FISICA GENERALE

— Parte 3 —

Statistica

Link moodle: https://moodle2.units.it/course/view.php?id=16681

Codice Teams del corso: gz0wuf4

Programma delle lezioni

Lezione 1: Introduzione al corso, ai concetti generali e all'analisi degli errori; stima delle incertezze

Lezione 2: Errori casuali e sistematici, rappresentazione degli errori, cifre significative, discrepanza

Lezione 3: Errori assoluti e relativi, applicazioni particolari della propagazione degli errori, somma in quadratura

Lezione 4: Propagazione degli errori, funzioni di una o più variabili, formula generale; esempi ed esercizi

Lezione 5: Analisi statistica degli errori casuali; media, deviazione standard; errori sistematici

Lezione 6: Rappresentazione dei dati; istogrammi e distribuzioni, distribuzione limite

Lezione 7: Distribuzione normale o gaussiana (prima parte); livelli di confidenza

Lezione 8: Distribuzione gaussiana (seconda parte) e principio di massima verosimiglianza; rigetto dei dati

Lezione 9: Distribuzione binomiale

Lezione 10: Distribuzione di Poisson

Lezione 11: Metodo dei minimi quadrati; ripasso di eventuali argomenti a richiesta; esercizi

Propagazione degli errori: somma in quadratura delle incertezze

$$q = x + y$$

Se gli **errori** sono **indipendenti e casuali**, c'è una buona probabilità di avere cancellazioni parziali degli errori (con sovrastime che vanno a controbilanciare sottostime delle grandezze)

$$\boxed{\delta q = \sqrt{(\delta x)^2 + (\delta y)^2}}$$

Somma in quadratura delle incertezze

La somma ordinaria degli errori fornisce un limite superiore nel caso in cui gli errori NON siano indipendenti e casuali

$$\delta q \leq \delta x + \ldots + \delta z + \delta u + \ldots + \delta w$$

Propagazione degli errori: in generale

Somme e differenze

$$q = x + \ldots + z - (u + \ldots + w)$$

$$\boxed{\delta q = \sqrt{(\delta x)^2 + \ldots + (\delta z)^2 + (\delta u)^2 + \ldots + (\delta w)^2}}$$

$$\delta q \leq \delta x + \ldots + \delta z + \delta u + \ldots + \delta w$$

Se gli errori sono indipendenti e casuali

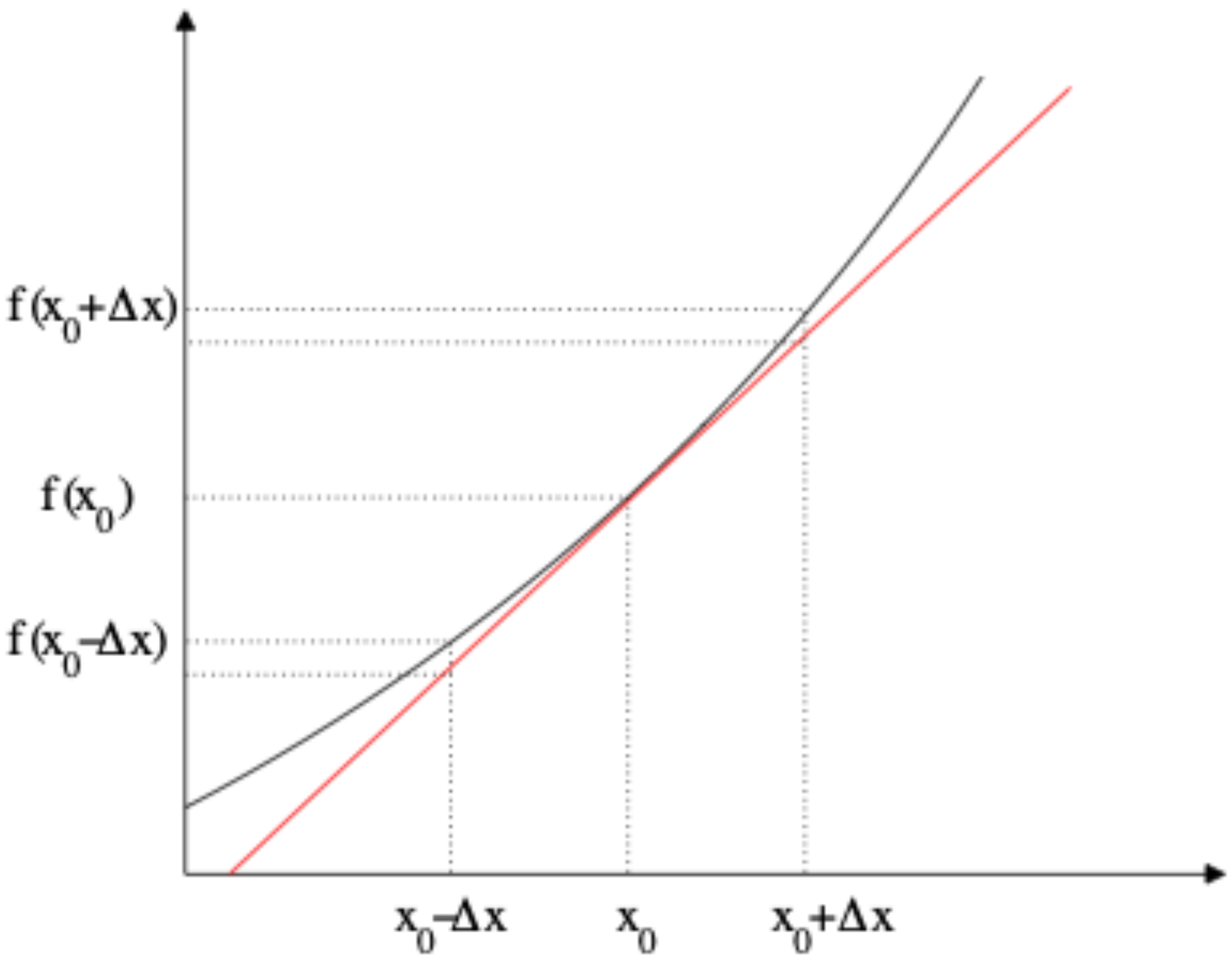
Prodotti e quozienti

$$q = \frac{x \cdot \ldots \cdot z}{u \cdot \ldots \cdot w}$$

$$\boxed{\frac{\delta q}{|q|} = \sqrt{\left(\frac{\delta x}{x}\right)^2 + \ldots + \left(\frac{\delta z}{z}\right)^2 + \left(\frac{\delta u}{u}\right)^2 + \ldots + \left(\frac{\delta w}{w}\right)^2}}$$

$$\frac{\delta q}{|q|} \leq \frac{\delta x}{|x|} + \ldots + \frac{\delta z}{|z|} + \frac{\delta u}{|u|} + \ldots + \frac{\delta w}{|w|}$$

Propagazione degli errori



Incertezza in qualunque funzione di una variabile

Se x è misurata con errore Δx e il suo valore utilizzato per calcolare la funzione f = f(x), allora l'incertezza in f è:

$$\Delta f = \left| \frac{\partial f}{\partial x} \right| \Delta x$$

Propagazione degli errori

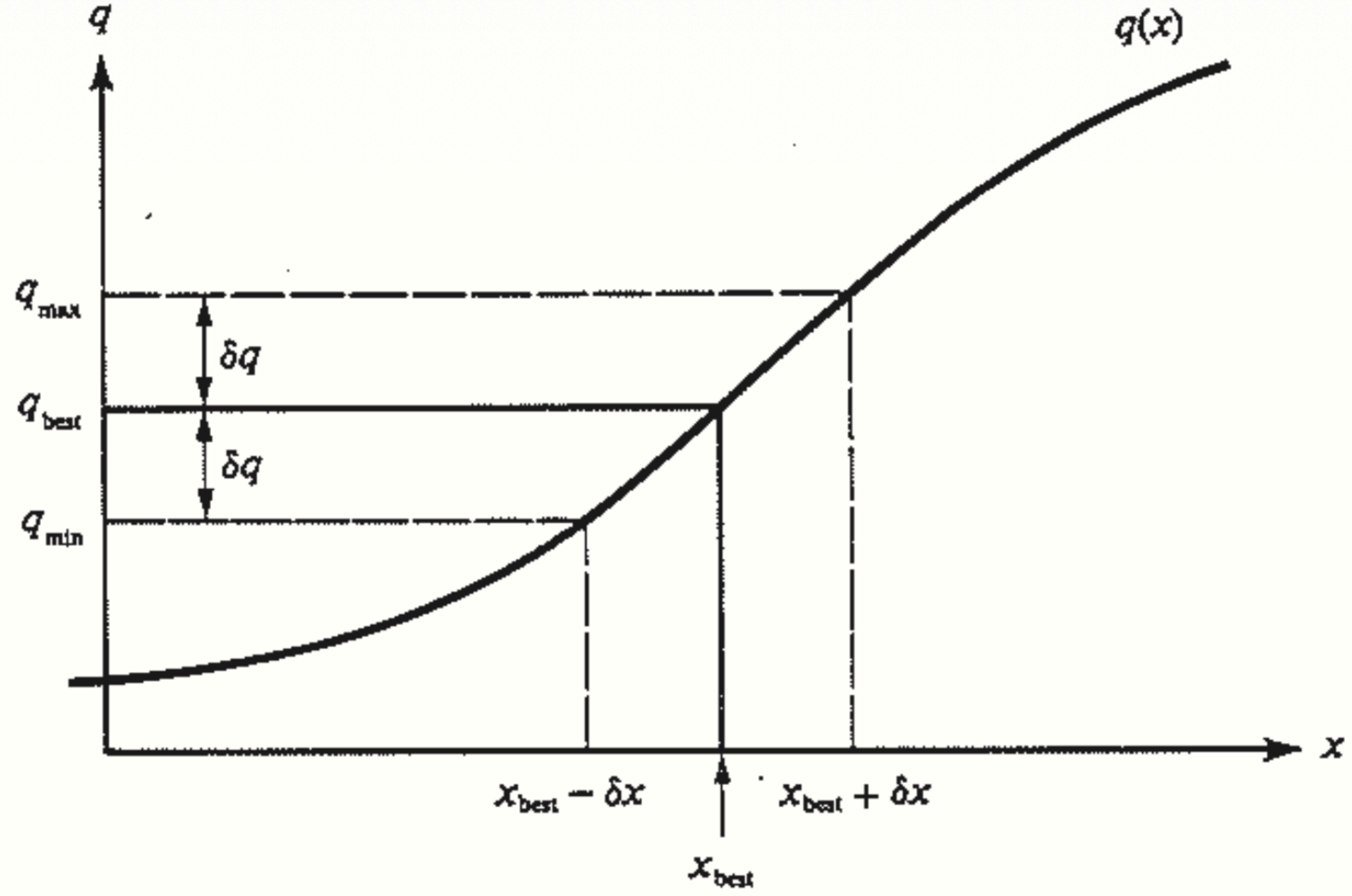


Figura 3.3. *Grafico $q(x)$ in funzione di x. Se x è misurato come $x_{best} \pm \delta x$, allora la miglior stima per $q(x)$ è $q_{best} = q(x_{best})$. Il più grande e il più piccolo valore probabile di $q(x)$ corrispondono ai valori $x_{best} \pm \delta x$ di x.*

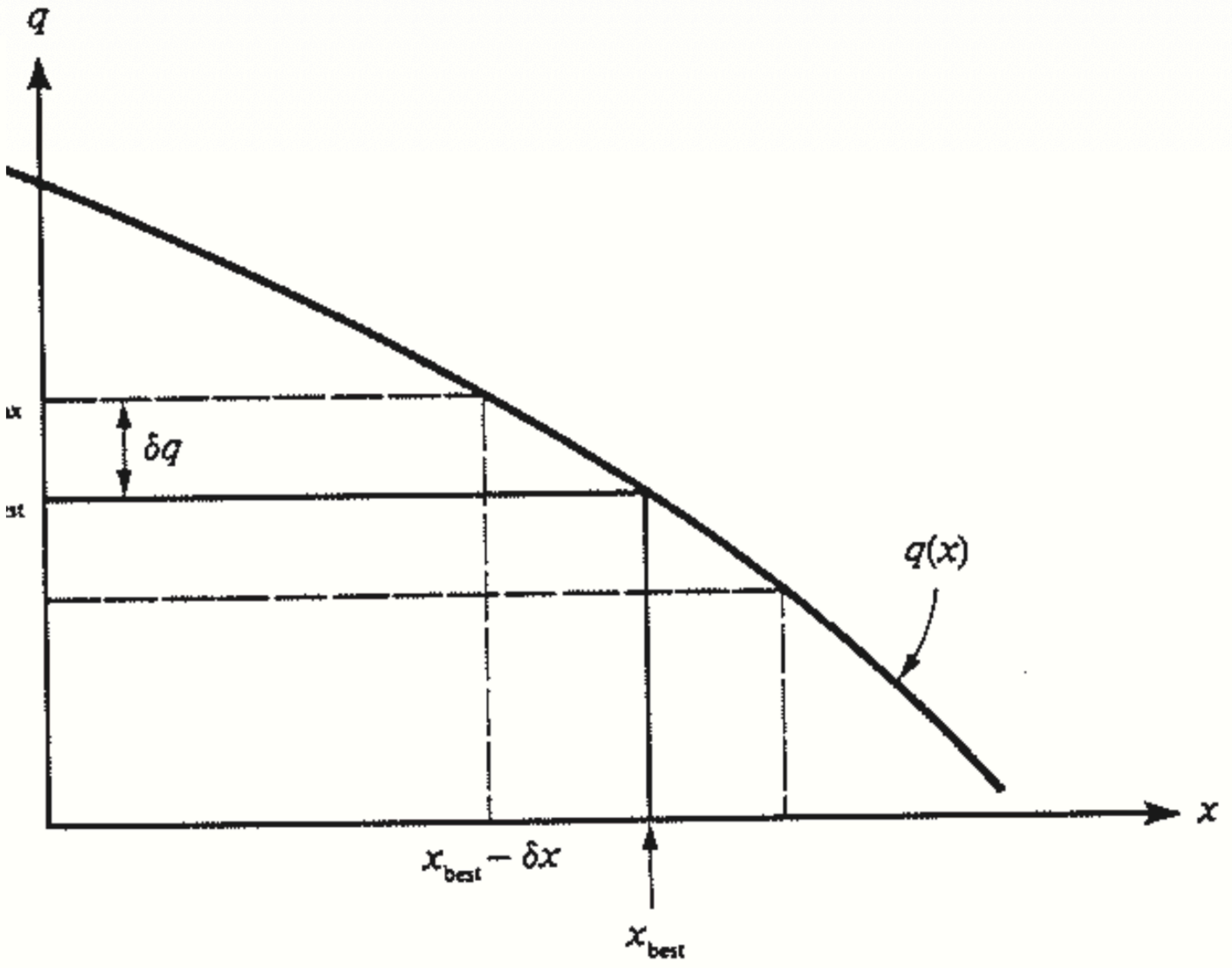


Figura 3.4. *Se la pendenza di $q(x)$ è negativa, allora il massimo valore probabile di q corrisponde al valore minimo di x, e viceversa.*

Incertezza in una funzione di più variabili

Se x, y, … sono misurate con incertezza Δx, Δy, …
e i valori utilizzati per calcolare la funzione f = f(x, y, …),
se le incertezze in x, y, … sono casuali ed indipendenti,
allora l'incertezza in f è:

$$\Delta f = \sqrt{\left(\frac{\partial f}{\partial x}\Delta x\right)^2 + \left(\frac{\partial f}{\partial y}\Delta y\right)^2 + \ldots}$$

In ogni caso, l'incertezza in f non è mai più grande della somma ordinaria:

$$\Delta f \leq \left|\frac{\partial f}{\partial x}\right|\Delta x + \left|\frac{\partial f}{\partial y}\right|\Delta y + \ldots$$