

1F 17/10/2001: conoscenze e competenze le grandezze

1. I campioni per le unità di misura devono avere 4 caratteristiche: descrivile in 4 righe
 2. Cosa sono le unità fondamentali e in cosa differiscono da quelle derivate? (3 righe)
 3. Indicare in quali processi la massa si conserva e in quali processi non si conserva
 4. Come si può determinare la densità di un solido irregolare?
 5. Come si può stabilire se un corpo è omogeneo?
- a) Si hanno 2 fenomeni diversi; quando il primo accade 3 volte il secondo accade 5 volte. Quante volte deve accadere il primo se il secondo accade 15 volte affinché i due fenomeni si possano considerare periodici e regolari tra loro? Spiegare la risposta
- b) Due orologi atomici differiscono per non più di 1 s ogni 10^6 anni. Di quanto differiscono in 1 anno; e in un giorno? Spiegare la risposta.
- c) Completare: $1 \text{ ns} = \underline{\hspace{1cm}} \text{ s}$ $1 \mu\text{m} = \underline{\hspace{1cm}} \text{ m}$ $1 \text{ s} = \underline{\hspace{1cm}} \text{ ps}$ $1 \text{ cm}^3 = \underline{\hspace{1cm}} \text{ m}^3$
- d) La Luna ha un raggio medio $r = 1.738 \times 10^6 \text{ m}$ e una massa $m = 0.735 \times 10^{23} \text{ kg}$. Ricordando che il volume della sfera $V = \frac{4}{3} \pi r^3$ calcolare il volume V e la densità δ della Luna.
- e) Il magnesio presenta i seguenti isotopi con la massa atomica e le abbondanze relative indicate qui a lato. Si chiede di calcolare la massa atomica del magnesio eseguendo una media ponderata:
 $\text{Mg}_{24} | 23.98505 | 78.8\%$ $\text{Mg}_{25} | 24.98584 | 10.1\%$ $\text{Mg}_{26} | 25.98260 | 11.1\%$

Risposte

1. devono essere confrontabili con la grandezza da misurare (né troppo grandi né troppo piccole); devono essere riproducibili; devono essere inalterabili nel tempo; devono essere uguali per tutti
 2. Sono le unità per le quali il campione viene definito direttamente; le grandezze derivate sono definite attraverso le fondamentali
 3. La massa non dipende dalla posizione dei corpi, non cambia nei miscugli e nelle reazioni chimiche; dipende dalla velocità quando questa è vicina a quella della luce e cambia nelle reazioni nucleari
 4. Si misura il volume attraverso un cilindro graduato riempito di un liquido in cui si immerge il corpo; si misura la massa con una bilancia; si fa il rapporto tra massa e volume
 5. Bisogna eseguire il rapporto massa/volume per porzioni diverse ed osservare se tale rapporto rimane costante.
- a) Due fenomeni sono periodici e regolari se conservano la frequenza con cui accadono. Basta fare una proporzione $3:5 = x:15$ da cui $x = 9$
- b) In un anno differiscono di 10^{-6} s . Per avere la differenza in un giorno bisogna dividere per 365 e si ottiene $2.74 \times 10^{-9} \text{ s}$
- c) $1 \text{ ns} = 10^{-9} \text{ s}$ $1 \mu\text{m} = 10^{-6} \text{ m}$ $1 \text{ s} = 10^9 \text{ ps}$ $1 \text{ cm}^3 = (10^{-2})^3 \text{ m}^3 = 10^{-6} \text{ m}^3$
- d) $V = \frac{4}{3} \pi r^3 = \frac{4}{3} \pi \times (1.738 \times 10^6)^3 \text{ m}^3 = 2.199 \times 10^{19} \text{ m}^3$ $\delta = \frac{m}{V} = \frac{0.735 \times 10^{23}}{2.199 \times 10^{19}} = 3.34 \times 10^3 \text{ kg/m}^3$
- e) Se indichiamo con μ la massa atomica media si ha $\mu = \frac{23.98505 \times 78.8 + 24.98584 \times 10.1 + 25.98260 \times 11.1}{100.0} = 24.30786$

1F 14/11/2001: rappresentazione dei dati

1) Una velocità media viene calcolata utilizzando i dati che ti sono stati forniti a parte. Calcola la velocità $v = \frac{\Delta x}{\Delta t}$, l'errore relativo e quello assoluto su v esprimendo l'errore assoluto finale con due cifre significative.

$\Delta x = 1.14\text{m}$ $\Delta t = 7.25\text{s}$ $\varepsilon_{\Delta x} = 0.25\text{m}$ $\varepsilon_{\Delta t} = 0.46\text{s}$

$\varepsilon_{r\Delta x} = \frac{0.25}{1.14} = 0.22$ $\varepsilon_{r\Delta t} = \frac{0.46}{7.25} = 0.06$ $\varepsilon_{rv} = \varepsilon_{r\Delta x} + \varepsilon_{r\Delta t} = 0.28$ $v = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{1.14}{7.25} = 0.1572 \text{ m/s}$ (meglio eccedere con le cifre finché non è noto l'errore)

$\varepsilon_v = v \cdot \varepsilon_{rv} = 0.1572 \cdot 0.28 = 0.045 \text{ m/s}$.

Pertanto, tenendo conto della richiesta di scrivere l'errore con 2 cifre si scrive: $v = (0.157 \pm 0.045) \text{ m/s}$

2) Senza calcolare gli errori ma rispettando il numero di cifre significative calcola la massa del corpo di cui ti sono state fornite a parte il volume V in m^3 e la densità δ in kg/dm^3

$V = 33.3 \text{ m}^3$ $\delta = 3.95 \text{ kg}/\text{dm}^3$

Nelle misurazioni indirette in numero di cifre significative non può essere superiore a quello della misura meno precisa. Nel nostro caso scriveremo pertanto il risultato con 3 cifre significative. Bisogna inoltre tener presente che la densità va espressa nelle unità usate per il volume o viceversa. $\delta = 3.95 \text{ kg}/\text{dm}^3 = 3.95 \times 10^3 \text{ kg}/\text{m}^3$

Poiché $\delta = \frac{m}{V}$ si ha $m = \delta V = 3.95 \times 10^3 \cdot 33.3 = 1.32 \times 10^5 \text{ kg}$

N.B. il risultato va scritto in notazione scientifica

3) Su un asse che rappresenta il tempo sono segnati due punti A e B. Di ciascuno di essi ti vengono fornite a parte la misura in cm di \overline{OA} , di \overline{OB} e il valore in secondi di \overline{OA} . Calcola il valore in secondi di \overline{OB} .

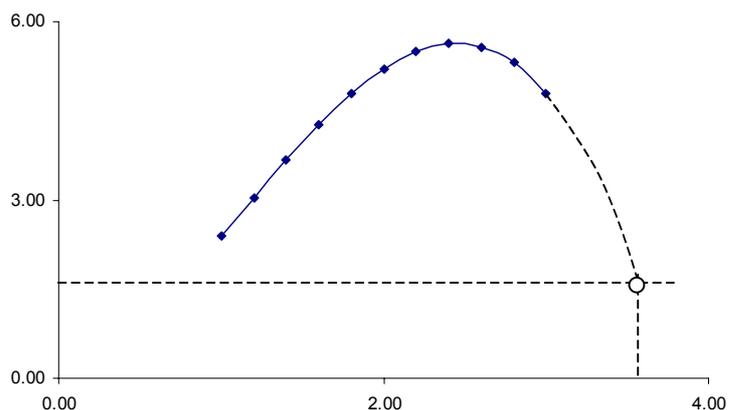
$\overline{OA}_{\text{cm}} = 1.34 \text{ cm}$ $\overline{OB}_{\text{cm}} = 4.13 \text{ cm}$ $\overline{OA}_{\text{s}} = 206 \text{ s}$

Si ha $\overline{OB}_{\text{s}} = \overline{OB}_{\text{cm}} \frac{206 \text{ s}}{1.34 \text{ cm}} = 4.13 \text{ cm} \cdot \frac{206 \text{ s}}{1.34 \text{ cm}} = 635 \text{ s}$

Oltre che così si può scrivere la proporzione che corrisponde esattamente allo stesso ragionamento.

4) Considera la tabella che ti è stata fornita con i risultati di una misura della posizione di un punto mobile nel tempo. Traccia il diagramma usando la scala più opportuna. Determina inoltre per estrapolazione la posizione al tempo t pari al 120% dell'istante finale.

| | | | | | | | | | | | |
|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| t, s | 1.00 | 1.20 | 1.40 | 1.60 | 1.80 | 2.00 | 2.20 | 2.40 | 2.60 | 2.80 | 3.00 |
|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|



| | | | | | | | | | | | |
|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| x, m | 2.40 | 3.04 | 3.67 | 4.26 | 4.78 | 5.20 | 5.49 | 5.63 | 5.57 | 5.31 | 4.80 |
|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|

Sull'asse delle ascisse si va da 1 a 3 mentre sulle ordinate da 2.40 a 4.80. Conviene scegliere una scala che sulle ascisse dia 1 s = 2 cm (il diagramma risulta largo 6 cm e i valori in s si ottengono moltiplicando per 2 quelli in cm; facile). Sull'asse delle ordinate può andar bene 1 cm = 1 m

A questo punto si disegnano gli assi, si riportano non più di 2 o 3 valori su di essi e si disegnano i punti (vedi tecnica in classe). Si interpola (linea tra i punti) e poi si estrapola sino al 120% (1.2) di 3.00 cioè sino a 3.60 s. Per farlo si prolunga la linea rispettandone l'andamento e si legge il valore che, nel nostro caso risulta un po' più grande di 1.5 m.

Per questo esercizio è essenziale provarci su un foglio o alla lavagna per acquisire la necessaria manualità e velocità.

- 5) L'energia di un corpo cilindrico di altezza h e raggio r che ruota intorno all'asse di simmetria con un periodo T è data dalla relazione $\mathcal{E} = k \delta \frac{r^4}{T^2} h$ dove δ è la densità e k è una costante adimensionale.

Completa la seguente tabella:

| | | | | | | | | | |
|----------------|----------------------|-----|------|-----------|----------------|------|------|------|------------|
| \mathcal{E} | T | r | h | δ | $6\mathcal{E}$ | $2T$ | $2r$ | $3h$ | $\delta/2$ |
| \mathcal{E} | $2T$ | r | $2h$ | 2δ | \mathcal{E} | $4T$ | $2r$ | h | δ |
| $3\mathcal{E}$ | $\frac{T}{\sqrt{3}}$ | r | h | δ | \mathcal{E} | $8T$ | $2r$ | $2h$ | 2δ |

Nel primo caso viene: $\frac{1/2 \cdot 2^4 \cdot 3}{2^2} \mathcal{E} = 6\mathcal{E}$ e così via

- 6) A parte ti sono stati forniti i valori x_1, y_1, x_2 . Scrivi sul foglio una tabella con

| x_1 | y_1 | x_2 | y_2 diretta | y_2 inversa | y_2 diretta quadrat | y_2 diretta radice |
|-------|-------|-------|-----------------------|--------------------|--------------------------|----------------------|
| 2.97 | 8.07 | 0.22 | 6.03×10^{-1} | 1.08×10^2 | 4.51×10^{-2} | 2.21 |

proporzionalità diretta $\frac{y_2}{y_1} = \frac{x_2}{x_1}$ da cui $y_2 = y_1 \frac{x_2}{x_1} = 8.07 \frac{0.22}{2.97}$

proporzionalità inversa $\frac{y_2}{y_1} = \frac{x_1}{x_2}$

proporzionalità diretta al quadrato $\frac{y_2}{y_1} = \left(\frac{x_2}{x_1}\right)^2$

proporzionalità diretta alla radice $\frac{y_2}{y_1} = \sqrt{\frac{x_2}{x_1}}$

1F 18/11/2000: grandezze e uso della calcolatrice

Rispondi sul tuo foglio tranne per la 7 e 8 cercando di rispettare le indicazioni di spazio che ti ho dato e numerando le risposte come le domande.

1. Secondo te che differenza c'è tra un fenomeno naturale e un esperimento di fisica? (2 righe)

L'esperimento di fisica è una riproduzione in laboratorio di un fenomeno naturale eseguita introducendo semplificazioni per distinguere meglio ciò che è rilevante da ciò che è secondario.

2. Cosa si intende con *grandezza fisica*? (1 riga)

Qualunque grandezza per la quale si sia stabilito come la si misura e quale sia la unità.

3. Perché il campione con cui si realizzano le unità di misura deve essere invariabile e facilmente riproducibile? (2 righe)

Invariabile per garantire uniformità di comportamento nello spazio e nel tempo, riproducibile per garantirne la diffusione

4. Che differenza c'è tra portata e sensibilità di uno strumento? (2 righe)

La portata è la grandezza massima misurabile da un dato strumento; la sensibilità è la grandezza minima che lo strumento apprezza e che incide sulle cifre significative della misura

5. Che differenza c'è tra grandezze derivate e fondamentali del sistema internazionale? (2 righe)

Le grandezze fondamentali sono definite direttamente (processo di misura) e hanno un campione (oggetto o fenomeno) stabilito convenzionalmente; le derivate sono definite attraverso operazioni sulle fondamentali e hanno campioni derivati dalle fondamentali.

6. Cita almeno 5 delle 7 grandezze fondamentali con la loro unità di misura (2 righe)

| | | | | | | |
|-----------|------------|-----------------|-------------|-----------------------|---------------------|--------------------|
| lunghezza | tempo | massa | temperatura | intensità di corrente | quantità di materia | intensità luminosa |
| metro, m | secondo, s | chilogrammo, kg | kelvin, K | ampere, A | mole, mol | candela, cd |

7. Esegui i seguenti calcoli utilizzando la calcolatrice scientifica e ricordati che devi esprimere il risultato con un numero di cifre significative pari a quelle del dato con meno cifre significative e che devi scrivere il risultato usando le potenze del 10. I dati ti sono stati forniti a parte e devi ricopiarli qui sotto.

$$a = 3.5485E+07 \quad b = 4.9007E-14 \quad c = 2.1329E+16$$

$$\frac{a \cdot b}{c} = 8.1534E-23 \quad a \cdot \sqrt{\frac{b}{c}} = 5.3788E-08 \quad (a + b)(b - c) = -7.5686E+23$$

Segue, come esempio, la sequenza dei tasti da battere per la calcolatrice Texas Ti35 per la seconda delle operazioni:

| | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--------|----|---|---|---|--------|----|----|---|---|--------|----|----|---|------------|---|-----|-----|
| 3.5485 | EE | 7 | x | (| 4.9007 | EE | 14 | ± | ÷ | 2.1329 | EE | 16 |) | \sqrt{x} | = | 3rd | SCI |
|--------|----|---|---|---|--------|----|----|---|---|--------|----|----|---|------------|---|-----|-----|

Osservazioni:

- la parentesi serve a calcolare il rapporto su cui si esegue poi la radice quadrata
- il tasto = esegue la moltiplicazione tra a e la radice
- i due tasti di terza funzione e SCI impostano il risultato in notazione scientifica che, altrimenti sarebbe comparso solo con due cifre significative

Se si preferisce si può impostare la calcolatrice in modalità scientifica prima di cominciare

Il risultato a video risulta essere 5.378839943 E-8 che va approssimato per difetto al valore indicato (la cifra successiva è un 3). Prima di impostare la notazione scientifica a video si leggeva invece 0.0000000054 perché la calcolatrice, in notazione decimale, non riusciva a visualizzare il valore interno calcolato.

Il terzo conto a seconda dei valori di a, b e c può corrispondere a una sola moltiplicazione. Per esempio $a+b \approx a$ e $b - c \approx -c$

8) Indica nella riga sotto le seguenti misure di lunghezza (espresse in modo orribile per un fisico) il corrispondente ordine di grandezza

| | | | |
|--------------|-----------|-------------|------------|
| 0.0000000238 | 0.0000742 | 245'000'000 | 7200000000 |
| 10^{-8} | 10^{-4} | 10^8 | 10^{10} |

Bisogna cercare la potenza del 10 più vicina al numero considerato. Per esempio $0.0000742 = 7.42 \cdot 10^{-5} \approx 10^{-4}$

8. In questi giorni è caduta molta pioggia e il pluviometro del Frisi ha registrato la caduta di 35 mm di pioggia in 24 ore. Rispondi alle seguenti domande:

a) Quanto vale la precipitazione media p in mm/h ?

$$p = 35/24 = 1.46 \text{ mm/h}$$

b) Perché è sbagliato affermare che in 12 ore sono caduti 17.5 mm di pioggia?
perché la pioggia non cade in modo uniforme nel corso delle 24 ore

c) Se avessimo raccolto la pioggia caduta su un telo di superficie $S = 2.58 \text{ m}^2$ che volume V di acqua avremmo raccolto (esprimi il risultato in dm^3).

$$V = S \cdot h = 2.58 \cdot 10^2 \text{ dm}^2 \cdot 17.5 \cdot 10^{-2} \text{ dm} = 45.1 \text{ dm}^3$$

d) Se avessimo collocato tale acqua in un cilindro graduato di diametro interno $d = 5.24 \cdot 10^{-1}$ m che livello h avremmo raggiunto?

Il volume del cilindro è dato da $S \cdot h$ dove $S = \pi r^2$ e pertanto $V = \pi r^2 h$. Se vogliamo trovare h sarà (ricordando che il raggio è metà del diametro $r = 2.62$ dm):

$$h = \frac{v}{\pi r^2} = \frac{45.1}{3.14 \cdot 2.62^2} = 2.09 \text{ dm}$$

| esempi di calcoli | a | b | c | ab/c | a(b/c)^1/2 | (a+b)(b-c) |
|-------------------|------------|------------|------------|------------|------------|-------------|
| | 3.5485E+07 | 4.9007E-14 | 2.1329E+16 | 8.1534E-23 | 5.3789E-08 | -7.5686E+23 |
| | 9.6554E-03 | 5.7260E+09 | 3.1403E-08 | 1.7606E+15 | 4.1230E+06 | 3.2787E+19 |
| | 8.3431E+19 | 3.8489E-13 | 2.8760E+10 | 1.1165E-03 | 3.0521E+08 | -2.3995E+30 |
| | 5.6786E-15 | 3.6544E-15 | 2.9727E+07 | 6.9808E-37 | 6.2961E-26 | -2.7744E-07 |
| | 5.8353E-18 | 9.7925E-05 | 6.4509E+06 | 8.8580E-29 | 2.2735E-23 | -6.3170E+02 |
| | 8.0208E+17 | 5.5284E+07 | 9.6325E-10 | 4.6035E+34 | 1.9216E+26 | 4.4343E+25 |
| | 7.5319E-09 | 6.9643E+12 | 3.1098E-07 | 1.6867E+11 | 3.5643E+01 | 4.8501E+25 |
| | 8.2434E-19 | 4.8257E-01 | 2.4742E-18 | 1.6078E-01 | 3.6406E-10 | 2.3287E-01 |
| | 9.3017E-04 | 6.1387E-20 | 8.4572E-20 | 6.7517E-04 | 7.9248E-04 | -2.1566E-23 |
| | 7.4776E+18 | 4.5962E-16 | 1.0285E-08 | 3.3415E+11 | 1.5807E+15 | -7.6909E+10 |
| | 8.5778E-04 | 1.9967E-16 | 8.5827E-11 | 1.9955E-09 | 1.3083E-06 | -7.3620E-14 |
| | 8.3633E+12 | 9.3348E+15 | 9.5021E-11 | 8.2160E+38 | 8.2893E+25 | 8.7216E+31 |
| | 9.7303E-09 | 6.0221E-02 | 5.6443E+00 | 1.0381E-10 | 1.0051E-09 | -3.3628E-01 |
| | 3.5158E-16 | 6.7690E-21 | 9.2178E-20 | 2.5818E-17 | 9.5275E-17 | -3.0029E-35 |
| | 2.9878E+04 | 2.5890E+16 | 3.7392E-03 | 2.0688E+23 | 7.8620E+13 | 6.7031E+32 |
| | 3.2295E+15 | 6.8829E+15 | 4.9142E-05 | 4.5233E+35 | 3.8220E+25 | 6.9602E+31 |
| | 1.8082E-19 | 2.2190E+00 | 5.6265E+19 | 7.1314E-39 | 3.5910E-29 | -1.2485E+20 |
| | 2.3472E-06 | 1.2894E+00 | 5.7393E+09 | 5.2732E-16 | 3.5181E-11 | -7.4001E+09 |
| | 4.6491E-17 | 9.3473E-12 | 2.4850E+08 | 1.7488E-36 | 9.0168E-27 | -2.3228E-03 |
| | 7.4749E-09 | 7.5792E+09 | 9.9116E-05 | 5.7159E+05 | 6.5365E-02 | 5.7444E+19 |
| | 2.7932E-07 | 3.9051E-06 | 1.0234E-09 | 1.0658E-03 | 1.7254E-05 | 1.6336E-11 |
| | 3.6886E+11 | 5.7152E-18 | 1.3237E-11 | 1.5925E+05 | 2.4237E+08 | -4.8827E+00 |
| | 7.1451E-04 | 3.7693E-21 | 3.7380E-07 | 7.2048E-18 | 7.1749E-11 | -2.6709E-10 |
| | 4.0649E-09 | 4.1752E+08 | 2.6096E+11 | 6.5036E-12 | 1.6259E-10 | -1.0878E+20 |
| | 3.7888E-12 | 5.2916E-18 | 4.9711E-08 | 4.0331E-22 | 3.9091E-17 | -1.8835E-19 |
| | 3.1682E+08 | 1.1591E+00 | 2.8644E-07 | 1.2820E+15 | 6.3731E+11 | 3.6721E+08 |

1F 17/11/2001: rappresentazione dei dati

Gruppo 1

- 1) Un corpo presenta una massa $m = (23.36 \pm 0.18)$ kg e un volume $V = (10.67 \pm 0.21)$ dm³. Calcola la densità e il corrispondente errore esprimendo l'errore assoluto finale con 2 cifre significative.
- 2) Una lastra rettangolare piana di ferro ha le seguenti dimensioni: altezza $a = 10.24$ m, larghezza $b = 13.58$ m, spessore $h = 1.49$ cm. Senza calcolare gli errori, ma rispettando il principio secondo cui in una misurazione indiretta la precisione non può mai aumentare, calcola la massa del corpo tenendo presente che la densità del ferro $\delta = 7.873$ kg/dm³. Il risultato va espresso in notazione scientifica. Si consiglia di eseguire una unica operazione e non calcolare separatamente il volume. Prestare attenzione alle unità di misura.
- 3) Considera la seguente tabella con i risultati di una misura della posizione di un punto mobile nel tempo. Rappresentala in diagramma con scala $1s = 0.3$ cm, $1 m = 0.25$ cm. Prima di tracciare il diagramma completa la tabella trasformando i valori di t e x in centimetri. Infine traccia con la migliore precisione la retta tangente nel punto del diagramma che corrisponde a $3/4$ del tempo finale e misura in secondi il valore τ del tempo in cui la tangente taglia l'asse dei tempi.

| | | | | | | | | |
|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| t,s | 2.5 | 6.5 | 10.5 | 14.5 | 18.5 | 22.5 | 26.5 | 30.5 |
| x,m | 22.0 | 18.0 | 10.0 | 4.0 | 11.0 | 16.0 | 18.0 | 25.0 |
| t,cm | | | | | | | | |
| x,cm | | | | | | | | |

- 4) La forza che si esercita tra cariche elettriche q_1 e q_2 poste a distanza r è data dalla relazione $F = k \frac{q_1 q_2}{r^2}$ dove k rappresenta una costante che dipende dal mezzo in cui sono poste le cariche. Completa le parti mancanti della tabella.

| | | | | | | | | | |
|------|------|--------|--------|------|--------------|--------------|--------|-------------------|------|
| F | k | q_1 | q_2 | r | | $3k$ | $2q_1$ | q_2 | $2r$ |
| F | | $2q_1$ | $2q_2$ | $3r$ | F | k | | $\frac{1}{3} q_2$ | $3r$ |
| $2F$ | $2k$ | $3q_1$ | $3q_2$ | | $\sqrt{2} F$ | $\sqrt{2} k$ | $2q_1$ | $3q_2$ | |

- 5) Completa la tabella qui sotto riportando la formula di proporzionalità che usi per il calcolo e il risultato

| x_1 | y_1 | x_2 | y_2 inversa | y_2 inversa quadrato | y_2 diretta | y_2 diretta radice |
|-------|-------|-------|---------------|------------------------|---------------|----------------------|
| 2.36 | 8.23 | 4.54 | | | | |

| | | | | | |
|-------------------|---------------------|---------------------|----------------------------|-------------------|--------|
| $1 \Rightarrow 4$ | $2 \Rightarrow 2.5$ | $3 \Rightarrow 7.5$ | $4 \Rightarrow 5$ | $6 \Rightarrow 4$ | tot/23 |
| errori | | | calcolo | | |
| proporzioni | | | rappresentazioni e grafica | | |

Gruppo 2

- 1) Un corpo presenta una massa $m = (11.41 \pm 0.28)$ kg e un volume $V = (16.67 \pm 0.18)$ m³. Calcola la densità e il corrispondente errore esprimendo l'errore assoluto finale con 2 cifre significative.
- 2) Una lastra rettangolare piana di ferro ha le seguenti dimensioni: altezza $a = 14.71$ m, larghezza $b = 11.59$ m, spessore $h = 1.26$ cm. Senza calcolare gli errori, ma rispettando il principio secondo cui in una misurazione indiretta la precisione non può mai aumentare, calcola la massa del corpo tenendo presente che la densità del ferro $\delta = 7.873$ kg/dm³. Il risultato va espresso in notazione scientifica. Si consiglia di eseguire una unica operazione e non calcolare separatamente il volume. Prestare attenzione alle unità di misura.
- 3) Considera la seguente tabella con i risultati di una misura della posizione di un punto mobile nel tempo. Rappresentala in diagramma con scala $1s = 0.3$ cm, $1 m = 0.25$ cm. Prima di tracciare il diagramma completa la tabella trasformando i valori di t e x in centimetri. Infine traccia con la migliore precisione la retta tangente nel punto del diagramma che corrisponde a $3/4$ del tempo finale e misura in secondi il valore τ del tempo in cui la tangente taglia l'asse dei tempi.

| | | | | | | | | |
|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| t,s | 2.5 | 6.5 | 10.5 | 14.5 | 18.5 | 22.5 | 26.5 | 30.5 |
| x,m | 18.0 | 23.0 | 17.0 | 9.0 | 6.0 | 8.0 | 14.0 | 25.0 |
| t,cm | | | | | | | | |
| x,cm | | | | | | | | |

- 4) La forza che si esercita tra cariche elettriche q_1 e q_2 poste a distanza r è data dalla relazione $F = k \frac{q_1 q_2}{r^2}$ dove k rappresenta una costante che dipende dal mezzo in cui sono poste le cariche. Completa le parti mancanti della tabella.

| | | | | | | | | | |
|----|----|--------|--------|----|----|----|--------|-------------------|----|
| F | k | q_1 | q_2 | r | | 2k | $2q_1$ | $3q_2$ | 2r |
| F | | $3q_1$ | $3q_2$ | 2r | F | k | | $\frac{1}{3} q_2$ | 2r |
| 2F | 2k | $4q_1$ | $4q_2$ | | 2F | 2k | $4q_1$ | $3q_2$ | |

- 5) Completa la tabella qui sotto riportando la formula di proporzionalità che usi per il calcolo e il risultato

| | | | | | | |
|-------|-------|-------|---------------|------------------------|---------------|----------------------|
| x_1 | y_1 | x_2 | y_2 inversa | y_2 inversa quadrato | y_2 diretta | y_2 diretta radice |
| 3.54 | 6.22 | 8.91 | | | | |

1F 25/11/2000: cap. 2 e 3 Papucci teoria delle grandezze e calcolo errori

Rispondi sul tuo foglio tranne per la 6 e la 10 cercando di rispettare le indicazioni di spazio che ti ho dato e numerando le risposte come le domande (risposte brevi tra le 2 e le 4 righe senza ripetere la domanda).

Conoscenze

1. Che differenza c'è tra un campione materiale e un campione naturale. Perché i campioni naturali hanno sostituito quelli materiali nella definizione delle grandezze fondamentali?

Il campione naturale è più stabile, più riproducibile e non deteriorabile. Per questa ragione i campioni naturali hanno sostituito, quando era possibile, quelli materiali. Nella definizione dei campioni naturali avrete notato che compare sempre un numero elevato di cifre significative e ciò sta ad indicare la nostra capacità di usare una strumentazione molto sensibile nel processo di definizione (orologi atomici, interferometri per la misura di c).

2. Dai la definizione di cifre significative di una grandezza fisica e spiega perché se aumenta il numero di cifre significative diminuisce l'incertezza.

Le cifre significative sono tutte quelle presenti partendo dalla prima a sinistra diversa da zero fino a quella influenzata dalla incertezza. Poiché se si aumenta di uno il numero di cifre significative vuol dire che l'errore influenza una cifra decimale più a destra, quando il numero di cifre aumenta di una unità l'incertezza assoluta diminuisce di un ordine di grandezza.

Nel rispondere, molti hanno dimenticato che si deve contare dalla prima cifra a sinistra diversa da zero.

3. Dai un esempio di errore accidentale e di errore sistematico.

Gli errori accidentali sono indipendenti dalla volontà dello sperimentatore e incontrollabili (si possono ridurre aumentando la sensibilità degli strumenti). Quelli sistematici sono invece dovuti a caratteristiche proprie degli strumenti o del metodo di misura e incidono sempre allo stesso modo. Errore accidentale: misura di una lunghezza con trasporto del righello. Errore sistematico: errore nella lettura di uno strumento non azzerato bene.

Segnalo che l'errore di parallasse è, a seconda dei contesti, sia sistematico sia accidentale.

4. Data una grandezza x espressa dal suo valor medio e dalla incertezza assoluta come $x = \langle x \rangle \pm \varepsilon$ come si definisce l'errore relativo?

$\varepsilon_r = \frac{\varepsilon}{\langle x \rangle}$ se si vuole quello percentuale $\varepsilon_r \% = 100 \frac{\varepsilon}{\langle x \rangle}$ L'errore relativo è l'unico ad avere senso quando si parla di precisione perché confronta l'incertezza assoluta con la grandezza misurata. In fisica sono sempre più importanti i valori relativi rispetto a quelli assoluti.

5. Se una velocità è misurata come rapporto tra spazio e tempo come si calcola il suo errore relativo se sono noti quelli sullo spazio e sul tempo?

$\varepsilon_v = \varepsilon_{rs} + \varepsilon_{rt}$ cioè gli errori relativi si sommano. Dopo che si è trovato così l'errore relativo si trova quello assoluto della grandezza misurata indirettamente usando la definizione e quindi $\varepsilon_v = \varepsilon_r v$

6. Riempi la seguente tabella sui prefissi del sistema internazionale

| | | | | | | |
|---------|-----------|--------|--------|------------|--------|-----------|
| nome | micro | mega | giga | pico | etto | nano |
| fattore | 10^{-6} | 10^9 | 10^9 | 10^{-12} | 10^2 | 10^{-9} |
| simbolo | μ | M | G | p | h | n |

Molti errori; e dire che non sono andato su quelle ai due estremi della scala, molto poco usate.

Competenze

1. Il metro è definito come lo spazio percorso dalla luce nel vuoto nel tempo pari a $1/299'792'458$ s. Scrivi la velocità della luce c in m/s con 4 cifre significative.

Pertanto, in base alla definizione del metro, risulta $c = 299'792'458$ m/s che, approssimata alla quarta cifra significativa si scrive $c = 2.998 \cdot 10^8$ m/s.

Molti errori sia nel trovare c sia nell'approssimare alla quarta cifra cosa che richiede l'uso della notazione scientifica.

2. L'anno luce è definito come lo spazio percorso dalla luce nel tempo $t_a = 1$ anno solare medio. Sapendo che $t_a = 365.256$ giorni e che la velocità della luce è stata fornita con 9 cifre significative nell'esercizio precedente trovare a quanti metri corrisponde 1 anno luce. Scrivere il risultato con il corretto numero di cifre (ricordando che le ore, i minuti e i secondi sono espressi da numeri interi e dunque non sono soggetti ad errore).

Poiché $s = v \cdot t$ con $v = 2.99'792'458 \cdot 10^8$ m/s e $t = 365.256 \cdot 24 \cdot 60 \cdot 60$ s si ha 1 a.l. = $2.99'792'458 \cdot 10^8 \cdot 365.256 \cdot 24 \cdot 60 \cdot 60 = 9.46089 \cdot 10^{15}$ m il risultato è stato scritto con 6 cifre significative pari al numero di cifre significative della grandezza meno precisa usata nel calcolo.

Chi ha impostato correttamente ha comunque avuto difficoltà a svolgere il calcolo senza introdurre approssimazioni intermedie.

Segnalo che sulle calcolatrici Texas il valore di c è preregistrato insieme a molte altre costanti. Si ottiene con 3rd, off, sin. I primi due tasti commutano alle costanti il terzo dà il valore della costante richiesta.

3. Attraverso il calcolo dell'errore relativo percentuale (che va espresso con non più di 2 cifre significative) stabilisci quale delle due seguenti misure è più precisa: $l_1 = 1.3245 \pm 0.0003$ m e $l_2 = 2.3466 \pm 0.0006$ m

Si calcolano i due errori relativi la misura più precisa sarà quella con errore relativo minore. Pertanto, essendo: $\varepsilon_1 = \frac{0.0003}{1.3245} \approx$

0.00023 mentre $\varepsilon_2 = \frac{0.0006}{2.3466} \approx 0.00026$ la prima misura è più precisa della seconda.

4. Ti sono stati forniti alcuni numeri corrispondenti a misure di tempo in secondi. Copiali qui sotto e completa la tabella calcolando il valor medio, gli scarti assoluti, il valor medio degli scarti. Ricorda che il valor medio degli scarti va espresso con una sola cifra significativa e che il valore finale medio va approssimato tenendo conto dello scarto che hai calcolato.

Riporto come esempio i dati di uno di voi. I dati sono evidenziati in giallo mentre le risposte sono in bianco e nero. Prestare attenzione al fatto che in sede di calcolo si eccede con il numero di cifre, ma poi alla fine, quando è noto l'errore si tiene conto del numero di cifre significative dei dati utilizzati e del punto in cui l'errore comincia ad incidere.

| | | | | | |
|-----------------|-------|------------------|-----------|-------|-------|
| valori misurati | 2.56 | 2.57 | 2.58 | 2.59 | 2.59 |
| valor medio | 2.578 | | | | |
| scarti assoluti | 0.018 | 0.008 | 0.002 | 0.012 | 0.012 |
| media scarti | 0.010 | risultato finale | 2.58±0.01 | | |

1F 12/12/2000: Papucci cap 4 massa, densità e relazioni

Conoscenze

1. In 2 o 3 righe spiega la differenza di significato e di metodo di misura tra massa e peso

La massa indica la quantità di materia contenuta nel corpo e si misura sulla bilancia a braccia uguali essa esprime una proprietà invariabile di un corpo; invece il peso indica la forza di attrazione tra il corpo e un pianeta e dipende da entrambi i corpi; per questa ragione essa cambia con la posizione; si misura con la bilancia a molla

2. C'è un solo fenomeno fisico in cui la massa non si conserva. Quale?

Le reazioni nucleari nelle quali una parte della massa si converte integralmente in energia

3. Usando il concetto di densità spiega cosa si intende con *corpo omogeneo*.

Un corpo si dice omogeneo quando la sua densità (rapporto massa fratto volume) non cambia al variare della quantità di materia (o del volume) considerato

4. Come si può eseguire la misura di densità di un corpo omogeneo?

Si misura la massa con una bilancia a braccia uguali e si misura il suo volume per esempio per immersione in un cilindro graduato

5. Fai un esempio di grandezze inversamente proporzionali (senza dimenticare di specificare cosa resta costante).

Le misure dei lati di un rettangolo di data area, oppure il volume e la densità di corpi diversi dotati di una stessa massa

6. Se tra le grandezze v (velocità) e t (tempo) intercorre una relazione lineare vuol dire che ... (rispondere simbolicamente).

Il rapporto $\Delta v / \Delta t$ rimane costante al variare degli istanti considerati e la linea che rappresenta l'andamento è una retta.

7. Date le due grandezze x e y scrivi le relazioni che le legano per: a) proporzionalità diretta b) inversa c) quadratica

proporzionalità diretta $y = k x$ proporzionalità inversa $xy = k$ proporzionalità quadratica $y = k x^2$

8. Supponiamo che y sia proporzionale al quadrato di x . Come si potrebbe fare per verificare con un diagramma rettilineo tale relazione?

Basterebbe rappresentare sull'asse delle ascisse (orizzontale) la quantità x^2 . Così facendo il diagramma dovrebbe essere rappresentato da una retta passante per l'origine

9. Cosa si intende con *best fit*

Data una distribuzione di dati sperimentali si tratta di costruire la curva che meglio approssima l'andamento indicato dai dati stessi. Tale curva non necessariamente deve passare per i punti ma deve attraversare i rettangoli definiti dagli errori sperimentali.

Competenze

1. La densità del mercurio vale $\delta = 1.355 \cdot 10^{-11} \text{ g}/(\mu\text{m})^3$. Trasformala in $\text{kg}/(\text{mm})^3$

$$\delta = 1.355 \cdot 10^{-11} \text{ g}/(\mu\text{m})^3 = 1.355 \cdot 10^{-11} \cdot 10^{-3} \text{ kg} / (10^{-3} \text{ mm})^3 = 1.355 \cdot 10^{-11} \cdot 10^{-3} \cdot 10^9 \text{ kg}/\text{mm}^3 = 1.355 \cdot 10^{-5} \text{ kg}/\text{mm}^3$$

2. Il protone ha dimensioni di circa $1.2 \cdot 10^{-13} \text{ cm}$ e una massa di circa $1.7 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$. Supponendo che abbia una forma cubica sapresti calcolarne la densità in kg/dm^3 ? Scrive due righe di commento al risultato trovato che tengano conto delle densità medie della materia che conosci.

$$\text{Calcolo } V = l^3 = (1.2 \cdot 10^{-13})^3 \text{ cm}^3 = 1.73 \cdot 10^{-39} \text{ cm}^3 = 1.73 \cdot 10^{-42} \text{ dm}^3$$

$$\text{Calcolo } \delta = m/V = \frac{1.7 \cdot 10^{-27}}{1.73 \cdot 10^{-42}} = 0.98 \cdot 10^{15} \text{ kg}/\text{dm}^3 \text{ la materia nucleare ha una densità di un milione di miliardi più grande di quella dell'acqua.}$$

3. Le unità *pinco* e *pallino* misurano una stessa grandezza fisica che normalmente si misura in *pongo*. Sapendo che $1 \text{ pinco} = 2.348 \cdot 10^{12} \text{ pongo}$ e che $1 \text{ pallino} = 3.547 \cdot 10^{16} \text{ pongo}$ trovare il legame tra tra pinco e pallino, cioè $1 \text{ pinco} = \underline{\hspace{2cm}} \text{ pallino}$

$$1 \text{ pinco} = 2.348 \cdot 10^{12} \text{ pongo} = 2.348 \cdot 10^{12} \text{ pongo} \cdot \frac{1}{3.547 \cdot 10^{16}} \text{ pallino} / \text{pongo} = 6.62 \cdot 10^{-5} \text{ pallino}$$

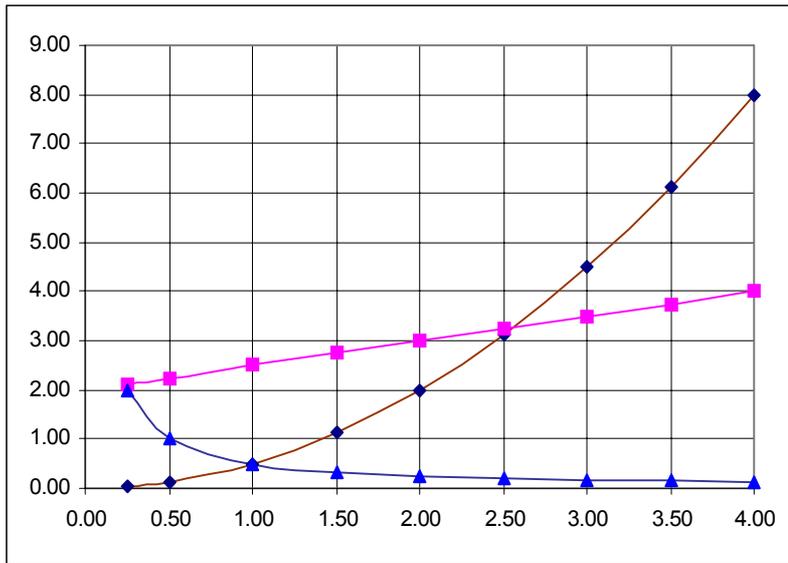
4. Sono stati determinati i seguenti dati sperimentali tra le grandezze x e y . I valori di y sono stati consegnati a parte e vanno trascritti qui sotto. Dopo averle riportate in diagramma scegliendo per y la scala più opportuna, fai una ipotesi sul legame tra esse e quindi verifica l'ipotesi sui dati determinando la costante di proporzionalità.

Riporto la correzione per i tre tipi di esercizi forniti a tre diversi studenti

| | | | | | | | | | |
|---|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| x | 0.25 | 0.50 | 1.00 | 1.50 | 2.00 | 2.50 | 3.00 | 3.50 | 4.00 |
| y | 0.03 | 0.13 | 0.50 | 1.13 | 2.00 | 3.13 | 4.50 | 6.13 | 8.00 |
| y | 2.13 | 2.25 | 2.50 | 2.75 | 3.00 | 3.25 | 3.50 | 3.75 | 4.00 |

| | | | | | | | | | |
|---|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| y | 2.00 | 1.00 | 0.50 | 0.33 | 0.25 | 0.20 | 0.17 | 0.14 | 0.13 |
|---|------|------|------|------|------|------|------|------|------|

Traccio i punti in un sistema d'assi dopo aver fissato una scala opportuna (i diagrammi sono stati generati con Excel e quindi importati in word)



La prima serie in marrone rappresenta una relazione quadratica dunque deve essere $y / x^2 = k$. In effetti riportando i valori di x^2 si ha che:

| y | x | x^2 | y/x^2 |
|------|------|--------|---------|
| 0.03 | 0.25 | 0.0625 | 0.48 |
| 0.13 | 0.50 | 0.25 | 0.52 |
| 0.50 | 1.00 | 1.00 | 0.50 |
| 1.13 | 1.50 | 2.25 | 0.50 |

e così via.

Con buona approssimazione si può assumere per k il valore 0.5

La seconda serie in violetto sembra indicare una relazione di tipo lineare e dovrà pertanto essere:

$$\Delta y / \Delta x = k$$

In effetti se eseguiamo le differenze tra il primo valore e il successivo si ha:

| x | 0.25 | 0.50 | 1.00 | 1.50 | 2.00 | 2.50 | 3.00 | 3.50 | 4.00 |
|-----------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| y | 2.13 | 2.25 | 2.50 | 2.75 | 3.00 | 3.25 | 3.50 | 3.75 | 4.00 |
| Δx | | 0.25 | 0.50 | 0.50 | 0.50 | 0.50 | 0.50 | 0.50 | 0.50 |
| Δy | | 0.12 | 0.25 | 0.25 | 0.25 | 0.25 | 0.25 | 0.25 | 0.25 |
| $\Delta y / \Delta x$ | | 0.48 | 0.50 | 0.50 | 0.50 | 0.50 | 0.50 | 0.50 | 0.50 |

e dunque anche in questo caso $k = 0.5$

La terza serie in blu sembra indicare una condizione di proporzionalità inversa e in effetti:

| x | 0.25 | 0.50 | 1.00 | 1.50 | 2.00 | 2.50 | 3.00 | 3.50 | 4.00 |
|----|------|------|------|-------|------|------|------|------|------|
| y | 2.00 | 1.00 | 0.50 | 0.33 | 0.25 | 0.20 | 0.17 | 0.14 | 0.13 |
| xy | 0.50 | 0.50 | 0.50 | 0.495 | 0.50 | 0.50 | 0.51 | 0.49 | 0.52 |

e dunque anche in questo caso $k = 0.5$

5. Un cubo di lato $l = (3.25 \pm 0.03)$ dm presenta una massa $m = 32.1 \pm 0.6$ kg. Determinare l'errore relativo che si commette calcolando la densità (attenzione non è richiesto il calcolo della densità ma solo il calcolo dell'errore relativo).

Bisogna ricordare che gli errori relativi nelle moltiplicazioni e divisioni si sommano e che la potenza al cubo corrisponde a una moltiplicazione ripetuta $\epsilon_{r1} = \frac{0.03}{3.25} = 0.0092$ pertanto $\epsilon_{rV} = 3 \epsilon_{r1} = 0.028$

$$\epsilon_{rm} = \frac{0.6}{32.1} = 0.019 \text{ pertanto essendo } \delta = \frac{m}{V} \text{ si ha } \epsilon_{r\delta} = \epsilon_{rm} + \epsilon_{rV} = 0.028 + 0.019 = 0.047$$

Nome e cognome: _____ 12 ottobre 2004 1F Decodifica di un testo

1. Leggi il testo che ti viene proposto e poi rispondi alle domande che seguono.

Qual è la precisione estrema ?

Fin dove si può spingere la precisione di una misurazione? Che cosa occorre per determinare il valore *esatto* di una certa grandezza? Supponiamo di costruire sempre meglio un'apparecchiatura, finché non è *perfetta*. Possiamo allora ottenere un valore *esatto* di quella grandezza? Una prima risposta a questa domanda è: «No, perché in realtà non possiamo mai costruire uno strumento perfetto». Poniamo quindi la domanda: «Trascuriamo il fatto che non possiamo mai costruire uno strumento perfetto e *immaginiamo* di avere uno strumento ideale siffatto. Possiamo allora, in linea di principio, eseguire una misurazione esatta?». Si tratta di un quesito affatto diverso da quello posto all'inizio. Il primo quesito era di natura pratica e aveva una risposta immediata ed evidente. Il secondo si riferisce a un *esperimento concettuale*, un artificio usato spesso dai fisici per studiare problemi che non possono essere affrontati direttamente a causa della inadeguatezza degli apparecchi esistenti.

La tecnica dell'esperimento concettuale permette di porre quesiti fondamentali — quesiti che non si possono più evitare con la scusa della cattiva qualità degli strumenti disponibili. In tal caso, l'esperimento concettuale con uno strumento perfetto richiede che si risponda al quesito fondamentale: «*Esiste* in realtà un valore esatto di una grandezza fisica?». Questa domanda ci porta a considerare cose la cui piccolezza è difficile da valutare in base all'esperienza quotidiana. Tuttavia, il quesito può essere risolto nell'ambito della *teoria quantistica*, la teoria che dev'essere applicata a tutti i problemi che sorgono nel dominio delle cose estremamente piccole. Essa afferma in particolare che non esistono grandezze fisiche *esatte*. Inoltre, secondo la teoria quantistica, è privo di significato indagare sul valore esatto di una grandezza fisica perché tutte le misurazioni sono soggette a indeterminazioni: non solo indeterminazioni associate a difetti degli apparecchi, ma indeterminazioni fondamentali dovute alla natura delle cose. Perciò, è impossibile ideare un esperimento che, se eseguito, permetta di determinare le dimensioni esatte di un atomo, perché un atomo non ha dimensioni esatte ! Di conseguenza, una misurazione esatta (per esempio) della lunghezza di un'asta non può essere eseguita mai, perché tutte le cose materiali sono composte di atomi.

- Perché non ha senso parlare di *valore esatto* di una grandezza fisica?
- Cosa si intende con *esperimento concettuale*? Secondo te *esperimento mentale* può essere considerato un sinonimo di *esperimento concettuale*?
- Per quale ragione non si può esprimere la lunghezza di un tavolo in maniera esatta?

2. Leggi il testo del premio Nobel R. Feynman che ti viene proposto e danne una breve traduzione riassumendo cosa dice.

Matter is made of atoms

If, in some cataclysm, all of scientific knowledge were to be destroyed, and only one sentence passed on to the next generations of creatures, what statement would contain the most information in the fewest words? I believe it is the *atomic hypothesis* (or the *atomic fact*, or whatever you wish to call it) that *all things are made of atoms—little particles that move around in perpetual motion, attracting each other when they are a little distance apart, but repelling upon being squeezed into one another*. In that one sentence, you will see, there is an *enormous* amount of information about the world, if just a little imagination and thinking are applied.

Nome e cognome: _____ 12/10/2004 1F Calcoli e grandezze

1) Qui di seguito compare un elenco di costanti fisiche fondamentali

$$g = 9.80665 \quad p = 101'325 \quad e = 1.602177 \cdot 10^{-19} \quad N_A = 6.02214 \cdot 10^{+23} \quad k_B = 1.380658 \cdot 10^{-23}$$

$$m_u = 1.66054 \cdot 10^{-27} \quad R = 8.31451$$

Non ci occupiamo del significato di quanto facciamo e calcoliamo quanto segue prendendo per n il tuo numero progressivo nell'ambito della classe. Scrivere il risultato in notazione scientifica con 5 cifre significative.

$$x_1 = \sqrt{n+g} \cdot (p - 1000 \cdot n) / (N_A \cdot k_B) = \underline{\hspace{10cm}}$$

$$x_2 = \sqrt{n+g^2} \cdot (p + 1000 \cdot n) \cdot (m_u / e) = \underline{\hspace{10cm}}$$

2) La massa del neutrone $m_n = 1.6749286 \cdot 10^{-27}$ kg mentre la massa del protone $m_p = 1.6726231 \cdot 10^{-27}$ kg
Determinare:

a) $\frac{m_n}{m_p} = \underline{\hspace{5cm}}$

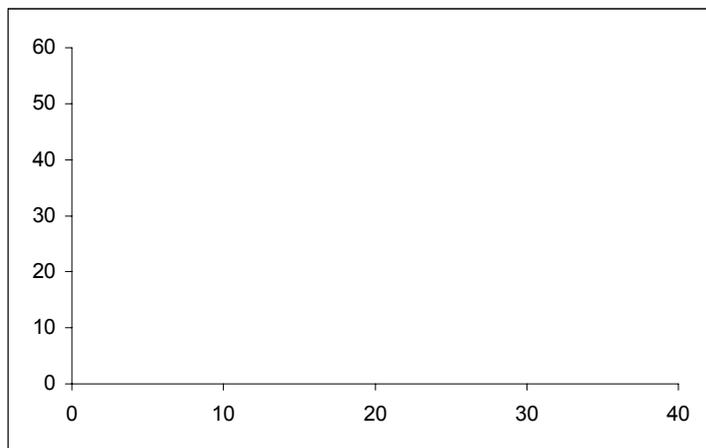
b) $\frac{m_n - m_p}{m_p} 100 = \underline{\hspace{5cm}}$

c) la densità δ del neutrone supponendo che un neutrone sia assimilabile ad un cubo di lato 10^{-15} m (scrivere il risultato con 2 cifre significative e non dimenticarsi delle unità di misura).

$$\delta = \underline{\hspace{5cm}}$$

3) Rappresentare sul diagramma qui sotto i dati della seguente tabella e indicare la linea di tendenza:

| | | | | | | |
|---|------|------|------|------|------|------|
| t | 12.5 | 17.5 | 22.5 | 27.5 | 32.5 | 37.5 |
| x | 22.6 | 30.2 | 37.1 | 43.2 | 48.5 | 53.0 |



4) La legge che esprime la forza di attrazione universale che tiene insieme l'universo è proporzionale al prodotto delle masse dei corpi celesti e inversamente proporzionale al quadrato della distanza tra essi. Si indichi con F tale forza

a) se la massa di due corpi triplica la forza tra essi diventa _____

b) se la distanza tra essi si dimezza la forza diventa _____

c) se la massa di uno solo diventa nove volte più grande, affinché la forza non cambi, la distanza deve diventare _____

- 5) Perché è meglio, dal punto di vista fisico assumere come definizione del secondo il multiplo dell'intervallo che intercorre tra le oscillazioni della luce emesso da un particolare atomo invece che un sottomultiplo del giorno solare? Discuti la questione sul retro del foglio (3 o 4 righe).

III D grandezze fisiche 3 novembre 2006

1. Secondo la legge di gravitazione universale due masse puntiformi m_1 e m_2 poste a distanza r si attirano con una forza diretta lungo la congiungente e pari a $F = G \frac{m_1 m_2}{r^2}$. Ricordando che la forza ha le dimensioni di una massa per una accelerazione trova le dimensioni della costante universale G .

$$[G] = \frac{[F r^2]}{M^2} = \frac{M L T^{-2} L^2}{M^2} = L^3 T^{-2} M^{-1}$$

Nota di correzione: ricordo che la dimensione di una grandezza fisica, per convenzione si indica racchiudendola tra due [] e che le parentesi non servono per le grandezze fondamentali L, T, M.

C'è gente che sbaglia a risolvere equazioni di I grado.

2. Sapendo che la carica dell'elettrone $e = 1.60217733 \cdot 10^{-19}$ C, che la velocità della luce $c = 2.99792458 \cdot 10^8$ m/s e che la costante di Planck $h = 6.6260755 \cdot 10^{-34}$ J·s calcola la quantità $x = \sqrt{\frac{h' c'^2}{e}}$ dove h' e c' sono ottenuti da h e da c aggiungendo il proprio numero di registro alle due prime cifre decimali. Per esempio se $n = 12$ $h' = 6.7460755 \cdot 10^{-34}$ J·s. Scrivi sul foglio n , h' , c' , x

$$n = 13 \quad c' = 3.12792458 \cdot 10^8 \quad h' = 6.7560755 \cdot 10^{-34} \quad x = 20.311791$$

Nota di correzione: come preannunciato a settembre solo 4 o 5 studenti hanno imparato a fare i conti. Errori già su c' e h' , incapacità a fare il conto in una sola passata, errori clamorosi di ordine di grandezza, mancato elevamento al quadrato di c' , mancata scrittura del risultato con il corretto numero di cifre significative.

3. Come mai per dare la definizione dell'unità di tempo si preferisce usare un fenomeno microscopico e non un bell'orologio meccanico o al quarzo? *Si chiama secondo l'intervallo di tempo corrispondente a 9'192'631'770 vibrazioni dell'atomo di Cesio 133 misurate attraverso un orologio atomico.*

Il problema è quello della regolarità cioè la ricerca di un fenomeno per il quale si conservi l'accordo al trascorrere del tempo. Ciò si verifica per tempi più lunghi utilizzando le vibrazioni atomiche (gli atomi sono gli oggetti più identici di cui disponiamo).

Nota di correzione: è inutile parlare di errore se non si specifica rispetto a cosa.

4. Un corpo di forma cubica ha uno spigolo $l = 12.4 \pm 0.2$ cm e una massa $m = 3.45 \pm 0.07$ kg. Con che errore relativo percentuale $\varepsilon_{r\%}$ si può calcolare la densità $\delta = \frac{m}{V}$?

Come per tutte le grandezze fisiche determinate indirettamente mediante prodotti o rapporti si devono sommare gli errori relativi. Inoltre poiché $V = l^3$ si ha che l'errore relativo sul volume è triplo di quello sullo spigolo e dunque:

$$\varepsilon_{r\delta} = \varepsilon_{rm} + \varepsilon_{rV} = \varepsilon_{rm} + 3\varepsilon_{rl} = \frac{0.07}{3.45} + 3 \frac{0.2}{12.4} = 0.069 \text{ dunque } \varepsilon_{r\delta}\% = 6.9\%$$

Nota di correzione: mancato studio della teoria; capacità molto scarse di muovere autonomamente piccoli passi come il passare dall'errore sullo spigolo a quello sul volume. Incapacità di decodificare il testo (non era richiesto il calcolo di δ).

5. Quando un corpo si muove ad alta velocità in un fluido compare una forza d'attrito F che dipende esclusivamente dalla superficie S del corpo, dalla velocità v del corpo e dalla densità δ del fluido cioè $F = C S^\alpha v^\beta \delta^\gamma$ dove C è una costante adimensionale. Ricordando che la forza è dimensionalmente una massa per accelerazione trovare i coefficienti α , β e γ

Si applica il principio di omogeneità delle grandezze e si tiene conto delle dimensioni di S , di δ e di v

Così facendo si ha:

$$MLT^{-2} = L^{2\alpha} (LT^{-1})^\beta (ML^{-3})^\gamma = M^\gamma L^{2\alpha+\beta-3\gamma} T^{-\beta}$$

Basta eguagliare gli esponenti e si ottiene $\gamma = 1$, $\beta = 2$ e $2\alpha + \beta - 3\gamma = 1$ da cui $\alpha = 1$

Dunque la relazione è $F = C S v^2 \delta$

Nota di correzione: ricordarsi di scrivere la relazione finale (scopo dell'esercizio). Errori di algebra che non si dovrebbero vedere in terza ma ...

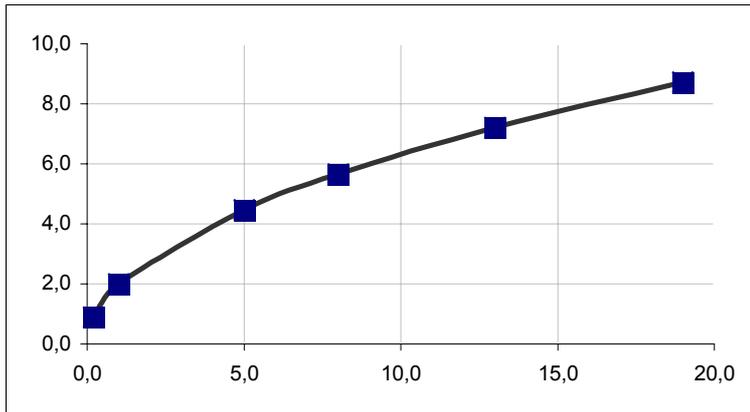
6. L'unità di misura della potenza P è il Watt (W) pari a J/s; l'intensità di corrente i si misura in Coulomb (C) / s mentre la differenza di potenziale ΔV si misura in J/C. Sapresti esprimere la potenza P attraverso la i e la ΔV ?

Ancora in base al principio di omogeneità basta osservare che $J/C \cdot C/s = J/s$ e dunque $P = \Delta V \cdot i$

7. Sono dati valori rappresentati in tabella. Disegna un diagramma approssimativo e usalo per avanzare una ipotesi sulla legge che li correla. Controlla sui dati l'ipotesi che hai fatto

| | | | | | | |
|---|-----|-----|-----|-----|------|------|
| x | 0,2 | 1,0 | 5,0 | 8,0 | 13,0 | 19,0 |
| y | 0,9 | 2,0 | 4,5 | 5,7 | 7,2 | 8,7 |

La prima cosa da fare è quella di rappresentare i dati in maniera rapida per utilizzare il diagramma come strumento per avanzare una ipotesi.



La curva sembra essere una parabola passante per l'origine con variabile indipendente sulle ordinate e cioè $x = a y^2$ dove a è una costante da determinare.

Per verificare l'ipotesi basta calcolare x/y^2 e verificare se è costante:

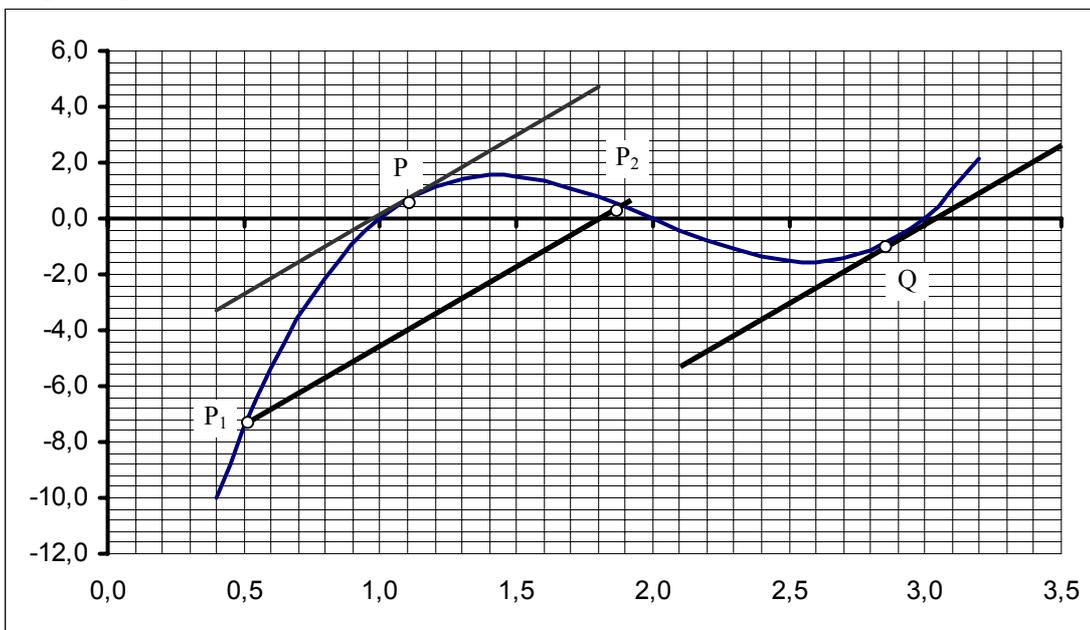
| | | | | | | |
|---------|------|------|------|------|------|------|
| x | 0,2 | 1,0 | 5,0 | 8,0 | 13,0 | 19,0 |
| y | 0,9 | 2,0 | 4,5 | 5,7 | 7,2 | 8,7 |
| x/y^2 | 0,25 | 0,25 | 0,25 | 0,25 | 0,25 | 0,25 |

L'ipotesi era corretta e la relazione è $x/y^2 = 1/4$ o anche $y^2 = 4 x$ o anche $y = 2\sqrt{x}$

Nota di correzione: nonostante l'esercizio fosse guidato in pochi hanno avanzato una ipotesi e quasi nessuno si è posto il problema di verificarla.

Allucinanti in quanto del tutto fuori coordinate i commenti di quelli che hanno parlato di m.u.a. quando le due grandezze x e y non erano specificate. Spero che ci si ricordi che l'aver incontrato la prima relazione quadratica nel mua non significa che tutte relazioni quadratiche rappresentano m.u.a. Per esempio anche la relazione tra lato e area del quadrato è quadratica.

8. E' dato il diagramma in figura; calcola nel punto P indicato la inclinazione della retta tangente e quindi determina (segnandolo sul disegno) un intervallo per il quale la retta secante ha la stessa inclinazione della tangente e un altro punto in cui la tangente ha la stessa inclinazione. Riporta sul tuo foglio in maniera comprensibile i conti che hai fatto e le procedure seguite usa invece il disegno fornito per la parte grafica.



Dopo aver disegnato con grande cura la tangente (in genere è stata inclinata troppo) si calcola la sua pendenza m

$$m = \frac{\Delta y}{\Delta x} = \frac{8.0}{1.4} = 5.7$$

Si traccia una parallela alla tangente in una zona comoda del diagramma e si trovano i due punti P_1 e P_2 con $x_1 = 0.50$ e $x_2 = 1.85$ Infine si traccia una tangente parallela a quella trovata e si trova il punto Q con $x_Q = 2.85$

11/11/2006 Le grandezze fisiche: conoscenze

Delle 12 domande proposte sei tenuto a rispondere a 10. Le risposte a seconda dei casi stanno tra le 2 e le 4 righe di testo. Prima di rispondere leggi bene la domanda perché la risposta deve essere *pertinente* e *sintetica*. Evita di riscrivere la domanda e rispondi. Nella prima riga della griglia indica in ordine crescente il numero di domanda cui hai risposto.

1. In cosa consiste il *metodo ipotetico deduttivo* o *metodo sperimentale* o, per dirla con Galilei, delle *sensate esperienze*?

Si osserva la realtà, la si schematizza ipotizzando che solo alcuni elementi siano rilevanti (ipotesi), si costruisce una teoria da cui si deducono previsioni su fenomeni osservabili, si verifica in laboratorio la teoria realizzando esperimenti basati sulle ipotesi e si osserva se i risultati si accordano con le previsioni, in caso negativo si modificano le ipotesi.

2. Supponiamo che x indichi una grandezza fisica. Cosa *significano* le scritture a) $[x]$ e b) $x = \langle x \rangle \pm \varepsilon_x$ o dove v è l'unità di misura?

a) $[x]$ significa dimensioni di x cioè la dipendenza della grandezza x dalle grandezze fondamentali

b) la misura di x è data dal suo valor medio (misura multipla) più o meno la incertezza o semidisersione il tutto misurato nella unità v

3. Di cosa bisogna disporre per eseguire una *misura di una grandezza fondamentale*? (spiegare)

Di un metodo di misurazione e di una unità di misura. La misura corrisponde al confronto (rapporto) tra grandezza misurata e unità

4. Sai spiegare perché l'errore relativo diventa 1/10 del precedente *ogni volta che si aggiunge una cifra significativa* ad una misura?

Quando si aggiunge una cifra significativa la incertezza assoluta si riduce ad un decimo della precedente perché l'errore si sposta di una cifra decimale a destra. Visto che il valor medio non muta in maniera apprezzabile l'errore relativo (rapporto) si riduce a 1/10.

5. La densità di un gas in condizioni normali è circa 1/1000 della densità dei liquidi. Cosa si può *dedurre da questa informazione* sulle caratteristiche di un gas e di un liquido (entrambi fatti di molecole).

Se la stessa massa occupa un volume 1000 volte più grande vuol dire che nel caso del gas il volume a disposizione di una molecola è 1000 volte più grande e dunque la distanza media tra le molecole è $\sqrt[3]{1000} = 10$ volte più grande

6. Data una legge fisica cosa dice il *principio di omogeneità delle grandezze*?

Che i termini che si sommano o si confrontano in una legge fisica, pur se costituiti da grandezze diverse devono avere la stessa espressione dimensionale (cioè devono essere omogenei).

7. Che differenza c'è tra *atomo e molecola*?

L'atomo caratterizza gli elementi, è costituito da un nucleo (protoni e neutroni) circondati da una nube elettronica. Basta cambiare un protone e si cambia atomo. Gli elementi naturali sono 92. Gli atomi si aggregano a formare le molecole (unità elementari di sostanza).

8. Gli elementi costitutivi di una mole di una data sostanza *dipendono dal suo stato di aggregazione*?

No: una mole di qualsiasi sostanza contiene sempre lo stesso numero di molecole (numero di Avogadro) indipendentemente dallo stato di aggregazione. Al mutare dello stato di aggregazione le stesse molecole interagiscono diversamente ed occupano uno spazio diverso ma rimangono le stesse.

9. Quale *costante universale* della fisica serve per *avere il valore della unità di massa atomica*? (spiegare)

1 amu è 1/12 della massa di un atomo di C_{12} . Poiché una mole di C_{12} corrisponde a 12 g e contiene N_A atomi, il numero di Avogadro $N_A = 6.02 \cdot 10^{23}$ atomi/mole consente di trovare l'unità di massa atomica in grammi (il suo inverso).

10. La *terra*: forma, massa e dimensioni

Ha la forma di una sfera schiacciata ai poli (per effetto della rotazione); $m_T = 5.98 \cdot 10^{24}$ kg; $r_T = 6.38 \cdot 10^6$ m

11. Nella tabella degli elementi ci sono sempre due informazioni: il *numero atomico* e la *massa atomica*; cosa sono e in che unità sono espresse?

Il numero atomico è il numero di protoni (carica elettrica) del nucleo; la massa atomica è la massa dell'atomo misurata in amu. In prima approssimazione corrisponde al numero di protoni + il numero di neutroni

12. Enumera tutte le *grandezze fondamentali del Sistema Internazionale* che conosci mettendo tra parentesi l'unità di misura.

Lunghezza (m), Tempo (s), Massa (kg), temperatura (K), Intensità di corrente (A), Luminosità (cd), Quantità di sostanza (mole)

1. Che differenza c'è tra un *fenomeno naturale* ed un *esperimento*?

In un esperimento si fanno le *sensate esperienze* cioè si riproduce la realtà in maniera semplificata togliendo di mezzo gli elementi secondari che la complicano per comprendere meglio ciò che è realmente importante.

2. Definisce *sensibilità e portata* di uno strumento di misura

La sensibilità è la minima quantità apprezzabile dallo strumento. La portata è quella massima.

3. Spiega la differenza tra *campione materiale e campione naturale*.

Il campione materiale è un oggetto costruito dall'uomo e riprodotto dall'uomo (esempio il kg massa o il vecchio metro). Un campione naturale è un fenomeno naturale riproducibile con elevata regolarità che viene assunto come campione.

4. Cos'è la *misura* di una grandezza fisica?

È il rapporto tra la grandezza misurata e l'unità di misura, cioè il numero di volte (espresso in decimale) in cui l'unità è contenuta nella grandezza. La misura richiede di esplicitare il metodo di misura.

5. Perché in fisica l'errore relativo ε_r è *più importante e significativo* dell'errore assoluto ε

Perché la precisione valuta per confronto (cioè per rapporto) la imprecisione con la grandezza misurata. Non ha senso giudicare un errore se non si dice a cosa viene riferito.

6. Scrivi la *definizione e le proprietà* della proporzionalità inversa tra due grandezze x e y .

$$\frac{y}{x} = \text{costante} \Leftrightarrow \frac{y_1}{x_1} = \frac{y_2}{x_2} \Leftrightarrow \frac{y_1}{y_2} = \frac{x_1}{x_2} \quad \text{Il diagramma è una retta passante per l'origine}$$

7. Perché se un corpo è fatto di due sostanze di densità δ_1 e δ_2 *la sua densità, in generale, non è* $\delta = \frac{\delta_1 + \delta_2}{2}$

Sarebbe così solo se le due sostanze fossero presenti con volumi eguali. In generale occorre fare una media ponderata.

8. Cos'è l'*unità di massa atomica* (amu)? Basta la definizione

E la massa di 1/12 della massa di un atomo dell'isotopo 12 (6 protoni e 6 neutroni) del carbonio

9. Dato un elemento *cosa è un suo isotopo*? Cosa vuol dire *etimologicamente* isotopo?

È un atomo con lo stesso numero atomico (stesse proprietà chimiche) ma diverso numero di neutroni. Vuol dire *stesso posto* nella tavola degli elementi.

10. Il *protone*: massa e carica

$$m = 1.67 \cdot 10^{-27} \text{kg} \quad q = 1.60 \cdot 10^{-19} \text{C}$$

11. Indichiamo con x una grandezza fisica di misura α e unità di misura u , sia cioè $x = \alpha u$. Se si cambia u in u' si ottiene una misura α' diversa. a) *Perché α/α' non dipende da x ?* b) *In che unità si esprime?*

a) Perché $x = \alpha u = \alpha' u'$ e dunque $\alpha/\alpha' = u'/u$ rappresenta la misura della nuova unità rispetto alla vecchia

b) Essendo un rapporto di grandezze omogenee è un numero puro

12. In una legge fisica, se *cambiano le unità di misura* delle grandezze coinvolte, *cosa accade alla legge?*

Ogni legge fisica è una legge di proporzionalità e dunque quando è scritta come uguaglianza reca come primo elemento una costante che può essere dimensionale o adimensionale. Se cambiano le unità cambia il valore della costante.

1. Cosa intendiamo dire dicendo che una data *grandezza fisica è fondamentale*?

Che per essa è stato fornito un campione naturale ed un metodo di misura.

2. Cos'è l'*Ångström* (Å) e perché i fisici lo usano anche se non si tratta di una unità del Sistema Internazionale?

È l'unità di misura con cui i fisici misurano le dimensioni su scala atomica $1 \text{Å} = 10^{-10} \text{m}$. *Ångström* è uno spettroscopista dell'800 che misuro per primo lunghezze d'onda con precisioni dell'ordine di 10^{-10}m

3. Cos'è un *errore sistematico* e in cosa differisce da un *errore casuale*?

Un errore sistematico è un errore (legato al metodo di misura) che incide su una misura sempre allo stesso modo e determina pertanto una traslazione fissa di tutti i valori misurati. Per esempio è quello dovuto all'uso di una bilancia non azzerata. L'errore casuale è invece dovuto alla variabilità delle condizioni sperimentali e alla sensibilità dello strumento ed incide in entrambi i versi in maniera casuale.

4. *Cosa vuol dire* che in orologio atomico al Cesio ha una *precisione di 1s ogni 30'000 anni* visto che noi definiamo il secondo attraverso gli orologi al Cesio?

Che due orologi al Cesio hanno un disaccordo di non più di 1 s in 30'000 anni cioè hanno un livello di regolarità molto elevato come si vede dalla definizione di s (numero di cifre significative).

5. Il simbolo $[x]$ relativo alla grandezza x viene usato con *due significati* ben identificabili dal contesto.

Quali sono questi due significati?

Normalmente significa dimensioni della grandezza x ; lo si usa anche per indicare la unità di misura quando non c'è rischio di confusione. Esempio $[v] = \text{LT}^{-1}$ ma anche $[v] = \text{m/s}$

6. Sia $z =$ una grandezza fisica e indichiamo con ε_{tz} l'errore relativo su z e con ε_z l'errore assoluto. *Come si calcolano gli errori* quando a) $z = x/y$ b) $z = ky$ dove k è un numero naturale c) $z = x - y$

a) $\varepsilon_{rz} = \varepsilon_{rx} + \varepsilon_{ry}$ b) $\varepsilon_{rz} = \varepsilon_{rx}$ c) $\varepsilon_z = \varepsilon_x + \varepsilon_y$

7. Scrivi la *definizione e le proprietà* della proporzionalità quadratica diretta tra due grandezze y e x.

$$\frac{y}{x^2} = \text{costante} \Leftrightarrow \frac{y_1}{x_1^2} = \frac{y_2}{x_2^2} \Leftrightarrow \frac{y_1}{y_2} = \frac{x_1^2}{x_2^2} \text{ Il diagramma è una parabola passante per l'origine}$$

8. Una legge fisica che correla le grandezze fisiche x, y, S, m ha sempre la forma $z = K x^\alpha y^\beta S^\gamma m^\delta$ dove $\alpha, \beta, \gamma, \delta$ sono degli esponenti interi o frazionari e K è una costante. a) *K è dimensionale o adimensionale*, b) *il suo valore da cosa dipende?*

a) può essere sia dimensionale (per esempio nella legge di gravitazione universale) sia adimensionale b) dipende dal sistema di unità di misura scelto e, quando è dimensionale, dalle caratteristiche del fenomeno

9. Esistono molecole *fatte dagli stessi atomi*?

Certamente, per esempio tutti gli elementi gassosi tranne i gas nobili formano molecole poliatomiche molto spesso biatomiche (H_2, O_2, N_2)

10. Cosa *hanno in comune* una mole di acqua e una mole di ammoniaca?

La quantità di sostanza; contengono lo stesso numero di molecole (numero di Avogadro)

11. Se di una molecola conosci la formula (esempio acqua H_2O) *come fai a trovare la sua massa in kg* (puoi farlo in due modi e a me ne basta uno)

Sommi le masse atomiche tenendo presente la eventuale molteplicità di atomi e ottieni la massa molecolare in amu; prendi una mole di quella sostanza (peso molecolare in grammi) e dividi per il numero di Avogadro e ottieni la massa in g.

12. L'*elettrone*: massa e carica

$$m = 9.11 \cdot 10^{-31} \text{kg} \qquad q = -1.60 \cdot 10^{-19} \text{C}$$

1F 14 novembre 2006: grandezze fisiche competenze

Nei problemi devi sempre indicare la legge che usi in maniera simbolica, i valori numerici, il risultato con l'unità di misura. In questo compito lavora sempre con 3 cifre significative.

1. La nostra aula ha all'incirca le seguenti dimensioni $h = 3.50$ m, $a = 6.20$ m e $b = 4.90$ m. Si sa che il peso molecolare medio dell'aria è all'incirca $m_m = 29.0$ g/mole mentre la sua densità $\delta = 1.293$ kg/m³

a) quanto vale il volume della stanza?

$$V = h \cdot a \cdot b = 3.50 \cdot 6.20 \cdot 4.90 = 106.33 = 106 \text{ m}^3$$

b) Trova la massa d'aria presente nella stanza in kg e in g

$$m = \delta \cdot V = 1.293 \cdot 106 = 1.37 \cdot 10^2 \text{ Kg} = 1.37 \cdot 10^5 \text{ g}$$

c) Trova la quantità d'aria (moli) nella stanza

$$n = \frac{m}{m_m} = 1.37 \cdot 10^5 / 29.0 = 4.74 \cdot 10^3 \text{ moli}$$

Nota di correzione: nel dubbio g/(g/mole) = mole

d) Trova il numero di molecole d'aria presenti nella stanza

$$N = n \cdot \mathcal{N}_A = 4.74 \cdot 10^3 \cdot 6.02 \cdot 10^{23} = 2.85 \cdot 10^{27} \text{ molecole}$$

Nota di correzione: Il numero di Avogadro rappresenta il numero di molecole presenti in una mole; la mole è ottenuta prendendo una quantità in grammi pari al numero di massa

2. La tabella qui sotto rappresenta due gruppi di dati x e y

| | | | | | | |
|--------|------|------|------|------|------|------|
| x | 1,50 | 3,00 | 4,50 | 6,00 | 7,50 | 9,00 |
| y | 1,53 | 1,08 | 0,88 | 0,76 | 0,68 | 0,62 |
| xy^2 | 3.51 | 3.50 | 3.48 | 3.46 | 3.47 | 3.46 |

a) Senza fare dei calcoli perché puoi affermare che tra x e y non può esistere alcuna proporzionalità diretta né semplice, né quadratica, né con la radice, ...

Quando x cresce y decresce

b) Come puoi verificare che non si ha nemmeno una proporzionalità inversa semplice?

$$x_1 y_1 = 1.50 \cdot 1.53 = 2.295 \neq x_2 y_2 = 3.24 \text{ dunque } xy \text{ non è costante}$$

c) Prova con una dipendenza quadratica su y e riempi la tabella

Poiché si è esclusa la proporzionalità diretta dovrà essere $xy^2 = \text{costante}$; si compila la tabella

d) Qual è la legge? $xy^2 = \text{costante} \approx 3.48$ (valor medio dei valori determinati)

Nota di correzione: lavorare con 3 cifre significative; nella risposta b) in cui si nega una possibilità basta dare un controesempio (confronto tra solo due valori)

3. Si vuole calcolare una velocità $v = \frac{\Delta x}{\Delta t}$ e si sa che $\Delta x = (5.49 \pm 0.07)$ m mentre $\Delta t = (0.12 \pm 0.01)$ s

a) Calcola i due errori relativi

$$\varepsilon_{r\Delta x} = \frac{\varepsilon_{a\Delta x}}{\Delta x} = 0.07/5.49 = 0.013 \quad \varepsilon_{r\Delta t} = \frac{\varepsilon_{a\Delta t}}{\Delta t} = 0.01/0.12 = 0.083$$

b) Calcola il valore provvisorio di velocità (senza tener conto degli errori)

$$v = \frac{\Delta x}{\Delta t} = 5.49/0.12 = 45.75 \text{ m/s}$$

c) Calcola l'errore relativo e l'errore assoluto sulla velocità

$$\varepsilon_{rv} = \varepsilon_{r\Delta x} + \varepsilon_{r\Delta t} = 0.096 \quad \varepsilon_v = \varepsilon_{rv} \cdot v = 0.096 \cdot 45.75 = 4.4 \text{ m/s}$$

d) Scrivi il valore di velocità con l'errore e il corretto numero di cifre significative

$$v = (5.7 \pm 4.4) \text{ m/s}$$

Nota di correzione: sugli errori (nel dubbio) mantenersi a 2 cifre; ricordarsi alla fine di scrivere il risultato tenendo conto di dove incide l'errore

4. Il campo magnetico B è una grandezza fisica con la seguente definizione dimensionale $[B] = \frac{[F]}{L \cdot I}$ mentre $[F] = M [a]$ e $[a] = LT^{-2}$. Trova le dimensioni del campo magnetico.

$$[B] = \frac{[F]}{L \cdot I} = M L T^{-2} L^{-1} I^{-1} = M T^{-2} I^{-1}$$

5. Sapendo che vale la legge $A = \frac{\sqrt{B} \cdot C}{D^2}$ dove A, B, C, D sono delle grandezze fisiche completare la seguente tabella di proporzionalità con i dati mancanti.

| | | | | |
|---|-----------------|----|----|-----------------|
| A | 8A | A | 2A | 2A |
| B | 2B | B | B | B |
| C | $\sqrt{2} C$ | 4C | 2C | $\frac{1}{2} C$ |
| D | $\frac{1}{2} D$ | 2D | D | $\frac{1}{2} D$ |

Nota di correzione: bisogna tener conto della proporzionalità diretta e inversa presente nella legge che è stata fornita. A è proporzionale direttamente a \sqrt{B} e a C mentre lo è inversamente a D^2 . Dunque $A' = \frac{\sqrt{2} \cdot \sqrt{2}}{\frac{1}{2}^2} A = 2 \cdot 4 A = 8 A$ e così via.

6. 1 Newton = 1 N = 1 kg m/s² Inventiamo ora una nuova unità di forza 1 Pippo = 1P = 1μg pm /ns². Trova 1 N a quanti P corrisponde

$$1 \text{ N} = 10^9 \mu\text{g} 10^{12} \text{ pm} / (10^9 \text{ ns})^2 = 10^3 \mu\text{g} \text{ pm} / \text{ns}^2 = 10^3 \text{ P}$$

Nota di correzione: si opera per sostituzione diretta tenendo conto del significato di micro, nano e pico.

7. Sapendo che $1 \text{ amu} = \frac{1}{12} m$ dove m indica la massa di un atomo di C₁₂ cioè dell'isotopo stabile di massa atomica 12 g/mole come si dimostra che $1 \text{ amu} = 1.66 \cdot 10^{-24} \text{ g}$?

Poiché una mole di carbonio 12 ha massa 12 g e contiene un numero di atomi pari al numero di Avogadro si ha che $m = \frac{12}{\mathcal{N}_A}$ e dunque $1 \text{ amu} = \frac{1}{12} m = \frac{1}{12} \frac{12}{\mathcal{N}_A} = \frac{1}{\mathcal{N}_A} = \frac{1}{6.02 \cdot 10^{23}} = 1.66 \cdot 10^{-24} \text{ g}$

3A 28 novembre 2007. Grandezze fisiche

1) Calcolare, esprimendo il risultato con il corretto numero di cifre significative, la quantità $u = x\sqrt{\frac{z}{y}}$ dove n rappresenta il proprio numero progressivo di registro n mentre $x = (1.602 + n) \cdot 10^{-19}$, $y = (6.67 + n) \cdot 10^{-11}$, $z = (6.02 + n) \cdot 10^{23}$.

n = _____ u = _____

2) Il simbolo [x] viene usato in fisica con due significati. Quali sono?

| | |
|--|--|
| | |
| | |

3) Se x_1 e x_2 rappresentano due grandezze fisiche omogenee ed α_1 e α_2 sono le misure di esse espresse nella medesima unità υ si scrive ...
Se si cambia unità di misura le misure non cambiano. Cosa non cambia e perché?

| | |
|---------|---------|
| $x_1 =$ | $x_2 =$ |
| | |

4) Se la materia nucleare ha le dimensioni di 10^{-15} m e la massa del protone e del neutrone è all'incirca $1.7 \cdot 10^{-27}$ kg. Quanto vale in kg/m^3 la densità della materia nucleare? Come spieghi il fatto che la materia ordinaria più densa (metalli) ha densità di 10^4 kg/m^3 ?

| | |
|--|--|
| | |
| | |

5) Con riferimento a quali fenomeni sono fissati l'unità di tempo e l'unità di lunghezza nel SI?

| | |
|--|--|
| | |
| | |
| | |

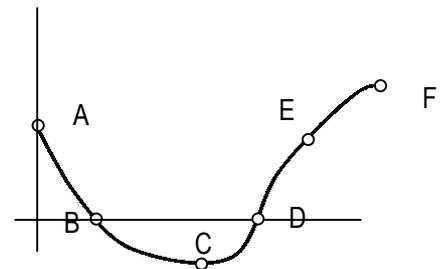
6) Nel diagramma orario qui rappresentato alcuni punti sono significativi

Indica i punti con $v = 0$ _____

Indica il punto con velocità massima (positiva) _____

Indica il tratto/i con velocità negativa _____

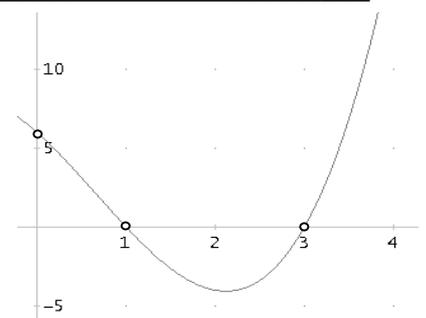
Cosa accade di diverso in CD rispetto a DF



Indica un punto G per il quale $v_G = \langle v_{BC} \rangle$

7) Nella legge oraria rappresentata in figura determinare la velocità media nell'intervallo temporale (0,1) e la velocità istantanea all'istante $t = 3$ s (completare il disegno, svolgere i conti sul proprio foglio e riportare qui i risultati)

$\langle v_{01} \rangle =$ _____ $v_3 =$ _____



| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| | | | | | | |

1. L'ordine di grandezza del volume di una persona adulta di statura e massa normali è ...
 A ...0.01 m³ **B ...0.1 m³** C ...1 m³ D ...10m³ E ...100m³

Tra 50 e 100 kg di massa; la densità è quella dell'acqua

2. Sia g l'accelerazione di gravità sulla superficie di un pianeta di raggio R e sia E_c la minima energia cinetica che un proiettile di massa m deve avere sulla superficie del pianeta in modo da poter sfuggire alla sua attrazione gravitazionale. Quale delle seguenti formule per l'energia cinetica E_c è dimensionalmente corretta? ... **B**

A $E_c = \sqrt{gR}$ **B** $E_c = mgR$ **C** $E_c = \frac{mg}{R}$ **D** $E_c = m\sqrt{\frac{g}{R}}$ **E** $E_c = gR$

L'energia è un lavoro (forza per lunghezza), ma mg è una forza e dunque ...

3. Di seguito sono indicate le equazioni dimensionali e le corrispondenti unità di misura di alcune grandezze. In un solo caso l'accoppiamento è quello giusto: quale? ... **C**

A $\frac{[massa][lunghezza]}{[tempo]}$ e watt **D** $\frac{[massa][lunghezza]}{[tempo]^3}$ e joule
B $\frac{[massa][lunghezza]^2}{[tempo]}$ e watt **E** $\frac{[massa][lunghezza]^2}{[tempo]^3}$ e joule
C $\frac{[massa][lunghezza]^2}{[tempo]^2}$ e joule

Il watt (energia su tempo) ha tempo³ al denominatore perché l'energia ha tempo². Si escludono A, B, D, E. Rimane C (massa per lunghezza su tempo² è una forza; per una lunghezza si ha un lavoro che si misura in joule)

4. Quale delle seguenti combinazioni di unità di misura fondamentali può essere utilizzata nel Sistema Internazionale (SI) per esprimere il peso di un oggetto? ... **E**

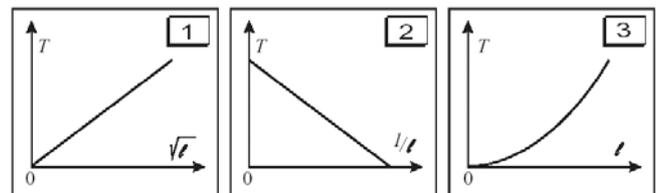
- A chilogrammo B chilogrammo·metro C chilogrammo/secondo
 D chilogrammo·metro/secondo E chilogrammo·metro / secondo²

Massa per accelerazione

5. Il periodo di un pendolo semplice è dato da $T = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}}$ dove T è il periodo del pendolo, l è la

lunghezza del pendolo, g è l'accelerazione di gravità. Si vuol sapere quale o quali fra i grafici seguenti potrebbero essere corretti ... **D**

- A Tutti e tre B solo 1 e 2
 C solo 2 e 3 D solo 1
 E solo 3



T è proporzionale alla radice di l e dunque la 1 va bene. La 2 non può essere perché non c'è linearità con l . La 3 è sbagliata perché dovrebbe essere T proporzionale a l^2

6. Quale delle seguenti espressioni potrebbe esprimere correttamente, a meno di costanti numeriche, la velocità delle onde nell'oceano, se si indica con g l'accelerazione di gravità, con ρ la densità dell'acqua di mare, con h la profondità dell'oceano e con λ la lunghezza d'onda ... **A**

A ... $\sqrt{g\lambda}$ B ... $\sqrt{\frac{g}{h}}$ C ... $\sqrt{\frac{g\lambda}{h}}$ D ... $\sqrt{\rho g h}$ E ... $\sqrt{\frac{g}{\rho}}$

accelerazione per lunghezza produce m²/s² la cui radice è m/s

7. Un oggetto si muove con velocità prossima a 0.3 m/s. Si vuole misurare tale velocità con un'accuratezza dell'ordine dell'1 % usando una *distanza campione* (cioè una distanza il cui valore è noto con errore di misura trascurabile) di 3 mm. Il cronometro da usare per la misura dovrà avere almeno la sensibilità di ... **E**

- A 1s B 0.1 s C 0.01s D 0.001s E 0.0001 s

Si devono sommare gli errori relativi e poiché l'errore sulla distanza è zero dovrà esserci un errore relativo di 1% su Δt . Ma se la velocità è 0.3 m/s = 300 mm/s e si misurano 3 mm dovrà essere $\Delta t = 1/100$ s con un errore dell'1% che è 0.0001 s

8. Indichiamo con x e y rispettivamente l'energia cinetica e la velocità di un corpo. Quale delle seguenti relazioni esprime correttamente la relazione fra x e y ? ... (l livello 1997) **E**

A ... $y = kx$

B ... $y = kx^2$

C ... $y = k/x$

D ... $y = k/x^2$

E ... $y = k\sqrt{x}$

L'energia cinetica è proporzionale alla massa e al quadrato della velocità. Chi non lo sa lo trova per via dimensionale ($\text{kg m/s}^2 \text{ m} = \text{kg (m/s)}^2$). Dunque la velocità è proporzionale alla radice della energia

9. Un treno viaggia dalla stazione A alla stazione D transitando per le stazioni intermedie B e C. Le distanze misurate fra le varie stazioni risultano: da A a B 648 km; da B a C 64.8 km; da C a D 6.48km.

Tra i seguenti, il modo più ragionevole di esprimere la distanza coperta dal treno è di ... **B**

A ... 718km

B ... 719km

C ... 719.2km

D ... 719.3km

E ... 719.28km

La misura nota con la minor precisione è la prima e dunque gli addendi sono precisi al km e la distanza è $648 + 65 + 6 = 719$

10. Il volume di un'aula scolastica, espresso in m^3 , è dell'ordine di ... **D**

A 10^{-2}

B 10^{-1}

C 10^1

D 10^2

E 10^4

Per esempio $5 \cdot 8 \cdot 3 = 120 \text{ m}^3$