

Quesito 1: risposta C

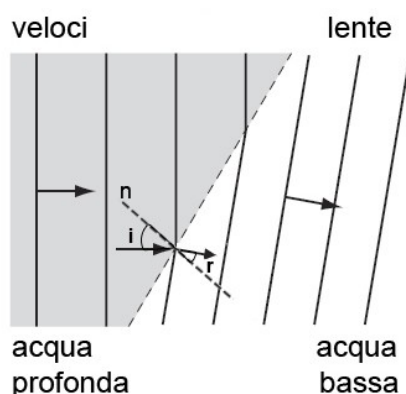
La rapidità con cui avviene il processo di evaporazione dipende dal tipo di liquido, dalla sua temperatura, dalla pressione del suo vapore nell'ambiente (e quindi dalla temperatura e pressione dell'aria e dalla presenza o meno di correnti d'aria); inoltre, poiché si tratta di un fenomeno che avviene alla superficie di separazione del liquido dall'aria circostante, dipende dall'area della superficie libera. I recipienti in esame si trovano tutti nelle stesse condizioni: stesso liquido, stessa temperatura interna ed esterna, stessa pressione esterna. Poiché l'evaporazione è maggiore quando la superficie libera è maggiore, il contenitore in cui si ha la maggiore evaporazione nell'intervallo di tempo considerato è il C in quanto ha la superficie libera più estesa indipendentemente dalla quantità di liquido contenuto.

Quesito 2: risposta C

Il fronte d'onda è costituito dall'insieme dei punti dell'onda in fase fra loro, come ad esempio i massimi. La figura mostra fronti d'onda rettilinei, tipici dell'onda piana, e lo spazio tra due fronti d'onda è pari alla lunghezza d'onda λ . Quando l'onda, passando dall'acqua profonda all'acqua bassa diminuisce la sua velocità v , da v_1 a v_2 , i fronti d'onda, fotografati ad un certo istante, sono ravvicinati poiché la lunghezza d'onda diminuisce, essendo il periodo T inalterato ($\lambda = vT$). Questa considerazione esclude le alternative A e B: in A la lunghezza d'onda rimane invariata e in B aumenta.

Poiché la linea di separazione tra i fondali a diversa profondità non ha la stessa direzione del fronte d'onda, nell'attraversamento il fronte d'onda cambierà direzione e questa osservazione esclude il caso D, lasciando come unica risposta possibile il caso C.

Più precisamente si tratta di un fenomeno di rifrazione, si può applicare la legge di Snell $\sin \hat{i} / \sin \hat{r} = v_1 / v_2$. In base ad essa, nel mezzo in cui la velocità è minore è anche minore l'angolo formato dalla direzione dell'onda con la normale al piano di separazione, nel nostro caso l'angolo \hat{r} di rifrazione. Questo procedimento permette un controllo in più, poiché si osserva che l'angolo di rifrazione \hat{r} rappresentato in figura è minore dell'angolo d'incidenza \hat{i} .



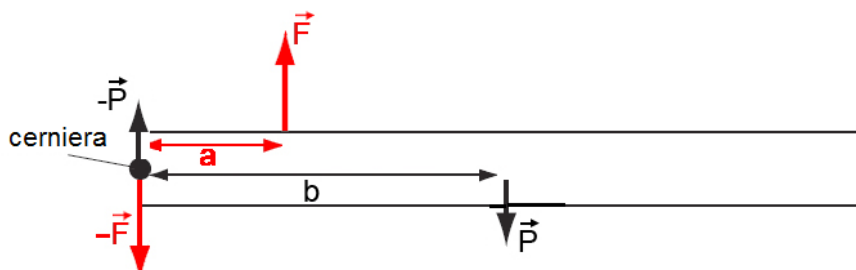
Quesito 3: risposta B

Poiché la densità d è uguale al rapporto tra massa m e volume V del liquido esaminato, le immagini della strumentazione sperimentale permettono di ricavare tale rapporto. La massa è data dalla differenza delle misure sul display della bilancia con e senza liquido nel cilindro graduato: $m = (250 - 200) \text{ g} = 50 \text{ g}$.

Il volume si legge direttamente sul cilindro graduato, tarato in cm^3 , quando è presente il liquido: $V = 25 \text{ cm}^3$. Quindi $d = 50 \text{ g} / 25 \text{ cm}^3 = 2.0 \text{ g/cm}^3$.

Quesito 4: risposta A

L'equilibrio dell'asta si ottiene se sono nulli la risultante e il momento delle forze agenti. Supponendo che la cerniera sia un vincolo indeformabile, le forze agenti, qualunque sia la loro intensità, sono certamente equilibrate dal vincolo (in figura: coppia \vec{F} e $-\vec{F}$, coppia \vec{P} e $-\vec{P}$).



Per l'equilibrio dei momenti, si considerino le due coppie di forze date da $(\vec{F}, -\vec{F})$ e da $(\vec{P}, -\vec{P})$, rispettivamente con braccio $a=2.0\text{ cm}$ e $b=5.0\text{ cm}$. I momenti delle due coppie sono opposti perché producono rotazioni in verso opposto. All'equilibrio la risultante dei momenti delle due coppie di bracci a e b deve essere nulla. In valore assoluto $F \cdot a = P \cdot b$. Sostituendo $5.0\text{ N} \cdot 2.0\text{ cm} = P \cdot 5.0\text{ cm}$ da cui si ricava il peso dell'asta $P = 2.0\text{ N}$

Quesito 5: risposta A

La potenza erogata è completamente assorbita dalla forza resistente perché l'automobile va a velocità costante.

$$P = \frac{L}{t} = \frac{F \cdot s}{t} = F \cdot v$$

da cui

$$F = \frac{P}{v} = \frac{24000}{30} \frac{\text{W}}{\text{m s}^{-1}} = 800\text{ N}$$

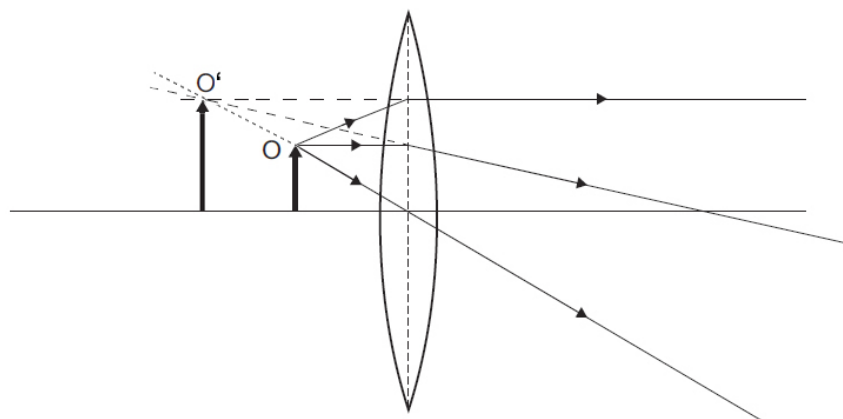
Quesito 6: risposta D

La lente in figura è sottile e convergente; essa produrrà come immagine del punto O il punto O' ottenuto dall'intersezione dei raggi emessi da O dopo che hanno attraversato la lente. Essi si intersecheranno effettivamente oltre la lente (immagine reale e capovolta) oppure si intersecheranno i loro prolungamenti prima della lente (immagine virtuale e diritta). Nel nostro caso l'intersezione potrà avvenire solo nel prolungamento dei raggi, visto che oltrepassata la lente i raggi divergono. L'immagine sarà quindi virtuale e si escludono le risposte A e B.

La costruzione completa dell'immagine si ottiene da O' tracciando il segmento ortogonale all'asse ottico, poiché tutti i punti dell'oggetto si trovano alla stessa distanza di O dal piano della lente e produrranno

immagini con la stessa distanza di O' da tale piano.

Il segmento immagine ottenuto risulta ingrandito (risposta C esclusa), posto rispetto alla lente dalla stessa parte dell'oggetto e a maggiore distanza.

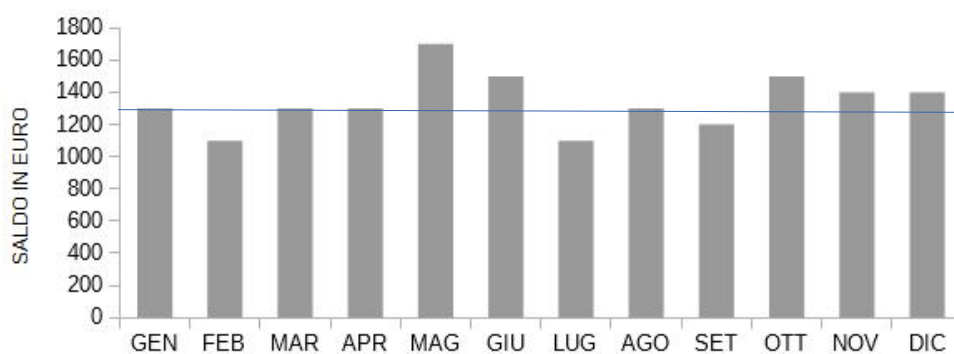


Quesito 7: risposta C

Il grafico è definito per valori di i maggiori di $2A$. Quando $i=2A$ il grafico in figura non indica interruzione del circuito: si escludono le alternative A e B. Il primo valore leggibile è $t=160s$ quando $i=2.5A$. Se l'intensità di corrente supera tale valore il tempo t impiegato per l'interruzione del circuito diminuisce all'aumentare di i . In particolare, se $i=18A$ dal grafico si deduce che il tempo t corrispondente è inferiore a $5s$: si esclude l'alternativa D.

Quesito 8: risposta C

La risposta si ottiene facilmente considerando i successivi stati del saldo sulla carta di credito rappresentati nel seguente grafico. Si vede che solamente cinque valori superano la linea dei 1300 Euro.



Quesito 9: risposta D

Il ramo di destra del manometro si trova alla pressione atmosferica che, come indica il barometro, è 76 cm di mercurio. Nel ramo sinistro del manometro il menisco del mercurio a contatto col gas subisce una pressione uguale a quella del gas imprigionato. Poiché il sistema è in equilibrio, tale pressione è pari a quella a cui è sottoposto il fluido allo stesso livello nel ramo di destra, cioè la somma della pressione atmosferica più quella idrostatica dovuta ai dieci centimetri di dislivello di mercurio, in tutto 86 cm di mercurio.

Quesito 10: risposta D

Densità, temperatura e calore specifico sono grandezze intensive perché non dipendono dalla quantità di materia presente. L'inerzia è la proprietà della materia che determina la resistenza alle variazioni dello stato di moto ed è quantificata dalla massa inerziale che è una grandezza estensiva, grandezza estensiva perché dipende dalla quantità di materia.

Quesito 11: risposta A

Sul grafico (*tempo, forza*) si legge una forza nulla nell'intervallo $(0, t_1)$ e una forza costante diversa da zero per $t > t_1$. Quando la forza è nulla l'accelerazione è nulla e la velocità si mantiene costantemente uguale al valore iniziale che è zero. Nell'intervallo $(0, t_1)$ in tutti e quattro i grafici la velocità è nulla. Per $t > t_1$ la forza è costante, l'accelerazione è costante, il moto è uniformemente accelerato e la velocità aumenta linearmente a partire dal valore iniziale. Solo il grafico A presenta un andamento lineare.

Quesito 12: risposta B

L'automobilina parte da ferma dall'origine con $t_0 = 0$, $s_0 = 0$ e con velocità iniziale $v_0 = 0$. Il moto è rettilineo uniformemente accelerato. La legge oraria è data da

$$s = \frac{1}{2} a t^2 \quad \text{da cui si ricava} \quad a = \frac{2s}{t^2} = \frac{2 \cdot 96 \cdot 10^{-3}}{0.4^2} \text{ m/s}^2 = 1.2 \text{ m/s}^2.$$

Si verifica che la medesima relazione vale anche in tutti gli intervalli parziali che iniziano con l'origine dei tempi e ciò è coerente con l'affermazione che l'accelerazione è costante.

Quesito 13: risposta C

Il rendimento è il rapporto tra la potenza in uscita e la potenza in ingresso. Nella centrale la potenza in uscita è $P_{\text{uscita}} = 100 \text{ MW} = 1.00 \cdot 10^8 \text{ W}$. La portata Q , riferita alla massa che scorre nell'unità di tempo, è $Q = m/t$. La potenza in ingresso P_{ingr} , rapporto tra l'energia potenziale e il tempo, è data da

$$P_{\text{ingr}} = \frac{E}{t} = \frac{m g h}{t} = Q g h$$

Sostituendo i valori numerici $P_{\text{ingr}} = (1.5 \cdot 10^5 \text{ kg s}^{-1}) \cdot (9.8 \text{ m s}^{-2}) \cdot (120 \text{ m}) = 1.764 \cdot 10^8 \text{ W}$

Il rendimento η è

$$\eta = \frac{P_{\text{uscita}}}{P_{\text{ingr}}} = \frac{10^8}{1.764 \cdot 10^8} = 0.57 = 57 \%$$

Quesito 14: risposta C

Per il principio di inerzia un corpo mantiene costante la sua velocità se la risultante delle forze è uguale a zero. La C è l'affermazione corretta. La A non è corretta perché, per il secondo principio della dinamica, a forza risultante uguale a zero corrisponde un'accelerazione uguale a zero. La B non lo è perché la risultante delle forze potrebbe essere uguale a zero anche in presenza di attrito. La D non si può considerare corretta perché per il principio di inerzia un corpo può muoversi anche in assenza di una forza che agisce su di esso.

Quesito 15: risposta D

Quando la palla viene a contatto con il terreno subisce una deformazione: se la palla è elastica la sua energia cinetica si trasforma in energia elastica la quale, nel rimbalzo, si ritrasforma in energia cinetica. L'alternativa C è sbagliata. Negli urti reali in genere si osserva che l'energia cinetica immediatamente dopo il rimbalzo è minore di quella che si aveva immediatamente prima. Il rapporto fra le due velocità si chiama coefficiente di restituzione, assume in genere valori compresi fra 0 e 1 e dipende dalla velocità relativa a cui avviene l'urto e dal tipo dei materiali che vengono a contatto. Ciò è dovuto alla deformazione permanente e al riscaldamento dei materiali che dà luogo all'aumento dell'energia interna della palla e di quanto viene in contatto con essa durante l'impatto. Per il principio di conservazione dell'energia non è ammissibile la "distruzione" di energia nel corso di un processo: le alternative A e B sono errate.

Quesito 16: risposta A

La velocità dell'aeroplano relativa al suolo \vec{Y} quando l'aereo si muove in presenza di vento è la somma vettoriale della velocità dell'aeroplano in assenza di vento \vec{X} e della velocità del vento \vec{W} .

$$\vec{Y} = \vec{X} + \vec{W} \quad \text{e quindi} \quad \vec{W} = \vec{Y} - \vec{X}$$

L'unica rappresentazione vettoriale corretta è A.

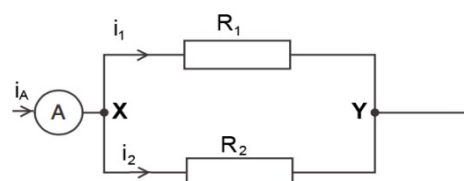
La risposta B corrisponde a $\vec{X} = \vec{Y} + \vec{W}$ cioè $\vec{W} = \vec{X} - \vec{Y}$

La risposta C corrisponde a $\vec{W} = \vec{X} + \vec{Y}$

La risposta D corrisponde a $\vec{X} = \vec{Y} + \vec{W}$ cioè $\vec{W} = \vec{X} - \vec{Y}$

Quesito 17: risposta C

La figura mostra un tratto di un circuito in cui un amperometro è disposto in serie con due resistori collegati tra loro in parallelo. I due resistori hanno resistenza rispettivamente $R_1 = 4.0 \Omega$ e $R_2 = 2.0 \Omega$. Poiché i due rami del parallelo sono sottoposti alla medesima differenza di potenziale le intensità di corrente che circolano in essi saranno inversamente proporzionali alle resistenze dei due resistori: essendo $R_2 = 1/2 R_1$ segue che $i_2 = 2i_1 = 6 \text{ A}$. Per la legge dei nodi di Kirchhoff la corrente che passa nell'amperometro sarà pari alla somma delle correnti che circolano nei due rami: avremo quindi $i_A = i_1 + i_2 = 3.0 \text{ A} + 6.0 \text{ A} = 9.0 \text{ A}$.



Quesito 18: risposta D

Il cilindro è chiuso e il gas costituisce un sistema termodinamico macroscopico chiuso, cioè non scambia materia con l'ambiente; il suo volume inoltre rimane costante.

Dal I Principio della Termodinamica : $\Delta U = Q - L$

U = energia interna del sistema

Q = calore scambiato tra il sistema e l'ambiente

L = lavoro scambiato tra il sistema e l'ambiente

Poiché il contenitore è sigillato, cioè il coperchio non si muove, il lavoro sull'ambiente è nullo quindi $L = 0$. Dunque $\Delta U = Q$ (trasformazione isocora), cioè tutto il calore assorbito dal gas va ad aumentare l'energia interna del sistema.

Il gas si riscalda e quindi aumenta l'energia cinetica media delle sue molecole. Ciò è confermato dalla teoria cinetica dei gas ideali per cui

$$E_c = \frac{3}{2} kT \text{ dove } k \text{ è la costante di Boltzmann e } T \text{ la temperatura del gas.}$$

La legge universale dei gas ideali $pV = nRT$ ci convince che, se la temperatura del gas nel cilindro aumenta, aumenta anche la sua pressione: infatti la pressione è in questo caso direttamente proporzionale alla temperatura essendo

$$p = \frac{nR}{V} T$$

con n numero di moli del gas, valore costante in un sistema chiuso. R è una costante universale e V rimane invariato nel cilindro sigillato.

Quesito 19: risposta C

Secondo il formato dell'ora dello Zaitenburgo, 21:23 indica che mancano 21 minuti alle 23 cioè 1 ora e 21 minuti alla mezzanotte. Al risveglio, 23:04 indica che mancano 23 minuti alle 4, cioè sono trascorse 3 ore e 37 minuti dopo la mezzanotte. Quindi in totale Elena ha dormito 4 ore e 58 minuti.

Quesito 20: risposta D

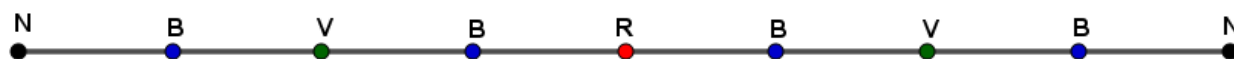
Se immaginiamo di rappresentare la cordicella come un segmento, il segno rosso R, suddivide il "segmento" con i due estremi neri N.



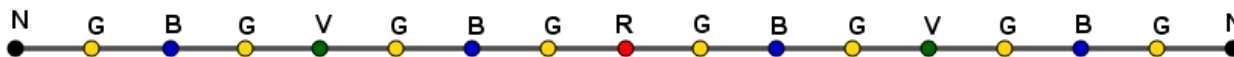
I segni verdi V, dividono a metà le parti che hanno un estremo rosso R e un estremo nero N.



Quelli blu B, dividono a metà ogni porzione che abbia un estremo verde V.



Quelli gialli G, i tratti che hanno un estremo blu B.



A questo punto è evidente che i segni colorati compresi tra i due verdi sono sette.

Quesito 21: risposta A

La risposta corretta è “A”, infatti nel testo non si dice che Plutone DEVE essere considerato un pianeta, solo che ciò è auspicato da molti scienziati che ritengono siano più caratterizzanti, per la definizione di pianeta, le proprietà geologiche dell’oggetto che quelle orbitali.

La risposta B non è accettabile perché la classificazione dei pianeti è effettivamente cambiata nel tempo, alla luce di nuove scoperte, infatti originariamente Plutone era considerato un Pianeta, è stato “declassato” solo nel 2006. Nemmeno la risposta C è accettabile, poiché effettivamente la IAU scegliendo solo caratteristiche orbitali e non geologiche per la definizione di pianeta implicitamente ritiene che queste siano più importanti. Lo stesso dicasi della risposta D perché, come riferito nel testo, Plutone presenta catene montuose e atmosfera che sono caratteristiche che vengono associate più spesso ai pianeti che ai corpi minori. Bisogna però sottolineare che ci sono pianeti (ad esempio Mercurio) che non hanno atmosfera, così come satelliti (ad esempio Io o Europa di Giove, o Titano di Saturno) che presentano non solo atmosfera, ma anche attività endogena.

Quesito 22: risposta A

La risposta corretta è la A. Per la legge della calorimetria il calore specifico di una sostanza rappresenta il calore che deve essere fornito all’unità di massa di quella sostanza per ottenere che aumenti di 1 grado la sua temperatura: operativamente ciò si esprime col rapporto seguente $c_s = Q/(M \Delta T)$ dove ΔT è la variazione di temperatura del metallo, M la sua massa e Q il calore (quindi l’energia) fornito. Supponendo che nel processo di riscaldamento non ci siano perdite, per conoscere Q è necessario il cronometro per sapere per quanto tempo è stata erogata la potenza del riscaldatore. Per misurare massa e temperatura occorrono la bilancia e il termometro mentre non è di nessuna utilità il calibro.

Quesito 23: risposta B

Se il suono percorre 1500 m in un secondo, il tratto percorso in due secondi sarà il doppio, che coincide con il doppio della profondità del fondo marino sotto la nave, poiché il segnale ha percorso 1500 m in andata e 1500 m nel ritorno. Si ipotizza che la velocità media del suono nei due percorsi sia identica.

La velocità del suono nell’acqua di mare dipende dalla temperatura, dalla pressione (e quindi dalla profondità) e dalla salinità.

Quesito 24: risposta C

Anche se tutti questi processi contribuiscono al raffreddamento dell'acqua certamente quello più efficace è lo spostamento di masse d'acqua più calda verso l'alto, e conseguentemente masse più fredde verso il basso. Ovviamente si presume che la temperatura dell'acqua nel bicchiere sia superiore ai 4°C, come succede d'estate, quando si cerca di rinfrescare una bibita.

Quesito 25: risposta D

La forza che agisce sul carico è la forza di gravitazione universale di Newton, inversamente proporzionale al quadrato della distanza R dal centro della Terra. I grafici devono rappresentare la forza in funzione della distanza dalla superficie della Terra. Il grafico **C non** è corretto perché alla distanza zero dalla superficie della Terra la forza non ha valore zero. Il grafico **B non** è corretto perché rappresenta una forza costante al variare della distanza. Il grafico **A non** è corretto perché la forza ha andamento lineare.

Il grafico **D** ha l'andamento corretto. Il valore iniziale della forza alla superficie della Terra, a distanza dal centro pari a $R_{Terra} = 6378$ km, è

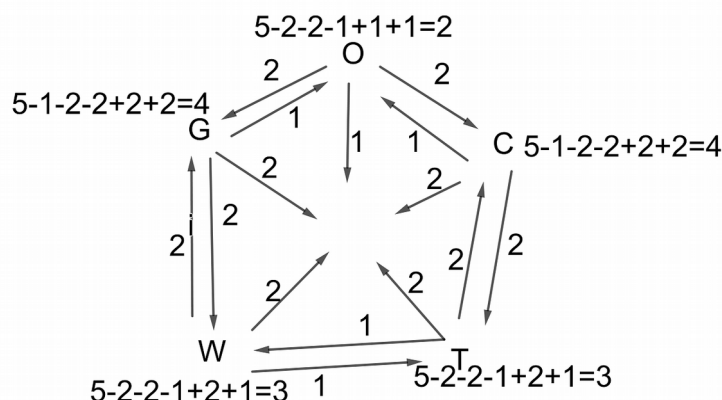
$$F_1 = G \frac{m_{Terra} \cdot m_{carico}}{(R_{Terra})^2}$$

L'orbita della stazione spaziale internazionale ha un'altitudine media h di circa 400 km e quindi il valore

finale della forza è $F_2 = G \frac{m_{Terra} \cdot m_{carico}}{(R_{Terra} + h)^2}$.

Quesito 26: risposta A

Per rispondere costruiamo uno schema dove viene riportato il numero di gettoni posseduti da ciascun giocatore alla fine di ogni lancio dei dadi. Si vede che, alla fine, è Omar ad essere rimasto col minore numero di gettoni.



Quesito 27: soluzione

Nell'intervallo di tempo $t_2 - t_1$ la velocità media di un mobile è definita da $v_{\text{media}} = \frac{s_2 - s_1}{t_2 - t_1}$ dove $s_2 - s_1$ è lo spostamento del mobile in quel tempo. Poiché nel caso in esame $t_1 = 0 \text{ s}$ e $t_2 = 65 \text{ s}$ l'entità dello spostamento in quell'intervallo è data dall'area sottesa dal grafico riprodotto in figura:

$$s_2 - s_1 = \frac{1}{2}(5 \text{ s})(16 \text{ m/s}) + (60 \text{ s})(16 \text{ m/s}) = 1.0 \cdot 10^3 \text{ m}.$$

La velocità media risulta

$$v_{\text{media}} = \frac{s_2 - s_1}{t_2 - t_1} = 15.4 \text{ m/s}.$$

Quesito 28-29-30: soluzione**SOLUZIONE ALLA DOMANDA I)**

Quando il vapore, a 100°C , viene a contatto con il ghiaccio a 0°C condensa allo stato liquido rilasciando per ogni grammo di vapore un'energia pari a $\lambda_v = 2260 \text{ J}$ (calore latente di condensazione). Ogni secondo quindi la massa di vapore $m_{\text{vapore}} = 0.30 \text{ g}$ condensa e rilascia un'energia pari a

$$E_{\text{CONDENSA}} = \lambda_v \cdot m_{\text{vapore}} = 2260 \frac{\text{J}}{\text{g}} \cdot 0.30 \text{ g} = 678 \text{ J}$$

L'acqua della condensa però, è ancora a 100°C ; raffreddandosi fino a 0° cede ulteriore energia

$$E_{\text{RAFFREDDAMENTO}} = c_{\text{H}_2\text{O}} \cdot m \cdot \Delta T = 4.20 \frac{\text{J}}{\text{g} \cdot ^\circ\text{C}} \cdot 0.30 \text{ g} \cdot 100^\circ\text{C} = 126 \text{ J}$$

L'energia totale che viene rilasciata ogni secondo nel processo di condensazione e raffreddamento del getto di vapore è dunque pari a

$$E_{\text{TOT}} = E_{\text{CONDENSA}} + E_{\text{RAFFREDDAMENTO}} = 678 \text{ J} + 126 \text{ J} = 804 \text{ J}$$

SOLUZIONE ALLA DOMANDA II)

Viene riferito che la fuoriuscita di acqua dal fondo del becher è $m_{\text{acqua}} = 2.10 \text{ g}$ al secondo, quindi, dato che ogni secondo viene emessa una massa di vapore pari 0.30 g , la quantità d'acqua dovuta al ghiaccio fuso, è

$$m_{\text{ghiaccio}} = m_{\text{acqua}} - m_{\text{vapore}} = 2.10 \text{ g} - 0.30 \text{ g} = 1.80 \text{ g}$$

SOLUZIONE ALLA DOMANDA III)

Sappiamo che ogni secondo, il vapore cede al ghiaccio un'energia pari a 804 J (domanda I). Si suppone che tutta questa energia venga utilizzata per fondere il ghiaccio mantenendo la sua temperatura a 0°C . La quantità di energia necessaria per sciogliere una massa m_{ghiaccio} di ghiaccio è pari al prodotto della massa per

il calore latente di fusione λ_f : $E = \lambda_f \cdot m_{\text{ghiaccio}}$. Da tale relazione si ricava

$$\lambda_f = E / m_{\text{ghiaccio}} = 804 \text{ J} / 1.80 \text{ g} = 447 \text{ J/g}$$

SOLUZIONE ALLA DOMANDA IV)

Il valore di λ_f ottenuto è maggiore di quello che si trova nelle tabelle, $\lambda_f = 333.5 \text{ J/g}$. In una situazione reale parte dell'energia ceduta dal vapore non va a fondere il ghiaccio, ma viene dissipata per riscaldare il becher e l'ambiente.