es armónica si u satisface la ecuación de Laplace:

$$\frac{\partial^2 u}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 u}{\partial y^2} = 0 \text{ en } U.$$

¿Cuáles de las siguientes funciones son armónicas?

- a) $u(x, y) = x^2 - y^2$,
 - b) $u(x, y) = e^x \sin(y)$,
 - c) $u(x, y) = y^3 + 3x^2 y$,
 - d) $u(x, y) = \ln(x^2 + y^2)$.
5. Sea $z = f(x, y)$, $x = g(u, v)$, $y = h(u, v)$, donde f , g y h son funciones de \mathbb{R}^2 en \mathbb{R} de clase C^2 . Muestra que $z_{uu} = f_x g_{uu} + f_y h_{uu} + 2g_u h_u f_{xy} + (g_u)^2 f_{xx} + (h_u)^2 f_{yy}$.
 6. Sea $u : U \subset \mathbb{R}^2 \rightarrow \mathbb{R}$ de clase C^2 en un abierto U , $u = u(x, y)$. El laplaciano de u se define como $\frac{\partial^2 u}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 u}{\partial y^2}$. Si $x = r \cos(\theta)$, $y = r \sin(\theta)$, muestra que en coordenadas polares, el laplaciano de u se escribe como
$$\frac{\partial^2 u}{\partial r^2} + \frac{1}{r} \frac{\partial u}{\partial r} + \frac{1}{r^2} \frac{\partial^2 u}{\partial \theta^2}.$$