

STORIA DELLA FISICA

Archimede e la misura del volume di un solido irregolare

Gerone II, tiranno di Siracusa nel III secolo a.C., consegnò a uno stimato orafo una quantità d'oro per foggare una corona a forma di rami intrecciati. A lavoro terminato la corona pesava effettivamente quanto l'oro di partenza, ma Gerone era sospettoso dell'artigiano e dubitava che questi vi avesse mescolato dei metalli meno pregiati. Per scoprire l'inganno sarebbe stato necessario fondere la corona e misurarne il volume. Se ci fossero stati metalli meno pregiati, a parità di peso la corona avrebbe occupato un volume diverso dall'oro puro: era noto infatti che volumi uguali di sostanze diverse hanno pesi diversi. Per sciogliere il dubbio del re bisognava però escogitare un sistema per misurare esattamente il volume della corona senza distruggerla.

Vitruvio narra che Archimede, grandissimo matematico, ingegnere, astronomo e fisico *ante litteram* siracusano, stesse facendo il bagno quando gli venne un'idea geniale; preso dall'entusiasmo uscì dalla vasca da bagno e andò in giro nudo per la città gridando «Eureka!». L'idea nacque dall'osserva-

zione che il suo corpo, entrando nella vasca piena d'acqua, faceva traboccare una quantità di liquido uguale al volume immerso. Archimede suggerì dunque di confrontare la quantità d'acqua spostata dalla corona con la quantità d'acqua spostata da un blocchetto d'oro di ugual peso: se i due corpi avessero avuto volumi uguali avrebbero innalzato di pari quantità il livello dell'acqua in un recipiente.

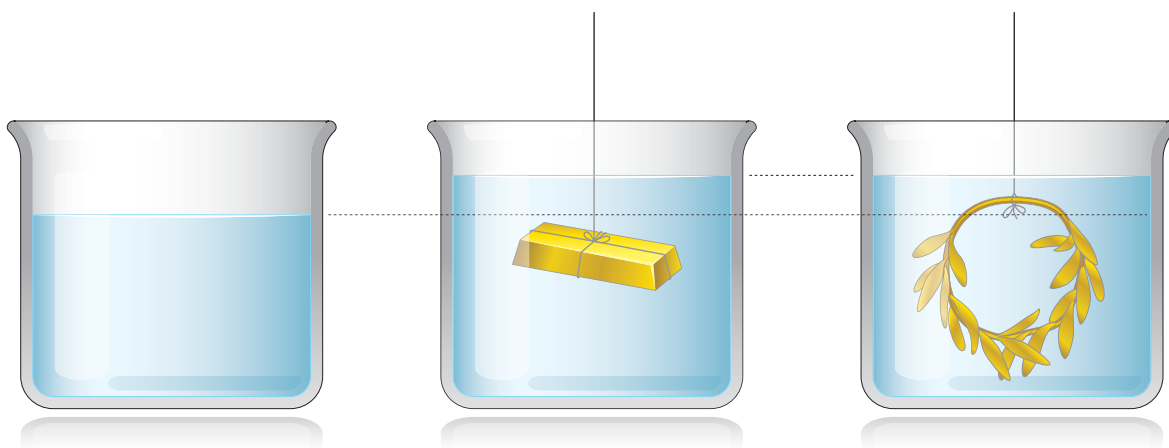
Ciò non avvenne, perché il volume della corona risultò maggiore di quello del blocchetto d'oro di uguale peso: l'orafo aveva effettivamente mescolato metalli diversi, come Gerone II aveva sospettato.



Giovanni Dall'Oro

Archimede visse a Siracusa tra il 287 a.C. e il 212 a.C. e fu uno dei più grandi scienziati della storia.

Se il livello dell'acqua dopo l'immersione della corona è uguale al livello dell'acqua dopo l'immersione del blocchetto d'oro di peso noto, allora i due volumi sono uguali e si può dedurre che la corona è fatta effettivamente d'oro.



DOMANDA Come misurare il volume di un temperamatite con un bicchiere d'acqua e una siringa graduata? Descrivi in 10 righe un procedimento possibile per raggiungere lo scopo e svolgi le operazioni. Fornisci il valore trovato usando la stessa unità di misura indicata sulla siringa (cm^3).

STORIA DELLA FISICA

Talete misura la piramide di Cheope

È possibile misurare l'altezza di un monumento senza salirci sopra? Talete fu il primo a riuscirci nel VI secolo a.C., grazie a una felice intuizione. Egli si accorse, infatti, che la lunghezza di un'ombra proiettata sul terreno dipende dall'altezza dell'oggetto che l'ha originata secondo una relazione matematica ben precisa. In particolare, se si confrontano le ombre di due oggetti diversi, queste stanno tra loro come le altezze degli oggetti corrispondenti:

$$\begin{aligned} \text{lunghezza ombra 1} : \text{lunghezza ombra 2} &= \\ &= \text{altezza oggetto 1} : \text{altezza oggetto 2} \end{aligned}$$

Conoscendo l'altezza di un'asta usata per il confronto e misurando le lunghezze delle ombre sul terreno, Talete fu in grado di determinare l'altezza della piramide.



Maksym Gorpennyuk/Shutterstock

La piramide di Cheope in Egitto.

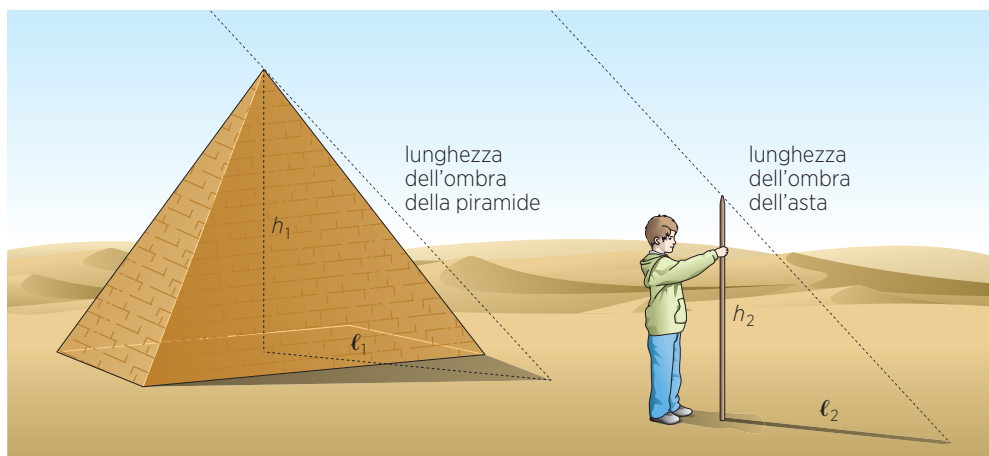
$$\begin{aligned} \text{lunghezza ombra 1} : \text{lunghezza ombra 2} &= \\ &= \text{altezza asta} : \text{altezza incognita della piramide} \end{aligned}$$

$$\ell_1 : \ell_2 = h_1 : h_2$$

da cui:

$$h_2 = h_1 \cdot \frac{\ell_2}{\ell_1}$$

Il cosiddetto Teorema di Talete è la formalizzazione di questa intuizione.



Le lunghezze delle ombre sono direttamente proporzionali alle lunghezze degli oggetti che le hanno prodotte.

DOMANDA Le misure che non si effettuano direttamente dal confronto con un campione ma si ricavano da un'espressione matematica sono dette «indirette». Quali esempi di misure indirette hai incontrato in questo capitolo?

CON GLI OCCHI DI UN FISICO

I numeri e le cose

Numeri per contare

Ci sono circa 7 miliardi di esseri umani sulla Terra, cioè un sette seguito da nove zeri, o anche 7×10^9 , secondo la notazione scientifica.

L'ordine di grandezza del numero di abitanti della Terra è dunque 10^{10} ;

- quello dei ragazzi in una scuola è 10^2 ;
- quello degli abitanti di un grande paese è 10^4 ;
- quello degli abitanti di una grande città è 10^6 ;
- quello degli abitanti dell'Italia è 10^7 ;
- quello degli abitanti dell'Europa è 10^8 .

L'ordine di grandezza del numero di cellule del corpo umano è 10^{12} .

L'ordine di grandezza del numero di molecole d'acqua in un bicchiere è 10^{24} .

L'ordine di grandezza delle persone che parlano hindi è 10^8 .



neelsky/Shutterstock

PAROLA CHIAVE

Grandezza fisica

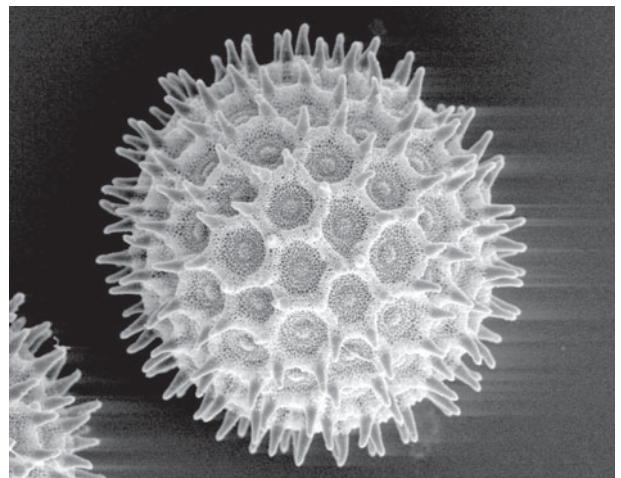
DOMANDA È corretto dire che 10^9 m è una lunghezza molto grande? Motiva la tua risposta in 5 righe.

Numeri per misurare lunghezze...

Le lunghezze con le quali abbiamo a che fare tutti i giorni e alle quali siamo più abituati sono quelle confrontabili con le dimensioni del nostro corpo e delle sue parti, dal metro al centimetro. Facilmente ci spingiamo sino a dimensioni dell'ordine del millimetro (10^{-3} m) e del kilometro (10^3 m); sappiamo inoltre che l'Italia è lunga, da sud a nord, circa 2000 km, anche se non è facile rappresentare mentalmente qualcosa della quale non abbiamo una percezione diretta. La scienza va oltre e, servendosi di tecniche e strumenti di misura sempre più sofisticati, va a esplorare la natura anche dove i nostri sensi non arrivano.

E così, grazie a telescopi e microscopi, riusciamo a conoscere gli ordini di grandezza dello spazio.

Non si possono «vedere» oggetti più piccoli della lunghezza d'onda della luce visibile, per cui per distinguere oggetti più piccoli del decimo di micron sono necessarie altre strategie di osservazione. Per esempio usando elettroni al posto della luce, come nel microscopio elettronico usato per fotografare questo polline di *Ipomea Purpurea*.



Louisa Howard/Dartmouth College

PAROLA CHIAVE

Misura

DOMANDA Ultimamente si parla molto di nanotecnologie: si tratta dello studio della materia su scale dell'ordine del nanometro (cioè 10^{-9} m), che ha applicazioni nei campi più svariati, dalla biologia all'informatica.

- Con quali tecniche e strumenti si eseguono misure nel «nanomondo»? Fai una ricerca e trova alcune immagini.

...intorno a noi

- 10^2 m → altezza dei grattacieli più alti;
- 10^3 m → altezza delle montagne più alte;
- 10^6 m → diametro terrestre;
- 10^8 m → distanza della Luna;
- 10^{11} m → distanza del Sole;
- 10^{12} m → dimensioni del Sistema Solare;
- 10^{16} m → distanza di Proxima Centauri, la stella più vicina al Sole;
- 10^{21} m → dimensioni della Via Lattea;
- 10^{22} m → distanza di Andromeda, la galassia più vicina alla Via Lattea;
- 10^{26} m → distanza dell'oggetto più lontano mai osservato.

L'Empire State Building è alto 381 m (ordine di grandezza 10^2).



La galassia M51 ha le dimensioni di circa 10^{18} km.

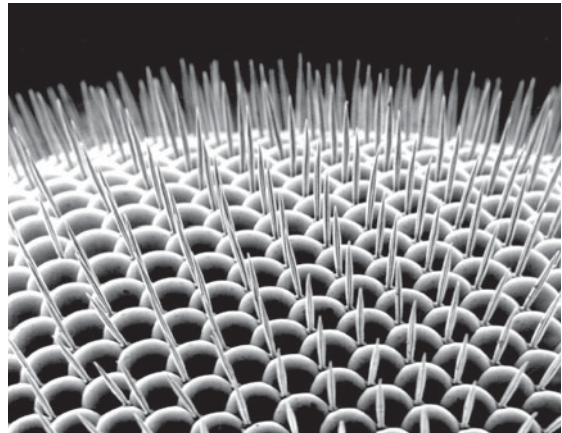


Wolfgang Kleeber/Shutterstock

Robert Zelnier / Shutterstock

...dentro di noi

- 10^{-2} m → dimensioni di un pollice;
- 10^{-4} m → dimensioni di un ovulo;
- 10^{-5} m → spessore di un capello;
- 10^{-6} m → dimensioni delle cellule più piccole;
- 10^{-7} m → dimensione di un cromosoma;
- 10^{-9} m → dimensioni caratteristiche di una molecola;
- 10^{-10} m → diametro dell'atomo di idrogeno;
- 10^{-15} m → diametro di un elettrone.
- 10^{-35} m → limite delle attuali teorie della fisica.



Louisa Howard/Dartmouth College

L'ordine di grandezza del diametro dell'occhio di una mosca *Drosophila* è 10^{-4} m.

PAROLA CHIAVE

Ordine di grandezza

DOMANDA L'ordine di grandezza del numero di lupi in Italia è 10^2 .

- ▶ Si può quindi affermare che in Italia sono presenti 100 lupi? Motiva la risposta in 5 righe.

