

**QUESITO n. 1. – RISPOSTA ⇒ C**

Identificando la posizione iniziale del bambino con l'origine di un sistema di coordinate  $(x, y)$  con la direzione positiva dell'asse  $y$  rivolta verso il Nord, gli spostamenti successivi hanno componenti (tutte espresse in metri):  $(0; 5)$ ,  $(4; 0)$  e  $(\sqrt{2}; -\sqrt{2})$ : il punto finale del tragitto è quindi  $(4 + \sqrt{2}; 5 - \sqrt{2}) = (5.4; 3.6)$ . La distanza tra i punti iniziale e finale è data dal teorema di Pitagora

$$d = \sqrt{(5.4 \text{ m})^2 + (3.6 \text{ m})^2} = 6.5 \text{ m}.$$

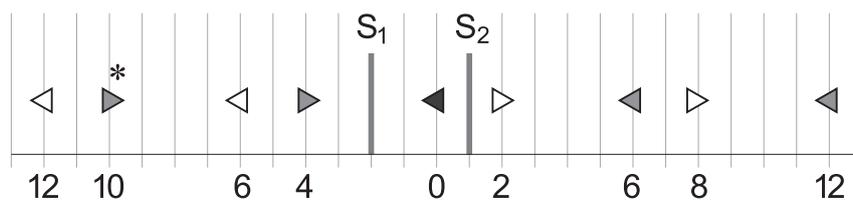
**QUESITO n. 2. – RISPOSTA ⇒ A**

Durante la trasformazione adiabatica reversibile non si ha variazione di entropia pertanto le opzioni B e D sono errate. Durante la trasformazione isoterma la temperatura è costante, quindi l'opzione C è errata.

Va escluso anche il grafico E poiché  $T_Y > T_X$ , quindi la risposta corretta è la A.

In altre parole, nella compressione adiabatica reversibile  $S$  è costante e  $T$  aumenta; nell'espansione isoterma  $T$  è costante e  $S$  aumenta, in quanto c'è un flusso di calore entrante. Il grafico che descrive correttamente le trasformazioni è quindi A.

**QUESITO n. 3. – RISPOSTA ⇒ E**



In figura è mostrato schematicamente lo studente (triangolo nero) che guarda verso lo specchio a sinistra: la prima immagine data da questo specchio, e quelle ottenute di conseguenza per riflessione da parte dei due specchi (in grigio), mostrano tutte il volto dello studente; la prima immagine data dallo specchio a destra e le successive (in bianco) mostrano la nuca. I numeri sotto il diagramma mostrano le distanze in metri dallo studente.

Come si vede, l'immagine richiesta – segnata da un asterisco – si trova a 10 m di distanza dallo studente.

Più formalmente, limitandoci alla prima serie di immagini, detta  $d$  la distanza tra lo studente e  $S_1$ , e  $D$  la distanza tra gli specchi, la prima immagine che mostra il suo volto si forma in posizione simmetrica rispetto allo specchio, dunque a distanza  $d$  da  $S_1$ . Questa immagine dista  $d + D$  dallo specchio di destra, e costituisce la sorgente della prima immagine che si forma dietro  $S_2$  a una distanza  $d + D$  a destra di  $S_2$ ; questa dista  $d + 2D$  da  $S_1$  e costituisce la sorgente per la seconda immagine formata da  $S_1$ , che si forma quindi a una distanza  $d + 2D$  a sinistra di  $S_1$ .

La distanza tra lo studente e questa seconda immagine del suo volto è quindi  $2d + 2D = 10 \text{ m}$ .

**QUESITO n. 4. – RISPOSTA** ⇒ **B**

L'esperimento di Millikan condotto nel 1909, consentì di misurare la carica dell'elettrone mediante lo studio del moto di gocce nebulizzate ed elettricamente cariche all'interno di un apposito apparato; al tempo stesso permise di dimostrare il fenomeno di quantizzazione delle cariche elettriche.

Dalle misure fatte dallo studente si desume che la carica delle gocce è un multiplo intero di  $3.2 \times 10^{-19}$  C, pertanto la carica dell'elettrone può assumere al massimo questo valore.

**QUESITO n. 5. – RISPOSTA** ⇒ **C**

Nell'interazione tra due corpi la forza che il primo esercita sul secondo è uguale in modulo e in verso opposto alla forza che il secondo esercita sul primo: si tratta del terzo principio della meccanica, detto di "azione e reazione".

Nel caso in esame la forza è quella gravitazionale

$$\vec{F}_{1,2} = -G \frac{M_1 M_2}{r_{1,2}^2} \hat{r}_{1,2} \quad \text{con ovvio significato dei simboli.}$$

la cui forma simmetrica nello scambio degli indici contiene implicitamente il terzo principio.

**QUESITO n. 6. – RISPOSTA** ⇒ **C**

Indicando con  $F_a$  il modulo della forza d'attrito, opposta al moto, deve essere

$$F - F_a = Ma \quad \Rightarrow \quad F_a = F - Ma.$$

Ne segue che il coefficiente d'attrito dinamico è

$$\mu_d = \frac{F_a}{F_N} = \frac{F - Ma}{Mg} = 0.25,$$

dove  $F_N$  è la forza normale che, in questo caso, coincide in modulo con la forza peso.

**QUESITO n. 7. – RISPOSTA** ⇒ **B**

Poiché tutte le resistenze sono collegate direttamente al generatore, la corrente che scorre in ciascuna di esse è indipendente dalle altre; le 4 correnti valgono quindi  $I_k = V/R_k$  con  $k = 1, 2, 3, 4$ .

La corrente misurata dall'amperometro è data quindi da

$$I = I_3 + I_4 = \frac{V}{R_3} + \frac{V}{R_4} = V \frac{R_3 + R_4}{R_3 R_4} = 1.0 \text{ A.}$$

**QUESITO n. 8. – RISPOSTA** ⇒ **C**

La lunghezza d'onda non cambia dato che, essendo il mezzo omogeneo, essa dipende unicamente dalla sorgente e non dalla posizione del rivelatore. L'illuminamento  $E_v$ , invece, si riduce a un quarto, secondo la legge dell'inverso del quadrato della distanza dalla sorgente: in formula, per una sorgente puntiforme,

$$E_v(r) = \frac{\Phi}{r^2}, \quad \text{dove } \Phi \text{ è il flusso luminoso ed } r \text{ la distanza.}$$

**QUESITO n. 9. – RISPOSTA** ⇒ **D**

Uno specchio convesso fa vedere gli oggetti più piccoli (alternativa A errata), dritti (alternativa B errata) e produce un'immagine virtuale (alternativa C errata). Come tutti gli specchi non inverte la destra con la sinistra ma semmai inverte il davanti con il dietro (alternativa E errata); per esclusione resta l'alternativa D che è anche la spiegazione più ragionevole: lo specchio serve a controllare la più grande area possibile.

**QUESITO n. 10. – RISPOSTA** ⇒ D

Il tipo di interferenza dipende dalla differenza di percorso  $\Delta L$  delle due onde. Si ha interferenza distruttiva quando le due onde arrivano nel punto P in opposizione di fase, ossia quando la differenza dei percorsi è un multiplo dispari di mezza lunghezza d'onda.

**QUESITO n. 11. – RISPOSTA** ⇒ B

Si può stimare che una moneta da 1 € abbia una massa di circa 10 g e uno spessore di 2 mm e che l'altezza  $H$  della torre di Pisa sia di circa 50 m. Servono  $N = H/h$  monete da 1 € che quindi hanno una massa complessiva

$$M = Nm = \frac{Hm}{h} = 250 \text{ kg}.$$

L'alternativa più vicina è quindi la B.

Più esattamente, una moneta da 1 € ha uno spessore  $h = 2.33$  mm e una massa  $m = 7.5$  g (\*); l'altezza  $H$  della torre di Pisa è circa 57 m. Il calcolo più preciso darebbe quindi

$$M = 183 \text{ kg},$$

dello stesso ordine di grandezza della stima precedente.

(\*) Regolamento (UE) N. 729/2014 del Consiglio d'Europa, 24 giugno 2014, Allegato 1.

<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/IT/TXT/?uri=CELEX:32014R0729>

**QUESITO n. 12. – RISPOSTA** ⇒ D

Procedendo come descritto nel testo del quesito, nella parte superiore del tubo, quella che resta vuota, la pressione è quasi nulla (c'è solo la tensione di vapore saturo del mercurio che è trascurabile). Il dislivello cercato è dato dalla relazione

$$\Delta h = \frac{\Delta p}{\rho g},$$

dove  $\Delta p$  è la differenza di pressione tra la parte superiore del tubo e l'ambiente e  $\rho$  è la densità del mercurio. L'unico modo per variare il dislivello è quindi quello di variare la differenza di pressione tra interno ed esterno: l'alternativa corretta è la D.

**QUESITO n. 13. – RISPOSTA** ⇒ A

1. Poiché l'asse del disco è mantenuto verticale, la gravità non dà contributo al momento angolare del sistema disco-plastilina; anche le forze vincolari che agiscono sul centro del disco hanno momento nullo rispetto all'asse di rotazione: da questo si deduce che il momento angolare totale si conserva.

2. Detta  $m$  la massa della plastilina, quando questa aderisce al disco, il momento di inerzia  $I$  del sistema aumenta e diventa

$$I' = I + mr^2 \quad \text{dove } r \text{ è la distanza del centro di massa della plastilina dall'asse di rotazione.}$$

Indicando con l'apice le grandezze dopo l'urto, si ha

$$L_z = I\omega = I'\omega' \quad \Rightarrow \quad \frac{\omega'}{\omega} = \frac{I}{I'} = \frac{I}{I + mr^2} < 1. \quad \text{Quindi la velocità angolare diminuisce.}$$

3. Appena la plastilina viene appoggiata sul disco questo rallenta e cede energia alla plastilina mettendola in rotazione; il calcolo mostra che l'energia cinetica diminuisce.

$$E' = \frac{1}{2}I'\omega'^2 = \frac{1}{2}I' \frac{I^2}{I'^2} \omega^2 = \frac{1}{2}I\omega^2 \frac{I}{I'} = E \frac{I}{I + mr^2} < E.$$

**QUESITO n. 14. – RISPOSTA** ⇒ D

Il modulo  $F$  della forza esercitata dalla molla sulla scatola e l'allungamento  $x - x_0$ , dove  $x_0$  è la lunghezza di riposo, sono legati dalla relazione  $F = k(x - x_0)$  con  $k$  costante elastica della molla.

Nei due casi si ha quindi

$$m_1 g = k(x_1 - x_0) \quad \text{e} \quad m_2 g = k(x_2 - x_0) \quad \text{da cui, sottraendo,} \quad (m_2 - m_1) g = k(x_2 - x_1)$$

e infine

$$k = \frac{(m_2 - m_1) g}{x_2 - x_1} = 654 \text{ N/m.}$$

**QUESITO n. 15. – RISPOSTA** ⇒ D

L'affermazione 1 è errata in quanto durante una trasformazione isocora il lavoro compiuto dal gas è nullo.

L'affermazione 2 è errata poiché la trasformazione KL è isoterma e quindi la temperatura in K è uguale alla temperatura in L.

Durante la trasformazione isocora LM la pressione del gas si riduce e conseguentemente si riduce anche la temperatura, quindi  $T_L > T_M$ . Essendo  $T_K = T_L$  si ha  $T_K > T_M$ , pertanto l'affermazione 3 è corretta.

In alternativa, per l'affermazione 3, si può dire che, essendo MK una compressione adiabatica, viene fatto lavoro sul sistema senza scambio di calore, pertanto l'energia interna aumenta e quindi aumenta anche la temperatura.

**QUESITO n. 16. – RISPOSTA** ⇒ A

Poiché le sfere sono identiche, la carica totale tenderà a distribuirsi in parti uguali su di esse; quindi la carica netta sulla sfera S diminuisce mentre quella sulla sfera T aumenta.

Poiché in un conduttore la variazione della carica netta è causata da un flusso di elettroni, la sfera S guadagnerà elettroni e la sfera T li perderà.

La misura in cui avverrà lo scambio di elettroni fra la sfera S e la sfera T può dipendere da altri parametri quali il tempo di contatto, ma il segno dello scambio è sempre lo stesso.

**QUESITO n. 17. – RISPOSTA** ⇒ E

La f.e.m. indotta è la derivata temporale del flusso magnetico concatenato con la spira,  $\Phi(\vec{B})$ , cambiata di segno. Detta  $\omega$  la velocità angolare di rotazione,  $\varphi$  l'angolo iniziale tra il vettore perpendicolare alla spira e il campo magnetico  $\vec{B}$  e  $A$  l'area della spira, si avrà

$$\Phi(\vec{B}) = AB \cos(\omega t + \varphi) \quad \text{da cui} \quad \mathcal{E} = -\frac{d\Phi(\vec{B})}{dt} = \omega AB \sin(\omega t + \varphi).$$

Si tratta di una funzione sinusoidale, per cui il grafico corretto è quello dell'alternativa E.

**QUESITO n. 18. – RISPOSTA** ⇒ C

In un'espansione il gas compie lavoro (questo esclude le alternative A, e D). Dall'equazione di stato dei gas perfetti si ricava che, se  $V$  aumenta e  $p$  è costante,  $T$  aumenta (questo esclude l'alternativa B). Inoltre, in un gas perfetto l'energia interna è funzione solo della temperatura, dunque se  $T$  cambia anche  $U$  deve cambiare. Infine, in un gas perfetto l'entropia è funzione crescente del prodotto  $pV^\gamma$ , quindi se  $p$  è costante e  $V$  aumenta anche  $S$  aumenta per cui l'alternativa E va esclusa. L'alternativa C descrive correttamente tutte queste caratteristiche ed è quindi la risposta corretta.

**QUESITO n. 19.** – RISPOSTA  $\Rightarrow$  D

Le leggi orarie di un moto balistico, con gli assi orientati come in figura, sono

$$x(t) = x_0 + v_{x,0} t \quad \text{e} \quad z(t) = z_0 + v_{z,0} t - \frac{1}{2} g t^2 ;$$

le componenti della velocità (che si possono ottenere derivando  $x(t)$  e  $z(t)$  rispetto al tempo) sono

$$v_x(t) = v_{x,0} \quad \text{e} \quad v_z(t) = v_{z,0} - g t .$$

Sostituendo i valori numerici si trova, approssimativamente,

$$v_x(0.5 \text{ s}) = 8 \text{ m s}^{-1} \quad \text{e} \quad v_z(0.5 \text{ s}) = 4 \text{ m s}^{-1} .$$

**QUESITO n. 20.** – RISPOSTA  $\Rightarrow$  B

Il pendolo parte da fermo, dunque l'energia cinetica è nulla all'inizio e al termine del periodo di oscillazione (alternative D ed E errate).

L'alternativa C è errata poiché l'energia cinetica, per definizione, non assume mai valori negativi.

Poiché l'energia meccanica del pendolo si conserva, l'energia cinetica avrà il valore massimo quando l'energia potenziale gravitazionale avrà il valore minimo, ossia nel punto più basso della traiettoria che si raggiunge a  $T/4$  e a  $3T/4$  (alternativa B corretta e alternativa A errata).

**QUESITO n. 21.** – RISPOSTA  $\Rightarrow$  D

Dati due generici punti  $(x_1, y_1)$  e  $(x_2, y_2)$  appartenenti a una curva, la pendenza media della curva nell'intervallo  $[x_1, x_2]$  è definita come

$$\frac{y_2 - y_1}{x_2 - x_1} .$$

Nel nostro caso, le ordinate sono i valori del lavoro e le ascisse sono i valori del tempo. Allora, la pendenza si misura in  $\text{J s}^{-1}$  ed è una potenza.

Un altro modo di vedere le cose è quello di ragionare in termini di derivate: la pendenza di una funzione è la sua derivata prima. La derivata prima del lavoro rispetto al tempo è la potenza.

**QUESITO n. 22.** – RISPOSTA  $\Rightarrow$  C

Durante il raffreddamento la temperatura  $T$  diminuisce in quanto l'oggetto tende all'equilibrio termico con l'ambiente che si trova a temperatura  $T_0$ , pertanto i grafici 1 e 2 sono coerenti con la situazione fisica in questione.

Più precisamente, la temperatura  $T$  di un corpo, durante il raffreddamento, segue una legge esponenziale in funzione del tempo che si può bene approssimare con una funzione del tipo

$$T(t) = T_i e^{-kt} + T_0 \quad \text{dove} \quad T_i = T(0) - T_0 \quad \text{e} \quad k \text{ è una costante positiva caratteristica del corpo.}$$

Per quanto riguarda il grafico 3, la derivata di questa funzione rispetto al tempo è

$$\frac{dT}{dt} = -k T_i e^{-kt} = -k (T(t) - T_0) ;$$

dunque  $dT/dt$  risulta una funzione lineare della temperatura stessa e graficamente è rappresentata da una retta con coefficiente angolare negativo che interseca l'asse delle temperature in  $T_0$  (grafico 3 errato).

L'alternativa corretta è dunque la C.

**QUESITO n. 23. – RISPOSTA** ⇒ **B**

Quando un nucleo  ${}^A_ZX$  emette una particella  $\alpha$ , che è costituita da quattro nucleoni, di cui due protoni e due neutroni, si ha un nucleo figlio  ${}^{A-4}_{Z-2}Y$ .

In un decadimento  $\beta^-$  un nucleo  ${}^A_ZX$  si trasforma in un nucleo figlio  ${}^A_{Z+1}Y$  in quanto un neutrone si trasforma in un protone con emissione di un elettrone e di un antineutrino elettronico.

A seguito del decadimento  $\alpha$  il polonio 214 decade nel nucleo  ${}^{210}_{82}X$  (il nucleo X in realtà è piombo), pertanto questo nuovo nucleo per poter decadere di nuovo in polonio 210 ( ${}^{210}_{84}\text{Po}$ ) deve trasformare due neutroni in due protoni e questo avviene attraverso due decadimenti  $\beta^-$ .

**QUESITO n. 24. – RISPOSTA** ⇒ **E**

La seconda legge di Ohm mette in relazione la resistenza di un resistore di lunghezza  $L$  e sezione costante  $A$  con la sua geometria. La resistenza risulta proporzionale a  $L$  e inversamente proporzionale ad  $A$ , mediante un coefficiente, la resistività  $\rho$ , dipendente dal materiale e dalla temperatura. Nelle condizioni del testo la resistenza del secondo filo è maggiore di un fattore 4.

In formule

$$R = \rho \frac{L}{A}; \quad R' = \rho \frac{L'}{A'} = \rho \frac{2L}{A/2} = 4R.$$

**QUESITO n. 25. – RISPOSTA** ⇒ **B**

La capacità  $C$  è definita dalla relazione

$$C = \frac{Q}{\Delta V}$$

dove  $Q$  è, in modulo, la carica presente su ciascuna armatura del condensatore e  $\Delta V$  la differenza di potenziale tra le armature.

La sua unità di misura nel SI, il farad (F), quindi è equivalente all'unità di misura della carica, il coulomb (C), diviso l'unità di misura della differenza di potenziale, il volt (V).

**QUESITO n. 26. – RISPOSTA** ⇒ **D**

Tramite i cavi, l'argano esercita una forza sul corpo che ne bilancia il peso. La potenza sviluppata dal motore per mantenere il corpo in moto a velocità costante è data da

$$P = Fv = mg \frac{\Delta h}{\Delta t} = 4900 \text{ W}.$$

Soluzione alternativa. Dato che la velocità è costante, è costante anche l'energia cinetica. Basta quindi calcolare il rapporto tra la variazione di energia potenziale e il tempo impiegato:

$$P = \frac{\Delta E_p}{\Delta t} = \frac{mg \Delta h}{\Delta t} \quad \text{come sopra.}$$

**QUESITO n. 27. – RISPOSTA** ⇒ **B**

L'area sottesa al grafico della funzione  $Y(X)$  è una grandezza le cui dimensioni fisiche sono date dal prodotto tra  $\dim(X)$  e  $\dim(Y)$ . Si cerca in quali casi le dimensioni del prodotto sono quelle di un lavoro:  $\text{ML}^2\text{T}^{-2}$ .

Nel primo caso il prodotto  $XY$  ha le dimensioni di una potenza:

$$\dim(X) = \text{L T}^{-1} \quad \text{e} \quad \dim(Y) = \text{ML T}^{-2} \quad \Rightarrow \quad \dim(XY) = \text{ML}^2 \text{T}^{-3}$$

Anche nel secondo caso il prodotto ha le dimensioni di una potenza:

$$\dim(X) = \text{l} = \text{Q T}^{-1} \quad \text{e} \quad \dim(Y) = \text{ML}^2 \text{T}^{-2} \text{Q}^{-1} \quad \Rightarrow \quad \dim(XY) = \text{ML}^2 \text{T}^{-3}$$

Nel terzo caso invece ha le dimensioni di un'energia o un lavoro:

$$\dim(X) = \text{L}^3 \quad \text{e} \quad \dim(Y) = \text{ML}^{-1} \text{T}^{-2} \quad \Rightarrow \quad \dim(XY) = \text{ML}^2 \text{T}^{-2}$$

**QUESITO n. 28. – RISPOSTA** ⇒ **D**

Il valore indicato da una bilancia non è altro che una misura della reazione normale di questa alla forza che una persona esercita su di essa. (\*)

Se l'uomo è fermo rispetto alla navicella, quando il razzo è accelerato verso l'alto, anche l'uomo è accelerato e questo è possibile solo se la reazione normale della bilancia è maggiore della forza peso dell'uomo; dunque la bilancia non può segnare zero, ma anzi segna un valore maggiore di quello indicato dalla bilancia quando è ferma sulla Terra.

L'affermazione quindi è sbagliata e le alternative A, B e C vanno escluse.

Anche l'alternativa E è da escludere perché esprime una condizione necessaria ma non sufficiente: infatti, se il razzo invece di essere accelerato verso l'alto fosse in caduta libera, l'uomo si muoverebbe alla stessa velocità della navicella, ma la bilancia segnerebbe effettivamente zero, venendo meno l'interazione con l'uomo.

Il motivo per cui l'affermazione data è sbagliata sta proprio nell'accelerazione del razzo verso l'alto (alternativa D).

(\*) Più esattamente la bilancia mostra il rapporto tra la reazione normale e l'accelerazione di gravità sulla superficie terrestre; questo è quindi una misura della "massa" della persona, espressa in chilogrammi, se la misura è fatta sulla Terra.

**QUESITO n. 29. – RISPOSTA** ⇒ **C**

Si tratta di un circuito  $RC$ , essendo formato da un resistore e un condensatore. In questo circuito l'andamento della carica, come quello della d.d.p., in funzione del tempo  $t$  è governato da una legge di decadimento esponenziale. Si ha infatti  $V(t) = V_0 e^{-t/\tau}$  ove è  $\tau = RC$  essendo  $R$  e  $C$  resistenza e capacità del resistore e del condensatore. Come in tutti i decadimenti esponenziali la quantità studiata dimezza il suo valore in un tempo  $t_{1/2} = \tau \ln 2$  (\*). In questo caso è quindi  $t_{1/2} = 10^{-4}$  s. Dopo altri  $2 \times 10^{-4}$  s il valore di  $V$  viene dimezzato quindi altre due volte e il valore della d.d.p. sarà  $V = 15$  V.

(\*) Infatti, posto  $V(t_{1/2}) = \frac{V_0}{2}$ , si ha  $V_0 e^{-t_{1/2}/\tau} = \frac{1}{2} V_0 \Rightarrow e^{t_{1/2}/\tau} = 2 \Rightarrow \frac{t_{1/2}}{\tau} = \ln 2$ .

**QUESITO n. 30. – RISPOSTA** ⇒ **A**

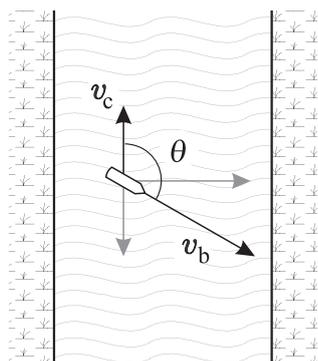
Conviene scrivere l'equazione nel modo standard, in termini di lunghezza d'onda e periodo:

$$y(x, t) = A \sin\left(\frac{2\pi x}{\lambda} + \frac{2\pi t}{T}\right).$$

Confrontandola con l'espressione data nel testo si ottiene

$$\frac{2\pi}{\lambda} = 5\pi \quad \text{e} \quad \frac{2\pi}{T} = 4\pi \quad \text{da cui} \quad v = \frac{\lambda}{T} = 0.8 \text{ m s}^{-1}.$$

Per capire il verso in cui viaggia l'onda si può ad esempio pensare a un massimo, che si ha quando la fase è  $\pi/2$  rad. Se  $kx + \omega t = \pi/2$ , quando  $t$  aumenta  $x$  deve diminuire, quindi il massimo si sposta verso sinistra al passare del tempo.

**QUESITO n. 31. – RISPOSTA** ⇒ **D**

Detta  $\vec{v}_b$  la velocità della barca rispetto all'acqua del fiume e  $\vec{v}_c$  quella della corrente, per muoversi perpendicolarmente alle rive occorre che la componente della velocità della barca parallela alla corrente sia uguale alla velocità di questa e in verso opposto

$$v_{b,\parallel} = v_b \cos \theta = -v_c \Rightarrow \theta = \arccos\left(-\frac{v_c}{v_b}\right) = 120^\circ.$$

**QUESITO n. 32.** – RISPOSTA  $\Rightarrow$  C

Il tempo di attraversamento del fiume dipende dalla componente della velocità della barca perpendicolare alla corrente e risulta

$$t = \frac{d}{v_{b,\perp}} = \frac{d}{v_b \sin \theta} = 11.5 \text{ s}.$$

**QUESITO n. 33.** – RISPOSTA  $\Rightarrow$  B

Poiché  $d_o$  è la distanza dell'oggetto dalla lente e  $d_i$  quella dell'immagine, per l'equazione delle lenti sottili

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{d_o} + \frac{1}{d_i} \quad \Rightarrow \quad f = \frac{d_o d_i}{d_o + d_i}.$$

Utilizzando le due prime coppie di dati si trova

$$f_1 = 9.9 \text{ cm}; \quad f_2 = 10.1 \text{ cm}.$$

Assumendo il valore di 10 cm per la focale della lente e utilizzando la stessa equazione si trova

$$d_i = \frac{f d_o}{d_o - f} = 16.3 \text{ cm}.$$

Tenuto conto che gli errori sono dell'ordine dei millimetri, il valore mancante è, ragionevolmente, quello indicato nell'alternativa B.

**QUESITO n. 34.** – RISPOSTA  $\Rightarrow$  B

Il voltmetro misura la f.e.m. ai capi del generatore ideale, per cui la lettura rimane invariata. L'amperometro misura la corrente che scorre nel resistore. Poiché per la prima legge di Ohm  $I = \mathcal{E}/R$ , il valore indicato dall'amperometro diminuisce.

**QUESITO n. 35.** – RISPOSTA  $\Rightarrow$  C

La forza magnetica è data dalla carica elettrica moltiplicata per il prodotto vettore tra velocità e campo magnetico.

$$\vec{F} = q\vec{v} \times \vec{B}.$$

Il modulo del prodotto vettore è dato da  $vB \sin \theta$  (dove  $\theta$  è l'angolo tra velocità e campo magnetico). Essendo in questo caso la velocità perpendicolare al campo magnetico,  $\theta = \pi/2$  e quindi  $\sin \theta = 1$ , pertanto, detta  $e$  la carica elementare si ha

$$F = evB = 6.4 \times 10^{-13} \text{ N}.$$

**QUESITO n. 36.** – RISPOSTA  $\Rightarrow$  C

Dato che l'accelerazione è costante, essa può essere calcolata come  $a = \frac{\Delta v}{\Delta t}$ .

Considerando le prime due misure si ottiene  $a = 1.5 \text{ ms}^{-2}$ . Lo stesso risultato si trova considerando tutte le altre possibili coppie di misure.

**QUESITO n. 37. – RISPOSTA** ⇒ **A**

Considerando il sistema formato dal blocco e dall'argilla, l'unica forza esterna in direzione orizzontale è l'attrito tra il piano d'appoggio e il blocco. Se si trascura questa forza, la componente orizzontale della quantità di moto si conserva. Chiamando  $m_a$  e  $m_b$  le masse dell'argilla e del blocco, prima dell'urto si ha

$$p_i = m_a v_i \quad \text{e dopo l'urto} \quad p_f = (m_a + m_b) v_f = p_i. \quad \text{Ne segue}$$

$$v_f = \frac{p_i}{m_a + m_b} = \frac{m_a}{m_a + m_b} v_i = 1.5 \text{ m s}^{-1}.$$

**QUESITO n. 38. – RISPOSTA** ⇒ **B**

Poiché la macchina si muove di moto circolare uniforme, la sua accelerazione è centripeta e dunque, nella posizione considerata, è diretta verso est.

**QUESITO n. 39. – RISPOSTA** ⇒ **E**

La relazione di Einstein afferma che l'energia cinetica massima ( $K_{\max}$ ) posseduta dagli elettroni emessi per effetto fotoelettrico è data dalla differenza tra l'energia posseduta dal fotone incidente ( $hf$ ) e la minima energia necessaria per strappare l'elettrone dal materiale (lavoro di estrazione che può essere scritto  $W = hf_0$ ); pertanto

$$K_{\max} = h(f - f_0) \quad \text{è proporzionale alla differenza tra le due frequenze.}$$

**QUESITO n. 40. – RISPOSTA** ⇒ **C**

Il modulo  $p$  della quantità di moto è definito come  $p = mv$ . Indicando con “i” e “f” gli stati iniziale e finale, nei primi due casi le quantità di moto iniziali e finali sono rispettivamente

$$p_{A,i} = 0 \quad \text{e} \quad p_{A,f} = 3 \text{ kg m s}^{-1} \quad \Rightarrow \quad \Delta p_A = 3 \text{ kg m s}^{-1}$$

$$p_{B,i} = 2 \text{ kg m s}^{-1} \quad \text{e} \quad p_{B,f} = 4 \text{ kg m s}^{-1} \quad \Rightarrow \quad \Delta p_B = 2 \text{ kg m s}^{-1}.$$

La variazione del modulo della quantità di moto è pari all'impulso delle forze che agiscono sul sistema,  $F\Delta t$ ; pertanto nel terzo e quarto caso, detti  $F_C$  e  $F_D$  i moduli delle forze applicate, si ha

$$\Delta p_C = F_C \Delta t_C = 6 \text{ kg m s}^{-1} \quad \text{e} \quad \Delta p_D = F_D \Delta t_D = 5 \text{ kg m s}^{-1}.$$

Nell'ultimo caso si ha  $\Delta p_E = m\Delta v_E = 4 \text{ kg m s}^{-1}$ .

*Materiale elaborato dal Gruppo*



**PROGETTO OLIFIS**  
*Segreteria dei Campionati Italiani di Fisica*  
 E-mail: [segreteria@olifis.it](mailto:segreteria@olifis.it) - WEB: [www.olifis.it](http://www.olifis.it)



**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.

I Campionati di Fisica  
sono organizzate dall'AIF  
su mandato del



**MINISTERO dell'ISTRUZIONE  
e del MERITO**