

OLIMPIADI DI FISICA 2002

18 Dicembre 2001

Soluzione del QUESTIONARIO

QUESITO n. 1. – RISPOSTA \Rightarrow B

La forza è un vettore perché è definita se sono definiti il modulo, la direzione e il verso. L'energia cinetica è una quantità scalare per definizione.

Spostamento e accelerazione sono due grandezze vettoriali, potenza e massa sono due scalari, così come il lavoro e l'energia potenziale. Infine, la velocità e la quantità di moto sono ancora due grandezze vettoriali.

QUESITO n. 2. – RISPOSTA \Rightarrow B

Il movimento della corda sede di un'onda stazionaria è tale che ogni punto oscilla con lo stesso periodo: quando il punto X scende verso il basso il punto Y sale verso l'alto e viceversa (affermazione 2 corretta).

Il punto X a partire dalla configurazione indicata raggiunge il punto più basso, in cui inizialmente si trova Y, in un tempo pari a mezzo periodo (affermazione 1 corretta).

La lunghezza d'onda è la distanza minima di due punti diversi che si muovono con la stessa fase; per i punti indicati, quando X si muove verso il basso, Y si muove verso l'alto (affermazione 3 errata).

QUESITO n. 3. – RISPOSTA \Rightarrow B

La quantità di energia necessaria per riscaldare l'acqua del tè è data da

$$Q = m c_a \Delta T = 50 \text{ kJ}$$

dove m indica la massa d'acqua, c_a il suo calore specifico (espresso in $\text{J kg}^{-1} \text{K}^{-1}$) e ΔT è la variazione di temperatura dell'acqua.

QUESITO n. 4. – RISPOSTA \Rightarrow C

Se si ammette che l'aria racchiusa nella pentola si comporti come un gas perfetto e se si trascura la variazione di volume della pentola stessa al variare della sua temperatura, si può considerare la trasformazione subita dall'aria come una isovolumica.

Indicando con P_0 e P_a la pressione atmosferica e quella di apertura della valvola, e con T_0 e T_a le temperature assolute iniziale e finale dell'aria nella pentola, la temperatura alla quale si apre la valvola si calcola nel modo seguente:

$$\frac{T_a}{T_0} = \frac{P_a}{P_0} \quad \Rightarrow \quad T_a = T_0 \frac{P_a}{P_0} = 408 \text{ K} = 135^\circ \text{C}.$$

QUESITO n. 5. – RISPOSTA \Rightarrow C

Finché l'accelerazione è positiva la velocità continua a crescere; dunque il valore massimo della velocità si raggiunge quando l'accelerazione è nulla dopo un periodo in cui essa è positiva.

QUESITO n. 6. – RISPOSTA \Rightarrow D

Il grafico 1 mostra proporzionalità fra T e \sqrt{l} , com'è corretto. Nel grafico 3, T cresce più rapidamente di l , cosa non corretta. Nel grafico 2, T si annulla per un valore non nullo di l e si mantiene finito quando l tende all'infinito, cose entrambe non corrette.

QUESITO n. 7. – RISPOSTA \Rightarrow E

Chiudendo le ganasce del micrometro la scala dovrebbe segnare zero; lo strumento presenta quindi un errore sistematico, di cui occorre tener conto sia nella determinazione del valor medio della misura, che dell'errore stesso di misura.

La correzione, pari a (0.02 ± 0.01) mm, può essere fatta indifferentemente su tutti i valori misurati o sulla loro media, e in ogni caso il risultato è 1.038 mm, mentre l'errore di misura è dell'ordine di 0.02 mm essendo associato alla differenza di due misure distinte (quella del filo e quella di zero).

Quando l'errore non viene riportato esplicitamente si usa intendere che esso sia dello stesso ordine di grandezza della cifra meno significativa della misura; per questo motivo l'espressione più appropriata del risultato, tra quelle proposte, è 1.04 mm e non 1.038 mm.

Dunque l'alternativa D non è corretta, come pure la A per lo stesso motivo, mentre le alternative B e C danno valori errati della misura.

QUESITO n. 8. – RISPOSTA \Rightarrow A

Tra le lastre il campo elettrostatico è uniforme (trascurando gli effetti di bordo). La relazione tra campo e d.d.p., qualunque sia il dielettrico interposto, è data in modulo da $\Delta V = Ed$.

Pertanto è sufficiente conoscere la distanza tra le lastre per avere l'intensità del campo e.s.:

$$E = \Delta V/d$$

QUESITO n. 9. – RISPOSTA \Rightarrow B

Qualunque sia la coppia di punti scelti, il circuito è sempre schematizzabile come due resistori in parallelo, eventualmente costituiti dalla serie di due o tre dei resistori dati; di conseguenza, indicate con R_1 ed R_2 le resistenze di questi due resistori in parallelo, risulta sempre $R_1 + R_2 = R_{\text{tot}}$ (somma di tutte e quattro le resistenze date).

La resistenza equivalente è data da

$$R = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2} = \frac{R_1 R_2}{R_{\text{tot}}}$$

e assume valore massimo quando è massimo il prodotto a numeratore.

Senza provare tutte le combinazioni, si può osservare che, come noto, il prodotto di due numeri con somma data assume valore massimo quando i due numeri sono uguali. La scelta da fare è allora tra i punti Q ed S, e la resistenza complessiva risulta di 2.5Ω .

QUESITO n.10. – RISPOSTA \Rightarrow E

La valutazione della prestazione del motore può essere fatta confrontando il rendimento dichiarato con quello della macchina *ideale* di Carnot funzionante tra le stesse temperature.

Infatti si dimostra che, fissate le temperature assolute della sorgente di calore e del refrigerante, il rendimento di una qualunque macchina termica reale è minore di quello della macchina *ideale*, dato da

$$\eta_{\max} = \frac{T_2 - T_1}{T_2}$$

Sostituendo i valori numerici risulta $\eta_{\max} = 0.32$.

Dunque un motore con le caratteristiche dichiarate dall'ingegnere non può essere realizzato.

QUESITO n.11. – RISPOSTA \Rightarrow B

Una corrente elettrica i che percorre un lungo filo rettilineo produce in un punto P posto a una distanza r dal filo un campo magnetico B il cui modulo vale

$$B = \frac{\mu_0}{2\pi} \frac{i}{r}$$

e diretto tangenzialmente ad una circonferenza concentrica con il filo e posta su un piano ortogonale al filo. La prima e la seconda affermazione sono dunque corrette e la terza errata.

QUESITO n.12. – RISPOSTA \Rightarrow B

Considerando l'insieme delle due masse come un corpo rigido di massa $M = m_1 + m_2$, cui è applicata la forza esterna \vec{F} , l'accelerazione, per il secondo principio della dinamica, è $\vec{a} = \vec{F}/M$.

Applicando ancora il secondo principio della dinamica al blocco di massa $m_2 = 7$ kg si ottiene la forza richiesta che, in modulo, vale

$$F_2 = m_2 a = \frac{m_2}{m_1 + m_2} F = 14 \text{ N}.$$

QUESITO n.13. – RISPOSTA \Rightarrow D

L'indice di rifrazione del mezzo (2) *relativo* al mezzo (1) è dato, per definizione, dal rapporto inverso delle velocità: $n_{21} = v_1/v_2$.

D'altra parte la velocità di propagazione della luce è legata alla frequenza e alla lunghezza d'onda della radiazione dalla relazione $v = f\lambda$.

Dalla figura si deduce che l'indice di rifrazione del mezzo (2) rispetto al mezzo (1) è minore di 1 e dunque si può scrivere

$$n_{21} = \frac{v_1}{v_2} = \frac{f_1 \lambda_1}{f_2 \lambda_2} < 1$$

Nella rifrazione i fronti d'onda si propagano con continuità attraverso la superficie di separazione e dunque la frequenza non può essere diversa nei due mezzi. Ciò basta a escludere subito le alternative A e B, ricavando poi $\lambda_2 > \lambda_1$.

QUESITO n.14. – RISPOSTA \Rightarrow A

La forza è data soltanto dal valore del campo e dalla carica: $\vec{F} = q \vec{E}$. La velocità dipende non solo dalla forza, ma anche dalle condizioni iniziali, non note. Tutte le altre grandezze considerate dipendono dalla velocità, e quindi sono influenzate anch'esse dalle condizioni iniziali, non note.

QUESITO n.15. – RISPOSTA \Rightarrow C

L'energia necessaria per spostare l'elettrone da P a Q è

$$\Delta U = q \Delta V = -e(V_Q - V_P) = e(V_P - V_Q) \approx 1 \times 10^{-15} \text{ J}$$

QUESITO n.16. – RISPOSTA \Rightarrow D

Trascurando la resistenza dell'aria, nel moto di caduta il contenitore segue una traiettoria parabolica. Dette x e y le coordinate cartesiane orizzontale e verticale con origine nel punto T, le rispettive leggi orarie sono

$$x(t) = -d + vt \quad y(t) = h - \frac{1}{2}gt^2$$

Dalla seconda si ricava che $y = 0$ per $t = \sqrt{2h/g}$, mentre allo stesso istante deve essere $x = 0$, per cui

$$d = vt = v\sqrt{2h/g} = 640 \text{ m}$$

QUESITO n.17. – RISPOSTA \Rightarrow D

Sul fondo del tubo ad U la pressione data dai due rami è la stessa quando il mercurio è in equilibrio. Dunque

$$p_{\text{He}} + \rho g(x + y) = p_N + \rho g y \quad \Rightarrow \quad p_N = p_{\text{He}} + \rho g x$$

QUESITO n.18. – RISPOSTA \Rightarrow C

Si dice che un satellite descrive un'orbita geostazionaria se occupa sempre la stessa posizione nello spazio relativamente a un osservatore posto sulla superficie terrestre; dunque esso deve ruotare intorno alla Terra con la stessa velocità angolare con cui la Terra ruota su se stessa.

Pertanto tutti i satelliti geostazionari hanno la stessa velocità angolare ω , lo stesso periodo orbitale T (infatti $T = 2\pi/\omega$), la stessa distanza d dal centro della Terra (infatti per la terza legge di Keplero il cubo del raggio d dell'orbita è proporzionale al quadrato del periodo T) e la stessa accelerazione centripeta a (essendo $a = \omega^2 d$): le alternative A, B, D ed E sono errate.

Al contrario, l'energia cinetica dal satellite sarà in generale diversa, perché dipende dalla velocità del satellite (la stessa per tutti i satelliti geostazionari) ma anche dalla sua massa.

QUESITO n.19. – RISPOSTA \Rightarrow B

Per descrivere il moto della palla si può fissare l'asse x verticale, con l'origine nella posizione iniziale della palla; la legge oraria, nella fase iniziale, è $x(t) = \pm \frac{1}{2}gt^2$, a seconda che il verso positivo sia stato scelto verso il basso o verso l'alto.

Si può osservare subito che se l'energia totale fosse costante il moto sarebbe periodico e indefinito; dunque si deve ritenere che urti siano parzialmente anelastici. Ci si riferisce allora solo alla prima fase di caduta.

Delle grandezze citate nelle cinque alternative, la velocità varia linearmente nel tempo ($v(t) = \pm gt$), l'accelerazione è costante ($a = \pm g$) e l'energia totale ($E = T + U$) nella prima fase di caduta è pure costante; le alternative A, D ed E sono da scartare.

Anche l'alternativa C è da scartare perché ad ogni rimbalzo, quando la palla raggiunge il punto di massima altezza l'energia cinetica si annulla.

La grandezza y rappresentata nel grafico è dunque lo spostamento dalla posizione iniziale (positivo verso il basso) e il suo valore massimo, raggiunto più volte e indicato in figura dalla linea tratteggiata, corrisponde all'altezza della posizione iniziale rispetto al pavimento.

QUESITO n. 20. – RISPOSTA \Rightarrow C

In un qualsiasi urto la quantità di moto totale del sistema si conserva, a meno che non intervengano forze esterne impulsive; nel caso in esame le forze esterne sono gravitazionali e il loro effetto è trascurabile su intervalli di tempo estremamente brevi (le alternative B, D ed E sono quindi errate).

Un urto è detto *anelastico* se l'energia cinetica del sistema non si conserva; essa si riduce poiché resta invariata quella associata al centro di massa ($\frac{1}{2} M v_G^2$ dove M è la massa totale del sistema e v_G la velocità del centro di massa) mentre viene perduta (almeno in parte o interamente se l'urto è *totalmente anelastico*) quella relativa al centro di massa, cioè quella misurata nel riferimento inerziale in cui il centro di massa è fermo.

QUESITO n. 21. – RISPOSTA \Rightarrow D

Gli elettroni possono essere emessi solo se ricevono dai fotoni incidenti una sufficiente quantità di energia. L'energia di un fotone è data da $E = h\nu = hc/\lambda$ mentre l'intensità del fascio è data dal numero di fotoni che ogni secondo incidono sull'unità di area della superficie metallica.

Se l'energia dei fotoni è troppo bassa nessun elettrone potrà essere estratto, indipendentemente dall'intensità della radiazione (affermazione 3 errata).

Se l'energia di ogni fotone è invece sufficiente, il numero di elettroni che possono essere emessi ogni secondo è proporzionale a quello dei fotoni e quindi all'intensità della radiazione (affermazione 1 corretta).

Se l'energia deve superare un minimo, la lunghezza d'onda deve essere minore e non maggiore di un certo valore di soglia (affermazione 2 errata).

QUESITO n. 22. – RISPOSTA \Rightarrow B

L'indice di rifrazione (*assoluto*) è, per definizione, il rapporto tra la velocità della luce nel vuoto e quella nel mezzo: $n = c/v$; con buona approssimazione si può assumere che per l'aria sia $n_a = 1$, cioè che anche nell'aria la luce si propaghi a velocità c .

D'altra parte, l'indice di rifrazione del vetro rispetto all'aria si può determinare dalla legge di Snell, essendo $n = \sin \alpha_a / \sin \alpha_v$

Combinando le due relazioni si ricava che la velocità della luce nel vetro è

$$v = \frac{c}{n} = c \frac{\sin \alpha_v}{\sin \alpha_a} = 2.12 \times 10^8 \text{ m s}^{-1}$$

QUESITO n. 23. – RISPOSTA \Rightarrow D

Poiché la frequenza non può variare in tutto il fenomeno e la velocità di propagazione dell'onda è costante, anche la lunghezza d'onda, data da $\lambda = v/f$, è costante; ciò esclude le alternative A, B ed E.

Inoltre il fronte d'onda emergente non può essere sferico (come nell'alternativa C) dal momento che l'interruzione della barriera è “*ampia*” e comunque visibilmente maggiore della lunghezza d'onda incidente. Si ha dunque diffrazione soltanto ai bordi dell'interruzione nella barriera, come in D.

QUESITO n. 24. – RISPOSTA \Rightarrow B

La quantità di moto ha un verso durante la caduta e verso opposto durante il rimbalzo, dunque le alternative A, C ed E sono errate.

Poiché gli effetti della resistenza dell'aria sono trascurabili, la velocità (e quindi la quantità di moto) della pallina varia linearmente con il tempo durante la caduta e nel successivo rimbalzo; dunque l'alternativa B è corretta e la D è errata.

QUESITO n. 25. – RISPOSTA \Rightarrow C

In seguito all'urto la velocità della palla cambia segno, ma naturalmente l'energia cinetica resta positiva; ciò permette di escludere le alternative B e D.

Inoltre la palla viene lasciata cadere, non spinta, perciò nella parte iniziale del fenomeno la velocità è direttamente proporzionale al tempo, cioè $v(t) = gt$ e l'energia cinetica risulta

$$T = \frac{1}{2} m v^2 = \frac{1}{2} m g^2 t^2$$

il cui grafico può essere solo quello della figura C.

QUESITO n. 26. – RISPOSTA \Rightarrow B

L'accelerazione ha lo stesso verso della forza peso. Per questo motivo la relazione vettoriale, $m\vec{a} = \vec{P} + \vec{T}$ (dove \vec{P} e \vec{T} sono rispettivamente il peso del carico e la tensione del cavo), in termini di intensità dei vettori si scrive: $ma = mg - T$ da cui $a = g - T/m$.

La sostituzione dei dati numerici porta al valore $a = 0.71 \text{ ms}^{-2}$.

QUESITO n. 27. – RISPOSTA \Rightarrow D

Un campo uniforme è per definizione un campo a vettore costante (e quindi a direzione e intensità costanti) in tutti i punti. Le alternative A ed E fanno riferimento a campi a direzione variabile.

L'alternativa B vale solo per un campo nullo, quindi non è una proprietà generale.

L'alternativa C non può valere per un campo gravitazionale, in cui la forza agente è sempre nel verso del campo e quindi il moto risultante con partenza da fermo non può essere in verso opposto.

QUESITO n. 28. – RISPOSTA \Rightarrow B

L'energia richiesta per innalzare di una quantità ΔT la temperatura di una massa m di acqua è

$$m c_a \Delta T,$$

dove c_a è il calore specifico dell'acqua.

L'energia utilizzata è quella che arriva dal Sole, riflessa dallo specchio concavo: in un tempo Δt tale energia sarà $Q_S = P A \Delta t$, dove A è l'area dello specchio. Perciò

$$P A \Delta t = m c_a \Delta T \quad \Rightarrow \quad \Delta t = \frac{m c_a \Delta T}{P A} = 314 \text{ s} \approx 5 \text{ min}$$

QUESITO n. 29. – RISPOSTA \Rightarrow A

Lo specchio forma un'immagine reale della Luna nel piano focale, dato che la distanza Terra-Luna, molto maggiore della distanza focale dello specchio, può essere considerata infinita; infatti detta p tale distanza, q la distanza dell'immagine dallo specchio ed f la focale, si ha

$$\frac{1}{p} + \frac{1}{q} = \frac{1}{f} \quad \Rightarrow \quad q = \frac{fp}{p-f} \approx f$$

Il diametro angolare (α) della Luna e della sua immagine visti dal vertice dello specchio sono uguali: quindi il diametro d dell'immagine è

$$d = \alpha f = \frac{D}{p} f = 1.4 \text{ cm}$$

QUESITO n. 30. – RISPOSTA \Rightarrow D

Poiché il potenziale gravitazionale è proporzionale a $1/r$, raddoppiando r esso si dimezza e passa a -30 MJ kg^{-1} , quindi aumenta di 30 MJ kg^{-1} . L'energia potenziale è pari al potenziale per la massa, quindi essa aumenta di 30 GJ .

QUESITO n. 31. – RISPOSTA \Rightarrow D

Il grafico descrive la legge oraria del moto del corpo per metà periodo, a partire da un istante in cui l'elongazione è massima in verso positivo.

L'ampiezza dell'oscillazione è data, per definizione, dalla semidifferenza fra le due posizioni estreme (l'alternativa A è quindi errata). In tali posizioni, cioè per $t = 0$ e per $t = T/2$ la velocità e l'energia cinetica sono nulle (anche l'alternativa B è errata).

In particolare per $t = 0$ è massima l'elongazione e quindi anche la forza di richiamo che, successivamente, diminuisce (l'alternativa C è errata).

L'istante $t = T/4$ corrisponde al punto medio dell'oscillazione quando la velocità è massima, in modulo, come emerge anche dalla pendenza del grafico (l'alternativa D è corretta).

Nello stesso istante – in cui la lunghezza della molla è di 65 cm – è nulla l'accelerazione del corpo; ne segue che la forza esercitata dalla molla non è nulla ma uguale, in modulo, al peso del corpo. Dunque la molla è allungata e la lunghezza non può essere quella di *riposo* (anche l'alternativa E è errata).

QUESITO n. 32. – RISPOSTA \Rightarrow A

Un oggetto che cade in prossimità della superficie della Terra, con accelerazione g è mosso dal suo peso ($P = mg$), ovvero dalla forza di attrazione gravitazionale della Terra.

L'intensità del campo gravitazionale in quel punto è, per definizione, il rapporto tra tale forza e la massa dell'oggetto e dunque coincide con l'accelerazione di caduta libera.

Le altre scelte possono essere escluse anche in base a considerazioni dimensionali: le grandezze citate nelle alternative B e C hanno le dimensioni di una forza (MLT^{-2}), quelle in D e in E di un potenziale (L^2T^{-2}), mentre un campo gravitazionale ha le dimensioni di una forza divisa per una massa (LT^{-2}), uguali a quelle di un'accelerazione.

QUESITO n. 33. – RISPOSTA \Rightarrow D

Il quesito tratta del fenomeno di induzione elettrostatica sulla sfera Q: cariche di segno opposto a quelle presenti sulla sfera P vengono attratte e quindi si avvicinano alla sfera P mentre le cariche dello stesso segno vengono respinte e, allontanandosi da essa, lasciano la sfera Q attraverso il filo che la collega a terra.

La sfera Q risulta dunque caricata negativamente (le alternative A, B ed E sono errate).

Le cariche elettriche presenti su entrambe le sfere tendono ad attrarsi e per questo motivo si pongono sulle sfere nelle parti più vicine tra loro, in modo *non* uniformemente distribuito sulle superfici delle sfere (l'alternativa C è errata mentre la D è corretta).

QUESITO n. 34. – RISPOSTA \Rightarrow B

L'energia interna di un gas perfetto dipende solo dalla temperatura, dalla quantità di sostanza (quindi dalla massa e dal peso molare) e dal calore specifico molare a volume costante.

QUESITO n. 35. – RISPOSTA \Rightarrow B

Le dimensioni della quantità di moto sono MLT^{-1} , quindi le dimensioni di p^2/m sono ML^2T^{-2} , pari a quelle dell'energia e non di alcuna delle altre grandezze proposte (accelerazione: LT^{-2} ; forza: MLT^{-2} ; velocità: LT^{-1} ; potenza: ML^2T^{-3}).

QUESITO n. 36. – RISPOSTA \Rightarrow A

Il braccio della gru è in equilibrio, quindi le tre forze agenti devono avere somma nulla.

La somma di più vettori può essere determinata graficamente utilizzando ripetutamente la *regola del parallelogrammo* o con il metodo della *poligonale*; in questo secondo caso una risultante nulla corrisponde a una poligonale chiusa in cui i versi dei vettori danno un comune verso di percorrenza.

Dunque le tre forze applicate al braccio della gru hanno somma nulla se il contorno del triangolo costituito dai tre vettori può essere percorso interamente secondo il verso dei vettori.

QUESITO n. 37. – RISPOSTA \Rightarrow A

Dall'equazione di stato dei gas perfetti

$$n_x = \frac{pV_x}{RT_x} = n \quad \text{e} \quad n_y = \frac{pV_y}{RT_y} = \frac{pV_x/2}{2RT_x} = \frac{1}{4} \frac{pV_x}{RT_x} = \frac{n}{4},$$

essendo la pressione p la stessa nei due recipienti.

QUESITO n. 38. – RISPOSTA \Rightarrow C

La quantità di moto totale del sistema si mantiene costante perché durante l'esplosione non intervengono forze impulsive esterne al sistema. Dunque la quantità di moto totale del sistema, subito dopo lo sparo, è nulla come prima dello sparo.

Dette M ed m le masse del cannone e del proiettile, v la velocità del proiettile (positiva verso est), la velocità di rinculo del cannone, V , si ottiene allora ponendo

$$MV + mv = 0 \quad \Rightarrow \quad V = -\frac{m}{M} v = -1 \text{ m s}^{-1},$$

Il valore negativo indica che il cannone si sposta verso ovest.

QUESITO n. 39. – RISPOSTA \Rightarrow A

La terza affermazione è corretta poiché la radiazione che raggiunge il punto P proveniendo dalla fessura G_2 percorre un cammino più lungo di quello della radiazione proveniente dall'altra fessura. La differenza tra i due cammini corrisponde esattamente a quattro volte la lunghezza d'onda della radiazione ($11.2 \text{ cm}/3.4 \text{ cm} = 4$).

Le tre affermazioni rappresentano tre formulazioni linguistiche diverse dello stesso concetto fisico, infatti se la seconda radiazione ha percorso un tragitto più lungo di un numero intero di lunghezze d'onda allora le due radiazioni arrivano in fase tra loro e dunque interferiscono costruttivamente.

QUESITO n. 40. – RISPOSTA \Rightarrow C

Nel simbolo che identifica uno ione $\left[\begin{smallmatrix} A \\ Z \end{smallmatrix} X^n \right]$ l'apice sinistro A indica il *numero di massa*, e dà quindi il valore della massa dello ione $m = Am_p$ dove m_p è la massa del protone; l'indice a sinistra Z è il *numero atomico*, ovvero numero di cariche positive nel nucleo; i segni $+$ o $-$ posti come apice a destra (qui indicati dal loro numero n) danno la carica dello ione che, in valore assoluto, è $q = ne$.

L'accelerazione dello ione è data da

$$a = \frac{F}{m} = \frac{qE}{m} = \frac{neE}{Am_p} = k \frac{n}{A}$$

e risulta dunque direttamente proporzionale al rapporto $\eta = n/A$ che vale rispettivamente

$$\eta_A = 1/7, \quad \eta_B = 1/14, \quad \eta_C = 1/3, \quad \eta_D = 1/6, \quad \eta_E = 1/12.$$

Dunque viene accelerato di più lo ione litio.

————— ■ —————

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