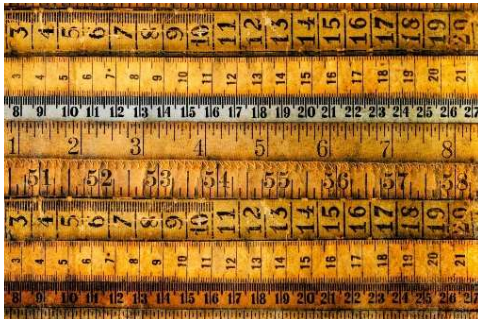
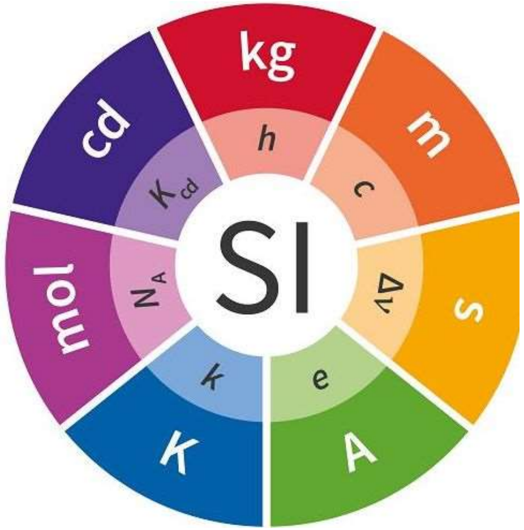
UNIMORE
UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI MODENA E REGGIO EMILIA

Dipartimento di Scienze Fisiche, Informatiche e Matematiche



Concetti Introduttivi



Sommario

• La fisica “parla” matematico

•Grandezze fisiche: dimensionalità e unità di misura

•Notazione scientifica e cifre significative

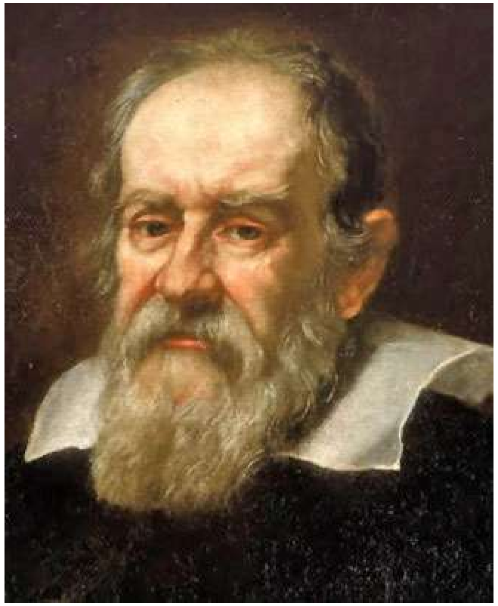
•Analisi dimensionale di una legge fisica

•Tecniche di “Problem Solving”

•Stime in “ordine di grandezza”

•Grafici

La fisica «parla» matematico



(min. 1.40-3.15)

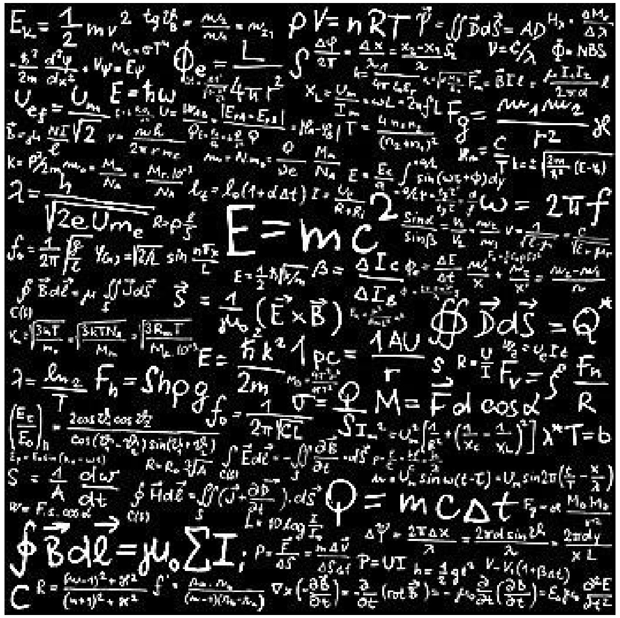
https://www.youtube.com/watch?v=SGrO4X1Newo

« La filosofia è scritta in questo grandissimo libro che continuamente ci sta aperto innanzi a gli occhi (io dico l'universo), ma non si può intendere se prima non s'impara a intender la lingua, e conoscer i caratteri, ne' quali è scritto. Egli è scritto in lingua matematica, e i caratteri son triangoli, cerchi, ed altre figure geometriche, senza i quali mezzi è impossibile a intenderne umanamente parola; senza questi è un aggirarsi vanamente per un oscuro laberinto. »

Galileo Galilei (1564,1642)*Il Saggiatore*, Cap. VI

COME STUDIARE LA FISICA

Cercare di individuare, capire e ricordare
SOLO I PRINCIPI E LE LEGGI FONDAMENTALI,
evitando di imparare a memoria una grande quantità di dati e formule



Avere familiarità con alcune nozioni di matematica elementare
(la fisica è «scritta» in linguaggio matematico)

Grandezze fisiche, dimensionalità, unità di misura

«Grandezza fisica: *la proprietà misurabile di un fenomeno, corpo o sostanza, che può essere distinta qualitativamente (dimensione) e determinata quantitativamente mediante un numero (o un vettore) in assegnate unità di misura ed eventualmente in un prefissato riferimento*»

(V*ocabolario Internazionale di Metrologia* ,1993)

Grandezze fondamentali: le loro unità sono definite direttamente attraverso costanti fondamentali della fisica

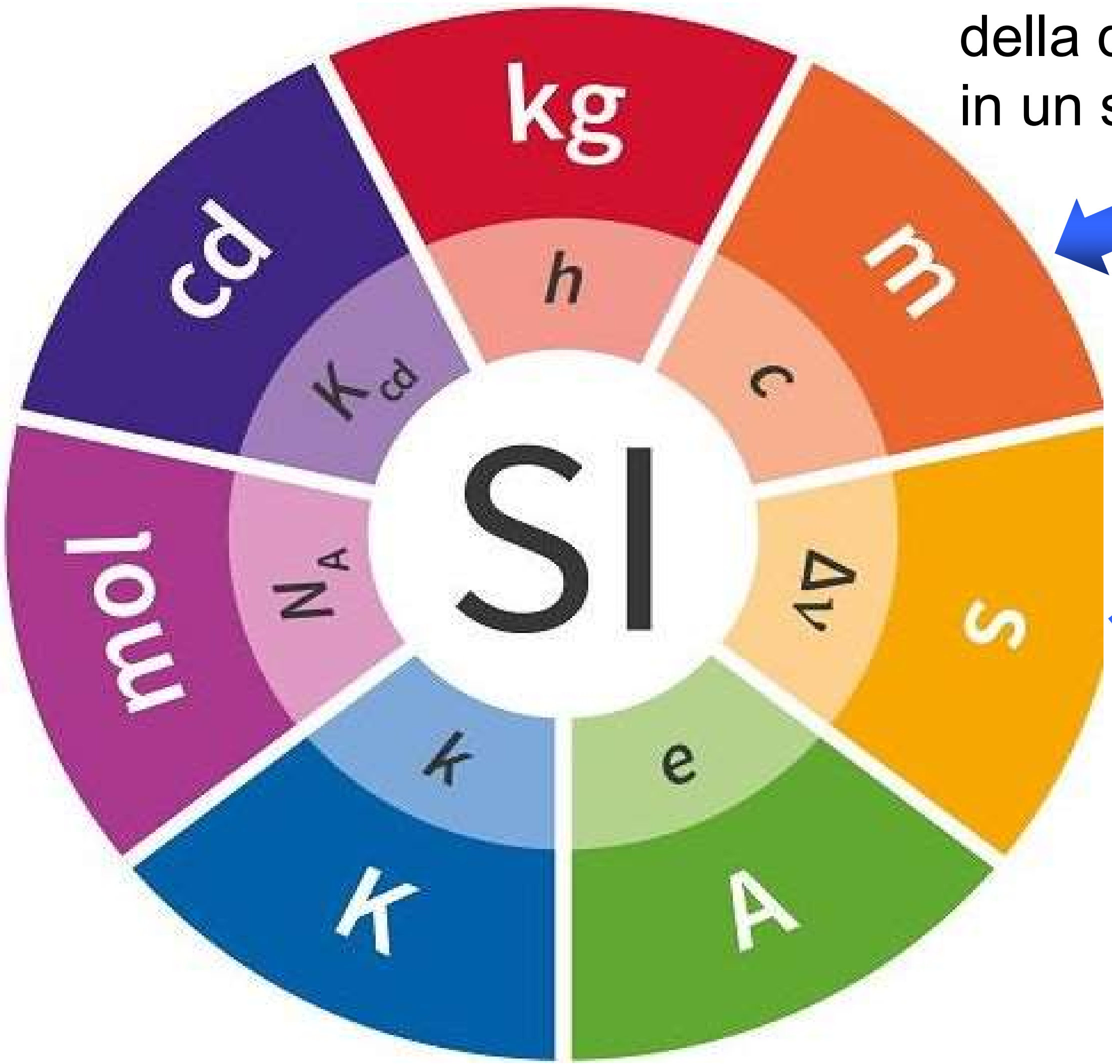
Grandezze derivate: sono grandezze fisiche dipendenti dalle grandezze fondamentali, cioè ricavabili da esse attraverso operazioni matematiche

Grandezze fisiche fondamentali, dimensionalità, unità di misura

Grandezze fisiche del Sistema Internazionale SI		
Dimensione	**Unità di misura**	**Simbolo**
Lunghezza	metro	m
Tempo	Secondo	s
Massa	Kilogrammo	kg
Temperatura	Kelvin	K
Intensità di corrente elettrica	Ampere	A
Intensità luminosa	Candela	cd
Quantità di sostanza	mole	mol

Il **Sistema Internazionale delle unità di misura** (S.I.) è il linguaggio comune e condiviso che rende affidabili e confrontabili tra loro le misurazioni delle grandezze fondamentali eseguite in ogni parte del mondo.
Il 20 maggio 2019 è entrato in vigore il nuovo Sistema che ridefinisce le sette unità di base in termini di costanti fondamentali della fisica.

Grandezze fisiche fondamentali, dimensionalità, unità di misura



Esempio: un **metro** è la 299 792 458ª parte della distanza coperta dalla luce nel vuoto in un secondo.

Esempio: un **secondo** è l'inverso della 9 192 631 770ª parte della frequenza della luce emessa dall' isotopo 133 di Cs, per una fissata transizione elettronica.

UNIMORE FISICA Rossella Brunetti

La frequenza di transizione iperfina dello stato fondamentale dell'atomo di cesio 133 è 9 192 631 770 hertz (s^{-1})

La velocità della luce nel vuoto, c, è esattamente 299 792 458 metri al secondo (m/s)

La costante di Planck, h, è esattamente 6.62607040 x 10^{-34} joule per secondo (J s=kg m
s $^{-1}$)

La carica elementare, e, è esattamente eguale a 1.602 176620 x 10^{-19} coulomb .(A s)

La costante di Boltzman, k, è esattamente 1.380 64852 x 10^{-23} joule al kelvin

La costante di Avogadro, N_A, è esattamente 6.022 140 857x 10^{23} mole-1 (mol^{-1})

L' efficienza luminosa , K_{cd}, della radiazione monocromatica di frequenza 540 x 10^{12} hertz è esattamente 683 lumen per watt

Grandezze fisiche derivate , dimensionalità, unità di misura

Esempio: l'energia è una grandezza derivata, definita in termini di masse, lunghezze e tempi:

$$[\text{energia}] = [\text{massa}] \times [\text{lunghezza}]^2/[\text{tempo}]^2$$

$$[\epsilon] = [M] \times [L]^2 \times [t]^{-2}$$

Le dimensioni delle grandezze fisiche vengono di solito racchiuse tra parentesi quadre quando si effettua una analisi dimensionale.

Nel S.I. l'unità di misura dell'energia è il Joule:

$$1\text{J} = 1\ \text{Kg}\ \text{m}^2\ \text{s}^{-2}$$

Unità derivata

Unità fondamentali

Analisi dimensionale di una relazione tra grandezze fisiche

Alcune leggi fisiche sono espresse attraverso una uguaglianza tra due termini che contengono grandezze diverse. In questo caso la dimensione dei due termini deve essere la stessa.

Esempio: verificare attraverso un controllo dimensionale la correttezza della relazione che lega il periodo di oscillazione T di un pendolo semplice, per piccole oscillazioni attorno alla posizione di equilibrio stabile, alla lunghezza L del pendolo e all'accelerazione di gravità g:

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{L}{g}} \qquad\qquad [T] = \sqrt{\frac{[L]}{\frac{[L]}{[t]^2}}} = [t]$$

Le dimensioni delle grandezze fisiche vengono di solito racchiuse tra parentesi quadre quando si effettua una analisi dimensionale.

Grandezze fisiche, dimensionalità, unità di misura

Alcuni prefissi comunemente usati per le unità di misura del SI e le rispettive potenze di 10.

Prefix	Power of 10	Prefix	Power of 10
tera (T)	10^{12}	centi (c)	10^{-2}
giga (G)	10^{9}	milli (m)	10^{-3}
mega (M)	10^{6}	micro (μ)	10^{-6}
kilo (k)	10^{3}	nano (n)	10^{-9}

Grandezze fisiche, dimensionalità, unità di misura

Le unità di misura possono essere convertite attraverso opportuni fattori di conversione.

Esempio:

1 pollice = 2.54 cm

12 pollici = 1 piede = 30,48 cm

Notazione scientifica

E' un modo molto comodo per scrivere numeri molto grandi o molto piccoli che utilizza le potenze di 10.

Esempio: il raggio del Sole è 700.000 km.

Scriviamo questo numero come un numero tra 1 e 9 moltiplicato per l'opportuna potenza di 10: 7.0×10^5 km.

Esempio: il raggio di un atomo di idrogeno è 0.0000000000529 m. Questa grandezza si scrive più comodamente in notazione scientifica come 5.29×10^{-11} m.

Cifre significative

Le cifre significative sono tutte le cifre conosciute con precisione del valore numerico di una grandezza, cioè quelle che si conoscono in modo attendibile, più quella che viene stimata.

Esempio: usando un metro graduato con divisioni centimetriche, misureremo per un oggetto una lunghezza un preciso numero di cm e stimiamo la frazione di cm, per esempio: 12,8 cm (3 cifre significative). L'incertezza è sull'ultima cifra (8) e, quindi, la sua precisione sarà 1/128, circa l'1%.

Se, invece, il metro graduato ha divisioni millimetriche, possiamo misurare la stessa lunghezza con precisione millimetrica e stimare la frazione di millimetro, per esempio: 12,80 cm (4 cifre significative). L'incertezza è sull'ultima cifra (0) e, in questo caso, la precisione è 1/1280, circa lo 0,1 %

Più cifre significative significano maggiore precisione.

Cifre significative

Il modo più elementare per indicare <u>la precisione</u> di una grandezza è scriverla con il corretto numero di cifre significative.

<u>Esempio:</u> «la lunghezza di questo tavolo è 30 cm» significa che la lunghezza è di 30 cm approssimata all'intero più vicino. Se diciamo che la lunghezza è 30.5 cm significa che conosciamo la lunghezza al decimo di cm più vicino.

Regole per riconoscere le cifre significative

- Tutte le cifre diverse da zero sono significative
- Gli zeri finali a destra del punto sono significativi
- Gli zeri scritti a destra del punto decimale allo scopo di posizionare il punto NON sono significativi
- Gli zeri scritti tra cifre significative sono significativi
- Uno o più zeri scritti a sinistra del puno sono ambigui, essi possono essere o non essere significativi. Scrivere il numero in notazione scientifica elimina l'ambiguità.

Esempi:409.8 s ha quattro cifre significative; 0.058700 cm ha cinque cifre significative (5.8700×10^{-2}); 9500 g ha certamente due cifre significative, gli zeri sono ambigui. Una scelta prudente è scrivere 9.5×10^{3} g assumendo così che gli zeri non siano significativi; 950.0×10^{1} ml ha quattro cifre significative.

Cifre significative nei calcoli

Quando due o più grandezze vengono sommate o sottratte, il risultato ha un numero di cifre significative pari a quello della meno precisa delle grandezze usate.

Quando le grandezze sono moltiplicate o divise, il risultato ha un numero di cifre significative pari a quello della meno precisa delle grandezze usate.

In una serie di calcoli l'approssimazione al corretto numero di cifre significative dovrebbe essere fatta solo alla fine, non ad ogni passaggio, per evitare propagazione dell'errore di arrotondamento.

Approccio scientifico alla soluzione dei problemi («problem solving»)

E’ come andare in bicicletta: ognuno ha il suo stile!
Tuttavia ci sono alcune strategie utili da considerare.

Approccio scientifico alla soluzione dei problemi («problem solving»)

Leggere e rileggere attentamente il problema, annotando TUTTE le informazioni iniziali che vengono date, sia attraverso i numeri che, implicitamente o indirettamente, attraverso il testo (ad esempio: "un corpo parte da fermo"…. ci indica che la velocità iniziale del moto è uguale a zero).

Se viene data una figura, accertarsi se essa contiene altre informazioni da aggiungere alle grandezze fisiche note o alle condizioni del problema.

Identificare con precisione che cosa serve determinare per rispondere ai quesiti del problema, ovvero la o le grandezze fisiche incognite.

Approccio scientifico alla soluzione dei problemi («problem solving»)

Provare, se può essere utile, a tracciare un disegno semplice del sistema fisico che il problema propone di studiare.

Identificare l'ambito di fenomeni e, quindi, di leggi matematiche e fisiche in cui il problema si inserisce (per esempio: statica, meccanica, magnetismo,…).

Riflettere su quali principi fisici possono essere applicati al problema, analizzando se nelle equazioni fisico-matematiche tutte le grandezze tranne l'incognita del nostro problema sono conosciute.

Predisporre formulari e mappe concettuali sintetiche che consentano di orientarsi rapidamente verso le nozioni teoriche da applicare.

Approccio scientifico alla soluzione dei problemi («problem solving»)

Se alcune grandezze non sono note e la legge matematica/fisica non può essere applicata direttamente è molto facile che le grandezze che mancano siano calcolabili attraverso le grandezze a disposizione e l'uso di qualche altra legge matematica/fisica che si può applicare per il problema in esame. Questo porta a spezzare il problema in parti più semplici di immediata risoluzione attraverso passi intermedi.

Una volta individuata una strategia di risoluzione, lavorare con formule contenenti i simboli algebrici (le "lettere") il più possibile. Sostituire i numeri troppo presto porta di frequente ad errori.

Se siete pronti a sostituire i valori delle grandezze fisiche nelle formule risolutive, controllate che le unità di misura siano tutte parte dello stesso sistema. Se così non è effettuate PRIMA le necessarie conversioni.

Approccio scientifico alla soluzione dei problemi («problem solving»)

Scrivete il risultato finale e, quindi, la risposta al problema specificando le unità di misura della grandezza calcolata. Se avete dei dubbi sulla correttezza delle formule, eseguite un controllo dimensionale delle stesse.

Guardate sempre "in faccia" i numeri che ottenete come risultato! Cercate di capire se il loro valore "ha senso" per la o le grandezze fisiche che vi vengono richieste. Spesso il buon senso aiuta a capire se si sono fatti errori di calcolo clamorosi.

Stime in ordine di grandezza

La **stima dell'ordine di grandezza** di una variabile, il cui valore preciso può essere sconosciuto, è una stima arrotondata alla potenza di dieci più vicina.

<u>Esempio</u>: stimare il numero di battiti cardiaci nella vita di una persona.

Prendiamo come stima ~60 battiti al minuto:

$$\left(\frac{60\ \text{beats}}{1\ \text{minute}}\right)\left(\frac{60\ \text{minutes}}{1\ \text{hour}}\right)\left(\frac{24\ \text{hours}}{1\ \text{day}}\right)\left(\frac{365\ \text{days}}{1\ \text{year}}\right)\left(\frac{75\ \text{years}}{1\ \text{lifetime}}\right)$$

$$= 2.4\times 10^{9}\ \text{beats/lifetime}$$

Ordine di grandezza

Uso dei grafici

Di solito negli esperimenti si varia una quantità (la “variabile indipendente”) e si misura un’altra quantità (la “variabile dipendente”). Il legame tra le due variabili si rappresenta in un grafico:

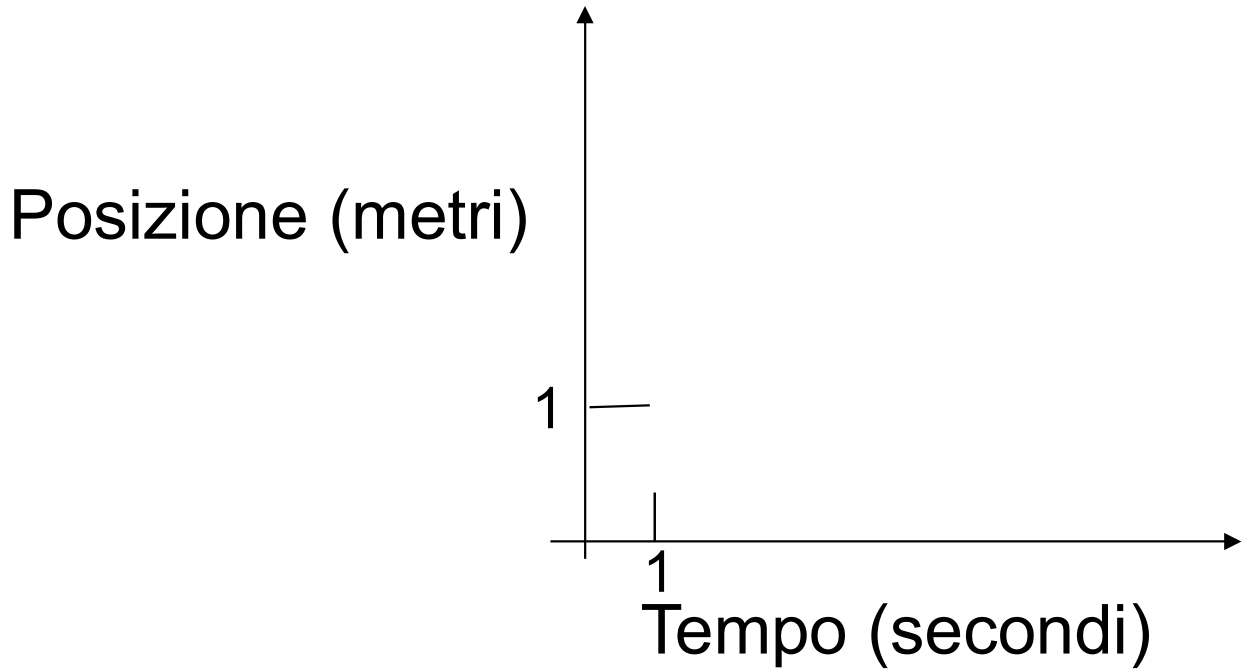
variabile
dipendente
qui

variabile indipendente qui

Uso dei grafici

Ricordatevi di scrivere sugli assi sia le grandezze rappresentate che le loro unità di misura.

Per esempio:



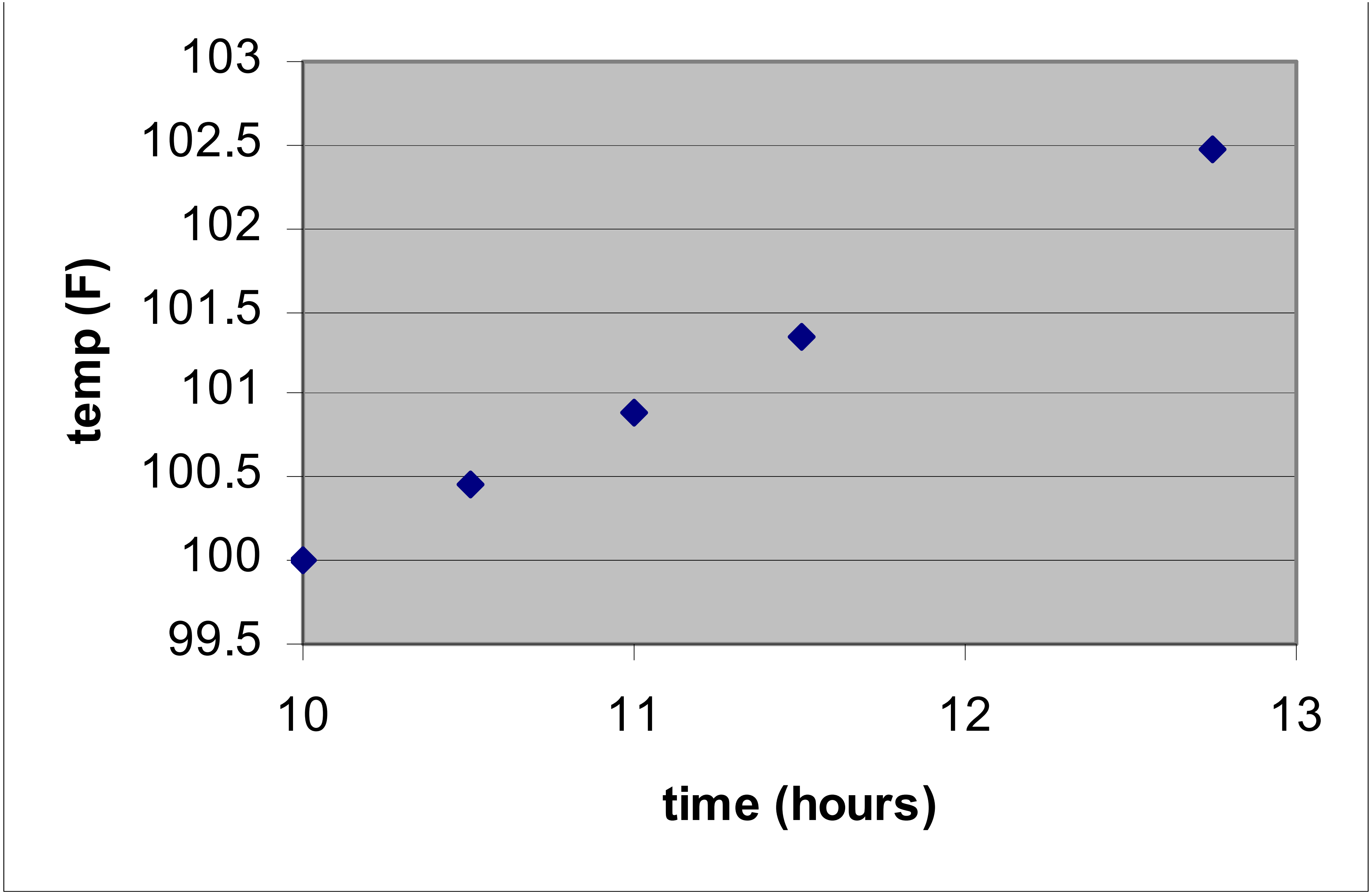
Uso dei grafici

Esempio: Una infermiera registra in una tabella a diversi orari i valori della temperatura corporea di un paziente. Rappresentare mediante un grafico l'andamento nel tempo della temperatura e stimare (a) la temperatura del paziente a mezzogiorno, (b) la pendenza del grafico.

Tabella delle misure:

Time	Decimal time	Temp (°F)
10:00 AM	10.0	100.00
10:30 AM	10.5	100.45
11:00 AM	11.0	100.90
11:30 AM	11.5	101.35
12:45 PM	12.75	102.48

Uso dei grafici



Uso dei grafici

(a) Interpolando dal grafico: 101.8 °F.

(b) $$\text{slope} = \frac{T_2 - T_1}{t_2 - t_1} = \frac{101.8\,^\circ\text{F} - 100.0\,^\circ\text{F}}{12.0\,\text{hr} - 10.0\,\text{hr}} = 0.9\,^\circ\text{F/hour}$$