

OLIMPIADI DI FISICA 2009

11 Dicembre 2008

Soluzione del QUESTIONARIO

QUESITO n. 1. – RISPOSTA \Rightarrow D

In un grafico che mostra la velocità in funzione del tempo, la distanza percorsa è rappresentata dall'area compresa tra il grafico della funzione e l'asse delle ascisse tra due valori, iniziale e finale, dell'ascissa. Nel grafico, tra gli istanti 0 e 10 s, si ricava un'area pari a 40 m, che è appunto la distanza percorsa dal carrello.

Alternativamente, osservato che la velocità è una funzione lineare del tempo $[v(t) = at \text{ con } a = 0.8 \text{ m s}^{-2}]$, cioè che si tratta di un moto uniformemente accelerato, la posizione in funzione del tempo è data da

$$s(t) = s_0 + v_0 t + \frac{1}{2} at^2$$

e la distanza percorsa si scrive come

$$s(t) - s_0 = \frac{1}{2} at^2 = 40 \text{ m} \quad (\text{essendo } v_0 = 0).$$

QUESITO n. 2. – RISPOSTA \Rightarrow D

Poiché per definizione $1 \text{ N} = 1 \text{ kg m s}^{-2}$, si ricava immediatamente che $1 \text{ N kg}^{-1} = 1 \text{ m s}^{-2}$. Le altre alternative invece corrispondono, rispettivamente, a $1 \text{ kg m}^2 \text{ s}^{-2}$ (A), a 1 kg s^{-2} (B) e a $1 \text{ kg m}^{-1} \text{ s}^{-2}$ (C).

Si poteva rispondere anche ricordando il secondo principio ($F = ma \Rightarrow a = F/m$) da cui si vede che l'unità di misura dell'accelerazione è data dal rapporto tra quella della forza (N) e quella della massa (kg).

QUESITO n. 3. – RISPOSTA \Rightarrow A

Per la legge di azione e reazione se la Terra agisce sulla massa (forza di gravità) deve esserci una forza uguale e contraria della massa sulla Terra (alternativa A esatta). Le alternative B e C riguardano l'azione e la reazione tra la massa e la molla, la D riguarda la forza tra la massa della molla e la Terra, la E è proprio la forza di gravità e non la reazione.

QUESITO n. 4. – RISPOSTA \Rightarrow E

La palla da tennis raggiunge l'altezza $h = v^2/(2g)$ come si ricava dal fatto che l'energia si conserva. Il bilancio energetico nel punto h' della traiettoria in cui la velocità della palla è $v/2$ impone che

$$\frac{1}{2} m v^2 = mgh' + \frac{1}{2} m \left(\frac{v}{2}\right)^2 \quad \text{da cui si ricava} \quad h' = \frac{3}{4} \frac{1}{2} \frac{v^2}{g} = \frac{3}{4} h.$$

QUESITO n. 5. – RISPOSTA \Rightarrow C

Fissando l'origine del sistema di riferimento nel punto in cui si trova inizialmente il cane, le leggi orarie dei due animali sono rispettivamente: $s_1 = s_0 + v_1 t$ per la volpe che, all'istante iniziale, si trova a distanza $s_0 = 45$ m dal cane ed $s_2 = v_2 t$ per l'altro animale. Si suppone ovviamente che i due animali si muovano lungo lo stesso percorso.

Il massimo tempo a disposizione per la fuga è quello entro cui il cane raggiunge la volpe e si ottiene quindi uguagliando le due espressioni:

$$s_0 + v_1 t = v_2 t \quad \Rightarrow \quad t = \frac{s_0}{v_2 - v_1} = 9 \text{ s}.$$

Alla stessa espressione si giunge subito considerando che, nel riferimento solidale con la volpe, il cane deve percorrere la distanza iniziale s_0 alla velocità relativa $v_{\text{rel}} = v_2 - v_1$.

QUESITO n. 6. – RISPOSTA \Rightarrow A

L'energia cinetica della massa, quando viene spinta via, coincide con l'energia elastica immagazzinata dalla molla durante il lavoro di compressione. Essa vale $\frac{1}{2} kx^2$ dove x è la compressione della molla e k è la costante elastica data da $k = F/x$. Sostituendo si trova

$$E_{\text{cin}} = E_{\text{el}} = \frac{1}{2} F x = 75 \text{ J}.$$

QUESITO n. 7. – RISPOSTA \Rightarrow B

Trascurare tutte le forme di dissipazione significa ammettere che, in questa situazione, l'energia meccanica si conserva.

Detta m la massa del disco, poiché inizialmente il disco è fermo, l'energia iniziale è solo potenziale $E_i = mgh$, avendo assunto che l'energia potenziale sia nulla quando il disco arriva in fondo al piano inclinato; in questo punto l'energia del disco è solo quella cinetica che, in questo caso, è data dalla somma di un termine dovuto alla traslazione del disco (come un punto materiale di massa m nel centro di massa) e uno dovuto alla rotazione attorno al centro di massa a velocità angolare ω .

$$E_f = \frac{1}{2} m v^2 + \frac{1}{2} I \omega^2$$

Il momento d'inerzia del disco vale $I = \frac{1}{2} m r^2$ (essendo r il raggio del disco) e poiché il moto è di puro rotolamento $\omega = v/r$, si ha

$$E_f = \frac{1}{2} m v^2 + \frac{1}{2} \left(\frac{1}{2} m r^2 \right) \frac{v^2}{r^2} = \frac{3}{4} m v^2$$

In conclusione la conservazione dell'energia si scrive

$$mgh = \frac{3}{4} m v^2 \quad \Rightarrow \quad v = \sqrt{\frac{4}{3} gh}$$

QUESITO n. 8. – RISPOSTA \Rightarrow A

Un fascio di raggi paralleli si concentra sul piano focale posto dopo la prima lente convergente. Affinché si formi un fascio di raggi paralleli dopo la seconda lente occorre che l'immagine prodotta dalla prima lente si trovi sul piano focale della seconda posto davanti a questa.

Le due lenti devono trovarsi tra loro ad una distanza che è la somma delle distanze focali

$$f_1 + f_2 = 25 \text{ cm} + 10 \text{ cm} = 35 \text{ cm}.$$

QUESITO n. 9. – RISPOSTA \Rightarrow [B]

Indicando con T la temperatura, con c il calore specifico del liquido, con m la sua massa e con t il tempo, la quantità di energia che il riscaldatore trasferisce, sotto forma di calore, al liquido è $Q = cm\Delta T$. La potenza P risulta allora:

$$P = \frac{Q}{\Delta t} = \frac{cm\Delta T}{\Delta t} = \frac{(1000 \text{ J kg}^{-1} \text{ K}^{-1})(1 \text{ kg})(0.1 \text{ K})}{100 \text{ s}} = 1 \text{ W}.$$

QUESITO n. 10. – RISPOSTA \Rightarrow [B]

Poiché la forza applicata è in ogni caso costante, il moto può essere solo uniformemente accelerato, oppure uniforme se - come caso particolare - la forza è nulla.

Nella prova 2 gli spazi percorsi dal carrello sono uguali e dunque il moto è uniforme e la forza applicata nulla.

Nei casi 1 e 3 il moto è effettivamente accelerato con accelerazione uguale in modulo ma di verso opposto; infatti l'insieme delle posizioni nella prova 1 appare come un'immagine speculare di quello della prova 3. Dunque nei due casi il modulo della forza è uguale (e ovviamente positivo) per cui la relazione corretta è

$$F_1 = F_3 > F_2 = 0.$$

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

Tenendo conto della relazione di Einstein $E = h\nu$, dove h è la costante di Planck, la frequenza più alta corrisponde alla differenza di energia più alta, quindi alla transizione fra E_3 ed E_0 .

La relativa differenza di energia è $20.40 \times 10^{-19} \text{ J}$ e la frequenza corrispondente risulta $3.08 \times 10^{15} \text{ Hz}$.

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

In una centrale termoelettrica si brucia del combustibile (in questo caso carbone) per ricavarne energia elettrica, tuttavia l'energia termica ricavata dalla reazione chimica della combustione viene convertita soltanto in parte in energia elettrica (secondo principio della termodinamica).

Si definisce *rendimento* il rapporto tra l'energia elettrica ricavata nella centrale (in generale tra ciò che si vuole ottenere) e l'energia termica impiegata ("il prezzo che bisogna pagare"): è appunto questo che afferma l'alternativa D.

Naturalmente, il solo valore del rendimento non dice nulla su ciò che accade al restante 60 % di energia termica per cui le alternative B e C non sono necessariamente vere. Analogamente l'alternativa E non ha a che fare con il valore del rendimento della conversione, mentre la A è falsa poiché il carbone viene bruciato completamente.

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

Detta Q e d rispettivamente la carica e la distanza iniziale tra i due oggetti, dopo aver modificato il sistema si hanno due cariche di valore $Q/2$ e $3Q/2$ poste a distanza $2d$, per cui il modulo della forza di repulsione è dato da (legge di Coulomb)

$$F' = k \frac{(Q/2)(3Q/2)}{(2d)^2} = \frac{3}{16} \frac{kQ^2}{d^2}.$$

Inizialmente invece la forza era

$$F = \frac{kQ^2}{d^2} \quad \Rightarrow \quad F' = \frac{3}{16} F \approx 0.19 F.$$

QUESITO n. 14. – RISPOSTA \Rightarrow D

Se il coefficiente di autoinduzione della spira può essere trascurato, l'equazione di Kirchhoff si semplifica e dà immediatamente la corrente

$$I = \frac{\mathcal{E}}{R} = -\frac{1}{R} \frac{d\Phi}{dt}$$

essendo \mathcal{E} la forza e.m. indotta, pari alla derivata del flusso magnetico concatenato alla spira, cambiata di segno (legge di Faraday).

Poiché la spira si muove di moto uniforme, il flusso varia linearmente nel tempo e di conseguenza la f.e.m. è costante per tutto il tempo impiegato dalla spira ad entrare nella regione di campo magnetico uniforme.

Quando la spira è tutta immersa nel campo magnetico uniforme il flusso concatenato non varia e dunque la f.e.m. indotta si annulla; poi torna ad essere costante quando la spira esce dalla regione di campo magnetico, salvo che f.e.m. e corrente hanno verso opposto.

QUESITO n. 15. – RISPOSTA \Rightarrow B

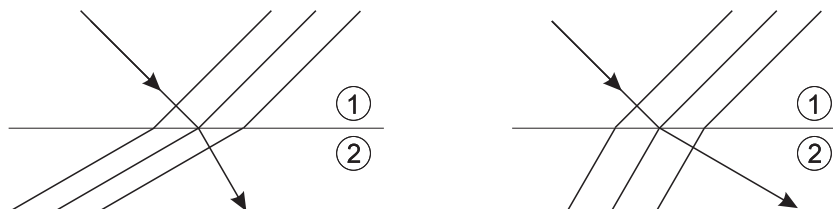
Lungo la direzione verticale non c'è movimento, le forze verticali si equilibrano e possiamo fare a meno di considerarle. La forza risultante sarà data quindi dalla somma vettoriale della spinta esercitata dalla strada e dell'attrito dell'aria. Poiché queste due forze hanno la stessa direzione e verso opposto, il modulo della forza risultante sarà dato dalla differenza dei moduli delle due forze. Il modulo dell'accelerazione sarà allora:

$$a = \frac{F_{\text{ris}}}{m} = \frac{1800 \text{ N}}{900 \text{ kg}} = 2 \text{ m s}^{-2}.$$

QUESITO n. 16. – RISPOSTA \Rightarrow B

Dai disegni delle alternative di risposta si possono ricavare due informazioni: la direzione di propagazione dell'onda, indicata dalla direzione della freccia, e la lunghezza d'onda, indicata dalla distanza che separa i fronti d'onda consecutivi.

Nel passaggio da un semispazio all'altro la frequenza dell'onda ν resta la stessa per cui la variazione di velocità implica una variazione di lunghezza d'onda ($\lambda = v/\nu$) e della direzione di propagazione, per la legge di Snell: $\sin \theta/v = \text{cost}$ (essendo θ l'angolo tra la direzione di propagazione e la normale alla superficie di separazione). La distanza tra due fronti d'onda consecutivi deve quindi diminuire se la direzione di propagazione si avvicina alla normale, come mostrato nella seguente figura a sinistra o viceversa come nella figura a destra.



Le alternative D e E sono dunque errate in quanto in entrambe la direzione di propagazione si allontana dalla normale, ma la lunghezza d'onda non aumenta.

Anche le alternative A e C sono errate in quanto in entrambe la direzione di propagazione si avvicina alla normale, ma la lunghezza d'onda non diminuisce.

L'alternativa B è quindi l'unica corretta poiché la direzione di propagazione si avvicina alla normale mentre la lunghezza d'onda si è ridotta.

QUESITO n. 17. – RISPOSTA \Rightarrow C

La densità è inversamente proporzionale al cubo della distanza intermolecolare, quindi le alternative B e E sono da escludere; l'alternativa A non è da escludere per questa ragione perché si ragiona per ordini di grandezza e 8 è dello stesso ordine di grandezza di 10.

Anche se il gas non è specificato, una stima della densità dei gas a pressione atmosferica può essere fatta considerando che l'aria ha una densità di circa 1.3 kg m^{-3} ; d'altra parte tutti i liquidi hanno densità compresa fra 500 e $20\,000 \text{ kg m}^{-3}$. Ciò porta ad escludere anche le alternative A e D.

Altrimenti si può usare l'equazione di stato, attribuendo valori ragionevoli alla temperatura e alla massa molare della sostanza, tenendo conto che a temperatura ambiente e a pressione atmosferica le sostanze con massa molare molto elevata non possono essere allo stato gassoso.

La densità di un gas si può esprimere come $\rho = pM/(RT)$ dove p è la pressione (circa $100\,000 \text{ Pa}$), M è la massa molare (compresa fra 2 e 200 g/mol), R è la costante dei gas e T è la temperatura (circa 300 K), e quindi è compresa, come ordine di grandezza, fra 0.1 e 10 kg m^{-3} . Ne segue che il rapporto delle densità fra liquido e gas non può essere né 10 né $1\,000\,000$.

QUESITO n. 18. – RISPOSTA \Rightarrow B

Poiché le molle sono identiche e il carico di 24 N è appeso a metà dell'asticella, ciascuna molla ne equilibra metà, cioè 12 N . Sapendo che una molla sottoposta ad una forza di 8 N si allunga di 4 cm , e ricordando che gli allungamenti sono direttamente proporzionali alle forze applicate (legge di Hooke), con una forza una volta e mezza più grande l'allungamento sarà una volta e mezzo più grande, pari a 6 cm .

Soluzione formale: siano P_1 e Δx_1 il peso e l'allungamento della molla nel primo caso, e analogamente con indice 2 nel secondo.

La costante elastica delle molle si ricava dai dati, nel caso 1: $k = P_1/\Delta x_1 = 8 \text{ N}/0.04 \text{ m} = 200 \text{ N m}^{-1}$. Nel secondo caso il sistema è fatto in modo che le molle si allunghino della stessa quantità Δx_2 e dunque deve essere

$$2k\Delta x_2 = P_2 \quad \text{da cui} \quad \Delta x_2 = \frac{P_2}{2k} = \frac{P_2}{2P_1} \Delta x_1 = \frac{(24 \text{ N})}{2(8 \text{ N})} (4 \text{ cm}) = 6 \text{ cm}.$$

QUESITO n. 19. – RISPOSTA \Rightarrow B

Prima dello sparo la quantità di moto del sistema rispetto al suolo (carrello con cannone, più proiettile) è $(M + m)v$. Dopo lo sparo la quantità di moto è mV , indicando con V la velocità del proiettile, dato che il carrello di massa M è fermo. Poiché non agiscono forze esterne con componente orizzontale, la quantità di moto si conserva e dunque

$$V = \frac{(M + m)v}{m}.$$

QUESITO n. 20. – RISPOSTA \Rightarrow B

Indicando con μ il coefficiente di attrito statico fra superficie del disco e corpo, quest'ultimo inizierà a scivolare solo quando sarà sollecitato da una forza orizzontale superiore a μmg . Durante la rotazione, in un sistema di riferimento rotante con il disco, il corpo è sollecitato da una forza centrifuga $F_c = m\omega^2 r$ dove r è la distanza del corpo dal centro di rotazione.

La condizione che deve essere verificata affinché inizi lo scivolamento è $F_c \geq \mu mg$, che diventa

$$\omega^2 r \geq \mu g.$$

La relazione scritta indica che il valore della massa non influenza la condizione richiesta, quindi la terza possibilità è esclusa. Una diminuzione della velocità angolare può essere compensata, in modo da soddisfare ancora la condizione, sia da un aumento della distanza del corpo dal centro (prima possibilità) sia da una diminuzione del coefficiente di attrito (seconda possibilità).

In alternativa, studiando il problema in un riferimento inerziale, rispetto al quale il disco è in rotazione, si dovrebbe dire che la massa viene trascinata finché l'attrito è sufficiente a fornire la necessaria forza centripeta f_c :

$$f_c = m \omega^2 r = f_{\text{attr}} \leq \mu mg \quad \Rightarrow \quad \omega \leq \omega_0 = \sqrt{\mu g / r}.$$

Le conclusioni sono ovviamente le stesse.

QUESITO n. 21. – RISPOSTA \Rightarrow D

Poiché la bombola è metallica e la fuoruscita avviene lentamente, possiamo supporre che il gas contenuto al suo interno resti sempre in equilibrio termico con l'ambiente circostante, e dunque che la sua temperatura finale sia uguale a quella iniziale $T_f = T_i = T$. La fuoruscita del gas cessa quando questo ha raggiunto una pressione uguale a quella atmosferica, e dunque pari ad $1/5$ di quella iniziale $p_f = p_a = p_i/5$.

Dato che il volume della bombola resta inalterato ($V_f = V_i = V$), l'equazione di stato dei gas negli stati iniziale e finale si scrive

$$p_i V = n_i R T \quad \text{e} \quad p_f V = n_f R T \quad \Rightarrow \quad n_f = \frac{p_f}{p_i} n_i = \frac{1}{5} n_i.$$

Anche la massa rimasta sarà allora $1/5$ di quella iniziale.

QUESITO n. 22. – RISPOSTA \Rightarrow A

La figura di diffrazione è caratterizzata dall'alternanza di frange luminose, in corrispondenza dei picchi di luminosità, e frange scure, in corrispondenza dei minimi di luminosità, le cui distanze dal picco centrale sono date da

$$x_n = n \frac{\lambda L}{d}$$

dove λ è la lunghezza d'onda della luce impiegata, L la distanza tra fenditura e schermo, d la larghezza della fenditura, nelle consuete ipotesi $L \gg d$ e $x_n \ll L$.

Diminuendo la larghezza della fenditura d l'intensità di tutti i picchi diminuisce perché meno luce attraversa la fenditura e la distribuzione dei picchi si allarga poiché, per ogni n , la distanza x_n aumenta.

QUESITO n. 23. – RISPOSTA \Rightarrow D

Nell'istante in cui si chiude l'interruttore, la tensione del condensatore ($V_C = Q/C$) è applicata alla resistenza R . Per la legge di Ohm la corrente che scorre nello stesso istante nella resistenza vale

$$I = \frac{V_C}{R} = \frac{Q}{RC} = 1 \text{ A}.$$

QUESITO n. 24. – RISPOSTA \Rightarrow B

Si ricordi che, quando il calore fornito ad un materiale determina solamente una variazione della sua temperatura, vale la relazione $Q = c m \Delta T$, dove Q è il calore trasmesso, c è il calore specifico del materiale, m è la sua massa e ΔT la variazione di temperatura ottenuta; inoltre si sa che la massa di un materiale omogeneo è data dal prodotto $m = \rho V$ quindi il rapporto fra l'energia fornita al metallo e quella fornita all'acqua risulta

$$k = \frac{c \rho V \Delta T}{c_a \rho_a V \Delta T} = \frac{2}{3}.$$

QUESITO n. 25. – RISPOSTA \Rightarrow C

L'ampiezza di un'onda è definita come la massima altezza raggiunta dalla particella, rispetto alla posizione media. Dalla lettura dell'asse delle ordinate del grafico si evince che le alternative D ed E sono errate.

Il periodo è definito come il tempo impiegato dall'onda per compiere una oscillazione completa. Dalla lettura dell'asse delle ascisse del grafico si evince che le alternative A e B sono errate.

L'alternativa C riporta la corretta combinazione dei dati, coerenti tra loro e con il grafico.

Da notare infine che le alternative A e D potevano essere comunque escluse perché non c'è la giusta corrispondenza tra il valore della frequenza e quello del periodo, dato che la frequenza dev'essere l'inverso del periodo.

QUESITO n. 26. – RISPOSTA \Rightarrow E

Si potrebbe risolvere il problema applicando il metodo delle maglie, ma alcune considerazioni rendono più agevole la soluzione.

Sia I_0 la corrente erogata dall'alimentatore. Essa è il doppio di quella che scorre nell'amperometro A_1 ($I_1 = 3$ A) per cui risulta $I_0 = 2I_1 = 6$ A.

La stessa corrente I_0 nel secondo parallelo si divide nei due rami secondo il rapporto 1 : 2. Allora 2/3 della corrente passa nel ramo di A_2 e 1/3 nell'altro.

L'amperometro A_2 misura quindi la corrente $I_2 = 2/3 I_0 = 4.0$ A.

QUESITO n. 27. – RISPOSTA \Rightarrow E

Se la resistenza dell'aria è trascurabile l'energia meccanica (potenziale più cinetica: $E = U + T$) si conserva e dunque, considerando i valori iniziali e finali,

$$U_i + T_i = U_f + T_f \quad \text{ovvero}$$

$$mgh_i + \frac{1}{2}mv_i^2 = mgh_f + \frac{1}{2}mv_f^2 \quad \Rightarrow \quad v_f = \sqrt{v_i^2 - 2g(h_f - h_i)} = 2.7 \text{ m s}^{-1}.$$

QUESITO n. 28. – RISPOSTA \Rightarrow E

L'altezza di una nota musicale corrisponde alla frequenza ν dell'armonica fondamentale che l'ha prodotta, legata alla lunghezza d'onda λ dalla relazione $v = \lambda\nu$, dove v è la velocità di propagazione dell'onda sulla corda tesa.

La prima affermazione è errata: infatti, aumentando la lunghezza della corda, aumenta la lunghezza d'onda λ della fondamentale, trattandosi di un'onda stazionaria. D'altra parte la velocità di propagazione dell'onda è data da

$$v = \sqrt{T/\mu}$$

(dove T è la tensione della corda e μ è densità lineare di massa) e dunque non varia se della corda non cambia la sua sezione, o la materia di cui è composta o la tensione a cui è sottoposta. Pertanto, dalla relazione citata sopra, si ricava che in questo caso la frequenza diminuisce.

Anche la seconda affermazione è errata: infatti l'aumento dell'ampiezza della vibrazione genera un aumento dell'intensità dell'onda che produce la nota, ma non modifica la frequenza di oscillazione.

La terza affermazione è corretta: infatti l'aumento della tensione T della corda produce un aumento della velocità v di propagazione dell'onda nella corda mentre la lunghezza d'onda λ rimane costante poiché non cambia la lunghezza della corda. Ne segue che la frequenza aumenta.

QUESITO n. 29. – RISPOSTA \Rightarrow D

L'intensità dell'attrito viscoso che agisce su una sfera in moto in un fluido è una funzione *crescente* del modulo della velocità e dipende dalle dimensioni della sfera e dalle caratteristiche del fluido; nel nostro caso l'unica grandezza che varia è la velocità. Poiché all'inizio della caduta questa è nulla, l'attrito è nullo, poi all'aumentare della velocità, aumenta l'attrito.

Quando si osserva che la velocità ha raggiunto un valore costante (moto uniforme) la risultante delle forze è nulla e dunque la forza d'attrito eguaglia, in modulo, il peso P .

QUESITO n. 30. – RISPOSTA \Rightarrow C

In un barometro a mercurio la pressione atmosferica è in equilibrio con la pressione idrostatica alla base della colonna di mercurio e dunque può essere misurata, determinando quest'ultima, secondo la legge di Stevino

$$p = \rho gh$$

dove ρ è la densità del liquido e g l'accelerazione di gravità e h l'altezza misurata.

Pertanto la prima affermazione è errata e le altre due sono corrette.

QUESITO n. 31. – RISPOSTA \Rightarrow B

Oltre alla forza \vec{F} sulla cassa agiscono il peso ($\vec{P} = M\vec{g}$ verticale verso il basso) la reazione normale del pavimento (\vec{N} verticale verso l'alto) e la forza d'attrito dinamico (\vec{A} orizzontale ed opposta al moto).

Poiché la cassa si sta muovendo di moto rettilineo uniforme la risultante di tutte le forze ad essa applicate deve essere nulla. Separando le componenti orizzontali e verticali, e tenendo conto che $A = \mu N$, si hanno le equazioni

$$\begin{cases} F \cos \theta - \mu N = 0 \\ F \sin \theta + N - Mg = 0 \end{cases}$$

dove il modulo F della forza e quello N nella reazione vincolare del piano sono incogniti. Risolvendo si ottiene

$$F = \frac{\mu Mg}{\cos \theta + \mu \sin \theta} \approx 8 \text{ N}.$$

QUESITO n. 32. – RISPOSTA \Rightarrow A

Tutte e tre le affermazioni sono corrette, infatti: se y rappresenta la velocità allora la distanza percorsa in un certo intervallo di tempo si può ricavare misurando l'area racchiusa tra la curva e l'asse delle ascisse nello stesso intervallo; se y rappresenta la distanza percorsa allora la velocità è data dalla pendenza della curva che nel caso proposto risulta costante; infine se y rappresenta la velocità allora l'accelerazione è data dalla pendenza della curva, che – come sopra – risulta pure costante.

QUESITO n. 33. – RISPOSTA \Rightarrow A

Le tre affermazioni sono tutte corrette infatti:

- se l'indice di rifrazione del mezzo da cui proviene la luce è maggiore di quello su cui incide esiste un angolo limite per il passaggio della luce dal primo al secondo mezzo ed è possibile quindi che la luce venga totalmente riflessa;
- se i due indici di rifrazione sono uguali la luce non subisce deviazioni nel passaggio tra i due mezzi ed è dunque possibile che il prisma possa risultare invisibile, se l'assorbimento della luce è trascurabile.
- se l'indice di rifrazione del mezzo da cui proviene la luce è minore di quello su cui incide, allora si verifica che parte della luce penetra nel prisma e parte è riflessa dalla superficie AB.

QUESITO n. 34. – RISPOSTA \Rightarrow C

Il lavoro fatto dal gas in una trasformazione descritta da una relazione tra pressione e volume $p = p(V)$ è dato dall'integrale

$$\mathcal{L} = \int_{V_i}^{V_f} p(V) dV$$

che, geometricamente, corrisponde all'area della parte di piano (p, V) compresa tra il grafico della funzione $p(V)$ e l'asse V , tra le ascisse V_i e V_f .

Per un insieme di trasformazioni che compongono un ciclo chiuso, il lavoro totale corrisponde all'area della superficie delimitata dalla curva chiusa che rappresenta il ciclo.

Nel nostro caso è dunque

$$\mathcal{L} = (p_A - p_D)(V_C - V_D) = 6 \text{ kJ}.$$

QUESITO n. 35. – RISPOSTA \Rightarrow D

La differenza di potenziale ai capi della resistenza di lunghezza ℓ_1 è $V_0 = 1.5 \text{ V}$ qualunque sia il valore di ℓ_1 . Se il galvanometro segna zero, la corrente che circola nel tratto di filo lungo ℓ_1 e quella che circola nel tratto lungo ℓ_2 sono uguali. Indicando con V_0 e V le differenze di potenziale, rispettivamente, ai capi XS e XY, e ricordando che la resistenza di un filo conduttore a sezione costante è direttamente proporzionale alla lunghezza del filo, si ha

$$\frac{V_0}{R_1} = \frac{V}{R_1 + R_2} \Rightarrow V = \frac{R_1 + R_2}{R_1} V_0 = \frac{\ell_1 + \ell_2}{\ell_1} V_0 = 1.5 \frac{\ell_1 + \ell_2}{\ell_1} \text{ V}$$

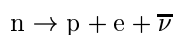
Allo stesso risultato si può giungere con l'equazione delle maglie o con le espressioni relative ad un partitore di tensione.

QUESITO n. 36. – RISPOSTA \Rightarrow D

Le superfici equipotenziali in presenza di un campo uniforme sono piani ortogonali al vettore campo. Il potenziale è maggiore in X che in Y perché il campo compie lavoro su una carica positiva che va da X a Y. Indicando con \vec{r} il vettore da X a Y, la differenza di potenziale è data da $V_X - V_Y = \vec{r} \cdot \vec{E}$, quindi è data dal prodotto dell'intensità del campo per lo spostamento lungo la direzione del campo: $(6 \text{ kV m}^{-1})(0.4 \text{ m}) = 2.4 \text{ kV}$.

QUESITO n. 37. – RISPOSTA \Rightarrow D

L'emissione β è legata al decadimento di un neutrone del nucleo radioattivo; la reazione di decadimento è



dove n indica il neutrone, p il protone, e l'elettrone e $\bar{\nu}$ un antineutrino (antineutrino elettronico). L'antineutrino viene espulso dal nucleo, come pure l'elettrone che rappresenta appunto l'emissione β . Nel nucleo resta il protone, al posto del neutrone, cosicché il numero di protoni aumenta di un'unità.

QUESITO n. 38. – RISPOSTA \Rightarrow D

La massa dell'uomo che si pesa può essere calcolata in base alla misura fatta fuori dall'ascensore, con accelerazione di gravità g : $m = P/g$. Quando l'uomo monta sulla bilancia all'interno dell'ascensore questa rileva una forza di $F = 820 \text{ N}$ corrispondente ad un incremento apparente di g pari ad $1/40$ del suo valore. Se nessuna forza preme l'uomo sulla bilancia se ne deve dedurre che l'ascensore non è in moto uniforme ma accelerato con accelerazione diretta verso l'alto; tra le cinque proposte, l'unica alternativa corretta è che l'ascensore sale aumentando il modulo della propria velocità.

QUESITO n. 39. – RISPOSTA \Rightarrow E

Poiché il piano è privo di attrito, le uniche forze agenti sul blocco sono il peso e la reazione normale del vincolo; la forza risultante è quindi semplicemente la componente del peso nella direzione del piano, in quanto la componente del peso normale al piano e la reazione vincolare si equilibrano.

La componente P_{\parallel} del peso nella direzione del piano è data da $P_{\parallel} = mg \sin \alpha$, dove α è l'angolo di inclinazione del piano. Ma $\sin \alpha = h/d$, dove h è la variazione di altezza e d è la distanza fra X e Y; la forza risultante è quindi semplicemente $mg/2 \approx 10 \text{ N}$ attribuendo a g il valore approssimato 10 m s^{-2} .

In alternativa, non essendoci dissipazione di energia, l'energia cinetica T del blocco in fondo al piano è pari alla differenza di energia potenziale, cioè mgh . Ma T è anche uguale al lavoro fatto dalla forza incognita, per cui $mgh = Fd \Rightarrow F = mgh/d$, come sopra.

QUESITO n. 40. – RISPOSTA \Rightarrow E

Il tronco dell'albero può essere schematizzato come un cono; indicando con R il raggio alla base, con h la sua altezza, il volume è quindi circa $\pi R^2 h / 3 = 0.63 \text{ m}^3$. Una stima ancora più grossolana del volume complessivo dei rami principali può essere data così: supponiamo che l'abete abbia rami a distanza media $d = 15 \text{ cm}$ lungo il tronco (tenendo conto che essi sono più distanziati l'uno dall'altro, ma partono in molte direzioni diverse), di raggio alla base $r = 2 \text{ cm}$ e lunghi in media $\ell = 2 \text{ m}$ (non di più, perché l'abete è in una foresta); il volume dei rami principali sarà quindi $\pi r^2 \ell h / (3d) = 0.08 \text{ m}^3$ e il volume complessivo del legno ottenuto sarà poco più di 0.7 m^3 .

La densità del legno è di poco inferiore a quella dell'acqua, e possiamo grossolanamente stimarla in 900 kg m^{-3} , ottenendo una massa dell'ordine di 650 kg .

Materiale elaborato dal gruppo

**PROGETTO OLIMPIADI**

Segreteria Olimpiadi Italiane della Fisica

presso Liceo Scientifico "U. Morin"

VENEZIA MESTRE

fax: 041.584.1272

e-mail: olifis@libero.it