

OLIMPIADI DI FISICA 2001

Soluzione della prova teorica dei Giochi di Anacleto
20 marzo 2001

QUESITO n. 1. – RISPOSTA \Rightarrow C

La forza di resistenza dell'aria è tanto maggiore quanto maggiore è la velocità quindi l'alternativa A è errata.

A parità di energia cinetica alla partenza, il pacchetto, che ha massa maggiore, abbandona la mano con velocità più bassa. L'alternativa B è errata. Se invece si ammette che nei due lanci si sia usata la medesima forza con il medesimo spostamento, una parte del lavoro fatto ha compensato la variazione di energia potenziale del pacchetto sollevandolo per lanciarlo e questa parte è maggiore di quella necessaria per il foglio di carta che pesa di meno: in questo caso l'energia cinetica del pacchetto quando abbandona la mano è minore di quella del foglio. L'alternativa B è, a maggior ragione, errata.

Nell'alternativa C è rispettata la seconda legge della dinamica, la pallottola con il sasso ha maggior inerzia e subisce una minore decelerazione a parità di forza esercitata da parte della resistenza dell'aria. La pallottolina di carta rallenta rapidamente e così non raggiunge il bersaglio.

La variazione di energia potenziale è direttamente proporzionale alla massa solo a parità di variazione di altezza, il che non è il nostro caso visto che il pacchetto si innalza di più del foglio. L'alternativa D non spiega dunque quanto succede. Supponendo che nei due lanci sia il foglio sia il pacchetto lasciano la mano con la medesima energia cinetica e la stessa direzione del moto, se si trascura la resistenza dell'aria il pacchetto dovrebbe raggiungere un'altezza minore del foglio, invece arriva più in alto. Bisogna allora che ci sia una causa di scambio di energia durante il percorso, tale che il foglio "perde" più energia del pacchetto. A causa della resistenza dell'aria, la cui azione è espressa nell'alternativa C, parte dell'energia meccanica viene dissipata e questa quantità è più rilevante per la leggera pallina di carta che per il pacchetto appesantito dal sasso. Se poi ammettiamo anche che il pacchetto parta con energia cinetica minore dovrebbe, trascurando la resistenza dell'aria, arrivare ancora più in basso.

QUESITO n. 2. – RISPOSTA \Rightarrow D

La resistenza di un filo conduttore omogeneo, lungo ℓ e di sezione S , è

$$R = \frac{\rho \ell}{S},$$

dove ρ è la resistività del materiale di cui è fatto il filo. Se tutti i fili considerati sono dello stesso materiale la loro resistenza è direttamente proporzionale al rapporto ℓ/S . Un conduttore fatto dello stesso materiale del filo considerato avrà la medesima resistenza di quello inizialmente considerato se il rapporto ℓ/S sarà lo stesso, 2 m/mm^2 . Calcolando tali rapporti nelle quattro alternative si trova che la risposta corretta è quella relativa all'alternativa D.

QUESITO n. 3. – RISPOSTA \Rightarrow C

Dato che la sbarra è in equilibrio, il momento rispetto all'asse di rotazione della forza applicata a sinistra del perno è uguale alla somma dei momenti delle due forze di destra, o meglio, sono uguali i loro moduli.

$$10\text{ N} \times 4\text{ m} = 6\text{ N} \times 4\text{ m} + \text{Momento di F}$$

cioè

$$\text{Momento di F} = 40\text{ N m} - 24\text{ N m} = 16\text{ N m}$$

da cui

$$\text{Forza F} = \frac{16}{2} = 8\text{ N}.$$

Il momento della forza peso della sbarra è nullo data la posizione del perno sulla verticale che passa per il baricentro della sbarra.

QUESITO n. 4. – RISPOSTA \Rightarrow C

Le distanze tra goccia e goccia rappresentano le lunghezze degli spostamenti dell'auto in tempi uguali e sono quindi proporzionali ai corrispondenti valori delle velocità medie. Le prime quattro distanze sono uguali tra loro e quindi la velocità media è rimasta costante; dalla quinta goccia in poi la distanza va via via diminuendo e così pure la velocità.

QUESITO n. 5. – RISPOSTA \Rightarrow C

Per la pressione idrostatica p del mercurio sulla base della colonnina vale la relazione

$$p = dgh \quad (\text{legge di Stevino})$$

dove d è la densità del mercurio, g è l'accelerazione di gravità, h è l'altezza della colonnina.

All'equilibrio la pressione al livello della base della colonnina è dovunque uguale sia all'esterno che all'interno del tubicino:

$$\text{pressione atmosferica} = \text{pressione idrostatica della colonnina} + \text{pressione eventuale sopra la colonnina}.$$

Se il barometro funziona bene sopra la colonnina c'è solo vapore saturo di mercurio la cui pressione a temperatura ambiente vale 0.001 mmHg ed è quindi trascurabile rispetto a quella della colonnina che vale circa 760 mmHg; l'altezza h di questa è legata alla pressione atmosferica ed a g dalla relazione

$$h = \frac{\text{pressione atmosferica}}{dg}$$

ed è quindi influenzata da variazioni della pressione atmosferica o di g . Le alternative A e B quindi non sono valide.

Se invece entra dell'aria nel tubicino, con la sua pressione fa diminuire l'altezza della colonnina di mercurio.

$$h = \frac{\text{pressione atmosferica} - \text{pressione aria interna}}{dg}.$$

Quindi anche l'alternativa D non è valida; invece, l'evaporazione di una piccola quantità di mercurio dal serbatoio non modifica il funzionamento del barometro e l'alternativa C è quella che risponde correttamente alla domanda. La pressione di 1 mmHg corrisponde ad un valore di circa 133 Pa.

QUESITO n. 6. – RISPOSTA \Rightarrow A

Quando viene gonfiato, il palloncino si deforma sotto l'azione di una pressione interna superiore a quella atmosferica esterna. Gonfiandosi il gas all'interno si espande, la pressione interna diminuisce finché le azioni della pressione interna e di quella esterna sono in equilibrio. Togliendo aria dalla campana di vetro la pressione sotto alla campana diminuisce e con essa la pressione sulla superficie esterna del palloncino: alternative A e B. La pressione interna al palloncino è nuovamente superiore a quella esterna e il palloncino si dilata, visto che era stato gonfiato solo parzialmente e non fino al punto di rottura della membrana di cui è costituito. Il volume a disposizione del gas contenuto nel palloncino aumenta, il gas si espande e la sua pressione diminuisce. L'alternativa A è quella corretta.

QUESITO n. 7. – RISPOSTA \Rightarrow A

La pressione p esercitata sul fondo del contenitore è maggiore nel contenitore in cui il livello h dell'acqua è maggiore. Infatti la pressione esercitata ad una determinata profondità da un fluido, come l'aria o l'acqua, è data dalla Legge di Stevino

$$p = dgh ,$$

dove d è la densità del fluido e g il valore del campo gravitazionale supposto costante. A parità di densità la pressione aumenta con la profondità.

QUESITO n. 8. – RISPOSTA \Rightarrow C

Il processo di fusione è identificato dal primo tratto orizzontale del grafico che riporta la temperatura del campione in funzione del tempo. La durata del processo, dedotta dal grafico, è

$$t = 1.4 \text{ minuti} = 84 \text{ s} .$$

Durante questo tempo l'energia trasferita al campione dal riscaldatore è

$$Q = Wt = 4200 \text{ J} .$$

QUESITO n. 9. – RISPOSTA \Rightarrow D

Se la quota di volo non cambia la traiettoria dell'aeronave si mantiene orizzontale e la risultante delle componenti verticali delle forze è nulla. L'alternativa A è errata perché il campo di gravità della Terra non è certamente nullo alla quota a cui viaggia un dirigibile. La massa del dirigibile non può scomparire e l'alternativa B è quindi errata. L'affermazione C non ha senso perché non dà nessun riferimento dell'energia potenziale a cui allude.

QUESITO n. 10. – RISPOSTA \Rightarrow C

$Q \times \Delta V = W$ fornisce il lavoro (energia trasferita) del campo elettrico per trasferire la quantità di carica Q attraverso una differenza di potenziale pari a ΔV . Con $\Delta V = 20 \text{ V}$ e $Q = 10 \text{ C}$ si ha

$$W = 20 \text{ V} \times 10 \text{ C} = 200 \text{ J} .$$

Con la stessa energia, di quanto si solleva una $m = 2 \text{ kg}$? Dalla

$$W = Ep = mgx$$

si ricava

$$x = \frac{Ep}{mg} = \frac{200 \text{ J}}{2 \text{ kg} \times 10 \text{ N/Kg}} = 10 \text{ J/N} = 10 \frac{1 \text{ N} \times 1 \text{ m}}{1 \text{ N}} = 10 \text{ m} .$$

QUESITO n. 11. – RISPOSTA \Rightarrow [A]

L'aria è meno rifrangente del vetro e quindi l'angolo di rifrazione è maggiore dell'angolo di incidenza: $y > x$. Per il raggio riflesso invece l'angolo di riflessione è uguale a quello di incidenza. La figura A risponde ad ambedue questi requisiti.

La figura B è decisamente errata visto che l'angolo di rifrazione è addirittura negativo.

La figura C è errata perché l'angolo di incidenza e quello di riflessione sono diversi e l'angolo di rifrazione è negativo.

La figura D è errata perché mostra la rifrazione in un mezzo più rifrangente del vetro.

QUESITO n. 12. – RISPOSTA \Rightarrow [C]

Il sasso occupa un

$$\text{volume} = \frac{\text{massa}}{\text{densità}} = \frac{12 \text{ g}}{3 \text{ g/cm}^3} = 4 \text{ cm}^3$$

e questa è la variazione di volume prodotta dall'immersione del sasso nell'acqua. Pertanto il volume letto sul cilindro graduato alla fine è di

$$25 \text{ cm}^3 + 4 \text{ cm}^3 = 29 \text{ cm}^3.$$

QUESITO n. 13. – RISPOSTA \Rightarrow [A]

La miscela di acqua e ghiaccio è a 0°C , l'acqua in ebollizione a 100°C in condizioni normali, quindi nel termometro una differenza di temperatura di 100°C corrisponde ad una variazione di lunghezza della colonna di mercurio di 150 mm. Supponendo, come è ragionevole fare, che la dilatazione del mercurio segua una legge lineare, a una differenza di temperatura di 1°C corrisponde uno spostamento della colonna di mercurio di 1.5 mm. Quando il bulbo è immerso nel liquido X la colonna di mercurio supera di 30 mm il livello che ha a 0°C , ne segue che la variazione corrispondente di temperatura è

$$\Delta T = \frac{30 \text{ mm}}{1.5 \text{ mm}/^\circ\text{C}} = 20^\circ\text{C}$$

QUESITO n. 14. – RISPOSTA \Rightarrow [B]

Assumendo una resistenza costante r per le lampadine ed indicando con E la forza elettromotrice delle pile, supposte ideali, l'intensità di corrente nelle lampadine è

$$i_P = \frac{E}{r}, \quad i_Q = \frac{2E}{r}, \quad i_R = \frac{E}{2r}.$$

L'intensità di corrente è massima in Q , che sarà la lampadina più luminosa, e minima in R , che sarà quella più fioca. La luminosità delle lampadine infatti è tanto maggiore quanto maggiore è l'intensità di corrente.

QUESITO n. 15. – RISPOSTA \Rightarrow [B]

Una forza può produrre in un oggetto solido vincolato una deformazione, quindi una variazione di lunghezza o di forma: le alternative A e C non sono valide. Poiché il corpo è anche libero di muoversi compatibilmente con il vincolo, una forza può produrre un'accelerazione sull'oggetto e quindi una variazione della sua velocità: l'alternativa D non è valida.

QUESITO n.16. – RISPOSTA \Rightarrow D

L'alternativa corretta è la D, infatti le immagini formate da uno specchio piano e gli oggetti da cui provengono sono simmetrici rispetto al piano dello specchio. Ciò si può mostrare facilmente per un oggetto puntiforme con una costruzione geometrica che tenga conto delle leggi della riflessione della luce. I raggi riflessi divergono dallo specchio e l'immagine, virtuale, si trova nel punto di incontro dei loro prolungamenti al di là dello specchio.

QUESITO n.17. – RISPOSTA \Rightarrow D

Riferendosi alle definizioni delle grandezze fisiche citate nelle alternative di risposta si evince che l'alternativa D è corretta e le altre sono errate.

Infatti:

- a) si può misurare la massa di un corpo o per confronto con una massa campione mediante una bilancia a due piatti (massa gravitazionale) oppure tramite la seconda legge di Newton ($F = ma$) come misura della resistenza della materia ad essere posta in moto (massa inerziale). In entrambi i casi una variazione del campo gravitazionale non incide sul valore misurato della massa;
 - b) la temperatura di un sistema è una proprietà che determina se il sistema sia o non sia in equilibrio termico con altri sistemi e l'equilibrio termico non dipende dal valore del campo gravitazionale;
 - c) il volume di un corpo, trattandosi dello spazio da esso occupato, rimane evidentemente costante al variare del campo gravitazionale;
 - d) poiché il peso di un corpo è definito come la forza esercitata dal campo gravitazionale sul corpo stesso, esso ovviamente varia al modificarsi della causa che lo genera (il campo gravitazionale, appunto).
-

QUESITO n.18. – RISPOSTA \Rightarrow D

Il modo più efficace per trasmettere calore al ghiaccio da parte dell'acqua riscaldata all'altezza del becco Bunsen, è tramite la conduzione, e si sa che l'acqua non è un buon conduttore di calore. L'alternativa C è evidentemente sbagliata in quanto l'anello è metallico e conduce calore meglio dell'acqua, dunque non impedisce all'energia di raggiungere il ghiaccio più di quanto non lo faccia l'acqua stessa. L'alternativa B non è pertinente, in quanto l'eventuale rallentamento della fusione del ghiaccio sarebbe imputabile a difficoltà nell'assorbimento più che a carenze nell'irraggiamento. Infine l'alternativa A non è corretta nel senso che la convezione in realtà avviene (tra il becco Bunsen e l'estremo superiore della provetta), ma non coinvolge l'acqua circostante il ghiaccio.

QUESITO n.19. – RISPOSTA \Rightarrow C

La risposta C è quella corretta perché il suono più forte è quello con maggiore intensità e l'intensità di un segnale ondulatorio è maggiore per le onde di ampiezza maggiore (Violino); il suono più alto invece corrisponde alle onde con frequenza maggiore (Flauto).

QUESITO n.20. – RISPOSTA \Rightarrow C

Le diverse sensazioni di temperatura sono dovute al fatto che l'energia si trasferisce più rapidamente dal piede al pavimento che al tappeto. Il tappeto e il pavimento trovandosi nella stessa stanza sono in equilibrio termico con l'ambiente circostante, quindi alla stessa temperatura: l'alternativa D è errata. Se la nostra temperatura corporea è maggiore di quella dell'ambiente allora il calore, che si trasferisce dal corpo a temperatura maggiore a quello con temperatura minore, passa dai piedi al pavimento e al tappeto: l'alternativa B è errata. Il pavimento tuttavia, è un migliore conduttore di calore di quanto non lo sia il tappeto, generalmente di lana, tipico materiale isolante, attraverso le cui fibre passa l'aria, anch'essa buon isolante termico. L'alternativa A è errata. La temperatura del piede a contatto con il pavimento tende ad abbassarsi più rapidamente dell'altro provocando la sensazione di freddo più intenso.

QUESITO n. 21. – RISPOSTA \Rightarrow B

Nei fili molto lunghi la resistenza R non è più trascurabile per cui la corrente che circola (i_1) risulta inferiore rispetto a quello che circolerebbe coi fili corti (i_2). Si ha

$$i_1 = \frac{12 \text{ V}}{R_{\text{filo}} + R_{\text{lampada}}} \quad \text{e} \quad i_2 = \frac{12 \text{ V}}{R_{\text{lampada}}}$$

da cui $i_1 < i_2$. Con i_1 quindi la lampada si accende più debolmente e l'energia persa si è trasformata in energia termica lungo i fili.

L'alternativa C è errata perché i fili e la lampada sono collegati in serie e vi circola la medesima corrente erogata dalla batteria. L'effetto Joule, che è alla base del funzionamento delle lampade ad incandescenza, ha luogo sia con corrente alternata che con corrente continua: l'alternativa A è dunque errata.

Infine, se la caduta di potenziale ai capi di ciascun filo fosse la metà della differenza di potenziale erogata dalla batteria, ai capi della lampada la differenza di potenziale sarebbe nulla, cosa impossibile visto che vi circola la stessa corrente che circola nei fili e che la resistenza della lampada non è trascurabile rispetto a quella dei fili di collegamento.

QUESITO n. 22. – RISPOSTA \Rightarrow B

L'alternativa esatta è la B, in quanto l'oggetto, carico positivamente, può modificare il suo stato di carica soltanto grazie all'acquisizione di elettroni di conduzione, che sono le uniche cariche in grado di muoversi nel metallo. Tali cariche essendo negative, potranno neutralizzare la carica positiva dell'oggetto soltanto distribuendosi nelle zone con difetto di elettroni, quindi cariche positivamente.

QUESITO n. 23. – RISPOSTA \Rightarrow B

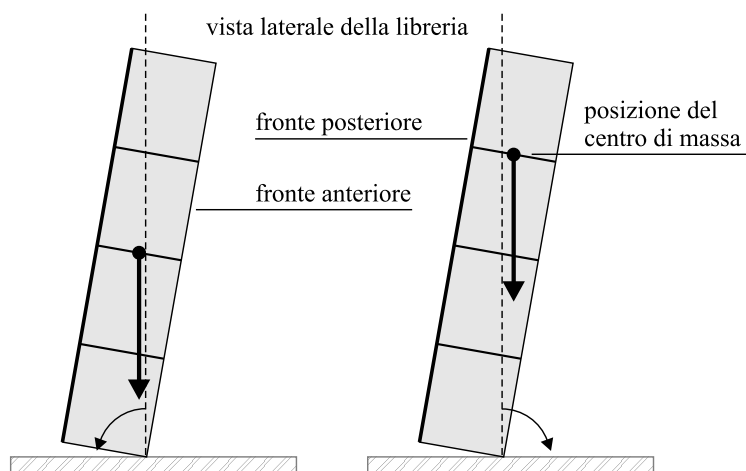
Se il metallo A si dilata di più rispetto al metallo B, la lamina volgerà la concavità verso l'alto chiudendo il circuito superiore dove sono presenti la lampadina e il campanello.

QUESITO n. 24. – RISPOSTA \Rightarrow C

Nelle case italiane, l'energia consumata viene registrata dagli "scatti" del contatore. Ogni scatto corrisponde al consumo di 1 kWh, vale a dire 3.6 MJ ($1 \text{ W} = 1 \text{ J/s} \Rightarrow 1 \text{ kWh} = 1\,000 \text{ W} \times 3600 \text{ s} = 3.6 \text{ MJ}$ energia sviluppata da una potenza di 1 kW in un'ora). Chiaramente il numero degli scatti dipenderà dalla potenza degli apparecchi in uso e dal tempo durante il quale rimangono accesi. La tariffa unitaria pagata dipenderà invece dalla potenza massima che è consentito assorbire all'utente.

QUESITO n. 25. – RISPOSTA \Rightarrow A

Il piccolo spostamento della libreria che viene suggerito fa sì che il mobile possa ruotare attorno ad un asse costituito dal lato anteriore della sua base. A seconda della posizione del centro di massa il momento del suo peso può far ruotare il mobile in avanti, e quindi rovesciarlo, oppure indietro e farlo tornare nella posizione normale. Nelle due figure seguenti è raffigurata una faccia laterale della libreria: a destra il centro di massa C è abbastanza alto e il peso determina una rotazione in senso orario e quindi il rovesciamento del mobile; a sinistra il centro di massa è basso e la rotazione antioraria che ne deriva riporta il mobile in assetto.



La discriminante della posizione del centro di massa è la verticale che passa per l'appoggio al pavimento. La libreria più a rischio di rovesciamento dunque è quella con il centro di massa più alto. Questo fatto può essere giudicato anche a prima vista e la risposta è immediata, ma può valere la pena di giustificarlo con delle stime della altezza del centro di massa rispetto al pavimento.

Anzitutto ammettiamo che ogni fila di libri costituisca un parallelogramma retto con distribuzione di massa uniforme e centro di massa nel suo centro geometrico.

Nella libreria A il primo scaffale è vuoto. Il secondo scaffale è pieno a metà di libri, diciamo con una massa $m/2$. Il centro di massa di questi libri si trova ad una altezza $y = (3/2)h$ se h è l'altezza di uno scaffale e si trascura lo spessore dei ripiani. I libri nel terzo scaffale hanno massa $m/2$ e il centro di massa si trova a quota $y = (5/2)h$. Nel quarto scaffale i libri hanno massa m e la quota del centro di massa dal pavimento è $y = (7/2)h$. La quota del centro di massa di tutti i libri è data da

$$y_C = \frac{\sum m_i y_i}{\sum m_i} \Rightarrow y_C = \frac{1}{2m} \left(\frac{3mh}{4} + \frac{5mh}{4} + \frac{7mh}{2} \right) = \frac{11}{4}h.$$

Nella libreria B i primi due scaffali contengono una massa complessiva di libri che è circa $6m/4$, il centro di massa si trova ad una quota h . Il quarto scaffale contiene una massa $m/2$ di libri ad una quota $(7/2)h$. La quota del centro di massa di tutti i libri è ad un'altezza

$$y = \frac{13h}{8},$$

più basso del precedente.

Nella libreria C il primo scaffale ha una massa di libri m con centro di massa a quota $h/2$ dal pavimento. Il secondo scaffale è vuoto. Il terzo scaffale ha una massa che è circa $(3/4)m$ con c.m. ad altezza $(5/2)h$. Il quarto scaffale ha massa di libri $m/4$ e c.m. ad altezza $(7/2)h$. Il c.m. di tutti i libri si trova ancora ad altezza $(13/8)h$.

Infine nella libreria D il primo scaffale è pieno come nella libreria C. Non è facile dire quale sia la massa di libri nel secondo e nel terzo scaffale che contengono complessivamente una massa m di libri; il loro c.m. però è sicuramente compreso fra $2h$ e $(5/2)h$. Allora il c.m. di tutti i libri si trova compreso fra $(5/4)h$ e $(3/2)h$ ed ancora una volta è più basso di quello della libreria A.

Materiale elaborato dal Gruppo



PROGETTO OLIMPIADI

c/o Liceo Scientifico "U. Morin" - Mestre, VE

Fax: 0415841272 e-mail: olifis@no.sctrade.it

www.cadnet.marche.it/olifis