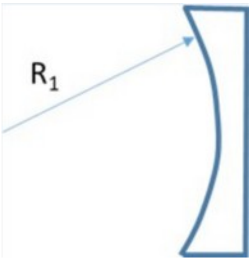
Università degli Studi di Padova
Corso di laurea a ciclo unico in Medicina e Chirurgia
Prova di accertamento di Fisica
Esame di Fisica e Biofisica
18 settembre 2023

- *Integrazione: domande da 7 a 12 e problemi n. 3 e n. 4*
- *Scrivere le formule utilizzate esplicitando i calcoli e giustificando sinteticamente il procedimento. La mancanza di uno o più di questi elementi comporta una penalizzazione nel punteggio attribuito.*
- *Svolgere i problemi nello spazio bianco sotto il testo.*

1) Una lente presenta una superficie sferica concava di raggio $R_1 = 10\,cm$ da un lato e una superficie piana dall'altro. Determinare la distanza focale della lente sapendo che il materiale da cui è composta la lente ha indice di rifrazione $n = 1.45$.

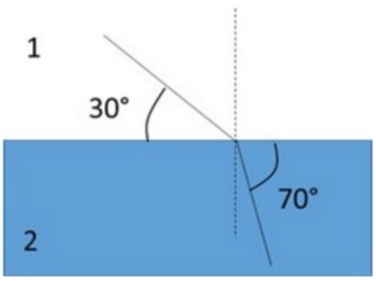


[ ] 22.2 *cm*
[ ] -22.2 *cm*
[ ] 11.1 *cm*
[ ] -11.1 *cm*

$$\frac{1}{f} = (n-1)\left(\frac{1}{R_1} - \frac{1}{R_2}\right) = (1-1.45)\left(\frac{1}{-10\,cm} - \frac{1}{\infty}\right) = -0.045\,cm^{-1}$$

$$f = -22.2\,cm$$

2) Un fascio di luce monocromatico si comporta come in figura quando passa attraverso la superficie di separazione di due mezzi. Assumendo che il mezzo 1 sia aria, trovare l'indice di rifrazione del secondo mezzo.



[ ] 5
[ ] 2.6
[ ] 0.38
[ ] 3.3

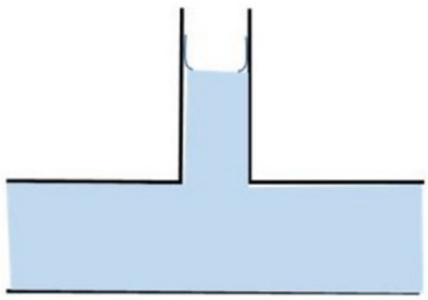
$$n_1\,sen(90° - 30°) = n_2\,sen(90° - 70°)$$
$$n_2 = \frac{sen(60°)}{sen(20°)} = 2.6$$

3) Un elettrone si sta muovendo con una certa velocità quando, entrando in un campo magnetico uniforme di intensità $8 \cdot 10^{-4} T$ e perpendicolare alla velocità dell'elettrone, risente di una forza di modulo $5 \cdot 10^{-17} N$. Determinare il modulo della velocità dell'elettrone.
[ ] $5 \cdot 10^{6} m/s$
[ ] $2.6 \cdot 10^{5} m/s$
[ ] $0.39 \cdot 10^{6} m/s$
[ ] $3.3 \cdot 10^{7} m/s$

$$v = \frac{F}{qB} = \frac{5 \cdot 10^{-17} N}{1.6 \cdot 10^{-19} C \cdot 8 \cdot 10^{-4} T} = 3.9 \cdot 10^{5} m/s$$

4) Un elettrone viene accelerato da una differenza di potenziale di $38000 V$. La sua energia cinetica vale:
[ ] $1.6 \cdot 10^{-19} J$
[ ] $3.8 \cdot 10^{-15} J$
[ ] 38 keV
[ ] Nessuna delle precedenti

5) Un liquido risale in un capillare di vetro di diametro $a = 1.5\,mm$ fino ad una altezza $h = 25\,mm$. Sapendo che la densità del liquido è ρ = 900 kg/m^3 e che lo stesso liquido forma un angolo di contatto con la superficie di vetro del capillare di 0°, trovare la tensione superficiale del liquido.



[ ] $34\,N/m$
[ ] $0.34\,N/m$
[ ] $1.65\,N/m$
[ ] $0.165\,N/m$

Dal fatto che $\frac{2\tau}{r} = \rho g h$ si ricava:

$$\tau = \frac{\rho g h r}{2} = \frac{\rho g h a}{2 \cos\theta} = \frac{900 \frac{kg}{m^3} \cdot 9.8 \frac{m}{s^2} \cdot 0.025 m \cdot 1.5 \cdot 10^{-3} m}{2 \cos(0°)} = 0.165\,N/m$$

6) Un condotto a sezione variabile è costituito da un primo tratto a sezione S_1 a cui segue un restringimento che ne riduce la sezione a $S_2 = 1/3\ S_1$. Un fluido ideale attraversa prima la sezione più larga, poi la sezione più stretta. La sua velocità nella sezione più stretta:

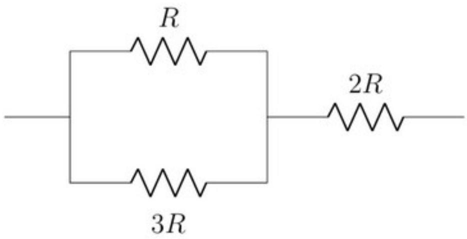
[ ] diventa un terzo di quella nel tratto a sezione più larga
[ ] triplica rispetto alla velocità nel tratto a sezione più larga
[ ] aumenta di un valore compreso tra 1 e 2 rispetto alla velocità nel tratto a sezione più larga
[ ] diventa 9 volte più grande rispetto alla velocità nel tratto a sezione più larga

$v_1 S_1 = v_2 S_2$ quindi $v_2 = \frac{v_1 S_1}{S_2} = v_1 \cdot \frac{S_1}{\frac{S_1}{3}}$, quindi $v_2 = 3 v_1$

7) Al termine di un'espirazione il raggio degli alveoli è $R = 50\,\mu m$ e le pressioni al loro interno e all'esterno sono rispettivamente $p_i = -3\,mmHg$ e $p_e = -4\,mmHg$ rispetto alla pressione atmosferica. La tensione superficiale della parete degli alveoli vale:
[ ] $7.1 \cdot 10^{-2}\,N/m$
[ ] $4.3 \cdot 10^{-3}\,N/m$
[ ] $1.7 \cdot 10^{-3}\,N/m$
[ ] $3.4 \cdot 10^{-2}\,N/m$

$\Delta p = \frac{4\tau}{R}$ da cui: $\tau = \frac{R \Delta p}{4} = \frac{5 \cdot 10^{-5} m \cdot \frac{101300\,Pa}{760}}{4} = 1.7 \cdot 10^{-3}\,N/m$

8) La resistenza equivalente del circuito in figura vale:
[ ] R
[ ] $\frac{11}{4} R$
[ ] $6R$
[ ] $\frac{4}{3} R$



La resistenza equivalente delle resistenze in parallelo vale:

$$R' = \left(\frac{1}{R} + \frac{1}{3R} \right)^{-1} = \left(\frac{3+1}{3R} \right)^{-1} \rightarrow R' = \frac{3R}{4}$$

Pertanto, la resistenza complessiva vale:

$$R_{eq} = \frac{3R}{4} + 2R = \frac{11}{4} R$$

9) Una sorgente sonora emette onde che, ad una distanza di $40\,m$, vengono percepite con un livello di intensità sonora di $82\,dB$. La potenza della sorgente vale:
[ ] $3.2\,W$
[ ] $6.4\,W$
[ ] $0.32\,W/m^2$
[ ] $1.3\,dB$

Per la legge dell'intensità di ha:

$$I = I_0 \cdot 10^{\frac{\beta}{10}} = \frac{10^{-12} W}{m^2} \cdot 10^{\frac{82}{10}} = 1.6 \cdot 10^{-4}\,W/m^2$$

E quindi:

$$P = 4\pi r^2 \cdot I = 4\pi \cdot (40\,m)^2 \cdot 1.6 \cdot \frac{10^{-4} W}{m^2} = 3.2\,W$$

10) Un segmento di femore umano di lunghezza L = 12.0 cm e diametro medio d = 2.50 cm è sottoposto ad uno sforzo di trazione e si allunga di 0.60 mm in regime di linearità. Se la forza esterna applicata a ciascun estremo del segmento di femore è F = 50.0 kN, il modulo di Young di questo femore è

[ ] $2.03 \cdot 10^{10}$ N m^{-2}
[ ] $5.09 \cdot 10^{9}$ N m^{-2}
[ ] $7.86 \cdot 10^{8}$ N m^{-2}
[ ] $2.55 \cdot 10^{7}$ N m^{-2}

$$S=\pi\frac{d^2}{4};E=\frac{\sigma}{\varepsilon}=\frac{F/S}{\Delta L/L}\simeq 2.03\cdot 10^{10}\,N\,m^{-2}$$

11) Se la dose ricevuta in un volo aereo è pari a 4.5 μSv/h, quante ore si deve volare per raddoppiare la dose annua (usualmente pari a 0.5 mSv)?
[ ] 500 ore
[ ] 100 ore
[ ] 1000 ore
[ ] non basta un intero anno per raddoppiare la dose annua

$$0.45\cdot 10^{-6}\cdot 365\cdot 24=0.004\,Sv=4\,mSv$$

12) Avendo 16 g di radio con periodo di dimezzamento di 1602 anni, dopo 3079 anni, la massa di radio ancora presente è

[ ] 15 g
[ ] 10 g
[ ] 5 g
[ ] 1 g

$$\tau=t_{1/2}\ln(2)\; m=m_0 e^{-t/(t_{1/2}\ln(2))}=16\cdot e^{-3079/(1602\ln(2))}=1\,g$$

Problema 1

Una sfera di ferro di raggio $r=0.001\,m$ e di densità $\rho=7800\,kg/m^3$ entra in acqua con una velocità pari alla velocità di sedimentazione. Nota la viscosità dell'acqua pari a 0.01 *Poise* = $0.1\frac{kg}{m\cdot s}$, determinare:

1. la velocità di sedimentazione della sfera; (2 punti)
2. In assenza di attriti con l'aria, da che altezza h sarebbe dovuto partire il corpo per entrare in acqua con la velocità calcolata al punto precedente? (2 punti)
3. Quanto tempo avrebbe impiegato per percorrere il tratto *h*. (1 punto)

Soluzione

1 - La velocità di sedimentazione è pari a:

$$v=\frac{2}{9}\frac{r^2 g\left(\rho-\rho_{aq}\right)}{\eta}=\frac{2}{9}\cdot\frac{\left(10^{-3}m\right)^2\cdot 9.8\frac{m}{s^2}\cdot\left(7800-1000\right)kg/m^3}{0.001\frac{kg}{m\cdot s}}=14.8\,m/s$$

2 – L'altezza è data da:

$$h=\frac{v^2}{2g}=\frac{\left(14.8\frac{m}{s}\right)^2}{2\cdot 9.8\,m/s^2}=11.2\,m$$

3 – Il tempo impiegato da:

$$t=\sqrt{2\cdot\frac{h}{g}}=\sqrt{2\cdot\frac{11.2\,m}{9.8\,m/s^2}}=1.5\,s$$

Problema 2

Una persona ($m=55.0\,kg$) mangia una ciambella che fornisce un apporto calorico $Q=540\,kcal$. Determinare:

- quanto vale l'apporto calorico in Joule; (1 punto)
- quanti gradini di altezza $h=15\,cm$ dovrebbe salire la persona per trasformare completamente l'apporto calorico fornito dalla ciambella; (2 punti)
- quanti gradini è effettivamente necessario salire assumendo che l'efficienza della macchina termica "corpo umano" sia $\eta=25\,\%$. (2 punti)

Soluzione

1. Sappiamo che $1\,cal=4.186\,J, 1\,kcal=4186\,J$, quindi
$$540\,kcal=\frac{540\,kcal\cdot 4186\,J}{1\,kcal}=2.26\cdot 10^6\,J=2.26\,MJ$$

2. Il lavoro fatto contro la forza gravitazionale terrestre dalla persona dovrà essere uguale all'apporto calorico introdotto nel corpo, pertanto, indicando con n il numero dei gradini saliti, si ottiene

$$Q=mgnh\rightarrow n=\frac{Q}{mgh}=\frac{2.26\cdot 10^6\,J}{\left(55.0\,kg\right)\left(9.8\,m/s^2\right)\left(15\,cm\right)}=\frac{2.26\cdot 10^6\,J}{\left(55.0\,kg\right)\left(9.8\,m/s^2\right)\left(15\cdot 10^{-2}\,m\right)}\approx 2.8\cdot 10^4\,gradini$$

3. Dato che solo il 25% dell'energia acquisita mangiando la ciambella può essere trasformata in lavoro, il numero di gradini che è necessario salire per smaltire l'apporto calorico della ciambella sarà

$$n_\eta = \eta n = 0.25 \cdot 2.8 \cdot 10^4 \, gradini \approx 7 \cdot 10^3 \, gradini$$

Problema 3

Due bambini, di peso $P_1 = 280\,N$ e $P_2 = 320\,N$ sono in equilibrio su un'altalena se il bambino 1 è ad una distanza $x_1 = 1.7\,m$ dal fulcro. Calcolare:

1. La distanza dal fulcro del bambino 2; (2 punti)
2. La reazione dell'altalena nel fulcro (3 punti)

Soluzione

1. In equilibrio i momenti sono uguali, quindi $P_1 x_1 = P_2 x_2$ da cui $x_2 = \frac{P_1 x_1}{P_2} = 1.49\,m$

2. La reazione del fulcro è pari alla somma dei due pesi, quindi $R = P_1 + P_2 = 600\,N$

Problema 4

Un campione radioattivo contiene $5 \cdot 10^{12}$ particelle in un dato istante. Se il suo tempo di dimezzamento è di 12.2 minuti calcolare:

1. La vita media dell'isotopo in questione (2 punti)
2. Quanto tempo occorre perché decada l'80% delle particelle? (3 punti)

Soluzione

1. $\tau = t_{1/2} / \ln(2) = 17.6\,min$

2. $N(t) = N_0 \exp(-t/\tau) = 0.2\,N_0$

$-t/\tau = \ln(0.2)$

$t = -\ln(0.2)\,\tau \simeq 2.32 \cdot 17.6\,min = 28.2\,min$