SAPIENZA
UNIVERSITÀ DI ROMA

Corso di Laurea in Biotecnologie Agro–Industriali
Prova scritta di Fisica - A.A. 2014-15 - 9 febbraio 2015

(1) La parete di un'abitazione che dà sull'esterno è lunga 3.2 m, alta 3.0 m e ha uno spessore di 20 cm. La potenza che dal Sole s'irradia e che è assorbita dalla parete è di 789 W. Sapendo che il calore specifico del materiale di cui è fatto il muro è $c = 1.1 \times 10^3$ J/(kg·K) e che la sua densità è di 2.4×10^3 kg/m^3, calcola la temperatura raggiunta dal muro dopo un'ora, se la temperatura iniziale è di 20.1°C.

(2) La luce di un laser è inviata su due sottili fenditure che distano $d = 6\,\mu$m l'una dall'altra. A distanza $L = 2$ m dalle fenditure è posto uno schermo sul quale si forma una figura di diffrazione tale per cui la prima frangia luminosa dista $y = 21.1$ cm dal massimo centrale. Calcola la lunghezza d'onda della luce del laser.

(3) L'energia cinetica di un elettrone di massa $m = 9.1 \times 10^{-31}$ kg e carica elettrica $q = 1.6 \times 10^{-19}$ C, che si muove perpendicolarmente a un campo magnetico uniforme di 0.2 T, è di 4×10^{-15} J. Qual è il raggio dell'orbita percorsa dall'elettrone? In quanto tempo la percorre?

(1) Come sempre conviene prima trasformare i dati per esprimerli in unità coerenti. In particolare lo spessore del muro lo scriviamo 0.2 m. Quello che succede in questa situazione è che il calore del Sole fornisce energia al muro che di conseguenza innalza la propria temperatura. L'innalzamento della temperatura ΔT dipende dall'energia assorbita ΔE, dalla sua massa m e dal calore specifico c secondo la

$$\Delta E = cm\Delta T\,.$$

L'energia assorbita è tanto maggiore quanto piú lungo è il tempo durante il quale la parete è esposta. Dalla definizione di potenza, che è l'energia per unità di tempo, ricaviamo che

$$\Delta E = P\Delta t$$

perciò

$$\Delta T = \frac{P\Delta t}{cm}\,.$$

Ci manca la massa della parete che si ricava facilmente dai dati sulla densità ρ e dal volume $V = L \times \ell \times d$:

$$\Delta T = \frac{P\Delta t}{c\rho L\ell d} = \frac{789 \times 3.6 \times 10^3}{1.1 \times 10^3 \times 2.4 \times 10^3 \times 3.2 \times 3.0 \times 0.2} \simeq 0.56\,.$$

La temperatura raggiunta dalla parete sarà quindi pari a $T = T_0 + \Delta T = 20.1 + 0.56 \simeq 20.7°$C.

(2) La differenza di cammino tra due onde luminose che si muovono in direzione θ verso lo schermo, partendo in fase dalle due fenditure, è pari a $\delta = d\sin\theta$ che per piccoli angoli si può scrivere come $\delta \simeq d\theta$. Se questa differenza è pari a un multiplo intero di una lunghezza d'onda λ si ha interferenza costruttiva. Il primo massimo si trova quindi quando

$$d\theta = \lambda\,.$$

L'angolo θ al quale si forma il massimo lo possiamo ricavare geometricamente osservando che $L\tan\theta = y$ e di nuovo per angoli piccoli $L\theta \simeq y$, perciò $\theta \simeq y/L$ e

$$d\frac{y}{L} = \lambda\,.$$

La lunghezza d'onda quindi vale

$$\lambda = 6 \times 10^{-6}\frac{0.211}{2} = 633\,\mathrm{nm}\,.$$

(3) In un campo magnetico l'elettrone subisce la Forza di Lorentz. Se si muove perpendicolarmente al campo percorre un'orbita circolare il cui raggio si può determinare considerando un sistema di riferimento in cui l'elettrone è fermo: in questo sistema di riferimento, oltre alla Forza di Lorentz $F = qvB$, dove $q = 1.6 \times 10^{-19}$ C è la carica dell'elettrone, c'è la forza (fittizia) centrifuga che vale mv^2/r. Evidentemente nel sistema considerato le forze sono uguali e opposte perciò

$$qvB = \frac{mv^2}{r}$$

e pertanto

$$r = \frac{mv}{qB}\,.$$

La velocità dell'elettrone si ricava dalla sua energia cinetica:

$$K = \frac{1}{2}mv^2$$

dunque

$$v = \sqrt{\frac{2K}{m}}\,.$$

Di conseguenza

$$r = \frac{m\sqrt{\frac{2K}{m}}}{qB} = 9.1 \times 10^{-31}\,\frac{\sqrt{8 \times 10^{-15}/9.1 \times 10^{-31}}}{1.6 \times 10^{-19} \times 0.2} \simeq 2.7 \times 10^{-3}\,\mathrm{m}\,.$$

cioè 2.7 mm. L'orbita è percorsa a velocità costante e la sua lunghezza vale $L = 2\pi r$, perciò il tempo impiegato a percorrerla è

$$T = \frac{L}{v} = \frac{2\pi r}{\sqrt{\frac{2K}{m}}} = \frac{2\pi \times 2.7 \times 10^{-3}}{\sqrt{\frac{8\times10^{-15}}{9.1\times10^{-31}}}} = 0.18 \times 10^{-9}\,\mathrm{s}\,.$$

vale a dire 0.18 ns.