

Quesito 1 Risposta D

Ad ogni corpo di massa m vicino alla superficie della Terra, posto ad una certa altezza h dal suolo, è associata un'energia potenziale gravitazionale $U = mgh$. Tale energia dipende da h , m e dall'intensità del campo gravitazionale locale (accelerazione di gravità) g . In un campo conservativo come quello della gravità il lavoro fatto dalle forze del campo su un oggetto in movimento dipende solamente dalla variazione dell'energia potenziale e non dal percorso compiuto dall'oggetto:

$$L = -\Delta U = U_1 - U_2 \quad (1)$$

I pedici 1 e 2 indicano, rispettivamente, stato iniziale e stato finale nel processo, in questo caso la discesa del carrello. Per il teorema delle forze vive il lavoro fatto da un sistema durante una trasformazione è pari alla variazione di energia cinetica, K :

$$L = \Delta K = K_2 - K_1 \quad (2)$$

Uguagliando le due equazioni (1) e (2):

$$U_1 - U_2 = K_2 - K_1 \quad \text{e quindi} \quad U_1 + K_1 = U_2 + K_2.$$

Si può quindi affermare che per un oggetto in moto in un campo conservativo la somma dell'energia potenziale e dell'energia cinetica rimane invariata; tale somma costituisce l'energia meccanica totale del corpo. La frase quindi si completa così: *Mentre il carrello sta scendendo dalla cima più alta la sua energia potenziale gravitazionale diminuisce mentre la sua energia cinetica aumenta, ma la sua energia meccanica resta costante.*

Quesito 2 Risposta C

Nella meccanica classica la massa è una proprietà invariante di un corpo e non cambia se esso viene spostato in luoghi dove la forza di gravità è più o meno intensa. Osservando il grafico vediamo che ad un peso di 300 N sul pianeta W14 corrisponde una massa di 10 kg. Sempre osservando il grafico possiamo constatare che un corpo con 10 kg di massa, sul pianeta K17 ha un peso minore di 100 N: è esclusa l'alternativa D. Con una più attenta osservazione si vede che nel grafico relativo al pianeta K17 il punto con ascissa 10 kg ha ordinata maggiore della metà di un lato dei quadretti della griglia. Poiché tale lunghezza corrisponde a 100 N la sola alternativa compatibile, minore di 100 N e maggiore di 50 N, è la C, 67 N.

Quesito 3 Risposta C

Per il principio di azione e reazione l'intensità della forza esercitata dall'automobile sulla farfalla è uguale all'intensità della forza esercitata dalla farfalla sull'automobile.

Quesito 4 Risposta C

La velocità media: $v_{\text{media}} = \Delta s / \Delta t$ è definita dal rapporto fra la lunghezza del percorso, Δs , e il tempo impiegato, Δt , dove $\Delta t = \Delta t_1 + \Delta t_2 + \Delta t_3 = 10.0 \text{ s}$; $\Delta s = \Delta s_1 + \Delta s_2 + \Delta s_3$ con $\Delta s_i = (v_{\text{media}})_i \cdot \Delta t_i$.

Risulta quindi $\Delta s = 480 \text{ m}$ e $v_{\text{media}} = \frac{480 \text{ m}}{10 \text{ s}} = 48 \text{ ms}^{-1}$.

Si può usare anche la definizione di media pesata:

$$v_{\text{media}} = \frac{v_1 \Delta t_1 + v_2 \Delta t_2 + v_3 \Delta t_3}{\Delta t_1 + \Delta t_2 + \Delta t_3} = \frac{480 \text{ m}}{10 \text{ s}} \quad \text{arrivando alla medesima conclusione.}$$

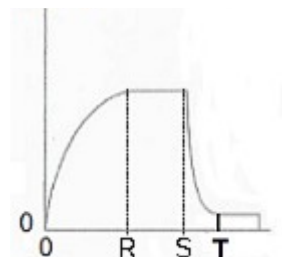
Quesito 5 Risposta C

Se, come in questo caso, un grafico della velocità in funzione del tempo è rappresentato da una linea

continua e priva di cuspidi l'accelerazione del mobile è data, ad un certo istante, dal coefficiente angolare della tangente alla curva del grafico nel punto con ascissa corrispondente a quell'istante. Hanno coefficiente angolare nullo tutte le rette parallele all'asse delle ascisse. Nel grafico proposto solamente nel punto della curva con ascissa 5 s la tangente è parallela all'asse delle ascisse.

Quesito 6 Risposta A

Il grafico A rappresenta una velocità inizialmente crescente nell'intervallo di tempo OR, una velocità costante nell'intervallo RS, una successiva caduta di velocità nell'intervallo ST e una velocità costante nella fase finale. Nel grafico C manca l'intervallo a velocità limite costante dopo la fase con velocità crescente. I grafici B e D rappresentano un moto in cui la velocità diminuisce nella prima fase della caduta.



Quesito 7 Risposta C

In base ai dati forniti per il voltmetro, visibili anche in figura, il fondo scala è 100 mV. Per corrispondere ai dati, i valori indicati sulla scala vanno moltiplicati per 10 e l'unità di misura è mV. Essendo l'indice sulla posizione 6 della scala, la lettura è 60 mV.

Quesito 8 Risposta B

La somma delle percentuali degli uomini occupati, a tempo pieno, part-time e autonomi, è 66.5 data dalla somma 55.4 + 2.3 + 8.8, mentre quella delle donne occupate è 51.7 e si ottiene dalla somma: 28.4 + 20.5 + 2.8. La differenza è 66.5 – 51.7 = 14.8.

Quesito 9 Risposta B

La corrente di intensità $I=6.0\text{ A}$ che entra nel circuito si suddivide nelle correnti I_1 e I_2 nei due rami del parallelo con $I=I_1+I_2$. La differenza di potenziale ai capi del parallelo ha lo stesso valore V ai capi di ciascuno dei due rami. I valori delle resistenze equivalenti nei due rami del parallelo sono $R_{eq1}=10\Omega$ e $R_{eq2}=10\Omega$ poiché in ciascun ramo i resistori sono collegati in serie. Per la prima legge di Ohm $I_1=V/R_{eq1}$ e $I_2=V/R_{eq2}$ e quindi $I_1=I_2$. Da $I=I_1+I_2$ risulta $I_1=I_2=I/2=3\text{ A}$.

Quesito 10 Risposta B

Possiamo supporre leggendo il testo che le distanze vengano misurate con una precisione di 0.1 km e quindi arrotondate. Rinominiamo "Vattelappesca 20" = V20, "Vattelappesca 19" = V19 e chiamiamo V la distanza di Vattelappesca dal luogo in cui ci troviamo.

In base alla regola degli arrotondamenti per eccesso e per difetto,

V20 implica che $19.5\text{ km} \leq V < 20.5\text{ km}$ (prima disuguaglianza)

V19 implica che $18.5\text{ km} \leq V < 19.5\text{ km}$ (seconda disuguaglianza)

Poiché tra il cartello V20 e il cartello V19 intercorrono esattamente 0.5 km, per trovare la distanza V alla fine di questo percorso è necessario sottrarre 0.5 km ad entrambi i membri della prima disuguaglianza ottenendo $19.0\text{ km} \leq V < 20\text{ km}$. Questa disuguaglianza deve essere compatibile con la seconda disuguaglianza, per cui mettendo a sistema si trova che, arrivati al secondo cartello la distanza V da Vattelappesca deve essere così compresa:

$$19.0\text{ km} \leq V < 19.5\text{ km}$$

Quesito 11 Risposta C

Si usa la definizione di rendimento: $\eta\% = \frac{\text{lavoro svolto}}{\text{energia fornita}} \times 100 = \frac{(60-45)\text{ kJ}}{60\text{ kJ}} \times 100 = 25\%$.

Quesito 12 Risposta B

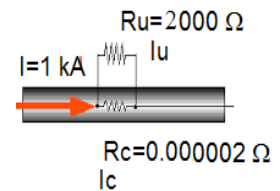
A causa della pressione atmosferica P_a , sul portellone con superficie di area A agisce una forza \vec{F}_{est} dall'esterno verso l'interno del velivolo, con intensità pari a

$$F_{est} = P_a \cdot A = (0.40 \cdot 10^5 \text{ Pa}) \cdot (2.0 \text{ m}^2) = 0.80 \cdot 10^5 \text{ N}.$$

Analogamente la pressione interna dà luogo ad una forza rivolta dall'interno verso l'esterno, \vec{F}_{int} con intensità pari a $F_{int} = 2.0 \cdot 10^5 \text{ N}$. La forza risultante sul portellone, \vec{F} , è rivolta allora dall'interno verso l'esterno ed ha intensità $F = F_{int} - F_{est} = 1.2 \cdot 10^5 \text{ N}$.

Quesito 13 Risposta B

Affinché possa passare corrente attraverso un conduttore è necessario che ai capi di esso vi sia una differenza di potenziale non nulla. Si assume inoltre che l'intensità di corrente priva di pericoli per il vivente non debba superare i 10 mA. L'intensità di corrente elettrica che passa nel cavo ad alta tensione può essere piuttosto elevata: per esempio in un impianto monofase a 60 kV che trasporta circa 60 MW di potenza l'intensità di corrente elettrica può arrivare a $I = 1 \text{ kA}$. Sappiamo che un centimetro di cavo per alta tensione in alluminio con rinforzo in acciaio può avere una resistenza $R_c = 0.002 \text{ m}\Omega = 2 \cdot 10^{-6} \Omega$. Possiamo pensare che il corpo dell'uccellino posato sul cavo costituisca una resistenza elettrica R_u in parallelo con la resistenza del tratto di cavo fra i due punti di appoggio delle zampette. Se la distanza fra gli appoggi è proprio 1 cm la corrente elettrica nel cavo si diramerà nelle resistenze R_c e la resistenza dell'uccellino che si può approssimare



ragionevolmente a $R_u = 2 \cdot 10^3 \Omega$. Per una nota proprietà dei collegamenti in parallelo di resistenze, la resistenza equivalente del parallelo fra cavo e uccellino è minore della minore delle due resistenze, $R_{eq} < R_c$ e quindi $R_{eq} < 2 \cdot 10^{-6} \Omega$. Quando nel cavo circola la corrente di intensità I la caduta di potenziale fra le due zampette è $\Delta V < I \cdot R_c$ e quindi $\Delta V < 0.002 \text{ V}$. Attraverso il corpo dell'uccellino allora, a causa di questa esigua differenza di potenziale circolerà una corrente di intensità $I_c = \frac{\Delta V}{R_u} < \frac{2 \cdot 10^{-3} \text{ V}}{2 \cdot 10^3 \Omega}$ e quindi $I_c < 1 \cdot 10^{-6} \text{ A} \ll 10 \text{ mA}$. Eppure moltissimi uccelli continuano a morire a

causa delle linee ad alta tensione: sono i grandi rapaci che toccano con le ali spiegate due diversi cavi oppure un cavo ed un traliccio, punti con altissime differenze di potenziale elettrico; muoiono anche piccoli uccelli sfortunati che posano le zampe in tratti del cavo con occasionali inserzioni a maggiore resistenza, confrontabile con quella del loro corpo. Per questo motivo la LIPU chiede da tempo l'attivazione di opportune protezioni.

Quesito 14 Risposta D

Si usa il principio di conservazione dell'energia meccanica per cui la variazione dell'energia cinetica è $\Delta E_c = L = Fd$. In questo caso il veicolo si ferma e quindi

$$\begin{cases} 1/2(mv^2) = Fd & \text{per l'automobile W} \\ 1/2(2m)(3v)^2 = Fx & \text{per l'automobile Z} \end{cases}$$

dove si è indicato con x il percorso richiesto. Risolvendo il sistema si trova $x = 18d$.

Quesito 15 Risposta B

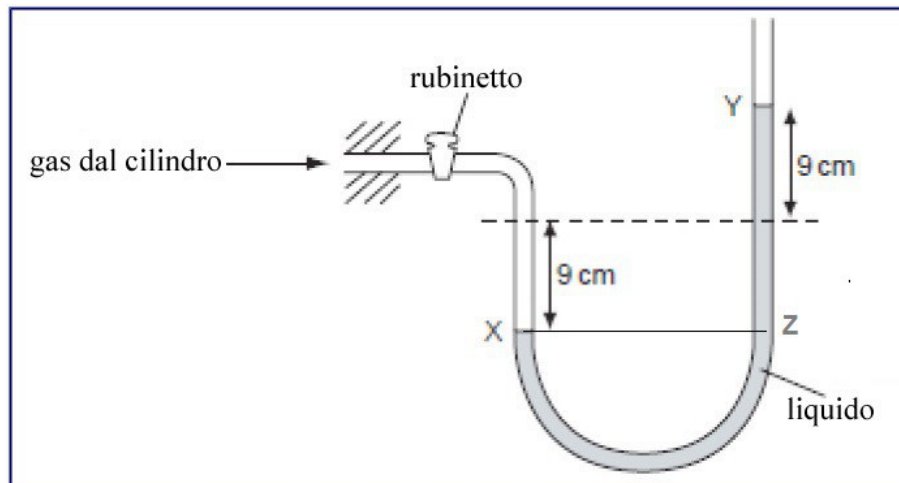
La procedura descritta serve per caricare un corpo per induzione elettrostatica. La sfera è inizialmente neutra. Quando si avvicina alla sfera una bacchetta carica (R), supponiamo carica positivamente, le cariche all'interno della sfera, che è di materiale metallico, risentono della forza di Coulomb: pertanto gli elettroni di conduzione si spostano avvicinandosi alla bacchetta. La sfera presenterà quindi un accumulo di cariche negative nella regione vicina e positive nella regione opposta alla bacchetta. Mettendo a terra la sfera toccandola (P), si dà luogo ad una migrazione di elettroni dalla terra alla sfera e si rende neutra

la regione di sfera in cui era presente un eccesso di cariche positive, mentre permane l'accumulo di cariche negative in prossimità della bacchetta proprio perché gli elettroni sono trattiene per effetto della forza di Coulomb dovuta alle cariche positive della bacchetta. Togliendo la messa a terra (Q) e mantenendo la bacchetta vicina alla sfera si pone fine al flusso di elettroni che dalla terra raggiungono la sfera mentre permane l'accumulo di cariche negative. Infine, allontanando la bacchetta (S), gli elettroni si ridistribuiranno in modo uniforme sulla sfera la quale risulterà carica negativamente.

Quesito 16 Risposta B

La pressione del gas è maggiore di quella dell'aria perché il liquido contenuto nel tubo si sposta verso l'alto, nel ramo libero della U. In condizioni di equilibrio le pressioni nei punti X e Z, che si trovano alla medesima quota, sono uguali: $p_x = p_z$. Vedere la figura seguente. La pressione in X è la pressione del gas, $p_x = p_{\text{gas}}$, la pressione in Z è la somma della pressione atmosferica e della pressione idrostatica relativa al dislivello del liquido tra i due rami, pari a 18 cm: $p_z = p_{\text{atmosferica}} + p_{\text{idrostatica}}$.

La pressione del gas è $p_{\text{gas}} = p_{\text{atmosferica}} + p_{\text{idrostatica}} = p_{\text{atmosferica}} + \rho g h$ dove ρ è la densità del liquido, g l'accelerazione di gravità e h il dislivello del liquido tra i due rami del manometro, $h = 18 \text{ cm}$.



Quesito 17 Risposta D

Per spostamento si intende il vettore dato dalla differenza dei vettori posizione iniziale e posizione finale, per cui tale vettore è nullo se si torna al punto di partenza. Per distanza percorsa si intende lo spazio scalare percorso, misurato lungo la traiettoria seguita. Infine, dividendo la distanza percorsa, 14 km, per il tempo impiegato, 1.5 h, otteniamo la velocità media $v_m = 9.33 \text{ km/h}$.

Quesito 18 Risposta D

È l'affermazione D ad essere sbagliata poiché sulla luna la gravità, anche se più debole di quella terrestre, crea un'accelerazione uguale per tutti gli oggetti in caduta posti alla stessa quota. Infatti, come l'accelerazione g_T sulla terra T è data da $g_T = G \cdot M_T / R_T^2$, sulla luna $g_L = G \cdot M_L / R_L^2$, ed è la stessa per tutti gli oggetti indipendentemente dalla loro massa e produce la stessa velocità sui corpi che cadono dalla stessa altezza. Sulla Luna inoltre non c'è aria e quindi è assente la forza di resistenza del mezzo che fa sì che nell'atmosfera terrestre i corpi subiscano un rallentamento e che quelli che presentano maggiore superficie perpendicolare al moto vengano maggiormente rallentati. L'affermazione A è vera: infatti la forza motrice della macchina si distribuisce fra tutti i componenti in modo da produrre la stessa accelerazione su ciascuno di essi: $\vec{F}_{\text{motrice}} = (m_{\text{auto}} + m_{\text{passeggeri}}) \vec{a}$. La risposta B è convalidata dal principio di azione e reazione, e la risposta C è corretta poiché ogni satellite se fosse liberato dalla forza di gravità esercitata dal Sole si muoverebbe di moto rettilineo uniforme nella direzione e nel verso della sua velocità all'istante della cessata azione di gravità. La forza di gravità che agisce su un satellite ha sempre una componente centripeta che dà luogo ad un'orbita ellittica.

Quesito 19 Risposta D

Una forza elettromotrice viene indotta quando il flusso del campo magnetico attraverso una superficie varia nel tempo. Il flusso del campo magnetico B attraverso una superficie S può essere rappresentato graficamente come il numero di linee di campo che attraversano la superficie. All'esterno del magnete le linee di campo sono linee chiuse con verso uscente dal polo Nord ed entrante nel polo Sud e maggiormente concentrate in prossimità del magnete. Nel caso I, allontanando il magnete dalla spira che invece rimane ferma, attraversano la spira meno linee di campo e pertanto il flusso diminuisce. Nel caso II, avvicinando la spira al magnete che rimane fermo, passano più linee di campo attraverso la superficie della spira e pertanto il flusso aumenta. Nel caso III, il magnete rimane fermo ma facendo ruotare la spira, varia la proiezione della superficie perpendicolare all'asse N-S del magnete: si avrà il massimo flusso quando la superficie racchiusa dalla spira è perpendicolare all'asse N-S del magnete; il flusso sarà invece nullo quando la superficie della spira è parallela allo stesso asse.

Quesito 20 Risposta C

La potenza elettrica dell'impianto è $P = I \cdot V = (1.00 \cdot 10^3 \text{ A}) \times (2.00 \cdot 10^5 \text{ V}) = 200 \cdot 10^6 \text{ W} = 200 \text{ MW}$.

Quesito 21 Risposta C

Dal 1901 sono trascorsi 115 anni che corrispondono a $60 \times 60 \times 24 \times 365 \times 115 = 3626640000 \text{ s}$. L'ordine di grandezza è quindi pari a 10^9 s . Potremmo voler tenere conto degli anni bisestili che aggiungerebbero circa 29 giorni al computo, pari a 2505600 s ; un ordine di grandezza di 10^6 s che non altera il risultato precedente; non lo altera neppure l'incertezza di 6 mesi nel computo del numero di anni, pari a circa 15552000 s , con un ordine di grandezza di 10^7 s .

Quesito 22 Risposta C

Il termine "pianeta" deriva dal greco antico $\pi\lambda\acute{\alpha}\nu\eta\varsigma \acute{\alpha}\sigma\tau\acute{\eta}\rho$ - $\pi\lambda\acute{\alpha}\nu\eta\varsigma \acute{\alpha}\sigma\tau\acute{\eta}\rho$ - $\pi\lambda\acute{\alpha}\nu\eta\varsigma \acute{\alpha}\sigma\tau\acute{\eta}\rho$ che significa "stella errante" nel senso che si muove rispetto alle altre stelle che, per contrapposizione, vengono dette "fisse". Il movimento relativo tra le stelle, non è percepibile né ad occhio nudo, né dai piccoli telescopi, a causa dell'enorme lontananza di questi oggetti: è il motivo per cui possiamo creare le "costellazioni", gruppi di stelle prospetticamente vicine, che uniamo simbolicamente a formare figure mitologiche, di animali, di eroi o di oggetti. I pianeti, viceversa, sono molto più vicini alla Terra, il loro movimento è facilmente identificabile anche ad occhio nudo proprio confrontando la loro posizione rispetto alle stelle di fondo. Nel nostro esempio, confrontando le due immagini, l'unico punto che si è spostato rispetto agli altri è quello identificato dalla lettera C, che dunque non può essere una "stella fissa", ma un oggetto molto più vicino alla Terra.

Quesito 23 Risposta A

La risposta corretta si deduce sia dalla equazione dei punti coniugati che dalla costruzione geometrica dell'immagine. Detta p la distanza dell'oggetto dall'asse della lente e q la distanza dell'immagine considerata positiva per immagini reali dalla parte opposta della lente, $1/p + 1/q = 1/f$; allora, considerando la lente convergente dell'alternativa A e sostituendo $p = 5 \text{ cm}$ e $f = 10 \text{ cm}$ si ottiene $q = -10 \text{ cm}$ dove il segno negativo indica che l'immagine è virtuale. L'ingrandimento $I = -q/p = +2$: l'immagine è dritta ed ingrandita. Nell'alternativa B si produce una immagine reale, poiché l'oggetto non è posto tra lente e fuoco ma a distanza dalla lente maggiore della distanza focale per cui $q > 0$. Nei casi C e D l'oggetto avrà un'immagine virtuale, ma rimpicciolita come ci si aspetta di ottenere sempre da una lente divergente.

Quesito 24 Risposta C

La pressione in un punto interno al lago è data, per la legge di Stevino, da $p = \rho g h + p_{atm}$ dove ρ è la densità dell'acqua che si considera costante, g è l'accelerazione di gravità, h è la distanza del punto dalla superficie libera del lago e p_{atm} è la pressione atmosferica. Poiché ρ , g e p_{atm} si considerano costanti, la pressione dell'acqua sulle bolle diminuisce al diminuire di h e quindi le bolle diventano più grandi salendo verso la superficie.

Quesito 25 Risposta D

Secondo quanto scritto il rumore non è la causa diretta di un'eventuale estinzione delle balene, esso è

solo uno dei fattori che potrebbe contribuire all'estinzione rendendo più difficile alle balene trovare un compagno per l'accoppiamento: si scarta l'alternativa A poiché lo scritto ci informa che le balene stanno già mettendo in atto meccanismi di difesa. Le centrali eoliche non sono pericolose in sé per le balene, solo trasmettono rumore nelle profondità marine: si scarta l'alternativa B. In quanto scritto inoltre si accenna al diminuito numero delle balene ma non se ne fa risalire la causa all'aumento del rumore ambientale e quindi si scarta anche l'alternativa C.

Quesito 26 Risposta C

Nella meccanica classica la massa di un corpo è una grandezza invariante che caratterizza comunque quel corpo, in qualunque sistema di riferimento. La massa del cubetto d'oro in acqua o in aria è sempre 18.3 g. L'equivoco può sorgere se si confonde la massa con il peso misurato da una bilancia.

Quesito 27 Risposta C

I grafici riportano sull'asse delle ordinate il numero di ore. In tutti i grafici la barra più alta corrispondente ad Atene è compresa tra la quarta e la quinta linea della griglia dell'asse verticale riportata nel grafico, assai vicina alla quinta linea. Quindi i valori che Alessandro ha dimenticato di riportare sull'asse delle ordinate sono verosimilmente 2,4,6,8,10. Le linee tratteggiate nei grafici sono infatti a distanza regolare e la quinta è sempre superiore al valore più alto riportato in tabella, pari a 9.7 (Atene). Ne consegue che la distanza tra le linee tratteggiate deve essere $> 9.7/5=1.94$. Il valore più basso riportato in tabella, è 1 (Helsinki), quindi la più bassa delle barre non deve toccare la prima linea tratteggiata, l'opzione B è quindi da escludersi. Anche la A è da escludersi perché la differenza di altezza tra la prima e la terza barra, i cui valori dovrebbero corrispondere rispettivamente a 3.3 (Oslo) e 5 (Madrid), è maggiore di quella tra seconda e la terza, rispettivamente 7 (Roma) e 5 (Madrid). In modo del tutto analogo si può procedere per escludere l'opzione D, confrontando la differenza di altezza tra la seconda e terza, e la terza e sesta barra del grafico corrispondenti ancora ai valori relativi a Oslo, Madrid e Roma. Ci sono diversi altri ragionamenti che portano al medesimo risultato.

Quesito 28 Risposta D

Si considera solo la variazione di energia che avviene nell'urto, non durante tutto il tragitto. Con l'urto si esaurisce l'energia cinetica la quale non può trasformarsi in energia potenziale gravitazionale poiché l'urto avviene a parità di energia potenziale: sono quindi da escludere le risposte A, B e C. L'energia cinetica non può che trasformarsi in aumento di energia interna della pallina e del bersaglio e in energia sonora, trasmessa dalle vibrazioni dell'aria.

Quesito 29 Risposta D

Le risposte A e C vanno escluse perché la prima delle due pagine centrali deve essere un numero pari; inoltre, se n è il numero di pagine della rivista le pagine centrali avranno numero $n/2$ e $n/2+1$. Essendo il numero di pagine multiplo di 32, $n=k \cdot 32$ dove k è un numero naturale positivo. Il numero della prima delle due pagine centrali è dato quindi da $k \cdot 32/2$ ed è quindi multiplo di 16. Fra le alternative l'unico multiplo di 16 è 96 con $k=6$ nella risposta D.

Quesito 30 Risposta D

Il tempo di dimezzamento o emivita per un elemento radioattivo è l'intervallo di tempo che deve trascorrere affinché un atomo di quell'elemento abbia la probabilità del 50% di decadere in un altro elemento. Ciò comporta che, data una certa quantità della sostanza contenente un gran numero di nuclei radioattivi, trascorso quell'intervallo di tempo, tale quantità si sarà, con buona approssimazione, ridotta della metà. Si conclude allora che, se il tempo di dimezzamento del plutonio è di 24000 anni, dopo tale lasso di tempo non tutto il plutonio sarà decaduto, ma ne sarà ancora presente la metà, indipendentemente dalla quantità iniziale.