

# OLIMPIADI DI FISICA 2013

Gara di 1° Livello  
Martedì 11 Dicembre 2012

## Soluzioni

### QUESITO n. 1. – RISPOSTA ⇒ **B**

Alcune alternative possono essere subito scartate poiché chiaramente irragionevoli: 50 mg (A) è decisamente troppo poco, mentre 500 g (D) o addirittura 5 kg (E) è senz'altro troppo; può restare il dubbio tra 5 g (B) e 50 g (C).

Per scegliere quella corretta si può misurare con un righello la matita trovando che è lunga circa 18 cm e che la sua sezione ha un diametro attorno a 0.7 cm. Il volume si può quindi stimare in circa  $7 \text{ cm}^3$ . Poiché una matita galleggia sull'acqua, la sua densità media è inferiore a quella dell'acqua e dunque la sua massa è certamente minore di 7 g.

### QUESITO n. 2. – RISPOSTA ⇒ **E**

Il trasformatore funziona solo con tensioni alternate. La corrente (efficace) circolante nella lampadina, e quindi nel circuito secondario, è data da  $I = W/V$ , dove  $W$  è la potenza assorbita dalla lampadina e  $V$  è la sua tensione di alimentazione; quindi la corrente è 4 A. Siccome il trasformatore ha un rendimento del 100%, la potenza assorbita nel circuito primario del trasformatore è ancora 24 W, quindi la corrente nel circuito primario è 0.1 A. La resistenza della lampadina è data da  $R = V^2/W$ , quindi è  $1.5 \Omega$ . Il rapporto fra il numero di spire nel circuito primario e in quello secondario del trasformatore è pari al rapporto fra le rispettive tensioni, quindi è 40:1. L'alternativa errata è quindi la E.

### QUESITO n. 3. – RISPOSTA ⇒ **B**

In figura è rappresentata una fase del moto della corda quando si è stabilita l'onda stazionaria. Si vede che, nell'istante considerato, mentre il punto P sale (e con esso il punto 3), i punti 1 e 2 scendono.



### QUESITO n. 4. – RISPOSTA ⇒ **E**

Considerando l'aria come un gas perfetto, nella stanza ci sono  $n = pV/(RT) = 8.04 \times 10^3$  mol d'aria, e quindi circa  $6.43 \times 10^3$  mol d'azoto e  $1.61 \times 10^3$  mol d'ossigeno. Ricordando che la massa di un gas è pari alla quantità di sostanza (comunemente, ma impropriamente chiamata "numero di moli") per la massa molare, si ha:

$$m_N = n_N M_N = 180 \text{ kg} \quad \text{e} \quad m_O = n_O M_O = 52 \text{ kg}$$

Alternativamente, si può calcolare che nella stanza ci sono  $N = pV/(kT) = 4.84 \times 10^{27}$  molecole d'aria (dove  $k$  è la costante di Boltzmann). Avremo dunque  $N_N = 3.87 \times 10^{27}$  molecole d'azoto e  $N_O = 9.7 \times 10^{26}$  molecole d'ossigeno. La massa complessiva di ciascun gas si ottiene quindi moltiplicando il numero di molecole per la massa di una molecola (quest'ultima si ricava facilmente dalla massa molare:  $M_N = 28 \text{ u}$  e  $M_O = 32 \text{ u}$ , dove  $u$  è l'unità di massa atomica, il cui valore è riportato nella tabella delle costanti, ma la si può ricavare anche dalla massa molare dividendo per il numero di Avogadro:  $M_N = 4.65 \times 10^{-26} \text{ kg}$ ,  $M_O = 5.31 \times 10^{-26} \text{ kg}$ ).

**QUESITO n. 5. – RISPOSTA** ⇒ **B**

In questo esperimento sull'effetto fotoelettrico, il numero di elettroni emessi dipende dal numero di fotoni con frequenza superiore al valore di soglia, che incidono sul metallo. Questo numero è ovviamente direttamente proporzionale al tempo di illuminazione, e di conseguenza anche il numero di elettroni emessi cresce proporzionalmente al tempo.

**QUESITO n. 6. – RISPOSTA** ⇒ **C**

La fune è inestensibile, dunque i due blocchi percorrono le stesse distanze negli stessi intervalli di tempo, quindi in ogni istante sono uguali, in modulo, le loro velocità e di conseguenza le loro accelerazioni. Detto  $a$  il modulo comune dell'accelerazione, si ha

$$F_1 = m_1 a \quad e \quad F_2 = m_2 a \quad \Rightarrow \quad \frac{F_1}{F_2} = \frac{m_1}{m_2} = \frac{3}{7}$$

**QUESITO n. 7. – RISPOSTA** ⇒ **B**

La forza che una particella carica subisce all'interno di un campo magnetico è  $\vec{F} = q\vec{v} \times \vec{B}$ , il cui modulo è  $F = |qvB \sin \vartheta|$ , dove  $\vartheta$  è l'angolo tra  $\vec{v}$  e  $\vec{B}$ . Nel nostro caso  $\vartheta = 90^\circ$ , quindi  $F = |q|vB$ . Di conseguenza:

$$|q| = F/(vB) = 3.2 \times 10^{-19} \text{ C} = 2e \quad \text{avendo indicato con } e \text{ la carica elementare.}$$

Si tratta dunque di una particella  $\alpha$ , l'unica, tra quelle date, ad avere una tale carica; infatti l'elettrone e il protone (ovvero un nucleo di idrogeno) hanno una carica di modulo  $e$ , il neutrone ha carica nulla e un atomo ionizzato tre volte ha una carica  $3e$ .

**QUESITO n. 8. – RISPOSTA** ⇒ **A**

La bilancia a molla sfrutta, per il suo funzionamento, la misura della forza che comprime la molla: i valori di forza sono cioè "convertiti" in valori di massa usando, come regola di conversione, la formula  $m = F/g$ . In altre parole, la bilancia segna 1 kg quando la forza elastica è 9.81 N. Di conseguenza dire che la bilancia indica un valore maggiore della massa reale della ragazza equivale a dire che registra una forza maggiore del peso della ragazza, cioè della forza gravitazionale con cui la Terra attira la ragazza. Poiché le forze che agiscono sulla ragazza sono il peso e la forza normale (o elastica) esercitata dalla bilancia, quando quest'ultima è maggiore (in modulo) del peso la ragazza accelera verso l'alto (insieme all'ascensore, ovviamente). Le alternative B ed E sono errate perché corrispondono ad una situazione in cui l'accelerazione è nulla, quelle C e D sono errate perché in queste situazioni l'accelerazione è diretta verso il basso (ricordiamo che quando velocità e accelerazione hanno verso opposto il corpo rallenta, quando hanno lo stesso verso il modulo della velocità aumenta). Nel caso A l'accelerazione è verso l'alto, e questa potrebbe essere la causa dell'"errata" indicazione della bilancia. Notiamo che lo stesso effetto si avrebbe in una situazione in cui l'ascensore si muovesse verso il basso, rallentando.

**QUESITO n. 9. – RISPOSTA** ⇒ **D**

Il tratto di circuito costituito dal voltmetro e dal resistore ai cui capi esso è collegato ha una resistenza equivalente di  $500 \Omega$ , che risulta un terzo della resistenza complessiva del circuito. Di conseguenza la differenza di potenziale ai capi del voltmetro sarà un terzo della differenza di potenziale totale fornita dalla batteria.

In modo più formale la resistenza equivalente del circuito è  $R^* = R + (R \parallel R_V)$ , dove  $R$  è la resistenza dei due resistori ed  $R_V$  quella del voltmetro, uguale ad  $R$  in questo caso. Usando le relazioni delle resistenze in serie e in parallelo si ha quindi

$$R^* = R + \frac{R R_V}{R + R_V} = R + \frac{R}{2} = \frac{3}{2} R \quad \text{La corrente e la d.d.p. ai capi del voltmetro saranno quindi}$$

$$I = \frac{V}{R^*} \quad e \quad V_V = \frac{R}{2} I = \frac{R/2}{R^*} V = \frac{R/2}{3R/2} V = \frac{V}{3}$$

**QUESITO n. 10. – RISPOSTA** ⇒ **C**

Se si indica con  $P$  la potenza prodotta dal metabolismo, l'energia  $E$  che il corpo deve smaltire è data da  $E = P\Delta t$ , dove  $\Delta t$  è l'intervallo di tempo. La massa di sudore vaporizzata in un'ora è data quindi da  $m = E/L$ , da cui segue che il volume richiesto è  $V = E/\rho L = 193 \text{ cm}^3$ , dove  $\rho$  è la densità del sudore che, nella stima richiesta, può essere presa uguale a quella dell'acqua.

**QUESITO n. 11. – RISPOSTA** ⇒ **E**

Poiché il blocco scivola, la forza d'attrito  $\vec{F}_a$  esercitata dal piano sul blocco è di tipo dinamico e quindi il suo modulo vale  $F_a = \mu_d N$  dove  $\mu_d$  è il coefficiente d'attrito dinamico ed  $N$  è il modulo della forza normale.

Poiché lungo la verticale c'è equilibrio,  $N = P + F_2$ , dove  $P$  è il modulo del peso del blocco.

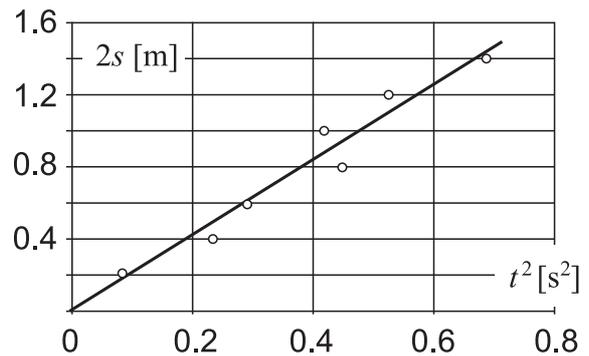
Sostituendo i valori si ottiene, con la precisione indicata,  $F_a = 7 \text{ N}$ .

(Si noti che da questo si può dedurre che il blocco sta accelerando verso destra.)

**QUESITO n. 12. – RISPOSTA** ⇒ **C**

La pallina scende con accelerazione costante; poiché parte da ferma, la sua legge oraria è data da  $s(t) = \frac{1}{2} at^2$ . L'accelerazione si può quindi ricavare da una qualunque coppia di valori  $(s, t)$  come  $a = 2s/t^2$ , ma date le elevate incertezze statistiche, è opportuno calcolare  $a$  con diverse coppie e fare una media dei valori ottenuti. Prendendo ad esempio le sette coppie consecutive, si ottiene  $a = 2.095 \text{ m s}^{-2} \approx 2.1 \text{ m s}^{-2}$ .

Un metodo alternativo può essere quello di fare un grafico (a fianco), mettendo in ascisse  $t^2$  e in ordinate  $2s$  (tutti a partire dall'istante e dalla posizione iniziali), e tracciando (anche ad occhio, per risolvere il quesito è più che sufficiente) una retta, passante per l'origine, che si avvicini il più possibile ai punti sperimentali che si ottengono. La pendenza di questa retta rappresenta l'accelerazione richiesta.

**QUESITO n. 13. – RISPOSTA** ⇒ **A**

Nel passaggio di un'onda da un mezzo ad un altro, cambia la velocità ma non la frequenza, e di conseguenza cambia la lunghezza d'onda. Per la luce, la velocità in un mezzo è  $v = c/n$ , dove  $n$  è l'indice di rifrazione del mezzo. Nell'aria, con ottima approssimazione,  $v = c$  e di conseguenza  $n = 1$ ; nel vetro in esame,  $v = 2.0 \times 10^8 \text{ m s}^{-1}$  e  $\lambda = v/f = 4.0 \times 10^{-7} \text{ m}$ .

Si poteva ragionare anche per esclusione: le alternative B, C ed E sono errate perché non tengono conto del cambiamento della velocità, la B e la D perché non tengono conto del cambiamento della lunghezza d'onda, la D e la E perché prevedono un cambiamento della frequenza.

**QUESITO n. 14. – RISPOSTA** ⇒ **C**

La forza che un campo magnetico  $\vec{B}$  applica ad un filo rettilineo di lunghezza  $L$  percorso dalla corrente elettrica  $I$  è data da  $\vec{F} = I\vec{L} \times \vec{B}$  dove  $\vec{L}$  è un vettore parallelo al filo, il cui modulo è pari alla lunghezza del filo ed il cui verso definisce il verso positivo della corrente elettrica, cioè il verso della corrente reale se  $I > 0$ . Il campo magnetico uniforme è diretto dal polo Nord a quello Sud. Da qui discende che la forza magnetica sul filo in figura lo spinge verso il punto C.

**QUESITO n. 15. – RISPOSTA** ⇒ B

Quando si avvicina la bacchetta di vetro carica positivamente, gli elettroni liberi dentro il metallo vengono attirati verso la bacchetta e quindi tendono a spostarsi dalle foglioline verso il pomello che è più vicino alla bacchetta. Pertanto, nella situazione di equilibrio (che si raggiungerà quando tutta la parte metallica – pomello, asta, foglioline – dell'elettroscopio è tornata allo stesso potenziale), la carica elettrica positiva del pomello risulta ridotta, mentre aumenta l'eccesso di cariche positive sulle foglioline, che di conseguenza si allontanano ulteriormente.

**QUESITO n. 16. – RISPOSTA** ⇒ B

Si tratta della classica esperienza d'interferenza di Young in cui la separazione dei massimi, per piccoli angoli, vale

$$\delta \approx \lambda D/a \quad \text{dove } D \text{ è la distanza dello schermo dalle fenditure, ed } a \text{ la distanza tra le fenditure.}$$

La lunghezza d'onda della luce è quindi  $\lambda = \delta a/D = 0.68 \mu\text{m}$

**QUESITO n. 17. – RISPOSTA** ⇒ B

Dalla terza legge di Keplero  $a^3/T^2 = \text{cost}$  (dove  $a$  è il semiasse dell'orbita, che qui coincide con il raggio dell'orbita circolare, e  $T$  il periodo) si deduce che  $a(T)$  è una funzione crescente; ne segue che il satellite più vicino alla Terra è quello di periodo minore.

*Si noti che, nell'approssimazione in cui la massa del satellite è molto minore di quella della Terra, per cui un riferimento geocentrico può ritenersi inerziale, il moto del satellite non dipende dalla sua massa.*

**QUESITO n. 18. – RISPOSTA** ⇒ E

Le forze che agiscono sui due carrelli sono dovute al fatto che essi sono in contatto tramite la molla; venendo meno il contatto esse si annullano insieme: questo esclude la prima alternativa.

Per la terza legge della dinamica la forza che A esercita su B ha la stessa intensità di quella che B esercita su A, il che esclude la seconda alternativa.

Di conseguenza, anche l'impulso (che è dato dal prodotto della forza per l'intervallo di tempo) è uguale. Nel nostro caso la forza non è costante, ma in ogni istante  $F_{AB} = F_{BA}$ , e la conclusione rimane valida. Questo esclude la terza alternativa.

Per la conservazione della quantità di moto, i due carrelli acquistano la stessa (in modulo) quantità di moto. A parità di quantità di moto, l'energia cinetica è inversamente proporzionale alla massa, il che esclude la quarta alternativa.

A parità di forza risultante, l'accelerazione è inversamente proporzionale alla massa per la seconda legge della dinamica, quindi la quinta alternativa è quella corretta.

**QUESITO n. 19. – RISPOSTA** ⇒ C

Si osserva innanzitutto che siccome gli archi sono uguali, le forze pure e le frecce anche, il modulo della velocità iniziale,  $v_0$  è lo stesso per le due frecce.

Il tempo di volo è il doppio del tempo impiegato per raggiungere il punto più alto della traiettoria nel quale la componente verticale della velocità,  $v_y$ , si annulla sotto l'azione della gravità; questo tempo è proporzionale a  $v_{0y}$ , e quindi – a parità di  $v_0$  – al seno dell'angolo  $\alpha$  della direzione di lancio con il piano orizzontale, per cui risulta minore per la freccia lanciata a  $45^\circ$ . La distanza percorsa in direzione orizzontale è proporzionale al prodotto del tempo di volo per la componente orizzontale  $v_x$  della velocità, quindi è proporzionale al prodotto  $\sin \alpha \cos \alpha = \frac{1}{2} \sin 2\alpha$  che è massimo per  $\alpha = 45^\circ$ .

**QUESITO n. 20. – RISPOSTA** ⇒ **A**

Una lente divergente produce un'immagine virtuale più vicina alla lente dell'oggetto. Lo stesso fa una lastra di vetro a facce piane e parallele, anche se in questo caso la distanza tra l'oggetto e l'immagine è molto piccola. Uno specchio concavo può produrre un'immagine più lontana dell'oggetto e ingrandita – le due cose sono legate – ma in questo caso si tratta di un'immagine capovolta e non dritta come quella mostrata. Uno specchio convesso produce un'immagine virtuale dal lato opposto. Una lente convergente, invece, a seconda della distanza a cui si trova l'oggetto, può produrre un'immagine reale dal lato opposto all'oggetto oppure un'immagine virtuale, dritta, dallo stesso lato, a distanza maggiore dell'oggetto. Quest'ultimo è il caso che qui si presenta.

**QUESITO n. 21. – RISPOSTA** ⇒ **D**

Il rendimento  $\eta$  dello scaldacqua è dato dal rapporto tra il calore assorbito dall'acqua e quello fornito dal gas bruciato. Il calore assorbito dall'acqua è  $Q_a = cm \Delta T$  dove  $c$  è il calore specifico dell'acqua,  $m$  la sua massa e  $\Delta T$  la variazione di temperatura. La massa è  $m = \rho V_a$  dove  $\rho$  e  $V_a$  sono rispettivamente la densità e il volume dell'acqua. Il calore fornito dal gas è dato da  $Q_f = qV_g$  dove  $q$  è il potere calorico del gas e  $V_g$  il volume del gas bruciato. Si ha quindi:

$$\eta = \frac{Q_a}{Q_f} = \frac{cm \Delta T}{qV_g} = \frac{c \rho V_a \Delta T}{qV_g} = 0.77$$

**QUESITO n. 22. – RISPOSTA** ⇒ **E**

Le uniche forze esterne che agiscono sulla pattinatrice sono il peso e la forza normale esercitata dal ghiaccio. Entrambe, rispetto all'asse di rotazione, hanno momento nullo. È per questo motivo che il momento angolare della pattinatrice si conserva; quando lei avvicina le braccia al busto, il suo momento d'inerzia diminuisce, e di conseguenza aumenta la sua velocità angolare (ricordiamo che il modulo del momento angolare,  $L$ , in una rotazione con asse fisso, è uguale al prodotto del momento d'inerzia,  $I$ , per il modulo della velocità angolare,  $\omega$ :  $L = I\omega$ ).

**QUESITO n. 23. – RISPOSTA** ⇒ **C**

Notiamo preliminarmente che lungo la direzione verticale c'è equilibrio, quindi ci limitiamo a considerare solo le forze orizzontali. Non essendoci attrito, la forza risultante sul primo blocco è la tensione della fune. Poiché la fune è di massa trascurabile, esercita la stessa tensione  $T$  sui due blocchi e poiché è inestensibile, i due blocchi hanno la stessa accelerazione  $a$ .

Applicando la seconda legge della dinamica al primo blocco, si ha  $T = m_1 a = 5.4 \text{ N}$ .

**QUESITO n. 24. – RISPOSTA** ⇒ **B**

La fusione e l'ebollizione avvengono a temperatura costante e dunque, sul grafico corrispondono ai tratti orizzontali. Ovviamente la fusione è quella che avviene a temperatura più bassa (MN). I due istanti citati nel testo sono quindi quelli indicati con M e P nel grafico. La durata del riscaldamento da considerare è quindi di 25 min per cui il calore assorbito, ad un tasso di  $41.9 \text{ kJ min}^{-1}$ , è di circa 1050 kJ, il che corrisponde ad una quantità di calore pari a 210 kJ per ogni chilogrammo del corpo.

**QUESITO n. 25. – RISPOSTA** ⇒ **C**

La forza d'attrito statico tra pneumatici e asfalto,  $\vec{A}$ , deve fornire la necessaria accelerazione centripeta,  $v^2/R$ , che mantenga l'automobile lungo la pista circolare:  $A = mv^2/R$ , dove  $m$  è la massa dell'automobile.

D'altra parte, il suo modulo dev'essere minore del limite massimo  $A_{\max} = \mu N$  dove  $N$  è la forza normale esercitata dalla strada. Poiché non consideriamo effetti aerodinamici,  $N$  equilibra il peso:  $N = mg$ . La condizione che deve essere soddisfatta perché la macchina non sbandi è quindi

$$mv^2/R < \mu mg \quad \text{da cui} \quad \mu > \frac{v^2}{gR} \quad \Rightarrow \quad \mu_{\min} = 0.78$$

**QUESITO n. 26.** – RISPOSTA  $\Rightarrow$  C

Se si immagina di affiancare alla prima lastra un'altra identica (il che equivale a raddoppiare lo spessore della lastra), il tasso di conteggi si dimezzerà ulteriormente arrivando a  $250 \text{ s}^{-1}$ . Una terza lastra identica dimezzerà ancora il tasso portandolo a  $125 \text{ s}^{-1}$ .

In termini formali questo corrisponde ad una relazione di tipo esponenziale tra il tasso di conteggi  $T$  e lo spessore della lastra  $s$ :

$$T(s) = T_0 \times 2^{-s/s_d} \quad \text{dove } T_0 = 1000 \text{ s}^{-1} \text{ è il tasso senza lastra ed } s_d = 20 \text{ mm lo spessore che dimezza il tasso.}$$

Da qui, conoscendo il tasso  $T$ , si ricava lo spessore necessario:  $s = s_d \log_2(T_0/T)$

**QUESITO n. 27.** – RISPOSTA  $\Rightarrow$  C

Poiché il recipiente è rigido, il gas espandendosi non compie lavoro sull'esterno, e non scambia calore con l'esterno dato che il recipiente è isolato termicamente. Pertanto, per il primo principio della termodinamica, l'energia interna del gas rimane costante, e poiché il gas è perfetto questo implica che la temperatura non cambia. Di conseguenza, visto che il volume occupato dal gas aumenta, per l'equazione di stato, la sua pressione diminuisce.

**QUESITO n. 28.** – RISPOSTA  $\Rightarrow$  A

Al termine del volo, le componenti della velocità sono le seguenti: componente orizzontale  $v_x = 8 \text{ m s}^{-1}$ ; componente verticale  $v_y = -6 \text{ m s}^{-1}$ . La velocità è  $v = \sqrt{v_x^2 + v_y^2} = 10 \text{ m s}^{-1}$

**QUESITO n. 29.** – RISPOSTA  $\Rightarrow$  D

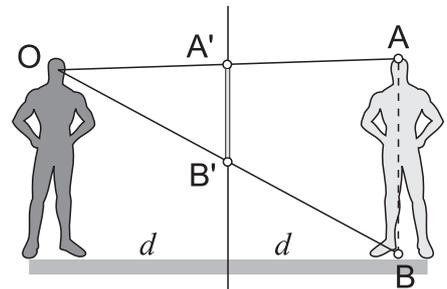
Nel SI l'unità di misura dell'energia, del lavoro e del calore è il joule, quella della potenza il watt, mentre la quantità di moto e l'impulso si esprimono in newton  $\times$  secondo.

**QUESITO n. 30.** – RISPOSTA  $\Rightarrow$  D

Il ragazzo, guardando la sua immagine (virtuale), che si forma a distanza  $d$  dietro lo specchio ed ha la sua stessa altezza, vede gli estremi di questa (A e B) nei punti A' e B' sulla superficie dello specchio. Dalla similitudine dei triangoli OAB e OA'B', si ricava subito che la distanza A'B' è metà dell'altezza dell'immagine, cioè metà dell'altezza  $h$  del ragazzo.

È dunque sufficiente che lo specchio abbia altezza  $h/2$ .

*Nota: la dimostrazione presuppone che tutti i punti dell'oggetto e dell'immagine siano su piani paralleli a quello dello specchio, condizione approssimativamente soddisfatta nel caso in esame.*

**QUESITO n. 31.** – RISPOSTA  $\Rightarrow$  A

Per la conservazione della quantità di moto si può scrivere, indicando con  $v_f$  la velocità dei due dischi dopo l'urto,

$$Mv - 2M\frac{v}{2} = 3Mv_f = 0 \quad \text{da cui } v_f = 0.$$

**QUESITO n. 32. – RISPOSTA** ⇒ D

Per un campo uniforme,  $V = Ed$ , dove  $E$  è il modulo del campo elettrico, e  $d$  è la distanza, misurata parallelamente al campo, tra i punti tra i quali sussiste la differenza di potenziale  $V$ .

Effettuando il calcolo si ha:  $V = 2.0 \times 10^7 \text{ V}$ .

**QUESITO n. 33. – RISPOSTA** ⇒ D

Poiché lungo la direzione verticale c'è equilibrio, la forza risultante su ciascun blocco è la forza  $\vec{F}$ . Il teorema dell'impulso ci dice che l'impulso totale è uguale alla variazione della quantità di moto:

$\vec{F}\Delta t = \Delta\vec{p} = \vec{p}$  (nell'ultima uguaglianza abbiamo tenuto conto del fatto che i blocchi sono inizialmente fermi).

Poiché la forza è la stessa e agisce per lo stesso tempo, se ne deduce che i due blocchi avranno, alla fine, la stessa quantità di moto. L'energia cinetica  $K$  è legata alla quantità di moto dalla relazione:

$$K = \frac{p^2}{2m}$$

A parità di quantità di moto, l'energia cinetica è dunque inversamente proporzionale alla massa. Di conseguenza:

$$\frac{K_2}{K_1} = \frac{M_1}{M_2} = 0.5$$

Soluzione alternativa: al tempo  $t$  la velocità e l'energia cinetica di ogni blocco si scrivono come

$$v(t) = at = \frac{F}{m}t; \quad K(t) = \frac{1}{2}mv^2(t) = \frac{1}{2}m\frac{F^2 t^2}{m^2}$$

A parità di  $F$  e  $t$  si trova la stessa espressione.

**QUESITO n. 34. – RISPOSTA** ⇒ B

Si tratta in entrambi i casi di un moto rettilineo uniformemente accelerato con accelerazioni  $g_T$  e  $g_X$  e velocità iniziale  $v_0$ . La velocità è data dalla formula  $v = v_0 - g_T t$ , per cui il tempo d'arresto sulla Terra è dato da  $t = v_0/g_T$  che sostituito nell'analoga equazione per il moto sul pianeta X fornisce

$$v_X = v_0 - g_X \frac{v_0}{g_T} \quad \text{ove } v_X \text{ è la velocità della palla sul pianeta X dopo il tempo } t.$$

$$\text{Da qui si ottiene} \quad \frac{g_X}{g_T} = 1 - \frac{v_X}{v_0} = 0.38.$$

Più rapidamente, dette  $\Delta v_T = -50 \text{ m s}^{-1}$  e  $\Delta v_X = -19 \text{ m s}^{-1}$  le variazioni di velocità sui due pianeti, poiché  $g = \Delta v/\Delta t$  e l'intervallo di tempo è lo stesso, abbiamo

$$\frac{g_X}{g_T} = \frac{\Delta v_X}{\Delta v_T} = 0.38$$

**QUESITO n. 35. – RISPOSTA** ⇒ C

Dalla traiettoria seguita dall'elettrone si deduce che la forza  $\vec{F} = q\vec{E}$  che esso subisce è nel piano del foglio, dal basso verso l'alto. Di conseguenza, poiché l'elettrone ha una carica negativa, il campo elettrico ha verso opposto, cioè dal punto 3 al punto 4.

**QUESITO n. 36. – RISPOSTA** ⇒ C

In un grafico  $v(t)$ , lo spazio percorso è dato dall'area compresa tra la curva e l'asse dei tempi nell'intervallo considerato. In questo caso si tratta di due trapezi: il primo di "area" 100 m, il secondo di "area" 175 m.

In alternativa si può osservare che nell'intervallo tra 10 s e 15 s il moto è uniformemente accelerato con accelerazione  $a = 4 \text{ m s}^{-2}$ , mentre nell'intervallo tra 15 s e 20 s l'accelerazione è  $a = 2 \text{ m s}^{-2}$ ; ricordando che nel moto rettilineo uniformemente accelerato  $\Delta s = v_i \Delta t + \frac{1}{2} a (\Delta t)^2$  (dove  $v_i$  è la velocità iniziale nell'intervallo  $\Delta t$ ) e osservando che nel primo intervallo  $v_i = 10 \text{ m s}^{-1}$  e nel secondo  $v_i = 30 \text{ m s}^{-1}$ , mentre  $\Delta t = 5 \text{ s}$  in entrambi i casi, si perviene allo stesso risultato trovato col *metodo grafico*.

**QUESITO n. 37. – RISPOSTA** ⇒ **B**

Dalla legge oraria del moto uniformemente accelerato

$$x(t) = x_0 + v_0 t + \frac{1}{2} a t^2 \quad \Rightarrow \quad \Delta x = x(t) - x_0 = v_0 t + \frac{1}{2} a t^2$$

si può ricavare il tempo necessario a percorrere il tratto  $\Delta x$  e da questo la velocità finale. La radice accettabile è quella positiva per cui

$$a t^2 + 2 v_0 t - 2 \Delta x = 0 \quad \Rightarrow \quad t = \left( \sqrt{v_0^2 + 2 a \Delta x} - v_0 \right) / a \quad \Rightarrow \quad v(t) = v_0 + a t = \sqrt{v_0^2 + 2 a \Delta x} = 7 \text{ m s}^{-1}$$

Più semplicemente, usando il teorema dell'energia cinetica, per una forza  $F$  costante che agisce nella direzione del moto per un tratto  $\Delta x$ , detta  $K$  l'energia cinetica, si ha

$$K_f = K_i + F \Delta x \quad \Rightarrow \quad v_f^2 = v_i^2 + 2 a \Delta x$$

per cui la velocità finale risulta, come prima,  $v = \sqrt{v_0^2 + 2 a \Delta x}$

**QUESITO n. 38. – RISPOSTA** ⇒ **B**

Indichiamo con  $T_f$  e  $T_c$  le temperature iniziali rispettivamente dell'acqua fredda (e del calorimetro) e di quella calda e con  $m_f$  e  $m_c$  le rispettive masse d'acqua.

All'equilibrio il calore assorbito dal calorimetro e dall'acqua in esso contenuta deve essere uguale a quello ceduto dall'acqua calda e quindi:  $C(T_e - T_f) + c m_f(T_e - T_f) = c m_c(T_c - T_e)$  dove  $C$  è la capacità termica del calorimetro,  $c$  il calore specifico dell'acqua e  $T_e$  la temperatura di equilibrio.

$$\text{Risolvendo si ottiene:} \quad T_e = \frac{(C + c m_f) T_f + c m_c T_c}{C + c m_f + c m_c} = 48.9^\circ \text{C}$$

**QUESITO n. 39. – RISPOSTA** ⇒ **B**

La componente verticale della velocità,  $v_y$ , ha inizialmente il valore  $v_{0y} = v_0 \sin \theta$  e varia secondo la legge  $v_y = v_{0y} - g t$ . Il sasso raggiunge la massima altezza quando  $v_y = 0$ , dunque all'istante  $t_1 = v_{0y}/g$ . L'altezza a cui si trova il sasso varia nel tempo secondo la legge:

$$h = v_{0y} t - \frac{1}{2} g t^2. \quad \text{All'istante } t_1 \text{ il sasso sarà dunque all'altezza } h = \frac{v_0^2 \sin^2 \theta}{2g} = 1.7 \text{ m}$$

**QUESITO n. 40. – RISPOSTA** ⇒ **B**

La propagazione del raggio  $R$  e in particolare gli angoli di incidenza e rifrazione determinano il valore dell'indice di rifrazione del plexiglas:

$$n = \frac{\sin r}{\sin i} \quad \text{Dalla figura } i \approx 27^\circ \text{ ed } r \approx 43^\circ \text{ per cui } n \approx 1.5$$

L'angolo limite è quello per cui l'angolo di rifrazione è  $90^\circ$ , ovvero  $\alpha_{\text{Lim}} = \arcsen(1/n) \approx 42^\circ$ .

*Materiale elaborato dal Gruppo*

	<p><b>PROGETTO OLIMPIADI</b>  <i>Segreteria Olimpiadi Italiane della Fisica</i>  e-mail: <a href="mailto:segreteria@olifis.it">segreteria@olifis.it</a> - Tel. 0732 1966045  WEB: <a href="http://www.olifis.it">www.olifis.it</a></p>
---	--

**NOTA BENE**

È possibile utilizzare, riprodurre, distribuire, comunicare al pubblico questo materiale alle due seguenti condizioni: citare la fonte; non usare il materiale, nemmeno parzialmente, per fini commerciali.