

OLIMPIADI DI FISICA 2005

9 Dicembre 2004

Soluzione del QUESTIONARIO

QUESITO n. 1. – RISPOSTA \Rightarrow C

La transizione di fase avviene a temperatura costante. Detto λ_v il calore di vaporizzazione dell'acqua (v. Tabella delle costanti), l'energia necessaria all'acqua per trasformarsi interamente in vapore a 100°C è

$$Q = \lambda_v m = 1.13 \times 10^6 \text{ J}$$

QUESITO n. 2. – RISPOSTA \Rightarrow C

Per la lente sottile vale la *legge dei punti coniugati*: $1/p + 1/q = 1/f$, essendo p e q le distanze dell'oggetto e della sua immagine dalla lente sottile, ed f la focale della lente stessa.

Poiché la somma a primo membro è costante, diminuendo p aumenta q e quindi l'immagine si allontana quando l'oggetto viene avvicinato alla lente.

Inoltre, essendo l'ingrandimento (rapporto fra dimensioni dell'immagine e dell'oggetto) pari a q/p , per la stessa ragione le dimensioni dell'immagine aumentano.

QUESITO n. 3. – RISPOSTA \Rightarrow D

Poiché l'ingrandimento (rapporto fra dimensioni dell'immagine e dell'oggetto) è q/p , detta h l'altezza dell'oggetto, l'altezza dell'immagine dovrà essere

$$h' = \frac{q}{p} h = 3 \frac{30}{60} \text{ cm} = 1.5 \text{ cm}$$

QUESITO n. 4. – RISPOSTA \Rightarrow A

La quantità di moto totale del sistema è definita come la somma vettoriale delle quantità di moto $m\vec{v}$ dei singoli costituenti del sistema.

I due oggetti hanno inizialmente quantità di moto uguale in intensità e direzione, ma opposte nel verso e la quantità di moto totale del sistema è nulla; questa si conserva durante l'urto – indipendentemente dal fatto che sia elastico – essendo nulla la risultante delle forze esterne impulsive.

QUESITO n. 5. – RISPOSTA \Rightarrow C

Nel suo moto la massa percorre un arco di circonferenza con velocità crescente in modulo dal punto 1 al punto 3 e successivamente decrescente fino al punto 5. La massa avrà perciò:

1. Un'accelerazione tangenziale con la stessa direzione e verso della velocità quando questa cresce in modulo e contraria quando questa decresce: la rappresentazione è nella figura D.
2. Un'accelerazione centripeta diretta verso il punto di sospensione e di modulo (v^2/R) crescente con il modulo della velocità: la rappresentazione è nella figura E.

La rappresentazione corretta è perciò la C, in cui i vettori hanno sia una componente radiale che una tangenziale.

L'alternativa A può rappresentare una scelta basata su una cattiva considerazione di una specie di *forza centrifuga*, mentre l'alternativa B può indicare confusione fra il concetto di velocità e quello di accelerazione.

Le scelte D ed E sono errate perché riportano soltanto, rispettivamente, l'accelerazione tangenziale o quella centripeta, che invece sono presenti contemporaneamente.

QUESITO n. 6. – RISPOSTA \Rightarrow C

Poiché la forza di gravità rappresenta l'interazione fra masse, per il terzo principio della dinamica, il ragazzo eserciterà sulla Terra una forza in modulo pari all'attrazione gravitazionale della Terra sul ragazzo, ossia $F = mg = 490 \text{ N}$. Si è indicato con g il modulo del campo gravitazionale che sulla superficie della Terra è approssimativamente costante e pari a circa 9.8 m s^{-2} .

QUESITO n. 7. – RISPOSTA \Rightarrow C

Si osserva che nell'intervallo di tempo considerato, $\Delta t = 3 \text{ s}$, l'oggetto si muove con accelerazione costante e negativa, a , la velocità all'inizio è $v_0 = 2 \text{ m s}^{-1}$ e alla fine si annulla. Il tratto di strada percorsa è

$$\Delta x = v_0 \Delta t + \frac{1}{2} a \Delta t^2.$$

Sapendo inoltre che $a = -v_0/\Delta t = -2/3 \text{ m s}^{-2}$, e sostituendo i valori numerici noti nella precedente si trova $\Delta x = 3.0 \text{ m}$.

Al medesimo risultato si sarebbe arrivati ricordando che $\Delta x = \int_E^F v dt$ e calcolando l'area sottesa dal tratto EF del grafico.

QUESITO n. 8. – RISPOSTA \Rightarrow D

Per il sistema descritto vale il teorema delle forze vive secondo il quale la variazione dell'energia cinetica del sistema è pari al lavoro fatto dall'ambiente circostante sull'oggetto.

Se la velocità rimane costante, e quindi l'energia cinetica non varia, non viene fatto alcun lavoro. Ciò avviene, come si nota dal grafico, negli intervalli corrispondenti ai tratti BC e DE.

QUESITO n. 9. – RISPOSTA \Rightarrow E

Poiché il sistema è in quiete la tensione della fune che lo sostiene è pari al peso totale ($2Mg$, avendo trascurato la massa della molla).

Prima della rottura della fune il blocco superiore è in equilibrio e dunque è soggetto ad una forza risultante nulla. Appena la fune si rompe resta applicata a quello una forza $2Mg$, rivolta in basso, poiché questa è la risultante di forze che non variano istantaneamente (forza peso e forza elastica della molla).

L'accelerazione istantanea del blocco superiore sarà quindi di modulo $a = F/M = 2g$, rivolta verso il basso.

QUESITO n. 10. – RISPOSTA \Rightarrow B

Usando la legge di Snell ($n_0 \sin \theta_0 = n \sin \theta$) e ponendo $n_0 = 1$ l'indice di rifrazione dell'aria, si ricava che l'indice di rifrazione del materiale è

$$n = \frac{\sin \theta_0}{\sin \theta} = \frac{\sin 49^\circ}{\sin 30^\circ} = 1.51$$

Poiché la velocità della luce è c/n , si ricava che essa nel mezzo è $1.99 \times 10^8 \text{ m s}^{-1}$, che arrotondato a 2 cifre dà il valore indicato in B.

QUESITO n. 11. – RISPOSTA \Rightarrow D

Il gas esegue una trasformazione isocora assorbendo la quantità di calore $Q = nC_V \Delta T$, dove n è il numero di moli di gas, $C_V = \frac{3}{2} R$ il calore molare a volume costante e ΔT la variazione di temperatura.

La variazione di pressione del gas – a volume costante – dipende dalla variazione di temperatura, secondo l'equazione di stato dei gas perfetti

$$V \Delta p = nR \Delta T \quad \text{da cui si ha} \quad \Delta p = \frac{nR}{V} \Delta T = \frac{nR}{V} \frac{Q}{nC_V} = \frac{2}{3} \frac{Q}{V} = 3333 \text{ Pa}$$

QUESITO n. 12. – RISPOSTA \Rightarrow C

La resistenza equivalente di un parallelo è minore di ciascuna delle due resistenze del parallelo. Ne segue che quando si brucia la lampadina 1 la resistenza dell'intero circuito aumenta e la corrente erogata dalla batteria diminuisce. La lampadina 3 sarà allora meno luminosa di prima e questo basta per trovare la risposta corretta.

Si può comunque verificare che la lampada 2 è attraversata da una corrente maggiore e appare quindi più luminosa di prima. Infatti, detta R^* la resistenza equivalente dell'intero circuito, si determina la corrente che scorre inizialmente nella lampadina 2:

$$R^* = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2} + R_3 = \frac{R_1 R_2 + R_2 R_3 + R_3 R_1}{R_1 + R_2} \quad \Rightarrow \quad I_2 = \frac{V}{R^*} \frac{R_1}{R_1 + R_2} = \frac{V R_1}{R_1 R_2 + R_2 R_3 + R_3 R_1}$$

Dopo che la lampadina 1 si è bruciata, la resistenza equivalente del circuito è semplicemente $R_2 + R_3$ e quindi la corrente è

$$I'_2 = \frac{V}{R_2 + R_3} \quad \text{da cui} \quad \frac{I'_2}{I_2} = \frac{R_1 R_2 + R_2 R_3 + R_3 R_1}{R_1 R_2 + R_1 R_3} > 1$$

QUESITO n. 13. – RISPOSTA \Rightarrow B

La carica totale indotta sull'elettroscopio è nulla dato che la barretta carica non viene a contatto con lo strumento. La carica di segno opposto a quella inducente – quella positiva – si accumula sul pomello mentre le foglie si caricano di ugual segno, ossia negativamente, allontanandosi.

La rappresentazione più corretta è quindi quella della figura B.

QUESITO n. 14. – RISPOSTA \Rightarrow D

La forza gravitazionale che la Terra (supposta sferica ed omogenea) esercita su un altro corpo puntiforme (nel nostro caso il libro) è la stessa che si avrebbe se tutta la massa della Terra fosse concentrata nel suo centro, e dunque dipende dall'inverso del quadrato della distanza tra il centro della Terra e il libro.

Questa distanza non varia apprezzabilmente se si solleva il libro di 2900 m: infatti il raggio della Terra è 6370 km e la variazione relativa è

$$\frac{\Delta r}{r} = \frac{2.9}{6370} \approx 4.6 \times 10^{-4} \quad \text{ossia meno dello } 0.05\%.$$

Dunque non varierà apprezzabilmente neppure l'intensità P della forza gravitazionale, dato che la sua variazione relativa è, in modulo, doppia della precedente:

$$\left| \frac{\Delta P}{P} \right| = 2 \frac{\Delta r}{r} \approx 9.1 \times 10^{-4} \quad \Rightarrow \quad |\Delta P| = 9.1 \times 10^{-4} P = 0.018 \text{ N}$$

La forza gravitazionale agente sul libro resta quindi di circa 20 N.

QUESITO n. 15. – RISPOSTA \Rightarrow C

Nella prima fase si ha uno spostamento di cariche nelle tre sfere che, essendo in contatto, si comportano come un conduttore unico. Le sfere si caricano quindi per induzione: la sfera 3 con una certa carica positiva Q , la 1 con carica uguale in modulo ma negativa ($-Q$), mentre la 2 rimane globalmente neutra per simmetria. Tali cariche rimangono sulle sfere se queste si allontanano una dall'altra prima di rimuovere le bacchette inducenti.

Al contatto tra la sfera 1 e la 2 la carica $-Q$ si divide in parti uguali; al successivo contatto tra la sfera 2 e la 3 la carica totale delle due ($Q - Q/2 = Q/2$) si ripartisce ancora in parti uguali: alla fine la carica che si trova sulla sfera 2 è $Q/4$.

QUESITO n. 16. – RISPOSTA \Rightarrow E

Il lavoro di un gas che esegue una trasformazione reversibile è dato, sul piano $p - V$, dall'area delimitata dalla curva della trasformazione, dall'asse del volume e dalle rette $V = V_{\text{ini}}$ e $V = V_{\text{fin}}$.

Il lavoro compiuto dal gas nell'espansione adiabatica reversibile è positivo ed è minore – a parità di variazione di volume – del lavoro compiuto dallo stesso gas nell'espansione isoterma, poiché, nell'intervallo di volume considerato, la curva della trasformazione adiabatica sta sempre sotto la curva delle isoterme. Infatti in questo caso il lavoro è fatto a spese della sola energia interna; questa diminuisce e con essa diminuisce la temperatura.

QUESITO n. 17. – RISPOSTA \Rightarrow A

Si osservi preliminarmente che due molle uguali, ciascuna di costante k , collegate *in parallelo*, sono equivalenti ad un'unica molla di costante $2k$; infatti la forza applicata alla massa è doppia della forza di ciascuna molla mentre l'allungamento è uguale per le due molle: dunque

$$F = F_1 + F_2 = 2k \Delta\ell = k_p \Delta\ell \quad \Rightarrow \quad k_p = 2k$$

Se invece le molle uguali sono disposte *in serie* la forza applicata alla massa è pari a quella di ciascuna molla mentre l'allungamento complessivo è doppio; risulta allora

$$\Delta\ell = \Delta\ell_1 + \Delta\ell_2 = 2 \frac{F}{k} = \frac{F}{k_s} \quad \Rightarrow \quad k_s = \frac{k}{2}$$

I periodi di oscillazione nel caso del collegamento in parallelo o in serie sono rispettivamente

$$T_p = 2\pi\sqrt{\frac{M}{2k}} \quad T_s = 2\pi\sqrt{\frac{M}{k/2}}.$$

e il rapporto tra questi due valori risulta $1/2$.

QUESITO n. 18. – RISPOSTA \Rightarrow A

Indicando con W il lavoro prodotto dal motore e facendo il bilancio energetico, il calore assorbito dalla sorgente a temperatura superiore è $Q_{\text{sup}} = W + Q_{\text{inf}} = 4W$.

Il rendimento del motore è

$$\eta = \frac{W}{Q_{\text{sup}}} = 0.25.$$

QUESITO n. 19. – RISPOSTA \Rightarrow D

Il volume di acqua è uguale a $5 \times 4 \times 8 \text{ dm}^3$, pari a 160 dm^3 . Tenendo conto che la densità dell'acqua è 1 kg dm^{-3} , la massa aggiunta al contenitore è di 160 kg .

QUESITO n. 20. – RISPOSTA \Rightarrow C

Poiché il resistore da 15Ω , dopo aver chiuso l'interruttore, risulta in parallelo a quello da 30Ω la d.d.p. sarà evidentemente uguale.

La resistenza equivalente del parallelo è pari a 10Ω e dunque la d.d.p. di cui si parla è metà di quella ai capi del resistore da 20Ω .

QUESITO n. 21. – RISPOSTA \Rightarrow C

Dalla teoria cinetica del gas perfetto si ha che l'energia cinetica media delle particelle di gas è direttamente proporzionale alla temperatura assoluta del gas. La rappresentazione corretta è la C.

La figura A indica che l'energia cinetica media non varia con la temperatura assoluta. La figura B ricorda l'andamento della velocità quadratica media delle particelle in funzione della temperatura. Le figure D ed E indicano relazioni decrescenti tra energia cinetica media e temperatura assoluta senza significato fisico.

QUESITO n. 22. – RISPOSTA \Rightarrow C

Assumendo come positivo il verso della velocità \vec{v} (verso l'osservatore) il campo magnetico generato dalla spira centrale appare all'osservatore uscente dalla superficie della spira; dunque sulla spira 1 si avrà un flusso magnetico positivo e crescente e la corrente indotta sarà vista in verso orario dovendo, per la legge di Lenz, creare un flusso magnetico negativo.

Anche il flusso magnetico concatenato alla spira 2 è positivo ma decrescente e dunque nella spira 2 la corrente indotta è vista scorrere in verso antiorario, cioè tale da produrre un flusso magnetico positivo.

In alternativa, utilizzando l'analogia spira-magnete si può vedere la spira in moto come un magnete il cui polo nord è rivolto verso l'osservatore. Allora – sempre per la legge di Lenz – la spira 1 apparirà come un magnete con i poli tali da respingere la spira in movimento, ossia rovesciato rispetto all'altro. Al contrario la spira 3 appare come un magnete che attira quello in moto che si sta allontanando e dunque orientato nello stesso modo. L'orientamento dei magneti dà di conseguenza i versi delle correnti, come sopra.

QUESITO n. 23. – RISPOSTA \Rightarrow D

Il volume del gas nel punto B del ciclo si ricava dall'equazione di stato per le isoterme ($pV = \text{cost.}$) e vale 5 m^3 .

Il lavoro compiuto dal gas è negativo, essendo il ciclo percorso in senso antiorario; il suo modulo, essendo dato dall'area del ciclo ABC, è minore di 450 kJ che è l'area del triangolo di base AB e di altezza AC. Dunque la risposta corretta è la D.

Ovviamente il lavoro si può calcolare anche in modo diretto sommando i contributi relativi a ciascuna trasformazione.

Nella trasformazione AB (isobara) il lavoro è dato da

$$\mathcal{L}_{AB} = p \Delta V = 200 \text{ kPa} \cdot 3 \text{ m}^3 = 600 \text{ kJ},$$

nella successiva isoterma BC il lavoro è

$$\mathcal{L}_{BC} = P_B V_B \ln \frac{V_C}{V_A} = 200 \text{ kPa} \cdot 5 \text{ m}^3 \cdot \ln \frac{2}{5} = -916 \text{ kJ}$$

mentre nella trasformazione CA (isocora) il lavoro è nullo.

Il lavoro totale nel ciclo è quindi

$$\mathcal{L} = \mathcal{L}_{AB} + \mathcal{L}_{BC} = (600 - 916) \text{ kJ} = -316 \text{ kJ}$$

QUESITO n. 24. – RISPOSTA \Rightarrow A

Indichiamo con M e m le masse rispettivamente del blocco più pesante e di quello più leggero, e con T la tensione del filo. Poiché il filo è inestensibile, l'accelerazione dei due blocchi è la stessa (in modulo), e la indichiamo con a .

La seconda legge della dinamica, applicata al blocco più pesante e a quello più leggero, assumendo come positivo il verso rispettivamente rivolto in basso e in alto, dà:

$$Mg - T = Ma; \quad T - mg = ma.$$

Sommando membro a membro queste due equazioni si elimina T e risolvendo rispetto ad a si ottiene:

$$a = \frac{M - m}{M + m} g = \frac{1 - m/M}{1 + m/M} g.$$

L'accelerazione sarà dunque massima quando il rapporto m/M è minimo, e quindi nel caso A.

QUESITO n. 25. – RISPOSTA \Rightarrow E

Le forze principali che agiscono sul paracadutista sono il peso e la forza di resistenza dell'aria. Per una discesa verticale, queste due forze hanno la stessa direzione e verso opposto. Quando il paracadutista ha la velocità di regime, cioè costante, la sua accelerazione è nulla, e dunque la forza risultante è anch'essa nulla.

Di conseguenza, la forza di resistenza dell'aria ha la stessa intensità del peso che è lo stesso in entrambi i casi.

La differenza è che *la stessa* resistenza viene ottenuta con due velocità molto diverse a seconda che il paracadute sia aperto oppure chiuso!

QUESITO n. 26. – RISPOSTA \Rightarrow E

Per il principio di sovrapposizione, l'ampiezza della perturbazione indotta da due onde che si sovrappongono è pari alla somma algebrica delle perturbazioni delle singole onde; l'unico caso che soddisfa quantitativamente a quanto richiesto è E.

Si può comunque notare che in uno stesso mezzo gli impulsi viaggiano tutti con la stessa velocità (a meno di un loro eventuale sparpagliamento se hanno forma diversa e se il mezzo è dispersivo) e quindi sono da escludere *a priori* i casi in cui il verso di propagazione è concorde perché allora i due impulsi non si sovrappongono affatto.

QUESITO n. 27. – RISPOSTA \Rightarrow B

Ogni fotone ha energia $h\nu = hc/\lambda$, perciò verranno emessi

$$n = \frac{P}{h\nu} = \frac{P\lambda}{hc} = 3.0 \times 10^{19} \text{ fotoni s}^{-1}$$

QUESITO n. 28. – RISPOSTA \Rightarrow A

Inizialmente il sistema con la massa alla massima deviazione x_0 ha energia elastica pari a $E = \frac{1}{2} k x_0^2 = 10 \text{ J}$. Durante l'oscillazione la massa acquista velocità e quindi energia cinetica mentre ritorna verso la posizione di equilibrio, per poi allontanarsi da questa di nuovo comprimendo la molla.

Nella situazione ideale di assenza di attriti la somma dell'energia elastica e dell'energia cinetica rimane costante e, fissata l'elongazione iniziale, non dipende dal valore della massa. La massa influirà invece sul periodo dell'oscillazione.

QUESITO n. 29. – RISPOSTA \Rightarrow E

Ricordando che $1 \text{ W} = 1 \text{ J s}^{-1}$ e che $1 \text{ N} = 1 \text{ kg m s}^{-2}$ si ottiene

$$1 \text{ J N W}^{-1} \text{ kg}^{-1} = 1 \text{ J kg m s}^{-2} \text{ J}^{-1} \text{ s kg}^{-1} = 1 \text{ m s}^{-1}.$$

QUESITO n. 30. – RISPOSTA \Rightarrow C

L'impulso I trasmesso in un dato intervallo di tempo alla particella da una forza variabile nel tempo è per definizione $I = \int F(t) dt$ tra gli istanti considerati ($0 \div 2 \text{ s}$). Il calcolo può essere eseguito semplicemente determinando l'area tra la curva e l'asse delle ascisse nel grafico che rappresenta la forza in funzione del tempo.

In questo caso l'area è quella del triangolo isoscele delimitato dalla curva di $F_x(t)$ e dall'asse delle ascisse e si ricava immediatamente $I = 2 \text{ kg m s}^{-1}$.

QUESITO n. 31. – RISPOSTA \Rightarrow B

La velocità media è definita come il rapporto tra la lunghezza totale del percorso e l'intervallo di tempo necessario a percorrerla.

Indicando con s il tragitto complessivo, i tempi t_1 e t_2 impiegati per compiere la prima e la seconda parte del viaggio valgono rispettivamente

$$t_1 = \frac{3/4 s}{v} = \frac{3s}{4v}; \quad t_2 = \frac{1/4 s}{1/2 v} = \frac{s}{2v}.$$

Il tempo totale t vale $t = t_1 + t_2 = \frac{5s}{4t}$ e la velocità media sarà $V = \frac{s}{t} = \frac{4}{5} v = 0.80 v$.

QUESITO n. 32. – RISPOSTA \Rightarrow D

Fissata la distanza, la forza di attrazione gravitazionale è direttamente proporzionale al prodotto delle masse delle arance contenute nelle due buste; detta m la massa di un'arancia, tale prodotto vale inizialmente $(15\,m)^2 = 225\,m^2$.

Dopo aver spostato 10 arance da una busta all'altra, il prodotto delle due masse vale $5\,m \times 25\,m = 125\,m^2$, cioè i $5/9$ del valore originale.

Nota: Si è assunto per semplicità che le buste abbiano una forma sostanzialmente sferica con densità uniforme cosicché sia applicabile la legge di gravitazione universale nella forma più semplice, la stessa che vale anche per masse puntiformi.

QUESITO n. 33. – RISPOSTA \Rightarrow E

Le tre masse si muovono con accelerazione di uguale modulo a , che in base a quanto affermato nel quesito, fa salire la massa m_3 e di conseguenza scendere la massa m_1 e spostare verso sinistra la massa m_2 .

Applicando l'equazione di moto (secondo principio della dinamica) $\vec{F} = m\vec{a}$ rispettivamente alle tre masse, avendo scelto coerentemente i versi positivi e limitatamente alle componenti non nulle, si ottiene:

$$\begin{cases} m_1 g - T_1 = m_1 a \\ T'_1 - \mu m_2 g - T'_2 = m_2 a \\ -m_3 g + T_2 = m_3 a \end{cases}$$

dove T_1 rappresenta la forza che la corda esercita sulla massa m_1 , T'_1 quella esercitata dalla corda su m_2 , T_2 quella esercitata dalla corda su m_3 e T'_2 quella esercitata dalla corda su m_2 .

Essendo trascurabile la massa della corda, si ha $T_1 = T'_1$ e $T_1 = T'_1$. Sommando membro a membro le equazioni precedenti, si ricava il valore dell'accelerazione

$$a = \frac{m_1 - \mu m_2 - m_3}{m_1 + m_2 + m_3} g.$$

In altro modo si poteva individuare la risposta corretta ragionando per esclusione. L'alternativa C va esclusa per le differenze che compaiono al denominatore (una scelta particolare dei valori delle masse potrebbe renderlo nullo facendo perdere di significato l'espressione). Poiché il problema è del tutto analogo nel caso $m_1 > m_3$ e in quello $m_3 > m_1$, ma l'accelerazione di m_3 cambia segno fra un caso e l'altro, così come la forza d'attrito sulla massa m_2 , il risultato deve cambiare segno scambiando m_1 con m_3 ; pertanto si possono escludere le alternative A e B. Infine la D va esclusa perché il termine che contiene il coefficiente di attrito μ deve essere solo quello relativo alla massa m_2 .

QUESITO n. 34. – RISPOSTA \Rightarrow A

Poiché l'attrito è trascurabile, l'energia meccanica si conserva (la rotaia è orizzontale, e l'unica forza che compie lavoro è la forza elastica, che è conservativa). Dunque nell'urto contro la molla si ha una conversione di energia cinetica in energia potenziale elastica della molla. Nell'istante in cui la molla raggiunge la massima compressione, il carrello è fermo (per un solo istante) e l'energia potenziale della molla è pari a quella cinetica che aveva il carrello prima di urtare la molla. Indicando con $\Delta\ell$ la variazione di lunghezza della molla abbiamo, nell'istante di massima compressione:

$$\frac{1}{2} k (\Delta\ell)^2 = \frac{1}{2} m v^2.$$

Risolviendo rispetto a $\Delta\ell$ si ottiene l'espressione fornita nell'alternativa A.

Allo stesso risultato si può anche arrivare con considerazioni dimensionali, osservando che l'alternativa A è l'unica che, dimensionalmente, è una lunghezza.

QUESITO n. 35. – RISPOSTA \Rightarrow E

Poiché l'oggetto si trova fra lo specchio e il fuoco, l'immagine è virtuale, e quindi si trova al di là dello specchio.

Infatti, considerando la legge dei punti coniugati ($1/p + 1/q = 1/f$) dove p , q , ed f sono rispettivamente le distanze dell'oggetto, della sua immagine e del fuoco dal vertice dello specchio (*intersezione della superficie dello specchio con l'asse ottico*), si ha

$$q = \frac{fp}{p-f} \quad \text{che, per } p < f, \quad \text{risulta negativa.}$$

Questo significa che l'immagine si trova oltre lo specchio ed è virtuale in quanto intersezione dei *prolungamenti* dei raggi uscenti dall'oggetto.

QUESITO n. 36. – RISPOSTA \Rightarrow B

La forza di attrito dinamico che agisce sulla scatola ha la stessa direzione del moto (cioè della velocità) ma verso opposto.

QUESITO n. 37. – RISPOSTA \Rightarrow D

Per il teorema di Gauss il flusso del campo elettrico attraverso la superficie della sfera è proporzionale alla carica contenuta entro la superficie stessa:

$$\Phi(\vec{E}) = Q_{\text{int}}/\varepsilon_0.$$

La carica Q_{int} è quella che si trova nella porzione di piano intersecata dalla sfera, ovvero su una superficie circolare di raggio r tale che

$$r^2 = R^2 - x^2 \quad \text{la cui area è } \pi r^2 = \pi(R^2 - x^2)$$

Risulta così

$$\Phi(\vec{E}) = \frac{\pi(R^2 - x^2)\sigma}{\varepsilon_0}$$

QUESITO n. 38. – RISPOSTA \Rightarrow A

L'energia dei fotoni incidenti è data da $h\nu$ dove h è la costante di Planck e ν è la frequenza. L'energia E degli elettroni emessi è $E = h\nu - E_0$ dove E_0 è l'energia di estrazione che dipende solo dal materiale. L'energia E dipende quindi dal materiale ma anche dalla frequenza della luce incidente.

La risposta A è quindi corretta e la E, come la B sono errate. Le alternative C e D sono errate in quanto dall'intensità della radiazione incidente dipende il numero di elettroni emessi al secondo, ma non la loro energia.

QUESITO n. 39. – RISPOSTA \Rightarrow B

Poiché il modulo della velocità sta aumentando, accelerazione tangenziale e velocità hanno lo stesso verso (oltre ad avere la stessa direzione). Il modulo dell'accelerazione tangenziale viene dato nel testo (è il ritmo a cui sta aumentando il modulo della velocità: 10 m s^{-2}).

Il modulo dell'accelerazione centripeta è

$$\frac{v^2}{R} = \frac{100 \text{ m}^2 \text{ s}^{-2}}{10 \text{ m}} = 10 \text{ m s}^{-2}$$

Accelerazione tangenziale e centripeta hanno dunque lo stesso modulo: questo implica che l'accelerazione sarà la diagonale di un *quadrato*, e pertanto formerà un angolo di 45° con entrambe, e dunque anche con la velocità.

QUESITO n. 40. – RISPOSTA \Rightarrow B

Sia d la distanza fra le fenditure e lo schermo, λ la lunghezza d'onda della luce incidente, a la distanza fra le fenditure e s la separazione fra le frange consecutive. Nell'interferenza alla Young si ha una frangia chiara (interferenza costruttiva) quando

$$a \sin \theta_n = n\lambda \quad \text{dove} \quad \sin \theta_n \approx \tan \theta_n = \frac{ns}{d} \quad \text{avendo assunto che sia} \quad s \ll d.$$

Ne segue che

$$\frac{\lambda}{a} = \frac{s}{d} \quad \Rightarrow \quad s = \frac{d}{a} \lambda = \frac{d}{a} \frac{c}{\nu}.$$

Ne segue che, essendo d e a costanti, la separazione delle frange s risulta proporzionale a λ e quindi inversamente proporzionale alla frequenza.

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