

Quesito 1 Risposta B

La formazione di una stella è dovuta alla contrazione gravitazionale di una nube di gas e polveri. Da una stessa nube generalmente si formano più stelle, alcune delle quali, particolarmente vicine le une alle altre, rimangono strettamente legate gravitazionalmente tanto da formare dei sistemi multipli dove ogni astro orbita attorno al centro di massa comune.

Nel caso di Castore, il sistema è formato da ben 6 componenti (in realtà tre sistemi doppi), che distano tra di loro al più un primo d'arco (un sessantesimo di grado). La componente più lontana è molto debole, assolutamente non visibile ad occhio nudo, mentre quelle più luminose, visibili ad occhio nudo sono anche quelle tra loro più vicine, distanti tra loro pochi secondi d'arco.

Il potere risolutivo dell'occhio umano, cioè la sua capacità di distinguere come separati due punti vicini, raggiunge, nei casi di vista più acuta, i 30 secondi d'arco, quindi non è possibile riconoscere come stelle separate le varie componenti del sistema, l'occhio le percepirà come un tutt'unico.

La separazione angolare che misuriamo, dipende naturalmente dalla distanza a cui si trovano gli oggetti: tanto più lontani essi si trovano e tanto minore apparirà la loro distanza angolare. Questo vale anche per le galassie, che a loro volta sono giganteschi ammassi di stelle: infatti se chiamiamo R la distanza tra il centro di una galassia e le sue stelle più periferiche, d la distanza tra la galassia e la Terra, allora l'ampiezza angolare sotto cui la galassia viene vista è $\alpha = 2R/d$ con α espresso in radianti. Perché l'intera galassia sia percepita come un unico punto basta quindi che sia $d > 2R/\alpha_c$, e α_c sia pari a 30 secondi d'arco,

quindi $\alpha_c = 1.45 \cdot 10^{-4} \text{ rad}$. Ad esempio una galassia simile alla Via Lattea con diametro $2R = 100000 \text{ a.l.}$, verrà vista come un punto se l'osservatore si trova ad una distanza $d > (100000 \text{ a.l.}) / (1.45 \cdot 10^{-4} \text{ rad}) \approx 7 \cdot 10^8 \text{ a.l.}$

La risposta corretta è pertanto la B, infatti nessuna stella raggiunge le dimensioni di una galassia, anche se esplodendo come supernova, la sua luminosità può essere confrontabile con quella di tutta la galassia; è vero poi che la luce che ci giunge è sempre meno intensa mano a mano che la distanza aumenta, ma ciò non incide sul potere risolutivo; infine, le dimensioni delle galassie sono molto varie, ma anche quelle più grandi, se si trovano ai confini dell'universo visibile sono percepite come singoli punti.

Quesito 2 Risposta D

Il volume totale di liquido versato dalla bottiglia è dato dal prodotto fra il volume di liquido espulso nell'unità di tempo e il tempo necessario a vuotare la bottiglia: dalla bottiglia D sono usciti $(100 \text{ mL/s})(8 \text{ s}) = 800 \text{ mL}$ d'acqua, ed è quella con la maggiore capacità. Questo procedimento è valido solo se si fa in modo che l'acqua fuoriesca a ritmo costante.

Quesito 3 Risposta C

In questo problema di stima è importante che chi cerca di risolverlo si renda conto delle assunzioni fatte per ottenere il risultato. Le mele sono approssimate con delle sfere, lo suggerisce il testo indicandone i diametri, $d_1 = 12 \text{ cm}$ e $d_2 = 6 \text{ cm}$ e quindi $d_1 = 2 d_2$. Poiché vengono sminuzzate finemente ciò che si ottiene nella tazza avrà, approssimativamente, il volume della mela intera. In tal modo basterà confrontare i volumi delle due mele considerate sferiche.

$$V_1 = \frac{4}{3}\pi \left(\frac{d_1}{2}\right)^3; V_2 = \frac{4}{3}\pi \left(\frac{d_2}{2}\right)^3 \quad \text{Essendo } d_1 = 2 d_2 \text{ sarà } V_1 = 8 V_2.$$

Quesito 4 Risposta A

La distanza interpupillare di un soggetto è la misura della distanza fra i centri delle pupille dei suoi occhi. La conoscenza di tale misura è necessaria per un corretto assemblaggio delle lenti di occhiali da vista così che il centro ottico di ciascuna lente venga a trovarsi nella posizione corretta. Le distanze interpupillari stanno in genere fra 55 mm e 65 mm per gli adulti e fra 42 mm e 54 mm per i bambini. Sono riportate misure comprese fra 48 mm e 73 mm. La domanda mira a valorizzare la capacità di stimare una distanza non nota senza l'uso di strumentazione specifica.

Quesito 5 Risposta B

Solamente la frase di Carlo contiene un'affermazione sull'esistenza di una relazione fra un fatto, "l'aumento della temperatura in un certo paese" e una sua conseguenza, "l'aumento della povertà".

Quesito 6 Risposta B

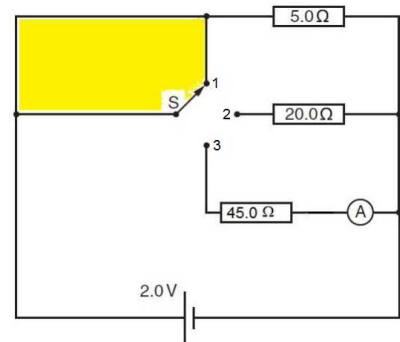
Il fatto che si trovi dell'iridio con una certa frequenza in prossimità di crateri formati dall'impatto con dei meteoriti (affermazione I) e la datazione dello strato contenente iridio nelle rocce in Italia (affermazione III), sono evidenze derivate direttamente da osservazioni. Le altre due affermazioni riportano ipotesi suggerite dalle osservazioni.

Quesito 7 Risposta B

La pressione esercitata da un liquido varia a seconda della profondità e della densità del liquido stesso secondo la legge di Stevino. Per tale legge, dato un fluido, che supponiamo di densità costante ρ , la pressione p che esercita una colonna di tale fluido, qualunque sia la sua sezione, in un punto posto a profondità h rispetto alla superficie libera del liquido, è espressa dalla relazione $p = \rho g h$ dove g è l'accelerazione di gravità alla superficie della Terra. Eseguendo i prodotti, si osserva che il valore più alto della pressione si ottiene con la condizione "B". Il liquido, data la densità, potrebbe essere glicerina.

Quesito 8 Risposta C

Quando l'interruttore si trova nella posizione "1", il circuito è di fatto costituito da un'unica maglia, con un unico utilizzatore, quello con resistenza di 5.0Ω . La maglia evidenziata nel disegno, infatti, non presenta utilizzatori al suo interno e quindi contribuisce alla resistenza totale del circuito in modo trascurabile. Gli altri due utilizzatori, quelli con resistenza di 20.0Ω e 45.0Ω , hanno un capo non collegato al generatore e quindi la corrente elettrica non circola attraverso di essi. La corrente elettrica I si determina dalla prima legge di Ohm $\Delta V = R \cdot I$ e risulta essere $I = \Delta V / R = 0.4 \text{ A}$.



Quesito 9 Risposta D

Facendo attenzione ad utilizzare nella relazione fornita le corrette unità di misura, vale a dire 1.5 kW anziché 1500 W per la potenza, segue immediatamente che la risposta corretta è la D, tenendo conto della equazione: $\text{spesa} = \text{potenza del dispositivo} \cdot \text{costo unitario dell'energia elettrica} \cdot \text{numero ore di utilizzo}$.

Quesito 10 Risposta D

In un'onda stazionaria la distanza tra un ventre ed uno dei nodi ad esso adiacenti è pari a $\frac{1}{4}$ della lunghezza d'onda. Se la canna è aperta, ad entrambe le estremità si avrà un ventre, mentre se è chiusa, ad un'estremità ci sarà un ventre e all'altra un nodo. La lunghezza d'onda dell'onda stazionaria che si forma all'interno della canna dipende, oltre che dalla lunghezza della canna, anche dal numero di nodi che si formano in essa, in particolare, se la canna è aperta la lunghezza d'onda del suono emesso da canne della stessa lunghezza, può essere espressa dalla seguente relazione $\lambda_n = 2L/n$ dove L è la lunghezza della canna e n il numero di nodi. Per $n=1$ si ha l'armonica fondamentale. Per le canne chiuse invece, la relazione che lega la lunghezza d'onda del suono alla lunghezza della canna è $\lambda_n = 4L/(2n-1)$ con lo stesso significato dei simboli. Nel nostro caso la lunghezza d'onda più lunga (il suono più grave) viene prodotto dall'onda nella prima canna, la Cx, come evidente anche dall'osservazione della figura, ed è pari a 4 m ; la risposta corretta è la D.

Quesito 11 Risposta C

Possiamo vedere gli oggetti solamente se i nostri occhi ricevono la luce che essi emettono, se sono sorgenti luminose, oppure la luce che riflettono. Tutti gli oggetti menzionati dunque, poiché si possono vedere,

riflettono la luce, diffondendola in tutte le direzioni oppure seguendo le leggi della riflessione speculare come avviene per gli oggetti con superfici metalliche lucidate.

Quesito 12 Risposta D

In onde periodiche la lunghezza d'onda è la distanza, misurata nella direzione di propagazione dell'onda, fra due punti successivi con la medesima fase. Più semplicemente diremo che rappresenta la distanza tra due creste successive dell'onda; dalla prima immagine si nota che essa è $\lambda = 1.5 \text{ m}$. Il periodo è, invece, l'intervallo di tempo minimo che intercorre affinché l'onda si riproduca uguale a se stessa (ad esempio il tempo che intercorre affinché un punto inizialmente in posizione di massimo spostamento, ritorni nella stessa posizione). Dalla seconda immagine si nota che in un intervallo di tempo di 0.6 s l'onda riproduce tre volte un'oscillazione completa, quindi il suo periodo è $T = (0.6 \text{ s})/3 = 0.2 \text{ s}$. La velocità con cui si propaga un'onda è data da $V = \lambda / T = (1.5 \text{ m}) / (0.2 \text{ s}) = 7.5 \text{ ms}^{-1}$. La risposta corretta è dunque la D.

Quesito 13 Risposta B

Il tempo di dimezzamento è il tempo che intercorre affinché metà del prodotto (indipendentemente dalla quantità iniziale) decada in altre sostanze. 72000 anni equivalgono, nel nostro caso, a tre tempi di dimezzamento della sostanza, la quale in quest'arco di tempo si è dimezzata quindi tre volte. La frazione del totale rimasta è dunque $f = 1/2 \cdot 1/2 \cdot 1/2 = (1/2)^3 = 1/8$ del totale.

Quesito 14 Risposta D

Nella situazione detta "di assenza di peso" oppure a "Zero-g", la stazione spaziale e tutto ciò che essa contiene orbitano intorno alla Terra in uno stato di continua caduta libera. Le due borse non esercitano dunque alcuna azione di trazione dovuta al peso sulle braccia dell'astronauta né sulla bilancia e quindi non possono venir pesate normalmente: le due alternative A e B vanno escluse. Anche l'alternativa C deve essere eliminata perché non ha senso pensare di veder cadere degli oggetti in una stazione spaziale che gira liberamente in orbita, come non avrebbe senso che uno in un ascensore in caduta libera lasciasse un oggetto che teneva in mano e lo vedesse cadere ai suoi piedi. Se però si cerca di spingere un oggetto imprimendogli una forza varranno le leggi della dinamica e, a parità di forza, sarà maggiore l'accelerazione di oggetti con massa minore. Basterà dunque imprimere forze uguali alle due borse e confrontarne l'inerzia, come suggerito nell'alternativa D.

Quesito 15 Risposta B

Il rendimento della centrale è il rapporto tra l'energia trasformata e trasmessa alla rete di distribuzione, E_{uscita} e l'energia fornita in ingresso alla centrale, E_{ingresso} . L'energia trasmessa alla rete è la differenza fra l'energia in ingresso, 100 unità, e l'energia dissipata, $E_{\text{dissipata}}$ pari a 65 unità. Il rendimento percentuale, $\eta\%$ è:

$$\eta\% = \frac{E_{\text{ingresso}} - E_{\text{dissipata}}}{E_{\text{ingresso}}} \cdot 100 = \frac{100 - 65}{100} \cdot 100 = 35\%$$

Quesito 16 Risposta D

In assenza di attrito la potenza minima che il motorino elettrico deve erogare è il rapporto fra il lavoro necessario per innalzare di due metri la cabina di 5 kg e il tempo impiegato di 40 s . Il lavoro è uguale alla variazione dell'energia potenziale, ΔE_p , della cabina quando risale di $\Delta h = 2.0 \text{ m}$.

$$P = \frac{\Delta E_p}{\Delta t} = \frac{mg\Delta h}{\Delta t} = \frac{5 \text{ kg} \cdot 10 \text{ ms}^{-2} \cdot 2 \text{ m}}{40 \text{ s}} = 2.5 \text{ W}$$

Quesito 17 Risposta D

Per la legge di Hooke, $F = k \Delta l$, la deformazione, Δl , è proporzionale alla forza F che la determina. Per la stessa molla, di costante elastica k , le forze F_1 e F_2 daranno luogo, rispettivamente, alle deformazioni

$$(\Delta l)_1 \text{ e } (\Delta l)_2 \text{ tali che } \frac{F_1}{(\Delta l)_1} = \frac{F_2}{(\Delta l)_2} = k. \text{ Sostituendo i dati forniti nel testo si trova } F_2 = 100 \text{ N.}$$

Quesito 18 Risposta D

La formula della gravitazione universale di Newton è $F = G \frac{m_1 \cdot m_2}{r^2}$ da cui $[G] = [F] \cdot \frac{[r^2]}{[m^2]}$.

L'unità di misura nel Sistema Internazionale è

$$\frac{\text{N} \cdot \text{m}^2}{\text{kg} \cdot \text{kg}} = \frac{\text{kg} \cdot \text{m} \cdot \text{s}^{-2} \cdot \text{m}^2}{\text{kg}^2} = \frac{\text{m}^3}{\text{kg} \cdot \text{s}^2}$$

Quesito 19 Risposta C

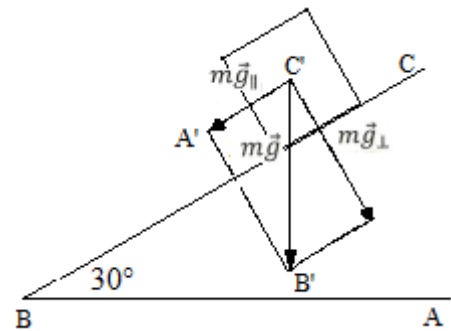
Il percorso compiuto è l'area compresa tra il tracciato del grafico e gli assi. Tale area è la somma di un trapezio nel primo minuto, di un rettangolo nei successivi tre minuti, di un trapezio nel quinto minuto e di un triangolo curvilineo, approssimabile per eccesso a un triangolo rettangolo, negli ultimi due minuti. Tenendo conto che 1 minuto è uguale a 60 secondi abbiamo

$$\text{Percorso} < \left(\frac{(15+20)\text{m/s} \cdot 60\text{s}}{2} + 20\text{m/s} \cdot (3 \cdot 60)\text{s} + \frac{(10+20)\text{m/s} \cdot 60\text{s}}{2} + \frac{10\text{m/s} \cdot (2 \cdot 60)\text{s}}{2} \right) = 6150 \text{ m}$$

L'alternativa D rimane quindi esclusa e le alternative A e B vanno escluse facilmente osservando che solo nel primo minuto il veicolo percorre più di un chilometro.

Quesito 20 Risposta C

Il blocco scende per effetto della forza peso $m\vec{g}$. La forza peso si scompone nelle due componenti, quella parallela al piano $m\vec{g}_{\parallel}$ e quella perpendicolare al piano $m\vec{g}_{\perp}$. La componente perpendicolare viene equilibrata dalla reazione vincolare, mentre è attiva la componente parallela. Il triangolo rettangolo A'B'C' ha l'angolo $\widehat{A'B'C'}$ di 30° perché formato dalle perpendicolari ai lati dell'angolo \widehat{ABC} . A'C' è dunque la metà di C'B'. Poiché la massa è la medesima g_{\parallel} è la metà di g .



Quesito 21 Risposta C

Se le forze fossero parallele e discordi l'intensità della risultante sarebbe 4 N, se le forze fossero parallele e concordi sarebbe 16 N. Quando invece le forze formano un angolo compreso tra 0° e 180° la risultante è rappresentata dal terzo lato di un triangolo di lati 10 N e 6 N, quindi la sua intensità deve essere maggiore del modulo della differenza dei lati, $10 \text{ N} - 6 \text{ N} = 4 \text{ N}$, e minore della loro somma, $10 \text{ N} + 6 \text{ N} = 16 \text{ N}$.

Quesito 22 Risposta D

L'acqua può bollire a temperature diverse, e ciò dipende dalla pressione dell'ambiente in cui avviene l'ebollizione; l'ebollizione infatti si verifica quando la pressione di vapore nel liquido uguaglia quella esterna. In un noto esperimento, per esempio, dentro ad una campana di vetro in cui si creano pressioni sempre più basse, l'acqua contenuta in un bicchiere comincia a bollire a temperatura ambiente. L'evaporazione avviene alla superficie di un liquido e consiste nel passaggio del liquido ad una fase gassosa. L'ebollizione è un tipo di vaporizzazione di un liquido dovuto alla formazione al suo interno di bolle di vapore. Le affermazioni A e B sono dunque corrette. Anche l'affermazione C è corretta: all'aumentare della temperatura aumenta l'energia cinetica media delle molecole d'acqua, per cui un numero maggiore di esse ha abbastanza energia per passare nello stato gassoso.

Quesito 23 Risposta B

La risposta può facilmente essere intuita tenendo conto della diversa ripartizione delle masse d'acqua calda e fredda. La massa $m_2 = 200\text{g}$ d'acqua calda a temperatura $T_2 = 50^\circ\text{C}$, mescolandosi con l'acqua

fredda la riscalda cedendo il calore $Q_2 = |m_2 \cdot c \cdot (T_f - T_2)|$ e si raffredda alla temperatura di equilibrio finale, T_f . La massa di acqua fredda, $m_1 = 100\text{g}$ e a temperatura $T_1 = 0^\circ\text{C}$ si riscalda raggiungendo la temperatura di equilibrio e per questo deve ricevere una quantità di calore $Q_1 = m_1 \cdot c \cdot (T_f - T_1)$. Poiché si suppone che il processo sia isolato dall'ambiente le due quantità di calore devono essere uguali e quindi

$$m_1 \cdot c \cdot (T_f - T_1) = m_2 \cdot c \cdot (T_2 - T_f) \quad \text{da cui si trova che} \quad T_f = \frac{m_2 \cdot T_2 + m_1 \cdot T_1}{m_1 + m_2} \approx 33^\circ\text{C}.$$

Quesito 24 **Risposta A**

La pressione p_A che si esercita sul pistone A è $p_A = \frac{F_A}{S_A} = \frac{1000}{0.01} \text{ Nm}^{-2} = 1 \cdot 10^5 \text{ Nm}^{-2}$.

Tale pressione si trasmette inalterata su ciascuno dei quattro pistoni. Ogni pistone esercita una forza F_p rivolta verso l'alto:

$$F_p = p_A \cdot S_p = 2 \cdot 10^3 \text{ N}.$$

La forza di $4 \cdot 2000 \text{ N}$ esercitata dai 4 pistoni deve equilibrare il peso x della macchina e il peso dei 2 supporti da 1000 N l'uno.

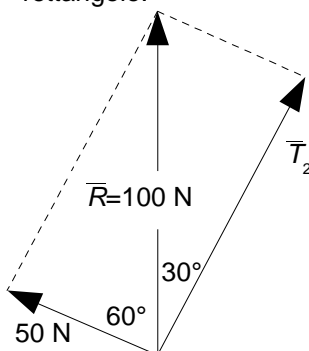
$$4 \cdot 2000 \text{ N} = 2000 \text{ N} + x \quad \text{da cui} \quad x = 6000 \text{ N}$$

La massa m della macchina è

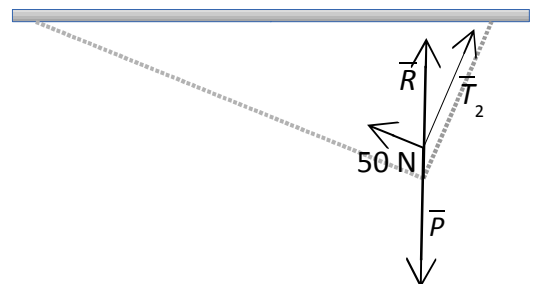
$$m = \frac{x}{g} = 600 \text{ kg}.$$

Quesito 25 **Risposta C**

Il peso, indicato in figura con \vec{P} , è equilibrato dalla reazione \vec{R} rappresentata da un vettore opposto a \vec{P} e quindi verticale. \vec{R} è la risultante delle tensioni delle due corde di sostegno; di queste sappiamo che una ha 50 N l'altra è indicata con \vec{T}_2 . Sapendo che le due tensioni formano con la risultante verticale angoli di 60° e di 30° si deduce che questi tre vettori sono lati di un triangolo rettangolo.



Nel disegno ingrandito riprodotto a sinistra si vede che, a causa dell'angolo di 60° , il triangolo formato dalle due tensioni e dalla loro risultante è la metà di un triangolo equilatero in cui la metà del lato è 50 N . La reazione che fa equilibrio al peso, e quindi il peso stesso hanno intensità di 100 N .



Quesito 26 **Risposta B**

Il righello introduce un errore casuale, mentre introducono errori sistematici il cronometro che rallenta e quindi indica sempre una durata minore per tutte le misure di tempo, la resistenza dell'aria che sugli oggetti in moto genera una forza di resistenza sempre orientata nel verso del moto e il calore ceduto all'ambiente per cui la temperatura dell'acqua risulta sistematicamente inferiore di quanto non sarebbe in assenza di perdite così che anche la velocità con cui l'acqua si riscalda appare inferiore.

Quesito 27 Risposta C

L'energia che un corpo di massa m e calore specifico c_s scambia nel contatto termico è $\Delta E = m c_s \Delta T$ dove ΔT è la variazione di temperatura che ne deriva. Da questa formula si ricava

$$c_s = \frac{\Delta E}{m \Delta T} = \frac{23800}{0.930 \cdot 28.2} \text{ J kg}^{-1} \text{ K}^{-1} \approx 907 \text{ J kg}^{-1} \text{ K}^{-1}$$

Osserviamo che la differenza di temperatura in gradi Celsius è la stessa per i gradi kelvin perché 1 grado Celsius è uguale a 1 grado kelvin e le due scale differiscono solo per l'origine.

Quesito 28 Risposta B

I raggi vengono riflessi quindi si tratta di uno specchio e le alternative C e D sono da scartare. Considerando il cammino ottico dei raggi riflessi si indovina una superficie riflettente curvilinea che fa divergere i raggi provenienti dall'oggetto. Il raggio di luce parallelo all'asse ottico principale non converge nel fuoco reale come avviene nel caso di uno specchio concavo, ma diverge da un fuoco virtuale: il dispositivo è allora uno specchio convesso e, come sempre tale tipo di specchi, produce un'immagine virtuale.

Quesito 29 Risposta C

La fibra ottica sfrutta il fenomeno della riflessione totale interna della luce. Affinché ci sia riflessione interna occorre che il raggio rifratto si trasmetta da un mezzo otticamente più denso (più rifrangente, con indice di rifrazione maggiore) ad uno meno denso, per cui l'affermazione B è corretta, così come l'affermazione A, che individua nella riflessione totale la causa della propagazione della luce attraverso le fibre ottiche. Infine l'affermazione D è sempre vera, visto che a indice di rifrazione n maggiore corrisponde per la luce una velocità di propagazione v minore, per la relazione $v = c/n$ dove c è la velocità della luce nel vuoto. La riflessione totale si verifica sulla superficie di separazione del materiale con indice di rifrazione maggiore, n_1 , col materiale con indice di rifrazione minore, n_2 . Si ha riflessione totale per angoli di incidenza maggiori dell'angolo limite, non minori di tale angolo. L'angolo limite o angolo critico α_c è tale che $\sin(\alpha_c) = n_2/n_1$.

Quesito 30 Risposta C

La quantità di calore che il liquido assorbe per riscaldarsi da 25°C a 35°C è pari al prodotto del calore specifico per la massa per l'aumento della temperatura.

Il risultato è $(3000 \text{ J} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}) \cdot (2 \text{ kg}) \cdot (10 \text{ K}) = 60000 \text{ J}$. Per trovare il tempo t necessario a trasferire quella quantità di energia ΔE per riscaldare il liquido, tenendo conto della definizione di potenza, si trova

$$t = \Delta E / P = (60000 \text{ J}) / (100 \text{ W}) = 600 \text{ s}.$$