

OLIMPIADI DI FISICA 2006

12 Dicembre 2005

Soluzione del QUESTIONARIO

**QUESITO n. 1. – RISPOSTA** ⇒ **A**

Per fili metallici dello stesso materiale e alla medesima temperatura la resistenza è proporzionale alla lunghezza ed inversamente proporzionale all'area della sezione:  $R = \rho \ell / s$ .

Dalla tabella si possono calcolare rapidamente i rapporti  $\ell/s$  ottenendo rispettivamente i seguenti valori, espressi in  $\text{m}^{-1}$ :

$$1 \times 10^7, 5 \times 10^6, 5 \times 10^6, 5 \times 10^5 \text{ e } 1 \times 10^6.$$

**QUESITO n. 2. – RISPOSTA** ⇒ **C**

Per la seconda legge di Keplero, nel punto P' il pianeta si muove con velocità maggiore che non nel punto P, quindi l'energia cinetica aumenta e poiché l'energia meccanica totale del pianeta si mantiene costante, l'energia potenziale deve diminuire.

**QUESITO n. 3. – RISPOSTA** ⇒ **D**

Durante la fusione di un solido cristallino la temperatura resta costante (l'alternativa A è dunque errata) e con essa resta costante il valore medio dell'energia cinetica delle molecole, che non è altro che  $(3/2)kT$  (questo esclude l'alternativa C). Se non c'è scambio di materia non c'è nemmeno variazione della massa (alternativa E errata). Il calore latente di fusione è poi una costante che dipende solo dal materiale in questione (e dalla pressione), e non varia certo durante il processo di fusione (alternativa B errata).

Durante la fusione l'energia fornita al sistema viene utilizzata per rompere i legami del reticolo cristallino. La rottura di questi legami è accompagnata da un aumento della distanza media tra le molecole e dunque dell'energia potenziale elettrostatica (alternativa D). D'altra parte, l'energia che viene fornita al sistema durante il processo di fusione va ad aumentare l'energia interna, che è la somma dell'energia cinetica e di quella potenziale. Poiché l'energia cinetica non varia, l'aumento interessa soltanto l'energia potenziale.

**QUESITO n. 4. – RISPOSTA** ⇒ **D**

Se la resistenza dell'aria è trascurabile, il moto parabolico del proiettile non dipende dalla sua massa, dal momento che l'unica forza applicata è la forza peso.

Poiché la componente orizzontale della velocità è la stessa in ogni caso, la gittata dipende solo dal tempo di volo ed è proporzionale a questo. Il tempo, a sua volta, aumenta con la componente verticale della velocità iniziale.

Formalmente si scrivono le equazioni di moto (con origine nel punto iniziale e asse  $y$  positivo verso l'alto) cercando poi l'istante per cui  $y = 0$ :

$$\begin{cases} x(t) = v_{x,0} t \\ y(t) = v_{y,0} t - 1/2 g t^2 \end{cases} \Rightarrow t = \frac{2 v_{y,0}}{g} \Rightarrow \Delta x = \frac{2 v_{x,0}}{g} v_{y,0}.$$

Si vede quindi che la gittata  $\Delta x$  è proporzionale alla componente verticale della velocità iniziale  $v_{y,0}$ .

**QUESITO n. 5. – RISPOSTA** ⇒ **A**

La differenza di potenziale fra A e D è 4.5 V e quindi nel ramo ABD, di resistenza totale  $9\ \Omega$ , circola una corrente di 0.5 A. Ne segue quindi che la caduta di potenziale ai capi del resistore da  $2\ \Omega$  è 1 V.

---

**QUESITO n. 6. – RISPOSTA** ⇒ **D**

Sia  $\rho_a$  la densità dell'aria,  $\rho_{He}$  la densità dell'elio ed  $m$  la massa del corpo sollevato. In condizioni di equilibrio, trascurando la massa dell'involucro ed applicando il principio di Archimede si ha

$$(\rho_a - \rho_{He})Vg = mg \quad \Rightarrow \quad V = \frac{m}{\rho_a - \rho_{He}} = 272\ \text{m}^3.$$

---

**QUESITO n. 7. – RISPOSTA** ⇒ **E**

La quantità di moto iniziale totale del sistema vale  $mv$  ed è diretta lungo la direzione  $x$ . Nell'urto essa si conserva e le due parti di massa  $m$  hanno – per simmetria – quantità di moto uguale in modulo con uguale componente  $x$  pari a  $mv/2$  mentre le componenti trasversali sono opposte e non nulle. Ne segue che le velocità delle due parti sono uguali fra loro e maggiori di  $v/2$ .

In termini formali basta scrivere l'equazione di conservazione della componente  $x$  della quantità di moto:

$$p_x = mv = 2mv' \cos\theta \quad \Rightarrow \quad v' = \frac{v}{2 \cos\theta} > \frac{v}{2}.$$

---

**QUESITO n. 8. – RISPOSTA** ⇒ **B**

In  $P$  giungono in fase due fronti d'onda provenienti dalle sorgenti. Essi producono interferenza costruttiva. I fenomeni di riflessione, rifrazione e diffrazione non si hanno nella situazione descritta.

---

**QUESITO n. 9. – RISPOSTA** ⇒ **A**

Sperimentalmente si verifica che per superfici estese la forza d'attrito non dipende dall'ampiezza delle superfici stesse, ma solo dal coefficiente d'attrito e dalla componente normale della forza tra le due superfici.

Nei due casi il coefficiente d'attrito è lo stesso dato che i materiali sono gli stessi e con lo stesso grado di levigatura sulle superfici A e B; anche la componente normale della forza è la stessa – in condizioni di equilibrio lungo la direzione verticale – essendo uguale in modulo alla forza peso.

---

**QUESITO n. 10. – RISPOSTA** ⇒ **E**

Il moto orizzontale della palla è indipendente da quello verticale, ed è uniforme. La componente orizzontale della velocità quindi è costante ed è semplicemente

$$v = \frac{\Delta s}{\Delta t} = \frac{(6.0\ \text{m})}{(0.65\ \text{s})} = 9.2\ \text{m s}^{-1}.$$

---

**QUESITO n. 11. – RISPOSTA** ⇒ A

Per il terzo principio della dinamica (*azione e reazione*), la forza richiesta è opposta a quella che il getto d'acqua subisce nell'urto contro la parete; questa è data dal rapporto tra la variazione (istantanea) di quantità di moto dell'acqua e l'intervallo di tempo (infinitesimo) in cui tale variazione avviene.

L'acqua che colpisce la parete in un piccolo intervallo di tempo  $\delta t$  è quella che si trova in un cilindretto di base uguale alla sezione  $A$  del getto e altezza  $v \delta t$ ; la massa d'acqua è  $\delta m = \rho A v \delta t$ , e la sua quantità di moto, prima di colpire la parete, è un vettore avente direzione e verso della velocità del getto e modulo  $\delta p = v \delta m = \rho A v^2 \delta t$ . Dopo aver colpito la parete, la quantità di moto dell'acqua nella direzione ortogonale alla parete è nulla, e nulla è pure (per simmetria) la quantità di moto complessiva nel piano della parete. La variazione di quantità di moto dell'acqua e la forza della parete sull'acqua sono quindi

$$\delta \vec{p}_{\text{fin}} - \delta \vec{p}_{\text{ini}} = -\delta \vec{p} \quad \Rightarrow \quad \vec{F} = -\delta \vec{p} / \delta t.$$

ortogonale alla parete e in senso opposto a quello del getto d'acqua.

Il modulo della forza dell'acqua sulla parete è quindi  $F = \delta p / \delta t = \rho A v^2$ .

Si noti peraltro che, tra le altre alternative, tre potevano essere scartate in base a considerazioni puramente dimensionali. Infatti l'alternativa B è misurata (nel SI) in  $\text{kg s}^{-1}$ , la D e la E in  $\text{m}^7 \text{kg}^{-1} \text{s}^{-2}$ . Solo l'alternativa C è dimensionalmente una forza, ma in essa compare la quantità  $h$  che non ha nessuna relazione con la situazione considerata.

*Nota: si osservi infine che la variazione di quantità di moto data dalla forza peso nello stesso intervallo di tempo è  $\delta m g \delta t \ll v \delta m = \delta p$  ed è quindi trascurabile.*

**QUESITO n. 12. – RISPOSTA** ⇒ D

La velocità quadratica media,  $v_{\text{qm}}$ , è legata alla temperatura assoluta dalla relazione:  $(1/2) m v_{\text{qm}}^2 = (3/2) k T$ . Da qui si ricava facilmente che, se la velocità quadratica media raddoppia, la temperatura assoluta quadruplica. Siccome, nelle condizioni date, la temperatura assoluta risulta direttamente proporzionale alla pressione, anche quest'ultima quadruplica.

**QUESITO n. 13. – RISPOSTA** ⇒ C

Se la resistenza dell'aria è trascurabile, il moto è parabolico: la velocità lungo l'asse  $y$  diminuisce linearmente con il tempo mentre la velocità lungo l'asse  $x$  rimane costante:

$$\begin{cases} v_x(t) = v_{x,0} \\ v_y(t) = v_{y,0} - gt \end{cases}$$

I grafici che rappresentano queste due relazioni sono il II e il III.

**QUESITO n. 14. – RISPOSTA** ⇒ D

La legge di Hooke – rappresentata nel grafico – esprime la relazione di proporzionalità tra la forza applicata ad una molla e l'allungamento prodotto: in modulo

$$F = k \Delta x \quad \Rightarrow \quad k = \frac{F}{\Delta x} = 50 \text{ N m}^{-1}.$$

**QUESITO n. 15. – RISPOSTA** ⇒ **A**

Il vettore campo elettrico al centro della circonferenza deve giacere nel piano di questa essendo somma di cinque vettori che giacciono in tale piano.

Con una semplice considerazione di simmetria si può dimostrare che il campo è nullo: infatti, se per assurdo esso non fosse nullo, dovremmo ammettere che per una rotazione di  $360^\circ/5 = 72^\circ$  del sistema di cariche il campo ruoti dello stesso angolo. Ma il sistema così ruotato è identico a quello iniziale e anche il campo dev'essere uguale a quello iniziale. L'unico modo perché il vettore campo elettrico rimanga lo stesso, anche se ruotato, è che esso sia nullo.

Alternativamente, sommando col metodo della *poligonale* i vettori che rappresentano il campo dato da ciascuna carica (uguali in modulo e ruotati progressivamente di  $72^\circ$  uno rispetto all'altro), si osserva che essi costituiscono i lati di un poligono chiuso (pentagono regolare), dando per risultato il vettore nullo.

---

**QUESITO n. 16. – RISPOSTA** ⇒ **B**

Poiché il moto è rettilineo uniforme, la forza (risultante della gravità, reazione vincolare normale e forza d'attrito) applicata al libro è nulla.

La forza di attrito è dunque opposta e uguale in modulo alla componente della forza di gravità lungo la rampa.

$$F_{\text{attr}} = mg \sin 30^\circ = \frac{mg}{2} = \frac{(20 \text{ N})}{2} = 10 \text{ N} \quad (\text{verso l'alto}).$$

---

**QUESITO n. 17. – RISPOSTA** ⇒ **C**

L'equazione dimensionale dell'alternativa A corrisponde alla quantità di moto, quella B al momento della quantità di moto, la C all'energia (e quindi misurata proprio in joule), l'alternativa E alla potenza mentre l'alternativa D corrisponderebbe ad una forza nell'unità di tempo.

---

**QUESITO n. 18. – RISPOSTA** ⇒ **B**

Nella prima situazione, il bilancio energetico per la particella alfa è

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

con ovvio significato dei simboli. Nella seconda situazione è

$$2eV' = \frac{1}{2}m(2v)^2 = 2mv^2.$$

Facendo il rapporto membro a membro si ottiene  $V'/V = 4$  per cui la differenza di potenziale cercata è  $V' = 4800 \text{ V}$ .

---

**QUESITO n. 19. – RISPOSTA** ⇒ **B**

Accettando che la massa di un adulto normale sia circa di  $70 \div 80 \text{ kg}$  e sapendo che la densità del corpo umano è circa uguale a quella dell'acqua ( $1000 \text{ kg m}^{-3}$ ; infatti il corpo umano galleggia a pelo d'acqua in mare o in piscina), il volume risulterebbe di  $70 \div 80$  litri, quindi l'ordine di grandezza è di 100 litri, ossia di  $100 \text{ dm}^3$  pari a  $0.1 \text{ m}^3$ .

---

**QUESITO n. 20. – RISPOSTA** ⇒ **A**

L'indice di rifrazione di una sostanza è pari al rapporto  $c/v$  tra la velocità della luce nel vuoto e quella nella sostanza in cui si propaga. La relazione tra indici di rifrazione e direzione di propagazione della luce nell'aria e nel vetro è

$$n_a \sin \theta_a = n_v \sin \theta_v \quad \text{da cui} \quad \frac{v_a}{v_v} = \frac{\sin \theta_a}{\sin \theta_v}.$$

Come noto, l'indice di rifrazione del vetro è maggiore di quello dell'acqua, per cui la velocità della luce è maggiore nell'acqua che nel vetro; per la relazione precedente, il raggio di luce si avvicina alla normale passando dall'acqua nel vetro.

Alternativamente può essere noto che il raggio nel vetro si avvicina alla normale e in questo caso si ricava a ritroso che la velocità diminuisce.

**QUESITO n. 21. – RISPOSTA** ⇒ **C**

La temperatura iniziale del ghiaccio è  $0^\circ\text{C}$ , e questo porta ad escludere le alternative B e D. La temperatura del primo componente della miscela (quello che all'inizio è sotto forma di ghiaccio) non aumenta subito, ma resta costante fino a quando tutto il ghiaccio è fuso, e questo esclude le alternative A ed E. Il grafico C descrive correttamente il fatto che la temperatura del primo componente resta uguale a  $0^\circ\text{C}$  per un po' di tempo, e che alla fine si raggiunge una temperatura di equilibrio.

Si noti che nel grafico E c'è un altro errore: i due componenti raggiungono temperature di equilibrio diverse, e questo è chiaramente impossibile.

**QUESITO n. 22. – RISPOSTA** ⇒ **D**

I massimi di intensità sonora uditi dalla persona camminando davanti agli altoparlanti corrispondono ad interferenza costruttiva delle onde sonore provenienti dagli altoparlanti.

In riferimento alla figura, in particolare, si evince che i massimi del prim'ordine sono a 10 m dal massimo centrale per cui si ha, con le approssimazioni degli angoli piccoli

$$\lambda = \frac{dy}{L} = 0.125 \text{ m}$$

dove  $d$  è la distanza tra gli altoparlanti,  $L$  è la distanza della persona dalle sorgenti e  $y$  la distanza dei massimi del prim'ordine dal massimo centrale.

**QUESITO n. 23. – RISPOSTA** ⇒ **E**

La dimensione dell'immagine è metà di quella dell'oggetto; ciò significa che il rapporto tra la distanza  $q$  dell'immagine dalla lente, e la distanza  $p$  dell'oggetto dalla lente, è  $1/2$ .

Utilizzando questa informazione e la relazione dei punti coniugati si ricava la distanza focale della lente:

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{p} + \frac{1}{q} \quad \Rightarrow \quad f = \frac{pq}{p+q} = \frac{p^2/2}{3p/2} = \frac{p}{3} = 20 \text{ cm}.$$

**QUESITO n. 24. – RISPOSTA** ⇒ **D**

La più piccola accelerazione corrisponde alla più piccola forza applicata che, tra le situazioni proposte, è quella dell'alternativa D, come si può verificare con la composizione vettoriale delle forze.

Usando il teorema di Carnot, il modulo della risultante si può scrivere come

$$R = \sqrt{F_1^2 + F_2^2 + 2F_1F_2 \cos \theta}$$

essendo  $\theta$  l'angolo tra le due forze applicate; il valore di  $R$  è minimo per  $\theta = 180^\circ$ .

**QUESITO n. 25. – RISPOSTA** ⇒ D

Il sistema dei due blocchi è accelerato con accelerazione  $a = F/(M_A + M_B)$ . La forza che spinge il blocco B in direzione normale alla superficie di contatto è dunque

$$N = M_B a = \frac{M_B}{M_A + M_B} F$$

Se il blocco B non cade, la forza di attrito è opposta e uguale in modulo alla forza peso, per cui

$$M_B g = F_a \leq \mu N = \mu \frac{M_B}{M_A + M_B} F \quad \Rightarrow \quad F \geq \frac{(M_A + M_B)g}{\mu} = \frac{(20 \text{ kg})(10 \text{ m s}^{-2})}{0.5} = 400 \text{ N}.$$

**QUESITO n. 26. – RISPOSTA** ⇒ B

In 24 ore (pari a 4 volte il tempo di dimezzamento) il radionuclide si dimezza 4 volte e quindi la quantità residua si riduce di un fattore 16.

Formalmente la legge di decadimento si esprime attraverso una funzione esponenziale decrescente con base arbitraria  $B$ :

$$m(t) = m_0 B^{-t/t^*} \quad \text{da cui si ottiene} \quad m(t^*) = \frac{m_0}{B}$$

che può essere considerata una definizione della costante  $t^*$ . Per  $B = 2$  la costante  $t^*$  è proprio il tempo di dimezzamento, per cui, posto

$$m(t) = m_0 2^{-t/t^*} \quad \text{si ha} \quad m(4t^*) = m_0 2^{-4} = \frac{24 \text{ g}}{16} = 1.5 \text{ g}.$$

**QUESITO n. 27. – RISPOSTA** ⇒ D

Si tratta di uno specchio piano poiché la distanza dell'oggetto e della sua immagine dallo specchio sono uguali. Si osserva che la relazione proposta è un segmento di retta bisettrice del quarto quadrante perché, convenzionalmente, si considera negativa la coordinata dell'immagine nello spazio virtuale.

Per gli specchi sferici (concavi o convessi) e per quelli parabolici la relazione tra i punti coniugati è, con le approssimazioni dei raggi parassiali e con la medesima convenzione sui segni,

$$\frac{1}{p} + \frac{1}{q} = \frac{1}{f} \quad \Rightarrow \quad q = \frac{fp}{p-f}$$

per cui la funzione  $q = F(p)$  non ha andamento lineare.

**QUESITO n. 28. – RISPOSTA** ⇒ D

Per la terza legge di Keplero il quadrato del periodo è proporzionale al cubo del raggio dell'orbita (o, più in generale, al cubo del semiasse maggiore dell'orbita ellittica). Dunque

$$T^2 \propto R^3 \quad \Rightarrow \quad T \propto R^{3/2}$$

Nel caso di moto circolare uniforme si arriva al risultato identificando la forza centripeta del moto con la forza di gravità (e si ricava in tal modo la terza legge di Keplero); se il centro di massa del sistema coincide con il centro del pianeta (per l'ipotesi  $M \gg m$ ) risulta

$$m\omega^2 R = \frac{GMm}{R^2} \quad \Rightarrow \quad \frac{R^3}{T^2} = \frac{GM}{4\pi^2} \quad \Rightarrow \quad T^2 = \frac{4\pi^2}{GM} R^3.$$

**QUESITO n. 29. – RISPOSTA** ⇒ **C**

Poiché il sistema è in equilibrio, la temperatura della componente costituita dalle molecole d'ossigeno è uguale a quella dell'azoto; lo stesso vale per le energie cinetiche medie che sono proporzionali alle temperature. Abbiamo pertanto:

$$\frac{1}{2} m_{(\text{O}_2)} v_{\text{qm}(\text{O}_2)}^2 = \frac{1}{2} m_{(\text{N}_2)} v_{\text{qm}(\text{N}_2)}^2 \quad \text{da cui si ricava} \quad \frac{v_{\text{qm}(\text{N}_2)}}{v_{\text{qm}(\text{O}_2)}} = \sqrt{\frac{m_{(\text{O}_2)}}{m_{(\text{N}_2)}}} = \sqrt{\frac{32 \text{ u}}{28 \text{ u}}} = \sqrt{\frac{8}{7}}.$$

**QUESITO n. 30. – RISPOSTA** ⇒ **B**

La legge oraria rappresenta la posizione  $s(t)$  dell'oggetto in funzione del tempo. Tra gli istanti considerati lo spostamento è dunque

$$\Delta s = s(t_1) - s(t_0) = 6 \text{ m} - 2 \text{ m} = 4 \text{ m}.$$

Si faccia attenzione a non confondere lo spostamento, cioè la variazione di posizione, con il cammino fatto complessivamente; questo si otterrebbe sommando *in valore assoluto* i vari tratti percorsi, ottenendo in questo caso 12 m (8 in andata e 4 in ritorno).

**QUESITO n. 31. – RISPOSTA** ⇒ **B**

Poiché il recipiente è a tenuta ermetica, la quantità di sostanza del sistema gassoso è costante. Siccome le pareti sono rigide, anche il volume risulta costante. Scrivendo l'equazione di stato dei gas perfetti nella forma:  $p = (nR/V)T$  vediamo che il termine tra parentesi al secondo membro è costante, e dunque la relazione tra pressione e temperatura assoluta risulta una proporzionalità diretta.

**QUESITO n. 32. – RISPOSTA** ⇒ **B**

La forza a cui è soggetto il protone nella regione dei campi è

$$\vec{F} = q\vec{E} + q\vec{v} \wedge \vec{B}$$

rivolta in direzione ortogonale all'asse  $z$  perché sia  $\vec{E}$  che  $\vec{v} \wedge \vec{B}$  lo sono.

Dal fatto che, con differenza di potenziale di accelerazione  $V$ , la velocità  $v$  è costantemente in direzione dell'asse  $z$  si deduce che tale forza è nulla, per cui è  $\vec{v} \wedge \vec{B} = -\vec{E}$ , cioè la forza magnetica è nella direzione del campo elettrico e in verso opposto, dunque nel verso negativo dell'asse  $x$ .

Raddoppiando la differenza di potenziale, aumenta l'energia cinetica del protone e quindi aumentano la velocità e la forza magnetica, mentre quella elettrica rimane inalterata; la forza  $\vec{F}$  risultante è allora orientata inizialmente nel verso negativo dell'asse  $x$  e il protone viene deviato di conseguenza.

**QUESITO n. 33. – RISPOSTA** ⇒ **C**

Se l'attrito può essere trascurato vale la legge di conservazione dell'energia meccanica.

$$\frac{1}{2} m v_A^2 + m g h_A = \frac{1}{2} m v_B^2 + m g h_B \quad \Rightarrow \quad v_B = \sqrt{v_A^2 + 2g(h_A - h_B)} = 22.2 \text{ m s}^{-1}.$$

**QUESITO n. 34. – RISPOSTA** ⇒ **D**

Sia  $Q$  la carica elettrica su ciascuna sfera carica. Dopo che la sfera scarica è stata posta in contatto elettrico con la prima, ciascuna porta una carica  $Q/2$ . Dopo che viene stabilito il contatto elettrico tra la sfera originariamente scarica e la seconda sfera carica, ciascuna porta una carica pari a  $(3/4)Q$ .

A parità di tutto il resto, la forza che agisce adesso tra le sfere,  $F'$ , è proporzionale al prodotto delle cariche sulle sfere. Si ha, dunque,

$$\frac{F'}{F} = \frac{(Q/2)(3Q/4)}{Q^2} = \frac{3}{8}.$$

**QUESITO n. 35. – RISPOSTA** ⇒ **C**

La legge oraria del moto uniformemente accelerato (posto  $s(0) = 0$ ) e la velocità istantanea sono date da

$$s(t) = v_0 t + \frac{1}{2} a t^2 \quad \text{con } a < 0 \quad \text{in questo caso}$$

$$v(t) = v_0 + a t$$

Poiché l'automobile si ferma, la seconda equazione dà il tempo di frenata e la prima lo spazio percorso:

$$v_0 + a t = 0 \quad \Rightarrow \quad t = -\frac{v_0}{a} \quad \Rightarrow \quad s = -\frac{1}{2} \frac{v_0^2}{a} = -\frac{1}{2} \frac{(20 \text{ m s}^{-1})^2}{(-5 \text{ m s}^{-2})} = 40 \text{ m}.$$

Alternativamente si può uguagliare il lavoro fatto dalla forza frenante alla variazione di energia cinetica

$$F s = m a s = -\frac{1}{2} m v_0^2 \quad \Rightarrow \quad s = -\frac{1}{2} \frac{v_0^2}{a}.$$

**QUESITO n. 36. – RISPOSTA** ⇒ **C**

Detta  $v$  la velocità della particella in moto e  $V$  quella finale delle due particelle unite e applicando il principio di conservazione della quantità di moto al sistema delle due particelle si ha

$$2mv = (2m + m)V \quad \Rightarrow \quad V = \frac{2}{3}v$$

Il rapporto tra l'energia cinetica finale e quella iniziale vale

$$\frac{\frac{1}{2}(3m)V^2}{\frac{1}{2}(2m)v^2} = \frac{2}{3}.$$

e di conseguenza la frazione di energia persa vale  $1/3$ .

**QUESITO n. 37. – RISPOSTA** ⇒ **B**

La frequenza di oscillazione è  $\nu = \frac{8}{2 \text{ s}} = 2 \text{ Hz}$ . Si ricava, quindi, la lunghezza d'onda  $\lambda = \frac{v}{\nu} = 0.5 \text{ m}$ .

**QUESITO n. 38. – RISPOSTA** ⇒ **B**

Poiché non ci sono cambiamenti di fase, la quantità di energia assorbita dall'acqua sotto forma di calore è semplicemente:

$$Q = cm\Delta t = c\rho V\Delta t = (4.19 \times 10^3 \text{ J kg}^{-1} \text{ K}^{-1})(1000 \text{ kg m}^{-3})(1.5 \times 10^{-3} \text{ m}^3)(29 \text{ K}) = 1.82 \times 10^5 \text{ J}$$



**QUESITO n. 39. – RISPOSTA** ⇒ B

L'energia di legame di un sistema nucleare è pari al difetto di massa moltiplicato per  $c^2$ . Usando i dati in tabella il difetto di massa fra tre protoni più tre neutroni e il nucleo di litio risulta (in unità di massa atomica)  $\Delta m = 0.0345$  u, da cui

$$U = \Delta m c^2 = 0.0345 (1.66 \times 10^{-27} \text{ kg}) (3.00 \times 10^8 \text{ m s}^{-1})^2 = 5.15 \times 10^{-12} \text{ J}.$$

---

**QUESITO n. 40. – RISPOSTA** ⇒ D

In assenza della resistenza dell'aria l'unica forza applicata al proiettile è quella di gravità. Questa determina un'accelerazione di modulo  $g$  diretta verso il basso, in ogni punto della traiettoria.