

APPUNTI DI FISICA (tutto quello che dovete sapere!),
CLASSE 1 AS A.A 2011/2012 PROF. PERRI

0.1 Le grandezze

La misura delle grandezze

Definizione 1. Una **grandezza** è una quantità che può essere misurata con strumenti di misura.

La misura

Per poter misurare una grandezza occorre per prima cosa scegliere una **unità di misura**. Per esempio, se vogliamo misurare il lato di un tavolo possiamo controllare quante volte un pezzettino di legno è contenuto nel lato, quindi come unità di misura stiamo usando il pezzettino di legno.

Definizione 2. Misurare una grandezza significa dire quante volte l'unità di misura è contenuta nella grandezza.

Il sistema internazionale di unità

Nel 1960 è stato creato il *Sistema Internazionale di Unità* (**SI**) che è adottato per legge dall'Unione Europea. Nel SI compaiono le sette grandezze fondamentali come mostra la seguente tabella.

| Nome della grandezza | Unità di misura | Simbolo |
|-----------------------|-----------------|---------|
| Lunghezza | metro | m |
| Massa | kilogrammo | kg |
| Intervallo di tempo | secondo | s |
| Intensità di corrente | ampere | A |
| Temperatura | kelvin | K |
| Intensità luminosa | candela | cd |
| Quantità di sostanza | mole | mol |

I prefissi

Le unità di misura molte volte sono anticipate da prefissi per ottenerne multipli e sottomultipli. Riporiamo la **tabella** dove compaiono i principali prefissi usati.

| Nome | Simbolo | Moltiplica |
|-------|---------|----------------------------------|
| giga | G | $1000000000 = 10^9$ |
| mega | M | $1000000 = 10^6$ |
| kilo | k | $1000 = 10^3$ |
| etto | h | $100 = 10^2$ |
| deca | da | $10 = 10^1$ |
| deci | d | $\frac{1}{10} = 10^{-1}$ |
| centi | c | $\frac{1}{100} = 10^{-2}$ |
| milli | m | $\frac{1}{1000} = 10^{-3}$ |
| micro | μ | $\frac{1}{1000000} = 10^{-6}$ |
| nano | n | $\frac{1}{1000000000} = 10^{-9}$ |

Intervallo di Tempo, Lunghezza e Massa

Definizione 3. Per misurare la **durata** di un fenomeno, cioè l'**intervallo di tempo**, si conta quante volte la durata di un fenomeno periodico è contenuta nella durata da misurare. L'unità di misura dell'**intervallo di tempo** è il **secondo**(s).

Definizione 4. L'unità di misura della **lunghezza** è il **metro(m)**, definito come la distanza percorsa dalla luce, nel vuoto, in un intervallo di tempo pari a $\frac{1}{299792458}$ di secondo.

Definizione 5. La Massa esprime la quantità di materia e si misura con la bilancia a bracci uguali. L'unità di misura della **massa** è il **kilogrammo(kg)**.

Grandezze derivate

Dalle grandezze fondamentali derivano altre grandezze che prendono il nome, appunto, di grandezze derivate. Esempi di grandezze derivate sono: area, volume e densità.

Definizione 6 (Area). L'unità di misura dell'**area** è il **metro quadrato(m²)**, che è l'area di un quadrato il cui lato è lungo $1m$:

$$1m^2 = 1m \cdot 1m.$$

Definizione 7 (Volume). L'unità di misura del **volume** è il **metro cubo(m³)**, che è il volume di un cubo il cui lato è lungo $1m$:

$$1m^3 = 1m \cdot 1m \cdot 1m.$$

Definizione 8 (Densità). La densità **d** di un corpo è uguale al rapporto tra la sua massa **m** e il suo volume **V**.

$$d = \frac{m}{V}$$

L'unità di misura della densità è il $\frac{kg}{m^3}$. La densità **d** è direttamente proporzionale alla massa **m** e inversamente proporzionale al volume **V**. La densità, in particolare, è una grandezza unitaria.

0.2 Strumenti Matematici: Rapporti, Proporzioni e Percentuali

Per poter capire e poter svolgere gli esercizi della fisica abbiamo bisogno di alcuni strumenti matematici. La matematica è la disciplina che serve per poter spiegare e capire ogni altra materia scientifica. Per la fisica del primo anno avremo bisogno di saper lavorare con: rapporti, proporzioni, percentuali et cetera et cetera.

Definizione 9 (Rapporti). Un **rapporto** dà un'informazione relativa a un'unità. Un rapporto può essere espresso sotto forma di frazione

$$A : B = \frac{A}{B}$$

dove A è il **numeratore** e B è il **denominatore**.

Definizione 10 (Proporzioni). Una **proporzione** è un'uguaglianza di rapporti

$$7 : 5 = 5 : 3 \quad oppure \quad \frac{7}{5} = \frac{5}{3}$$

Definizione 11 (Percentuali). La **percentuale** è un rapporto che ha come denominatore 100.

I grafici

Un grafico rappresenta in modo visivo una relazione tra due grandezze. Per costruire un grafico si può partire da una tabella o da una formula.

Definizione 12. Il grafico di una tabella è un insieme di punti.

Definizione 13. Il grafico di una formula è una linea, che di solito è curva.

Relazioni tra grandezze

Definizione 14. Due grandezze x e y sono **direttamente proporzionali** se:

- i) quando x raddoppia, y raddoppia;
- ii) quando x triplica, y triplica..et cetera et cetera

Per due grandezze x e y **direttamente proporzionali** valgono le seguenti proprietà:

- la formula che le lega ha la forma:

$$y = kx$$

- il loro rapporto è costante:

$$\frac{y}{x} = k$$

- il grafico è una retta che passa per l'origine

Esempio 0.2.1. La massa e il volume di una sostanza sono direttamente proporzionali. Il rapporto tra la massa e il volume è costante ed è uguale alla densità:

$$\frac{m}{V} = d.$$

Definizione 15. Due grandezze x e y sono linearmente dipendenti quando sono legate dalla formula

$$y = kx + q \tag{0.2.1}$$

dove k e q sono costanti. Il grafico di due grandezze linearmente dipendenti è una retta. In particolare k è la pendenza o coefficiente angolare della retta.

Osservazione 0.2.1. Quando $q = 0$ nella (0.2.1), allora le grandezze x e y diventano direttamente proporzionali. Quindi la proporzionalità diretta è un caso particolare di dipendenza lineare.

Definizione 16. Due grandezze x e y sono **inversamente proporzionali** se:

- i) quando x raddoppia, y diventa la metà;
- ii) quando x triplica, y diventa un terzo..et cetera et cetera

Per due grandezze x e y **inversamente proporzionali** valgono le seguenti proprietà:

- la formula che le lega ha la forma:

$$y = \frac{k}{x}$$

- il loro prodotto è costante:

$$x \cdot y = k$$

- il grafico è un arco di iperbole.

Esempio 0.2.2. Per esempio la velocità è inversamente proporzionale al tempo nel quale si percorre una determinata distanza.

Definizione 17. Una grandezza y è **direttamente proporzionale al quadrato** di una grandezza x se:

- i) quando x raddoppia, y diventa quattro volte più grande;
- ii) quando x triplica, y diventa nove volte più grande..et cetera et cetera

Quando una grandezza y è **direttamente proporzionale al quadrato** di una grandezza x , valgono le seguenti proprietà:

- la formula che le lega ha la forma:

$$y = kx^2$$

- il rapporto tra y e il quadrato di x è costante:

$$\frac{y}{x^2} = k$$

- il grafico è un arco di parabola.

Esempio 0.2.3. Per esempio nella formula dell'area del quadrato di lato l

$$A = l^2$$

abbiamo che l'area è direttamente proporzionale al quadrato del lato.

Definizione 18. Una grandezza y è **inversamente proporzionale al quadrato** di una grandezza x se:

- quando x raddoppia, y diventa quattro volte più piccola ;
- quando x triplica, y diventa nove volte più piccola..et cetera et cetera

Quando una grandezza y è **inversamente proporzionale al quadrato** di una grandezza x , valgono le seguenti proprietà:

- la formula che le lega ha la forma:

$$y = \frac{k}{x^2}$$

- il prodotto tra y e il quadrato di x è costante:

$$y \cdot x^2 = k$$

- il grafico è un arco di iperbole.

0.2.1 Leggere una formula e un grafico

Una formula è un'uguaglianza tra una grandezza (a sinistra dell'uguale) e un'espressione che contiene altre grandezze e numeri (a destra). Per esempio, la grandezza **area A di un triangolo** è uguale all'espressione **prodotto del numero $\frac{1}{2}$ per la base b e per l'altezza h** :

$$A = \frac{1}{2}b \cdot h.$$

Definizione 19. Leggere una formula significa descrivere come varia la grandezza a sinistra dell'uguale, facendo variare una alla volta le grandezze a destra.

Un grafico mostra a colpo d'occhio come varia una grandezza al variare di un'altra.

Definizione 20. Leggere un grafico significa descrivere come varia la grandezza dell'asse verticale (**variabile dipendente**), facendo variare la grandezza dell'asse orizzontale(**variabile indipendente**).

0.3 La misura

Gli strumenti di misura

Gli strumenti di misura possono essere analogici o digitali.

- In uno strumento **analogico** il valore della misura si legge su una scala graduata.
- In uno strumento **digitale** il valore della misura appare come una sequenza di cifre.

Uno strumento è preciso se, misurando più volte la stessa grandezza, fornisce valori:

- molto vicini tra loro;
- sostanzialmente uguali a quelli che sarebbero forniti da uno strumento di riferimento.

Portata, Sensibilità e Prontezza

Definizione 21 (Portata). La **portata** di uno strumento è il più grande valore della grandezza che lo strumento può misurare.

Esempio 0.3.1. La portata del tachimetro di un'automobile è di 220km/h .

Negli strumenti analogici la portata è uguale al numero più grande scritto sulla scala graduata.

Definizione 22 (Sensibilità). La **sensibilità** di uno strumento è il più piccolo valore della grandezza che lo strumento può distinguere.

Esempio 0.3.2. La sensibilità di un righello è di 1mm , mentre quella di un contakilometri è di 100m .

Negli strumenti analogici la sensibilità è uguale alla differenza tra i valori rappresentati da due tacche consecutive. Più è piccolo il valore della grandezza che si riesce a distinguere, maggiore è la sensibilità dello strumento.

Attenzione a non confondere la sensibilità di uno strumento con la sua precisione.

Definizione 23 (Prontezza). La **prontezza** di uno strumento indica la rapidità con cui esso risponde a una variazione della quantità da misurare.

Esempio 0.3.3. Una bilancia da cucina è uno strumento molto pronto: risponde subito a una variazione della massa da misurare, mentre un termometro a mercurio è meno pronto infatti per misurare la temperatura corporea occorrono alcuni minuti.

Incertezza delle misure: errori casuali ed errori sistematici

E' impossibile fare una misura esatta: ad ogni misura è associata un'**incertezza**, che può essere più o meno grande. Questa impossibilità è dovuta a due fattori:

1. gli strumenti hanno una sensibilità limitata;
2. quando si esegue una misura, si compiono inevitabilmente degli errori.

Definizione 24. Gli **errori casuali** variano in modo imprevedibile da una misura all'altra e influenzano il risultato qualche volta per eccesso, qualche altra volta per difetto.

Definizione 25. Gli **errori sistematici** avvengono sempre nello stesso senso: o sempre per eccesso, o sempre per difetto.

Valore medio, errore massimo, incertezza, incertezza relativa o errore relativo, incertezza percentuale o errore percentuale

Definizione 26. Se si fanno diverse misure, si sceglie come risultato della misura il loro **valore medio**, che è il rapporto tra la somma delle misure effettuate e il numero delle misure:

$$V_M = \frac{\text{somma delle misure}}{\text{numero delle misure}}$$

Definizione 27 (errore massimo). L'**errore** è uguale alla differenza tra il valore massimo e il valore minimo divisa per due:

$$e_{max} = \frac{V_{max} - V_{min}}{2}$$

Definizione 28 (incertezza). Si può assumere come **incertezza** i il più grande tra l'errore massimo e la sensibilità dello strumento

$$i = \max\{e_{max}, s\}$$

Il risultato di una misura si esprime scrivendo il valore medio più o meno l'incertezza, cioè

$$R_M^{(1)} = V_M \pm i$$

Definizione 29. L'incertezza relativa i_r è il rapporto tra l'incertezza (i) e il valore medio (V_M):

$$i_r = \frac{i}{V_M}$$

Definizione 30. L'incertezza relativa percentuale i_p è l'incertezza relativa espressa in forma percentuale:

$$i_p = (i_r \cdot 100) o/o$$

Incetezza delle misure indirette: somma e differenza, prodotto e quoziente

Dopo aver misurato una grandezza a e una grandezza b , scriviamo il risultato sperimentale della misura rispettivamente $a = \bar{a} \pm \Delta a$ e $b = \bar{b} \pm \Delta b$, dove \bar{a} e \bar{b} sono i valori medi delle singole misure.

Definizione 31. L'incertezza sulla somma o differenza di dati sperimentali è uguale alla **somma delle corrispondenti incetzezze**.

$$\Delta(a + b) = \Delta(a - b) = \Delta a + \Delta b$$

Definizione 32. L'incetezza relativa sul prodotto o sul quoziente di due misure è uguale alla somma delle incetzezze relative sulle singole misure

$$\frac{\Delta(a \cdot b)}{\bar{a} \cdot \bar{b}} = \frac{\Delta(\frac{a}{b})}{\frac{\bar{a}}{\bar{b}}} = \frac{\Delta a}{\bar{a}} + \frac{\Delta b}{\bar{b}}$$

Cifre significative e arrotondamento

Definizione 33. Le cifre significative di una misura sono le cifre certe e la prima cifra incerta.

Arrotondare un numero significa sostituirlo con un altro che abbia meno cifre significative. Si seguono queste due semplici regole:

- 1) Se la prima cifra che si cancella è 0, 1, 2, 3, 4, si lascia uguale la cifra che la precede;
- 2) Se la prima cifra che si cancella è 5, 6, 7, 8, 9, si aumenta di un'unità la cifra che precede;

Notazione scientifica e ordine di grandezza

Definizione 34. Un numero, scritto nella **notazione scientifica**, è il prodotto di due fattori: un coefficiente, compreso tra 1 e 10, e una potenza di 10.

Esempio 0.3.4. La distanza dal solo è:

$$d_{sole} = 1400000000m = 1,4 \cdot 10^9 m.$$

Definizione 35. L'ordine di grandezza di un numero è la potenza di 10 che più si avvicina a quel numero.

Esempio 0.3.5. La distanza tra il Sole e la Terra è:

$$d_{Terra-Sole} = 150000000000m = 1,5 \cdot 10^{11} m$$

e l'ordine di grandezza di tale distanza è di 10^{11} , mentre l'ordine di grandezza della distanza tra bari e milano è di 10^3 , infatti $d_{Bari-Milano} = 880km = 8,8 \cdot 10^2$, infatti 880 è più vicino a 1000 che a 100.

¹ R_M =Risultato della Misura