

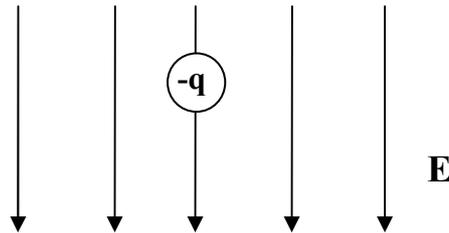
**Laurea in Scienza e Tecnologia per i Beni Culturali**  
**Esame di Fisica dei Beni Culturali – 16 dicembre 2008 – Fila A**

Cognome..... Nome..... Matricola.....

1. Completare le seguenti equivalenze:
  - (a)  $0,1 \text{ g} = \underline{\hspace{2cm}} \text{ mg}$
  - (b)  $4,5 \cdot 10^7 \text{ nm} = \underline{\hspace{2cm}} \text{ mm}$
  - (c)  $300 \text{ s} = \underline{\hspace{2cm}} \text{ ps}$
  - (d)  $20 \text{ m/s} = \underline{\hspace{2cm}} \text{ km/h}$
  - (e)  $36 \text{ km/h} = \underline{\hspace{2cm}} \text{ m/s}$
  - (f)  $5 \text{ dm}^3 = \underline{\hspace{2cm}} \text{ mm}^3$
  
2. Nella misura dello spessore di una statuetta di bronzo eseguita con un palmer al centesimo di millimetro abbiamo trovato i seguenti valori espressi in mm: 4,64; 4,64; 4,66; 4,63; 4,62; 4,62; 4,67. Qual è la miglior stima e l'incertezza?
  
3. Un'automobile parte da ferma con un'accelerazione costante di  $8 \text{ m/s}^2$ .
  - (a) A che velocità viaggia dopo 10 secondi?
  - (b) Qual è la velocità media nell'intervallo di tempo tra  $t = 0 \text{ s}$  e  $t = 10 \text{ s}$ ?
  - (c) Quanta strada percorre in quell'intervallo di tempo (10 s)?
  
4. Un geysir emette acqua ad una velocità di  $28 \text{ m/s}$ . Assumendo un moto perfettamente verticale delle particelle d'acqua e nessun attrito dell'aria, determinare:
  - (a) l'altezza massima raggiunta dalle particelle d'acqua;
  - (b) il tempo impiegato dalle particelle d'acqua per giungere al punto più alto.
  
5. Una valanga scende lungo un pendio fino a fondo valle e risale sul pendio opposto. Su questo pendio, inclinato di  $20^\circ$ , la valanga percorre 1200 m prima di fermarsi.
  - (a) Che velocità aveva la valanga a fondo valle?
  - (b) Da che altezza rispetto al fondo valle si è staccata la valanga?
  
6. Ad una bacchetta di carbonio di diametro 2 mm e lunga 9 cm, viene applicata una tensione di 10 Volt. Sapendo che la resistività elettrica del carbonio è di  $35 \cdot 10^{-6} \Omega \cdot \text{m}$  calcolare.
  - (a) la resistenza elettrica della bacchetta;
  - (b) la corrente che circola nella bacchetta.

7. Il  $\frac{\text{Volt}}{\text{metro}}$  è una unità di misura di
- A. potenziale elettrico
  - B. energia potenziale elettrica
  - C. intensità del campo elettrico
  - D. carica elettrica
  - E. potenza

8. Un corpo con carica elettrica negativa di valore  $q = -10^{-10} \text{ C}$  è posto in un campo elettrico uniforme verticale (vedi figura sottostante) di valore pari a  $E = 10^7 \text{ N/C}$ .
- (a) Indicare la direzione ed il verso della forza elettrica agente sulla carica;
  - (b) calcolare il valore della forza totale agente sul corpo esprimendola in Newton, sapendo che la massa del corpo è di 1 mg;
  - (c) calcolare l'accelerazione a cui è soggetta.



9. Un elettrone (massa =  $9,11 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$ ; carica elettrica =  $-1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$ ) si muove con una velocità di  $2 \cdot 10^7 \text{ m/s}$  in un campo magnetico di modulo  $B = 1,2 \cdot 10^{-3} \text{ T}$ . La velocità risulta perpendicolare al campo. Calcolare il raggio dell'orbita dell'elettrone.
10. Scrivere l'equazione di un'onda armonica, sapendo che la sua ampiezza massima è  $3 \mu\text{m}$ , la lunghezza d'onda dell'onda armonica è  $50 \text{ cm}$  ed il periodo è  $0,1 \text{ s}$ . Con che velocità si propaga tale onda?
11. Un fascio di luce che si propaga in aria incide con un angolo di  $30^\circ$  su una lastra di salgemma. L'angolo di rifrazione è  $18,9^\circ$ .
- (a) Qual è l'indice di rifrazione del salgemma?
  - (b) Qual è la velocità della luce nel salgemma?
12. Un reticolo con un passo di  $3,5 \mu\text{m}$  è illuminato da una luce monocromatica. La distanza fra i picchi di ordine 1 e -1 su uno schermo distante  $60 \text{ cm}$  dal reticolo vale  $18 \text{ cm}$ .
- (a) Calcolare la lunghezza d'onda della luce incidente.
  - (b) Di che colore è tale luce?

## SOLUZIONE ESAME DEL 16 DICEMBRE 2008 – Fila A

- (a)  $0,1 \text{ g} = 100 \text{ mg}$   
(b)  $4,5 \cdot 10^7 \text{ nm} = 45 \text{ mm}$   
(c)  $300 \text{ s} = 3 \cdot 10^{14} \text{ ps}$   
(d)  $20 \text{ m/s} = 72 \text{ km/h}$   
(e)  $36 \text{ km/h} = 10 \text{ m/s}$   
(f)  $5 \text{ dm}^3 = 5 \cdot 10^6 \text{ mm}^3$

- La miglior stima è il valor medio e vale:

$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^N x_i}{N} = \left( \frac{4,64 + 4,64 + 4,66 + 4,63 + 4,62 + 4,62 + 4,67}{7} \right) \text{ mm} = 4,64 \text{ mm}$$

La deviazione standard del valor medio vale:

$$\sigma_{\bar{x}} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N (x_i - \bar{x})^2}{N(N-1)}} = \sqrt{\frac{0^2 + 0^2 + 0,02^2 + 0,01^2 + 0,02^2 + 0,02^2 + 0,03^2}{7 \cdot 6}} \text{ mm} = 0,007 \text{ mm}$$

Questa è minore dell'incertezza strumentale ( $\sigma_s = 0,01 \text{ mm}$ ), per cui l'incertezza si

valuta:  $\sigma = \sqrt{\sigma_{\bar{x}}^2 + \sigma_s^2} = \sqrt{0,01^2 + 0,007^2} \text{ mm} = 0,01 \text{ mm}$

e la misura si può riportare come:

$$\bar{x} = (4,64 \pm 0,01) \text{ mm}.$$

- (a) L'automobile si muove di moto uniformemente accelerato e quindi vale:  
 $v(t) = v_0 + a \cdot t$ ; siccome parte da ferma  $v_0 = 0 \text{ m/s}$  e quindi dopo 10 s la velocità vale:

$$v(10 \text{ s}) = a \cdot t = 8 \text{ m/s}^2 \cdot 10 \text{ s} = 80 \text{ m/s}.$$

- (c) L'equazione del moto è:  $s(t) = v_0 \cdot t + \frac{1}{2} a \cdot t^2$  e quindi dopo 10 s l'automobile avrà

$$\text{percorso: } s(10 \text{ s}) = \frac{1}{2} a \cdot t^2 = \frac{1}{2} \cdot 8 \text{ m/s}^2 \cdot 10^2 \text{ s}^2 = 400 \text{ m}.$$

- (b) La velocità media nell'intervallo tra  $t = 0 \text{ s}$  e  $t = 10 \text{ s}$  vale:

$$v_m = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{400 \text{ m}}{10 \text{ s}} = 40 \text{ m/s}.$$

- (a) Per calcolare l'altezza massima si può utilizzare il principio di conservazione dell'energia imponendo che l'energia finale (all'altezza massima, solo energia potenziale  $E_p = mgh$ ) sia uguale all'energia iniziale (al livello del suolo, solo energia cinetica

$$E_c = \frac{1}{2} mv^2). \text{ Si ottiene quindi che l'altezza massima vale:}$$

$$h = \frac{1}{2} \frac{v^2}{g} = \frac{1}{2} \cdot \frac{28^2 \text{ m}^2/\text{s}^2}{9,8 \text{ m/s}^2} = 40 \text{ m}.$$

(b) Per calcolare il tempo impiegato dalle particelle d'acqua per giungere al punto più alto si considera il moto uniformemente decelerato di una particella d'acqua imponendo la velocità finale pari a 0:  $v(t) = v_0 - g \cdot t = 0$  da cui:  $t = \frac{v_0}{g} = \frac{28 \text{ m/s}}{9,8 \text{ m/s}^2} = 2,9 \text{ s}$ .

5. (a) Per il principio di conservazione dell'energia, l'energia a fondo valle della valanga sarà pari alla sua energia sia al momento in cui si è staccata, sia a quello in cui si fermerà; a fondo valle l'energia sarà solo energia cinetica  $E_c = \frac{1}{2}mv^2$ , mentre nel punto in cui si ferma sarà solo energia potenziale  $E_p = mgh$ . Per poter impostare tale uguaglianza occorre calcolare  $h$  e questo lo si può fare considerando un triangolo rettangolo con ipotenusa lunga 1200 m e angolo opposto al cateto verticale pari a  $20^\circ$ . Da qui si ottiene che  $h = s \cdot \sin\theta = 1200 \text{ m} \cdot \sin 20^\circ = 410 \text{ m}$ . A questo punto si può calcolare la velocità a fondo valle imponendo l'uguaglianza fra le energie:

$$v = \sqrt{2gh} = \sqrt{2 \cdot 9,8 \text{ m/s}^2 \cdot 410 \text{ m}} = 89,7 \text{ m/s}.$$

(b) Sempre dal principio di conservazione dell'energia si può ottenere da che altezza rispetto al fondo valle si è staccata la valanga. Infatti l'energia potenziale nel momento in cui si è staccata la valanga deve essere la stessa di quella posseduta al momento in cui si ferma. Pertanto l'altezza a cui si è staccata la valanga sarà pari a 410 m.

6. (a) La resistenza elettrica della bacchetta si ottiene da:

$$R = \rho \frac{l}{S} = 35 \cdot 10^{-6} \Omega \cdot m \cdot \frac{0,09 \text{ m}}{\pi \left( \frac{2 \cdot 10^{-3} \text{ m}}{2} \right)^2} = 1 \Omega.$$

(b) La corrente che circola nella bacchetta si ottiene dalla legge di Ohm:

$$I = \frac{V}{R} = \frac{10 \text{ V}}{1 \Omega} = 10 \text{ A}.$$

7. C. intensità del campo elettrico

8. (a) La forza elettrica agente sulla carica è diretta verticalmente (come il campo elettrico), ma è orientata nel verso opposto (quindi verso l'alto), in quanto la carica è negativa.

(b) La forza totale agente sul corpo è data dalla risultante della forza elettrica e della forza peso che valgono rispettivamente:

$$F_E = q \cdot E = -10^{-10} \text{ C} \cdot 10^7 \text{ N/C} = -10^{-3} \text{ N} \text{ e}$$

$$F_p = m \cdot g = 10^{-6} \text{ kg} \cdot 9,8 \text{ m/s}^2 = 9,8 \cdot 10^{-6} \text{ N}, \text{ ovvero}$$

$$F = F_E + F_p = -10^{-3} \text{ N} + 9,8 \cdot 10^{-6} \text{ N} = -9,9 \cdot 10^{-4} \text{ N} \text{ (diretta verso l'alto)}$$

(c) L'accelerazione si ottiene semplicemente da  $F = m \cdot a$ :

$$a = \frac{F}{m} = \frac{-9,9 \cdot 10^{-4} \text{ N}}{10^{-6} \text{ kg}} = -990 \text{ m/s}^2 \text{ (diretta verso l'alto)}.$$

9. Essendo la velocità dell'elettrone perpendicolare al campo magnetico, il modulo della forza magnetica vale semplicemente  $F_m = qvB$ ; questa è perpendicolare sia al campo sia alla velocità e può essere posta uguale alla forza centripeta  $F_c = m \frac{v^2}{r}$ . In questo modo si

$$\text{ottiene: } r = \frac{mv}{qB} = \frac{9,11 \cdot 10^{-31} \text{ kg} \cdot 2 \cdot 10^7 \text{ m/s}}{-1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C} \cdot 1,2 \cdot 10^{-3} \text{ T}} = 9,5 \text{ cm}.$$

10. La generica equazione di un'onda armonica può essere scritta in diversi modi, fra i quali:

$$y = A \text{ sen}(kx - \omega t) = A \text{ sen} \left[ 2\pi \left( \frac{x}{\lambda} - \frac{t}{T} \right) \right]. \text{ Quest'onda può quindi essere scritta:}$$

$$y = 3 \cdot 10^{-6} \text{ sen}[4\pi(x - 5t)] \text{ avendo espresso tutte le quantità in unità S.I. La velocità di}$$

$$\text{propagazione dell'onda vale: } v = \lambda \cdot \nu = \frac{\lambda}{T} = \frac{0,5 \text{ m}}{0,1 \text{ s}} = 5 \text{ m/s}.$$

11. (a) Dalla legge di Snellius si sa che  $n_{aria} \cdot \text{sen}\theta_{aria} = n_{salgemma} \cdot \text{sen}\theta_{salgemma}$ . Sapendo che l'indice di rifrazione dell'aria vale 1 si ottiene:

$$n_{salgemma} = n_{aria} \cdot \frac{\text{sen}\theta_{aria}}{\text{sen}\theta_{salgemma}} = \frac{\text{sen } 30^\circ}{\text{sen } 18,9^\circ} = 1,54.$$

- (b) La velocità della luce nel salgemma vale:

$$v_{salgemma} = \frac{c}{n_{salgemma}} = \frac{3 \cdot 10^8 \text{ m/s}}{1,54} = 1,9 \cdot 10^8 \text{ m/s}.$$

12. (a) Per il reticolo di diffrazione vale la legge:  $m \cdot \lambda = d \cdot \text{sen}\theta$ . In questo caso non si ha il valore di  $\theta$ , ma si può ottenere il valore della  $\text{tg}\theta$  dalla trigonometria; infatti chiamando  $x$  la distanza del primo massimo di interferenza dal centro si può scrivere:  $\text{tg}\theta = \frac{x}{L}$ .

Assumendo che valga l'approssimazione per angoli piccoli:  $\text{tg}\theta = \text{sen}\theta$ , allora si

ottiene  $\frac{m \cdot \lambda}{d} = \frac{x}{L}$ . Per la simmetria del problema la distanza del centro dal picco di ordine

1 e quello di ordine -1 è la stessa e vale  $x = \frac{18 \text{ cm}}{2} = 9 \text{ cm}$ . Si può quindi ricavare:

$$\lambda = \frac{x}{L} \cdot \frac{d}{m} = \frac{0,09 \text{ m}}{0,6 \text{ m}} \cdot \frac{3,5 \cdot 10^{-6} \text{ m}}{1} = 5,25 \cdot 10^{-7} \text{ m} = 525 \text{ nm}.$$

- (b) Una luce con lunghezza d'onda  $\lambda = 525 \text{ nm}$  è di colore verde.