

2. **Definitie 1 (Kettingregel)** De kettingregel is een formule voor het bepalen van de afgeleide van een samengestelde functie. De meeste functies zijn samengesteld uit een aantal elementaire functies, waarvan de afgeleiden bekend zijn. Als een functie  $f$  te schrijven is als  $f(x) = g(h(x))$ , en de afgeleiden van de functies  $g$  en  $h$  zijn bekend, dan is

$$f'(x) = g'(h(x)) \cdot h'(x),$$

of eleganter in een meer gebruikte notatie:

$$\frac{df}{dx} = \frac{df}{dh} \frac{dh}{dx}$$

**Definitie 2 (Meerdimensionale kettingregel)** Stel dat  $f$ ,  $g$  en  $h$  vectorwaardige functies zijn in meer dan één veranderlijke, bijvoorbeeld

$$h : D \subset \mathbb{R}^m \rightarrow E \subset \mathbb{R}^n, \quad g : E \rightarrow \mathbb{R}^p, \quad f = g \circ h : D \rightarrow \mathbb{R}^p$$

De meerdimensionale kettingregel zegt dat in dat geval  $f$  nog steeds differentieerbaar is in  $x$ , en dat zijn afgeleide de samengestelde lineaire afbeelding is van de afgeleiden van  $h$  en  $g$ :

$$f'(x) = g'(h(x)) \circ h'(x)$$

Als we de betrokken lineaire afbeeldingen schrijven als rechthoekige matrices (bestaande uit alle mogelijke partiële afgeleiden), dan is de matrix van  $f'(x)$  gelijk aan het product van de matrices van  $g'(h(x))$  en  $h'(x)$ :

$$\frac{\partial f_i}{\partial x_k} = \sum_{j=1}^n \frac{\partial g_i}{\partial x_j} \frac{\partial h_j}{\partial x_k} \quad (i = 1, \dots, p; \quad k = 1, \dots, m)$$

**Hint:** Om overmatig typwerk te vermijden, kan je voor bovenstaand kadertje enkele tekstfragmenten kopiëren uit het bestand `kettingregel.txt`.

3. Het bewijs voor Def. 1 gaat als volgt:

$$\begin{aligned} (g \circ h)'(x) &= \lim_{x_0 \rightarrow x} \frac{(g \circ h)(x) - (g \circ h)(x_0)}{x - x_0} \\ &= \lim_{x_0 \rightarrow x} \left[ \frac{g(h(x)) - g(h(x_0))}{h(x) - h(x_0)} \cdot \frac{h(x) - h(x_0)}{x - x_0} \right] \\ &= \dots \\ &= g'(h(x)) \cdot h'(x) \end{aligned}$$

Gevraagd wordt om  $\text{\LaTeX}$ -code te genereren die precies hetzelfde resultaat oplevert als de tekstfragmenten binnen de bovenstaande kaders. Zorg ervoor dat formules en eigen omgevingen automatisch genummerd worden, en gebruik waar mogelijk verwijzingen naar deze nummeringen.

## Opgave 4

Gevraagd wordt om een `bash` shell script `albums` te schrijven, waarmee de gebruiker kan navigeren in een lijst van albums van een opgegeven muziekgroep. Deze muziekgroep moet als parameter aan het shell script doorgegeven worden. De lijst van albums dient te worden opgemaakt in XHTML formaat. De weergave moet gebruik maken van twee verticale frames, waarbij de lijst van albums in het linkerframe wordt weergegeven. Zo moet het commando