



Associazione
per l'Insegnamento
della Fisica



Campionati di Fisica 2024

38^a edizione

Gara di 1° Livello

Soluzione

giovedì 14 dicembre 2023

QUESITO n. 1. – RISPOSTA \Rightarrow C

Fissato un sistema di riferimento con asse diretto verticalmente verso terra e con origine nel punto in cui il dado si stacca dall'elicottero, il moto è uniformemente accelerato con accelerazione g e velocità iniziale $v_0 = -5 \text{ m s}^{-1}$, pari a quella dell'elicottero che sta salendo. L'equazione è

$$y = v_0 t + \frac{1}{2} g t^2;$$

sostituendo $t = 5 \text{ s}$ si ha $y \approx 100 \text{ m}$.

QUESITO n. 2. – RISPOSTA \Rightarrow E

La capacità di un condensatore a facce piane e parallele è data da

$$C = \frac{\varepsilon_0 A}{d}$$

dove ε_0 è la costante dielettrica del vuoto, A è l'area della superficie delle piastre e d la loro distanza. Pertanto se d aumenta, allora la capacità diminuisce e ciò elimina le alternative A, B, C. La carica sul condensatore è data da

$$Q = CV$$

dove V è la differenza di potenziale tra le armature che, essendo la stessa dell'alimentatore, è costante e quindi l'andamento della carica è lo stesso di quello della capacità, ossia diminuisce. L'alternativa corretta è dunque la E.

QUESITO n. 3. – RISPOSTA \Rightarrow E

Detta A l'area della sezione del tubo, dall'equazione di stato dei gas perfetti si ha

$$pA \ell = nRT$$

Le forze che agiscono sul pistoncino lungo la direzione dell'asse del tubo sono: la forza esercitata dall'aria interna, la componente del peso parallela al tubo e la forza esercitata dall'aria esterna. Scegliendo un asse parallelo al tubo, e orientandolo dal fondo verso l'estremità aperta, la condizione di equilibrio del pistoncino è

$$pA - mg \cos \theta - p_{\text{atm}} A = 0$$

Pertanto

$$\ell = \frac{nRT}{pA} = \frac{nRT}{mg \cos \theta + p_{\text{atm}} A}$$

Con T e p_{atm} costanti, questa funzione ha un minimo per $\theta = 0^\circ$ e un massimo per $\theta = 180^\circ$.

QUESITO n. 4. – RISPOSTA ⇒ **C**

Ricordando che le dimensioni fisiche delle varie grandezze in gioco sono:⁽¹⁾

$$\dim F = \text{MLT}^{-2}, \dim a = \text{L}, \dim v = \text{LT}^{-1}.$$

Si pone quindi

$$\dim F = \dim k \dim a \dim v \Rightarrow \dim k = \frac{\dim F}{\dim a \dim v} = \text{ML}^{-1} \text{T}^{-1}.$$

QUESITO n. 5. – RISPOSTA ⇒ **C**

Per la conservazione dell'energia meccanica, ponendo $h = d \sin \alpha = d/2$, per la velocità v nel punto Y si può scrivere

$$\frac{1}{2}mv^2 = mgh \quad \text{da cui} \quad v = \sqrt{gd} = 14 \text{ m s}^{-1}.$$

QUESITO n. 6. – RISPOSTA ⇒ **B**

La prima affermazione è vera, essendo la boa in equilibrio.

La seconda affermazione è vera: la boa è immersa solo parzialmente in acqua, per cui ne sposta un volume minore del suo.

La terza affermazione è falsa: per il principio di Archimede, in condizioni di galleggiamento il peso dell'acqua spostata da un corpo galleggiante è pari al peso del corpo stesso, e di conseguenza sono uguali anche le masse.

QUESITO n. 7. – RISPOSTA ⇒ **B**

Il potenziale gravitazionale, anche ricordando l'analogia con il potenziale di un campo elettrostatico attrattivo, ha la forma

$$V(r) = -\frac{GM}{r} + \text{cost} \quad \text{ovvero, in funzione della coordinata } x, \quad V(x) = -\frac{GM}{|x|} + \text{cost}$$

L'unico grafico compatibile con questa forma è il B, avendo fissato la costante uguale a zero.

QUESITO n. 8. – RISPOSTA ⇒ **A**

La forza magnetica è data da

$$\vec{F} = q\vec{v} \times \vec{B}.$$

dove $q = -e$ è la carica dell'elettrone, \vec{v} la sua velocità e \vec{B} l'intensità del campo magnetico.

Essa è nulla quando il prodotto vettore è nullo, ossia quando almeno uno dei due vettori è nullo oppure quando i due vettori hanno la stessa direzione.

Quindi l'alternativa corretta è la A.

QUESITO n. 9. – RISPOSTA ⇒ **D**

Si stima l'ordine di grandezza del volume di un granello di sale come $V_s \approx 10 \text{ mm}^3$; poi il volume di un'aula media $V_a \approx 100 \text{ m}^3$. L'ordine di grandezza del numero di aule che si possono riempire con una mole, cioè un numero di Avogadro, di granelli di sale è

$$N = \frac{N_A V_s}{V_a} \approx 10^{14}.$$

⁽¹⁾ La notazione $\dim Q$, che sta per “dimensione fisica della grandezza Q ”, è quella usata in “Le Systèm international d'unités” a cura del BIPM (Bureau des Poids et Mesures di Parigi), 9ª édition 2019, pag. 25 e 136.

QUESITO n. 10. – RISPOSTA \Rightarrow B

Detta T_1 la temperatura assoluta della sorgente fredda e $T_2 = 293.15\text{ K}$ la temperatura assoluta della sorgente calda, si ha

$$\eta = 1 - \frac{T_1}{T_2} = \frac{20}{100} \quad \text{da cui} \quad T_1 = \frac{4}{5} T_2.$$

Cambiando ora la temperatura del termostato caldo e imponendo $T_2^* = 273.15\text{ K}$, si calcola il nuovo rendimento

$$\eta^* = 1 - \frac{T_1}{T_2^*} = 1 - \frac{4}{5} \frac{T_2}{T_2^*} = 14\%$$

QUESITO n. 11. – RISPOSTA \Rightarrow C

Siano M e R la massa e il raggio di Marte.

Per il principio di conservazione dell'energia meccanica si ha

$$\frac{1}{2} m v_f^2 - G \frac{mM}{5R} = 0 \quad \text{da cui} \quad v_f = \sqrt{\frac{2GM}{5R}}$$

Se il corpo si muove su un'orbita circolare di raggio $5R$ per effetto della forza di gravità, il secondo principio della dinamica, lungo la componente radiale, si scrive

$$m a_c = m \frac{v^2}{5R} = G \frac{mM}{(5R)^2}, \quad \text{dove } a_c \text{ è l'accelerazione centripeta e } v \text{ è la velocità orbitale; si ricava}$$

$$v = \sqrt{\frac{GM}{5R}}.$$

Il rapporto vale quindi $\sqrt{2}$.

QUESITO n. 12. – RISPOSTA \Rightarrow B

L'accelerazione angolare, l'energia cinetica rotazionale finale e il momento torcente sono rispettivamente

$$\alpha = \frac{\Delta\omega}{\Delta t} = 50 \text{ rad s}^{-2}, \quad K_r = \frac{1}{2} I \omega^2 = 5.2 \times 10^3 \text{ J}, \quad M = I \alpha = 13 \text{ N m}.$$

L'alternativa corretta è dunque la B.

QUESITO n. 13. – RISPOSTA \Rightarrow B

Nella forma in cui è scritto il primo principio della termodinamica, $Q > 0$ è il calore assorbito dal sistema e $L > 0$ è il lavoro compiuto dall'esterno sul sistema.

Dato che, a parità di massa, il volume del vapore è maggiore di quello dell'acqua, durante il passaggio di stato avviene un'espansione, per cui il lavoro compiuto dall'esterno sul sistema è negativo. L'alternativa B è quindi corretta e la D errata.

Anche le altre alternative sono errate per quanto segue. In un passaggio di stato da liquido a vapore a temperatura costante occorre fornire calore dall'esterno (è il processo che normalmente si studia utilizzando il calore latente di evaporazione), per cui $Q > 0$ (alternative A ed E errate).

L'energia cinetica media delle molecole non cambia durante il processo, ma cambia l'energia di legame tra le molecole dato che c'è il passaggio di stato (alternativa C errata).

QUESITO n. 14. – RISPOSTA \Rightarrow A

In base alla *regola della mano destra*, la bobina genera nel punto P un campo magnetico \vec{B} entrante nel foglio.

Considerato che $d\vec{F} = i d\vec{\ell} \times \vec{B}$, dove i è la corrente elettrica che scorre nel filo e $d\vec{\ell}$ il tratto di filo nei pressi di P, la forza agente nel punto P del filo è diretta verticalmente e, sempre in base alla *regola della mano destra*, orientata verso l'alto.

QUESITO n. 15. – RISPOSTA ⇒ D

Dette L , f e v , rispettivamente, la lunghezza XY , la frequenza e la velocità dell'onda, per la condizione di stazionarietà si ha

$$L = \frac{nv}{2f} \quad \text{con } n \text{ intero positivo.}$$

La velocità di propagazione dell'onda su una corda è $v = \sqrt{\frac{T}{\mu}}$ dove μ è la densità lineare di massa della corda e T la tensione che in questo caso è pari al peso Mg dell'oggetto che tende la corda.

Dalle relazioni precedenti segue

$$f = \frac{n}{2L} \sqrt{\frac{Mg}{\mu}},$$

pertanto l'alternativa corretta è la D.

QUESITO n. 16. – RISPOSTA ⇒ D

Quando viene raccolta nel secchio l'acqua possiede energia cinetica $\frac{1}{2}mv^2$. Di questa, un quarto viene convertita in energia termica interna, ΔE , e di conseguenza la temperatura aumenta secondo l'equazione $\Delta E = mc_a \Delta T$. Si ha quindi

$$\frac{1}{4} \frac{mv^2}{2} = \Delta E = mc_a \Delta T \quad \Rightarrow \quad \Delta T = \frac{v^2}{8c_a}.$$

QUESITO n. 17. – RISPOSTA ⇒ B

All'interno di un corpo conduttore carico il campo elettrico è nullo e il suo potenziale uniforme (alternative A ed E errate).

All'esterno della sfera il potenziale decresce all'aumentare di r come nel caso di una carica puntiforme, ossia come $1/r$ (alternativa D errata).

Infine, il potenziale è una funzione continua di r (alternative C e D errate).

QUESITO n. 18. – RISPOSTA ⇒ E

Dal grafico si osserva che la velocità iniziale della particella è nulla. Di conseguenza l'origine dell'asse dei tempi è stata fissata nell'istante in cui la particella è in uno degli estremi dell'oscillazione.

Nell'istante $T/2$ la particella si troverà all'altro estremo della traiettoria; mentre all'istante T sarà tornata alla posizione iniziale (alternativa A vera).

Lo spostamento corrisponde all'area delimitata dal grafico e dall'asse delle ascisse tra l'istante iniziale e l'istante considerato (alternativa B vera).

La forza di richiamo è proporzionale all'accelerazione istantanea della particella, dunque al coefficiente angolare della retta tangente nel punto considerato (alternativa C vera).

All'istante $T/4$ la velocità istantanea è massima dunque lo è anche l'energia cinetica (alternativa D vera).

L'accelerazione istantanea graficamente corrisponde al coefficiente angolare della retta tangente alla curva nel punto considerato (alternativa E falsa).

QUESITO n. 19. – RISPOSTA \Rightarrow **E**

Nel circuito 2 il voltmetro misura direttamente la f.e.m. della batteria mentre nel circuito 1 dà un valore minore a causa della caduta di potenziale ai capi dell'amperometro; poiché la resistenza di questo è piccola rispetto alle altre la variazione sarà piccola.

Per lo stesso motivo le correnti in R e nel voltmetro nei due circuiti sono circa uguali e di conseguenza la corrente misurata dall'amperometro nel circuito 2 è circa la metà di quella misurata nel circuito 1.

Più formalmente, indicata con r la resistenza dell'amperometro (con $r \ll R$), nel primo circuito la resistenza equivalente è $R_1 = R/2 + r$; allora per l'amperometro passa una corrente

$$I_1 = \frac{2\mathcal{E}}{R + 2r} \approx \frac{2\mathcal{E}}{R}$$

e la differenza di potenziale misurata dal voltmetro è

$$V_1 = \mathcal{E} - r I_1 = \frac{\mathcal{E}R}{R + 2r} \approx \mathcal{E}.$$

Nel secondo circuito la differenza di potenziale letta nel voltmetro è $V_2 = \mathcal{E}$, per cui nell'amperometro la corrente è

$$I_2 = \frac{\mathcal{E}}{R + r} \approx \frac{\mathcal{E}}{R}$$

che è circa la metà di quella misurata nel primo circuito. La tensione invece è poco diversa.

Quindi l'alternativa corretta è la E.

QUESITO n. 20. – RISPOSTA \Rightarrow **B**

Per la legge di Boyle, a temperatura costante $PV = k$ con k costante. Vale quindi $P = k/V$.

La pressione e il reciproco del volume sono quindi direttamente proporzionali, come rappresentato nel grafico B.

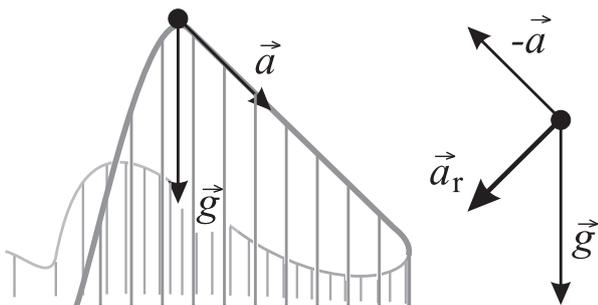
QUESITO n. 21. – RISPOSTA \Rightarrow **C**

In un grafico velocità – tempo, lo spazio percorso in un intervallo di tempo $t_f - t_i$ può essere calcolato come l'area della regione compresa tra il grafico, l'asse dei tempi e i tratti verticali per $t = t_i$ e $t = t_f$.

Nel caso in questione l'area può essere calcolata contando semplicemente i quadretti, ciascuno dei quali ha le dimensioni di una lunghezza e vale $\delta s = \delta v \delta t = 5 \text{ m s}^{-1} \cdot 1 \text{ s} = 5 \text{ m}$.

I quadretti sono $N = 22$ per cui la distanza percorsa è

$$s = N \delta s = 110 \text{ m}.$$

QUESITO n. 22. – RISPOSTA \Rightarrow **B**

Rispetto al terreno, il sistema di riferimento del vagoncino è accelerato con accelerazione \vec{a} costante rivolta verso destra e in basso a 45° , come nella figura a sinistra. Nel riferimento del vagoncino la pallina parte da ferma e si muove di moto uniformemente accelerato con accelerazione relativa costante $\vec{a}_r = \vec{g} - \vec{a}$, mostrata nella figura a destra.

Di conseguenza dal punto di vista del ragazzo, che è fermo nel riferimento del vagoncino, il moto della pallina è uniformemente accelerato con partenza da fermo e la traiettoria è rettilinea, rivolta verso il basso a sinistra, come nel grafico B.

QUESITO n. 23. – RISPOSTA ⇒ D

Si indichino con R_a e R_b rispettivamente la resistenza da $300\ \Omega$ e quella da $200\ \Omega$.

Se nel galvanometro non scorre corrente i suoi estremi sono allo stesso potenziale.

Nelle due resistenze del ramo in alto passa la stessa corrente I_1 e passa la stessa corrente I_2 in tutte le resistenze del ramo in basso. Pertanto

$$R_a I_1 = R I_2$$

dove R è la somma delle resistenze (in serie) che si trovano a sinistra del punto di contatto. Nello stesso tempo deve essere

$$R_b I_1 = (R_{\text{tot}} - R) I_2$$

dove R_{tot} è la resistenza totale del ramo in basso, pari a $30\ \Omega$. Da ciò si ricava che

$$\frac{I_1}{I_2} = \frac{R}{R_a} = \frac{R_{\text{tot}} - R}{R_b} \quad \text{da cui} \quad R = \frac{R_{\text{tot}} R_a}{R_a + R_b} = 18\ \Omega.$$

Il punto X è quindi collegato con il punto D.

QUESITO n. 24. – RISPOSTA ⇒ C

Poiché gli attriti sono trascurabili, la componente orizzontale della quantità di moto viene conservata. Essendo la quantità di moto iniziale nulla e indicando con gli indici “l” e “p” la massa e la velocità della macchina lancia-trice e della pallina, si ha

$$m_l v_l + m_p v_p = 0 \quad \Rightarrow \quad v_l = -\frac{m_p}{m_l} v_p = -0.172\ \text{km/h}$$

Quindi la macchina si muove in direzione opposta a quella della pallina, alla velocità di $4.78\ \text{cm s}^{-1}$.

QUESITO n. 25. – RISPOSTA ⇒ D

Si assuma un asse verticale orientato verso il basso.

La forza applicata dal suolo è la reazione vincolare di modulo N , (generalmente dipendente dal tempo) diretta verso l'alto, per cui la forza risultante che agisce sullo studente è $F(t) = mg - N(t)$.

Per la seconda legge della dinamica, la forza media $\langle F \rangle$ applicata in un intervallo di tempo Δt è pari al rapporto $\Delta p / \Delta t$ dove Δp è la variazione della quantità di moto nell'intervallo di tempo.

In questo caso la quantità di moto all'inizio della frenata è $p = mv$, quella finale è nulla, quindi $\Delta p = -mv$, da cui

$$\langle F \rangle = mg - \langle N \rangle = \frac{-mv}{\Delta t} \quad \Rightarrow \quad \langle N \rangle = m \left(g + \frac{v}{\Delta t} \right) = 0.9\ \text{kN}$$

QUESITO n. 26. – RISPOSTA ⇒ E

Se l'oggetto viene posto a una distanza dallo specchio superiore alla distanza focale i raggi riflessi sono convergenti e si forma un'immagine capovolta reale, dalla stessa parte dell'oggetto. Se l'oggetto viene posto a distanza inferiore alla distanza focale i raggi riflessi sono divergenti e si forma un'immagine virtuale dritta, dietro lo specchio. Se l'oggetto viene posto nel fuoco, i raggi riflessi sono paralleli e non si forma nessuna immagine.

QUESITO n. 27. – RISPOSTA ⇒ C

Il campo gravitazionale è il rapporto tra la forza gravitazionale, in questo caso dovuta alla Terra di massa M , che agisce su un corpo di massa m e la massa stessa; dunque equivale all'accelerazione di gravità

$$g = \frac{GMm}{r^2} \frac{1}{m} = \frac{GM}{r^2}.$$

Questa non dipende da m .

QUESITO n. 28. – RISPOSTA \Rightarrow **C**

Si pone $S = \pi r^2$ l'area del cerchio di raggio $r = 1$ cm, $B = 0.5$ T il campo magnetico, $R = 9 \Omega$ la resistenza e $\theta = \omega t$ l'angolo formato all'istante t dalla direzione della normale \hat{n} all'avvolgimento e la direzione del campo magnetico, assunte parallele a $t = 0$. Nella situazione del problema, per le leggi dell'induzione, la f.e.m. \mathcal{E}_I indotta nel circuito è data da

$$\mathcal{E}_I = -\frac{d}{dt}(BNS \cos \omega t) = N \pi r^2 B \omega \sin \omega t \quad \text{con } N \text{ numero di spire.}$$

Tenendo presente che l'autoinduttanza della bobina è trascurabile la corrente I è legata alla \mathcal{E}_I da $I = \mathcal{E}_I/R$, e si ottiene

$$I(t) = \frac{N \pi r^2 B \omega \sin \omega t}{R}$$

che è massima per $\sin \omega t = 1$, per cui

$$I_{\max} = \frac{N \pi r^2 B \omega}{R} = 7.85 \times 10^{-2} \text{ A.}$$

QUESITO n. 29. – RISPOSTA \Rightarrow **E**

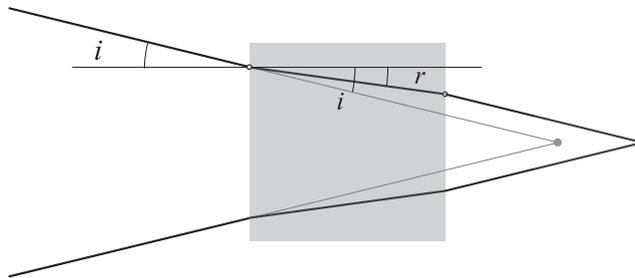
Se non ci fosse il blocco di vetro, per la legge dei punti coniugati, detta p la distanza tra l'oggetto e la lente, q la distanza dell'immagine dalla lente ed f la distanza focale della lente,

$$\frac{1}{p} + \frac{1}{q} = \frac{1}{f} \quad \Rightarrow \quad q = \frac{pf}{p-f},$$

si troverebbe $q = 30$ cm.

La presenza del blocco di vetro fa sì che i raggi emergenti dalla lente subiscano una rifrazione il cui effetto è di allungare il cono del fascio.

Tra le alternative proposte l'unica possibile è quindi 35 cm.

**QUESITO n. 30.** – RISPOSTA \Rightarrow **C**

La relazione tra il momento torcente M e il momento angolare L è $M = dL/dt$, da cui $dL = M dt$. L'area sottesa al grafico rappresenta la variazione totale del momento angolare nell'intervallo di tempo indicato.

In alternativa, si può trovare la soluzione con un'analisi dimensionale. La quantità di cui si parla, X , ha la dimensione di un momento di forza per la dimensione di un tempo, ovvero

$$\dim M \dim t = (\text{ML}^2 \text{T}^{-2}) \text{T} = \text{ML}^2 \text{T}^{-1}$$

che è appunto la dimensione fisica di un momento angolare. Le dimensioni fisiche delle cinque alternative sono, in ordine:

A : un angolo è un numero puro.

B : $\dim \alpha = \text{T}^{-2}$

C : $\dim \Delta L = \text{ML}^2 \text{T}^{-1}$

D : $\dim K_r = \text{ML}^2 \text{T}^{-2}$

E : $\dim \Delta \omega = \text{T}^{-1}$

QUESITO n. 31. – RISPOSTA ⇒ A

La luce riflessa – come mostrato in figura – è la sovrapposizione di due componenti dovute alla riflessione sulle due superfici dello strato di acqua saponata; in generale le due componenti risultano sfasate per due motivi: per il diverso cammino dovuto allo spessore dello strato, pari a $(2\pi)2s/\lambda$, e per il fatto che l'onda riflessa dalla superficie inferiore è in controfase, cioè sfasata di π , rispetto all'onda incidente.

Posto $s = k\lambda$ lo sfasamento totale è quindi $\varphi = 4k\pi + \pi = (4k + 1)\pi$.

L'intensità della luce riflessa è massima quando le due onde riflesse sono in fase, quindi per $\varphi = 2n\pi$ con n intero. Dunque

$$(4k + 1)\pi = 2n\pi \quad \Rightarrow \quad k = (2n - 1)/4 = 1/4, 3/4, 5/4, \dots$$

e di conseguenza, essendo $s > 0$, si ottiene

$$s = \lambda/4, 3\lambda/4, 5\lambda/4, \dots$$

Tra le alternative proposte, l'unica compresa tra queste è la A.

QUESITO n. 32. – RISPOSTA ⇒ D

Siano $m = 5.1 \text{ kg}$, $h = 3 \text{ m}$, $v = 2 \text{ m s}^{-1}$ e $h' = 1 \text{ m}$.

L'energia totale iniziale del blocco, trattato come puntiforme, è

$$E_0 = mgh + \frac{1}{2}mv^2 = 0.16 \text{ kJ}.$$

L'energia potenziale a 1 m dal suolo è

$$E_p = mgh' = 0.05 \text{ kJ}.$$

L'energia cinetica a quell'altezza è

$$E_c = E_0 - E_p = -mg\Delta h + \frac{1}{2}mv^2 = 0.11 \text{ kJ}.$$

QUESITO n. 33. – RISPOSTA ⇒ D

12 ore corrispondono a 3 tempi di dimezzamento e pertanto è rimasto $1/8$ degli N_0 atomi di X inizialmente presenti. I restanti $N_d = (7/8)N_0$ sono decaduti e pertanto

$$E = N_d E_1 = 7.0 \times 10^7 \text{ J}.$$

QUESITO n. 34. – RISPOSTA ⇒ E

Il delfino si sta muovendo verso una parete sommersa ed emette un fischio che si riflette sulla parete e ritorna al delfino. Il delfino è sia sorgente sonora che ricevitore del suono riflesso. In tal caso, indicando con v_s la velocità del suono e con v quella del delfino, la frequenza del fischio riflesso dalla parete (sorgente in moto verso la parete) è

$$f_{\text{rifl}} = \frac{1}{1 - v/v_s} f_0$$

mentre la frequenza percepita dal delfino (ricevitore in moto che si avvicina alla parete) è

$$f = \left(1 + \frac{v}{v_s}\right) f_{\text{rifl}}$$

e dunque in definitiva si ha

$$f = \frac{v_s + v}{v_s - v} f_0$$

Poiché il delfino si muove a un centesimo della velocità del suono, esso percepisce il suo fischio alla frequenza più alta $f = 1.02 f_0$.

QUESITO n. 35. – RISPOSTA ⇒ **A**

All'equilibrio la forza applicata alla molla è pari al peso dell'oggetto: $F = mg$. L'energia elastica di una molla compressa di un tratto $\Delta\ell$ è $U = k\Delta\ell^2/2$ dove k è la costante elastica della molla definita dalla relazione $F = k\Delta\ell$.

Ne segue che

$$k = F/\Delta\ell \Rightarrow U = (F/\Delta\ell)(\Delta\ell)^2/2 = mg \Delta\ell/2$$

Sostituendo i valori dati si ha $U = 1.13 \text{ J}$.

QUESITO n. 36. – RISPOSTA ⇒ **B**

Se l'energia cinetica iniziale è trascurabile, la variazione di energia cinetica è $\Delta K = K_{\text{fin}}$. La variazione di energia potenziale è $\Delta U = q\Delta V = -e\Delta V$.

Per la conservazione dell'energia si ha

$$\Delta K + \Delta U = 0, \quad \text{dunque} \quad K_{\text{fin}} = \Delta K = e\Delta V.$$

Quadruplicando ΔV quadruplica quindi K_{fin} .

Poiché l'energia cinetica è direttamente proporzionale al quadrato della velocità, se K quadruplica v raddoppia.

QUESITO n. 37. – RISPOSTA ⇒ **D**

Per simmetria il campo elettrostatico è nullo al centro dell'anello, quindi per $x = 0$; questo esclude le alternative A, B e C. Inoltre, poiché la carica sull'anello è positiva, la componente x del campo elettrostatico ha sempre valore positivo per $x > 0$ e dunque l'alternativa corretta è la D.

Più formalmente, il campo elettrostatico in un punto di coordinata x sull'asse dell'anello si trova facilmente considerando che tutti gli elementi di carica dq sono alla stessa distanza $r = \sqrt{R^2 + x^2}$ e il campo prodotto da ciascuno di questi è inclinato di uno stesso angolo θ rispetto all'asse; essendo $\cos\theta = x/r$ basta calcolare il semplice integrale

$$E_x(x) = \int_Q \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{dq}{r^2} \frac{x}{r} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{x}{r^3} \int_Q dq = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0} \frac{x}{(R^2 + x^2)^{3/2}}$$

L'alternativa D rappresenta appunto il grafico di questa funzione.

QUESITO n. 38. – RISPOSTA ⇒ **B**

In un motore termico il lavoro è compiuto dal motore verso l'esterno e quindi il primo schema è errato. Gli altri due sono uguali e corretti perché sia in una macchina frigorifera che in una pompa di calore viene trasferita energia termica dalla sorgente a temperatura più bassa a quella a temperatura più alta a spese del lavoro compiuto da un dispositivo esterno.

Da un punto di vista funzionale i due dispositivi sono quindi uguali ma cambiano gli ambienti di lavoro: nel frigorifero l'energia termica è sottratta a uno spazio chiuso che si raffredda e trasferita all'esterno, mentre la pompa di calore trasferisce energia termica dall'esterno in un ambiente chiuso che si riscalda.

QUESITO n. 39. – RISPOSTA ⇒ **D**

Il valore mostrato dalla bilancia pesapersona (che è sostanzialmente un dinamometro, cioè uno strumento di misura delle forze) è il rapporto tra il modulo della forza N di interazione tra la bilancia e la persona e l'accelerazione di gravità e ha quindi le dimensioni di una massa

$$m_B = N/g.$$

In condizioni normali la forza N (reazione normale) equilibra il peso della persona mg e dunque

$$m_B = mg/g = m$$

per cui la bilancia indica la massa della persona. Nel caso in esame però $m_B > m$ ovvero $N/g > m$ e quindi $N > mg$. La forza risultante e quindi l'accelerazione della persona sono perciò dirette verso l'alto.

L'unica alternativa che descrive un'accelerazione diretta verso l'alto è la D. Nelle A e B l'accelerazione è nulla. Nella C l'accelerazione ha lo stesso verso della velocità, entrambe verso il basso, e anche nella E l'accelerazione è diretta verso il basso.

QUESITO n. 40. – RISPOSTA ⇒ C

Si può utilizzare la legge dei gas perfetti $PV = nRT$, da cui $V = nRT/P$.

Sostituendo i valori $P = 10^6$ Pa, $T = 293.15$ K, $m = 100$ g, $n = m/m_{\text{mol}}$, si ricava

$$V \approx 10^{-2} \text{ m}^3 = 10 \text{ L}.$$

In alternativa, si può considerare che 1 kg di aria, alla pressione atmosferica e alla temperatura di 20 °C, occupa circa $1 \text{ m}^3 = 1000 \text{ L}$. Dividendo per 10 la massa a pressione atmosferica si divide per 10 anche il volume. Decuplicando la pressione si divide il volume per un ulteriore fattore 10 ottenendo circa 10 L.

Materiale elaborato dal Gruppo

| | | |
|--|--|--|
|  | <p>PROGETTO OLIFIS <i>Segreteria dei Campionati Italiani di Fisica</i> E-mail: segreteria@olifis.it - WEB: www.olifis.it</p> |  |
|--|--|--|

NOTA BENE

È possibile utilizzare, riprodurre, distribuire, comunicare al pubblico questo materiale alle due seguenti condizioni: citare la fonte; non usare il materiale, nemmeno parzialmente, per fini commerciali.

| | | |
|--|---|--|
| <p>I Campionati di Fisica sono organizzate dall'AIF su mandato del</p> |  | <p>MINISTERO dell'ISTRUZIONE e del MERITO</p> |
|--|---|--|