

**Università degli Studi di Padova**  
**Corso di laurea a ciclo unico in Medicina e Chirurgia**  
**Prova di accertamento di Fisica**  
**Esame di Fisica e Biofisica**  
**20 giugno 2024**

1. Una particella con carica elettrica  $q = 2 \text{ C}$  si sta muovendo con velocità di modulo  $v = 10 \text{ m/s}$  in una zona dello spazio in cui è presente un campo magnetico di intensità  $B = 5 \text{ T}$  diretto perpendicolarmente alla direzione del moto della particella. La forza magnetica cui è soggetta la particella vale
- 200 N  
 100 N  
 10 N  
 0 N

$$F = qvB = (2 \text{ C})(10 \text{ m/s})(5 \text{ T}) = 100 \text{ N}$$

2. Per ogni litro di ossigeno assorbito dall'organismo umano si producono circa 20 kJ. Se una persona consuma  $V = 1.5$  litri di ossigeno in 1 minuto, la potenza sviluppata sarà
- 500 W  
 30 W  
 30 kW  
 5 W

$$P = \frac{W}{\Delta t} = \frac{(1.5 \text{ litri})(20 \text{ kJ/litro})}{60 \text{ s}} = 500 \text{ W}$$

3. Una leva, incernierata in un suo estremo, è in equilibrio sotto l'azione di due forze  $|\vec{F}_1| = 36 \text{ N}$  e  $|\vec{F}_2| = 18 \text{ N}$ , entrambe perpendicolari alla leva. Se  $\vec{F}_1$  è applicata nel punto di mezzo della leva, dove e con che verso deve essere applicata  $\vec{F}_2$  affinché la leva sia in equilibrio?
- Nell'estremo libero della leva e con verso opposto a  $\vec{F}_1$ ;  
 nell'estremo libero della leva e con il medesimo verso di  $\vec{F}_1$ ;  
 nel punto di mezzo della leva e con verso opposto a  $\vec{F}_1$ ;  
 nel punto di mezzo della leva e con il medesimo verso di  $\vec{F}_1$ .

$$\frac{L}{2} F_1 = x F_2 \rightarrow x = \frac{L F_1}{2 F_2} = L$$

4. Con un microscopio elettronico possiamo determinare la lunghezza di un virus che risulta  $d = 5.74 \cdot 10^{-6} \text{ cm}$ , ovvero
- 5.74  $\mu\text{m}$   
 57.4  $\mu\text{m}$   
 5.74 nm  
 57.4 nm

$$5.74 \cdot 10^{-6} \text{ cm} = 5.74 \cdot 10^{-8} \text{ m} = 57.4 \cdot 10^{-9} \text{ m} = 57.4 \text{ nm}$$

5. La capacità termica di una sostanza è definita come

- il calore che è necessario fornire alla sostanza per far variare la sua temperatura di un grado centigrado;  
 la quantità di calore che è necessario fornire all'unità di massa della sostanza per far variare la sua temperatura di un grado centigrado;  
 la differenza tra calore assorbito e calore ceduto dalla sostanza;  
 l'energia che è necessario fornire alla sostanza per farle cambiare stato, a temperatura fissata.

$$c = \frac{\delta Q}{dT}$$

6. Un'onda elastica longitudinale si può propagare:  
 solo nei gas;  
 solo nei liquidi;  
 solo nei solidi;  
 in qualunque mezzo materiale elastico.
7. Un oggetto di densità  $\rho_b = 750 \text{ kg/m}^3$  galleggia in acqua ( $\rho_{H_2O} = 1000 \text{ kg/m}^3$ ). Quale sarà la percentuale di volume emerso sopra il livello dell'acqua ( $V_{emerso}/V_{totale}$ )?  
 35%  
 75%  
 25%  
 65%

$$V_{emerso}/V_{totale} = 1 - \rho_b/\rho_{H_2O} = 1 - 0.75 = 0.25$$

8. Il teorema di Bernoulli non è applicabile nel caso di  
 fluido incompressibile  
 fluido viscoso  
 fluido ideale  
 flusso stazionario
9. Una persona di  $m = 70 \text{ kg}$  è esposta per  $\Delta t = 10 \text{ min}$  ad una sorgente che emette radiazione  $\gamma$  di energia  $E_\gamma = 1 \text{ MeV}$  con attività  $A = 10 \text{ mCi}$ . Quale sarà la dose assorbita, sapendo che la persona intercetta solo l'1% della radiazione totale?  
  $5.1 \cdot 10^{-6} \text{ Gy}$   
  $3.2 \cdot 10^{-6} \text{ Gy}$   
  $5.1 \cdot 10^{-4} \text{ Gy}$   
  $3.2 \cdot 10^{-5} \text{ Gy}$

$$D = \frac{E_{tot}}{m} = \frac{EA\Delta t \cdot 0.01}{m} = \frac{(1 \text{ MeV})(10 \text{ mCi})(600 \text{ s}) \cdot 0.01(3.7 \cdot 10^{10} \text{ Bq/Ci})(1.6 \cdot 10^{-13} \text{ J/MeV})}{70 \text{ kg}}$$

$$= 5.1 \cdot 10^{-6} \text{ Gy}$$

10. Se la concentrazione di radon ( $T_{1/2} = 3.8235$  giorni) nell'aria in un dato ambiente è tale da generare un'attività di 2 pCi/litro, il numero di decadimenti al secondo in  $1 \text{ m}^3$  di aria sarà  
 12 Bq  
  $1.2 \cdot 10^6 \text{ Bq}$   
 74 Bq  
 5455 Bq

$$R = \left(2.0 \frac{\text{pCi}}{\text{L}}\right) \cdot 1000 \text{ L} = (2.0 \cdot 10^{-12} \text{ Ci}) \cdot 1000 \cdot \left(3.7 \cdot 10^{10} \frac{\text{Bq}}{\text{Ci}}\right) = 74 \text{ Bq}$$

11. Un raggio di luce in acqua (indice di rifrazione  $n_{\text{acqua}} = 1.33$ ) ha lunghezza d'onda  $\lambda = 0.56 \mu\text{m}$ . Qual è la sua frequenza in aria?

- $4 \cdot 10^{14} \text{ Hz}$   
  $7.1 \cdot 10^{14} \text{ Hz}$   
  $5.4 \cdot 10^{14} \text{ Hz}$   
  $2.2 \cdot 10^{14} \text{ Hz}$

$$f = \frac{c/n}{\lambda} = \frac{3 \cdot 10^8 / 1.33}{0.56 \cdot 10^{-6}} = 4 \cdot 10^{14} \text{ Hz}$$

12. Un oggetto si trova 15.0 cm a sinistra di una lente divergente di distanza focale  $f = -2.0 \text{ cm}$ . L'immagine

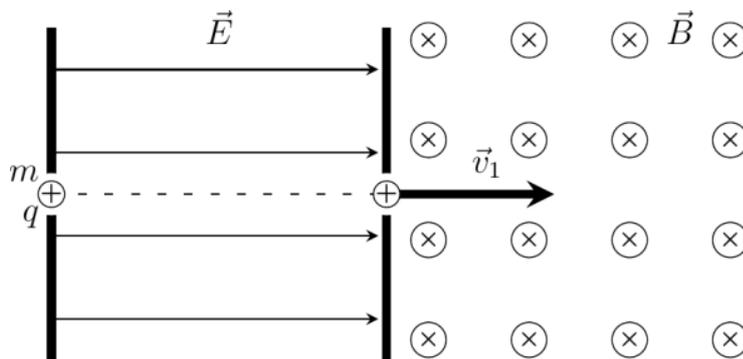
- si trova 2.3 cm a sinistra della lente ed è virtuale;  
 si trova 1.7 cm a sinistra della lente ed è virtuale;  
 si trova 2.3 cm a sinistra della lente ed è reale;  
 si trova 1.7 cm a destra della lente ed è reale.

$$\frac{1}{q} = \frac{1}{f} - \frac{1}{p} = \frac{-1}{0.02} - \frac{1}{0.15} = -56.6 \frac{1}{\text{m}} \rightarrow q = -0.017 \text{ m} = -1.7 \text{ cm}$$

### Esercizio 1

Un nucleo di piombo ionizzato 2 volte ( $q = 2e$ ,  $A = 207$ ) viene accelerato dal campo elettrico uniforme presente tra le piastre di un condensatore. Determinare:

- quanto deve valere la differenza di potenziale per fargli raggiungere un velocità di 14 km/s (considerare nulla la velocità in ingresso nel campo); (2 punti)
- quanto vale il campo elettrico all'interno del condensatore sapendo che le piastre distano  $d = 8 \text{ cm}$ . (1 punto)
- All'uscita dal condensatore il nucleo di piombo entra in una zona in cui è presente un campo magnetico uniforme e perpendicolare alla velocità del nucleo. Determinare in quale direzione viene deviato il nucleo (verso l'alto/verso il basso) e quanto deve valere il campo magnetico per far sì che il raggio della traiettoria sia di 25 cm. (2 punti)



### Risoluzione

1. La massa della particella vale  $m = 207 \cdot 1.66054 \cdot 10^{-27} \text{ kg} = 3.44 \cdot 10^{-25} \text{ kg}$ , pertanto da  $\Delta U = -\Delta E_k$  si ricava:

$$\Delta V = \frac{mv^2}{2q} = \frac{3.44 \cdot 10^{-25} \cdot \left(14000 \frac{\text{m}}{\text{s}}\right)^2}{2 \cdot 3.2 \cdot 10^{-19} \text{ C}} = 105 \text{ V}$$

2. Per il campo elettrico si ha:

$$E = \frac{\Delta V}{d} = \frac{105 \text{ V}}{0.08} \text{ m} = 1312 \frac{\text{V}}{\text{m}}$$

3. Per la formula del raggio di Larmor:

$$B = \frac{mv}{qr} = \frac{(3.44 \cdot 10^{-25} \text{ kg})(14 \cdot 10^3 \text{ m/s})}{(3.2 \cdot 10^{-19} \text{ C})(0.25 \text{ m})} = 0.0602 \text{ T}$$

### Esercizio 2

Durante un'attività fisica, un atleta brucia 500 kcal/ora. Supponendo che il corpo umano possa essere approssimato a una macchina termodinamica:

1. calcolare l'energia in joule associata alla combustione di 500 kcal. (1 punto)
2. Sapendo che l'efficienza media del corpo umano durante l'esercizio fisico è del 20%, determinare quanta energia è effettivamente utilizzata per il lavoro meccanico e quanta viene dissipata come calore. (2 punti)
3. Supponendo che l'atleta abbia una massa  $m = 70 \text{ kg}$  e che stia correndo in salita con un'inclinazione di  $5^\circ$ , calcolare il dislivello totale che può essere superato e la distanza percorsa in un'ora, assumendo che tutta l'energia meccanica venga utilizzata contro la forza di gravità. (2 punti)

### Risoluzione

1. L'energia espressa in joule vale

$$E = (500 \text{ kcal})(4184 \text{ J/kcal}) = 2092000 \text{ J}$$

2. L'efficienza del corpo umano è del 20%. Quindi l'energia utilizzata per il lavoro meccanico è

$$E_m = 0.20 \cdot 2092000 \text{ J} = 418400 \text{ J}$$

Il resto è dissipato come calore:  $Q = 0.80 \cdot 2092000 \text{ J} = 1673600 \text{ J}$

3. L'energia potenziale equivale all'energia meccanica calcolata al punto 1.:  $E_m = mgh$ , quindi

$$h = \frac{E_m}{mg} = \frac{0.4184 \text{ MJ}}{(70 \text{ kg})(9.81 \text{ m/s}^2)} = 609 \text{ m}$$

Poiché l'inclinazione è di  $5^\circ$ , la distanza effettiva percorsa lungo il piano inclinato sarà data da

$$d = h/\sin(0.087) = 6987.5 \text{ m}$$

### Esercizio 3

Le arterie carotidi di un paziente (due, una a ciascun lato del collo) hanno lunghezza  $l_0 = 11.2 \text{ cm}$  e diametro interno  $d_0 = 5.2 \text{ mm}$ . Nell'ultimo tratto della carotide di destra c'è una stenosi lunga  $l_1 = 2 \text{ cm}$ . Il diametro dell'arteria alla stenosi è  $d_1 = 3.4 \text{ mm}$ . Assumendo che la portata del sangue sia uguale nelle due carotidi e che la velocità media del sangue sia  $\bar{v} = 0.8 \text{ m/s}$ , calcolare (per il sangue assumere una viscosità  $\eta = 2 \times 10^{-3} \text{ poise}$ ):

1. la caduta di pressione  $\Delta P_s$  ai capi della carotide di sinistra; (2 punti)

2. la caduta di pressione  $\Delta P_d$  ai capi della carotide destra (ostruita). (3 punti)

### Risoluzione

1.

$$Q = \pi r_0^2 \bar{v}, \text{ con } r_0 = \frac{d_0}{2}, \text{ quindi } Q = 1.7 \times 10^{-5} \text{ m}^3/\text{s}$$

$$\Delta P_s = \frac{8\eta l_0}{\pi r_0^4} Q = 212 \text{ Pa}$$

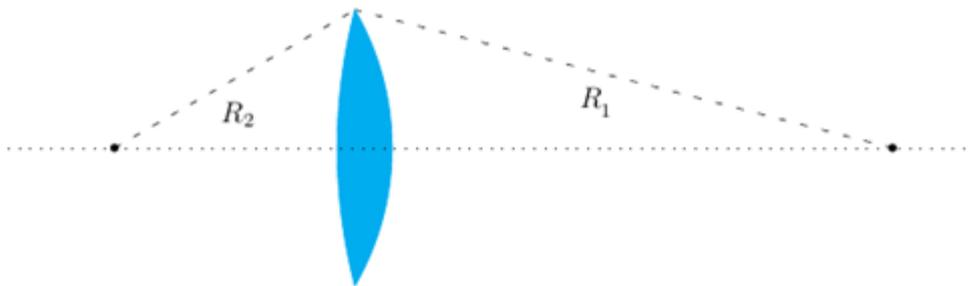
2.

$$\Delta P_1 = \frac{8\eta l_1}{\pi r_1^4} Q = 207 \text{ Pa}, \quad \Delta P_2 = \frac{8\eta(l_0 - l_1)}{\pi r_0^4} Q = 174 \text{ Pa}, \quad \Delta P_d = \Delta P_1 + \Delta P_2 = 381 \text{ Pa}$$

### Esercizio 4

Una lente biconvessa è fatta di un materiale avente indice di rifrazione  $n_L = 1.4$  e ha raggi di curvatura di modulo  $R_1 = 22 \text{ cm}$  e  $R_2 = 11 \text{ cm}$ . Determinare:

1. quante diottrie ha questa lente e la sua distanza focale in aria ( $n = 1.000$ ); (2 punti)
2. dove si forma l'immagine di un oggetto posto ad una distanza  $d_0 = 26 \text{ cm}$ . L'immagine è dritta o capovolta? (1 punto)
3. Quanto dovrebbe valere l'indice di rifrazione del materiale di cui è composta la lente affinché essa sviluppi 19 diottrie? (2 punti)



### Risoluzione

1. Per l'equazione dei costruttori di lenti:

$$\frac{1}{f} = \left(\frac{n_L}{n} - 1\right) \left(\frac{1}{R_1} - \frac{1}{R_2}\right) = (1.4 - 1) \cdot \left(\frac{1}{0.22 \text{ m}} - \frac{1}{(-0.11) \text{ m}}\right) = 5.45 \text{ diottrie}$$

Pertanto:

$$f = \frac{1}{5.45 \text{ m}^{-1}} = 0.183 \text{ m}$$

2. Dall'equazione delle lenti sottili:

$$d_i = \frac{d_o f}{d_o - f} = \frac{(26 \text{ cm})(18.3 \text{ cm})}{26 \text{ cm} - 18.3 \text{ cm}} = 61.8 \text{ cm}$$

L'immagine risulta **reale e capovolta**.

3. Sempre dall'equazione dei costruttori di lenti:

$$\frac{n_L}{n} = 1 + \frac{1}{f} \left( \frac{1}{R_1} + \frac{1}{|R_2|} \right)^{-1} = 1 + 19 \text{ m}^{-1} \left( \frac{1}{0.22 \text{ m}} + \frac{1}{0.11 \text{ m}} \right)^{-1} = 2.4$$

con  $n = 1.000$ , pertanto  $n_L = 2.4$ .