

OLIMPIADI DI FISICA 2000

Soluzione della prova teorica dei Giochi di Anacleto  
16 marzo 2000

**QUESITO n. 1. – RISPOSTA  $\Rightarrow$  [C]**

La densità dell'acqua assume il suo valore massimo alla temperatura di 4°C. Pertanto all'aumentare della temperatura da 1°C a 20°C, la densità dell'acqua aumenta fino a quando si raggiungono i 4°C ed in seguito diminuisce.

La spinta di Archimede,  $S$ , che è pari alla densità del liquido  $\delta$  per il volume  $V$  della parte immersa del blocco di legno ( $S = \delta V$ ), è costante essendo equilibrata dal peso del blocco che non varia. Quindi quando  $\delta$  aumenta,  $V$  diminuisce e viceversa.

**QUESITO n. 2. – RISPOSTA  $\Rightarrow$  [A]**

Le aste, essendo fatte con lo stesso materiale, hanno lo stesso coefficiente di conducibilità termica pertanto trasmette più rapidamente il calore l'asta con maggiore sezione e minore lunghezza.

**QUESITO n. 3. – RISPOSTA  $\Rightarrow$  [B]**

Si tratta di una trasformazione termodinamica isovolumica e la pressione aumenta all'aumentare della temperatura.

Applicando la legge dei gas perfetti si ottiene:

$$\frac{P_1 V_1}{T_1} = \frac{P_2 V_2}{T_2}$$

che nel caso del quesito diventa  $\frac{P_1}{T_1} = \frac{P_2}{T_2}$  da cui  $T_2 = \frac{P_2 T_1}{P_1}$  con  $T_1 = 300 \text{ K}$  e  $P_2 = 2.5 P_1$ . Si ricava  $T_2 = 750 \text{ K}$ .

**QUESITO n. 4. – RISPOSTA  $\Rightarrow$  [B]**

Il ghiaccio a 0°C inizialmente fonde mantenendosi alla temperatura di 0°C. Durante questo processo assorbe energia dalla bibita che pertanto si raffredda. Successivamente, diventato acqua liquida a 0°C, si riscalda assorbendo ulteriore energia dalla bibita, la quale di conseguenza si raffredda ancora di più.

Aggiungendo invece acqua a 0°C avviene solamente il secondo dei due processi descritti sopra e la bibita si raffredda di meno rispetto a prima.

I due metodi quindi non sono equivalenti (alternativa D errata) perché il ghiaccio in definitiva assorbe dalla bibita più energia che non l'acqua a 0°C (alternativa B esatta).

È vero che la bibita rimane fresca più a lungo, ma non perché il ghiaccio fonde lentamente quanto perché il ghiaccio abbassa maggiormente la temperatura dell'acqua (alternativa C errata).

Il riscaldamento della bibita prodotto dall'aria avviene sia attraverso la superficie superiore della bibita sia attraverso le pareti laterali del bicchiere (alternativa D errata).

**QUESITO n. 5. – RISPOSTA  $\Rightarrow$  B**

La quantità di calore necessaria per portare 200 g di acqua da 20°C a 80°C è data da  $Q = c m \Delta T$  dove  $c = 4.19 \frac{\text{kJ}}{\text{kg } ^\circ\text{C}}$  è il calore specifico dell'acqua e  $\Delta T$  la variazione di temperatura. Si ricava  $Q = 50.2 \text{ kJ}$ .

---

**QUESITO n. 6. – RISPOSTA  $\Rightarrow$  B**

Si chiama illuminamento il flusso di energia luminosa, riferito all'unità di superficie perpendicolare alla direzione del flusso luminoso, ad una distanza  $R$  dalla sorgente.

Una sorgente puntiforme (o *puntuale*) ha dimensioni piccole rispetto alla distanza dalla superficie illuminata ed il flusso luminoso da essa emesso è uniforme in tutte le direzioni. L'illuminamento creato da una sorgente puntiforme è inversamente proporzionale al quadrato della distanza fra la sorgente e la superficie (alternative A e C errate).

Poiché la propagazione del flusso luminoso avviene sempre in aria l'indice di rifrazione rimane invariato e quindi anche la velocità di propagazione della luce e la sua lunghezza d'onda (alternativa D errata).

---

**QUESITO n. 7. – RISPOSTA  $\Rightarrow$  D**

Nell'immagine data dallo specchio piano la destra e la sinistra risultano scambiate. Per risalire alla posizione delle lancette bisogna quindi effettuare una riflessione delle lancette nell'immagine rispetto alla retta che unisce il segno delle ore 12 con quello delle ore 6.

---

**QUESITO n. 8. – RISPOSTA  $\Rightarrow$  A**

Nello specchio piano l'immagine virtuale di un punto posto a distanza  $d$  dallo specchio si forma, al di là dallo specchio, ancora a distanza  $d$ . Chi si guarda allo specchio vedrà dunque la propria immagine a distanza  $2d$ : se si vuole che questa sia 2 m allora  $d$  deve essere 1 metro. Per trovarsi a tale distanza la ragazza dovrà muoversi di 4 m verso lo specchio.

---

**QUESITO n. 9. – RISPOSTA  $\Rightarrow$  B**

Nelle condizioni descritte il diametro del foro e quello della Luna sono in proporzione diretta con le rispettive distanze dall'osservatore. La bassa precisione dei dati consente di trascurare il raggio della Terra. Il diametro della Luna quindi risulta

$$d = \frac{(8 \times 10^{-3} \text{ m}) (3.8 \times 10^8 \text{ m})}{(9 \times 10^{-1} \text{ m})} = 3.4 \times 10^6 \text{ m}.$$

---

**QUESITO n. 10. – RISPOSTA  $\Rightarrow$  C**

Se il foglio appare blu, la luce blu non può essere bloccata dal vetro, altrimenti non potrebbe arrivare agli occhi facendo apparire blu il foglio che normalmente è bianco (alternativa A errata e C corretta).

Se il vetro aggiungesse una luce blu il foglio effettivamente apparirebbe blu, poiché quest'ultimo colore "ammazzerebbe" tutti gli altri, ma per aggiungere una luce blu il vetro dovrebbe emettere luce. Però un vetro in condizioni normali non emette luce, come chiunque può osservare ponendo il vetro in un ambiente buio (alternativa D errata).

---

Si potrebbe pensare che il foglio appare blu perché il blu arriva prima all'occhio, ma anche questo non è vero perché se lo fosse, il foglio apparirebbe blu - al massimo - per il tempo necessario agli altri colori ad arrivare all'occhio, dopo di che si ricreerebbe la situazione standard di presenza di tutti i colori e quindi il foglio dovrebbe ri-apparire bianco (alternativa B errata).

Una soluzione più formale necessita di un modello approssimato che descrive il processo di interazione dell'onda elettromagnetica con la materia.

Qualitativamente si può affermare che il passaggio della luce attraverso una sostanza implica l'oscillazione degli elettroni del mezzo sotto l'azione del campo elettromagnetico dell'onda luminosa e viene accompagnato da perdita di energia da parte di quest'ultima, energia che va ad eccitare le oscillazioni degli elettroni. Se sulla superficie della sostanza incide un raggio luminoso di intensità  $I$  i processi descritti implicano la diminuzione di  $I$  man mano che l'onda penetra nella sostanza. La riduzione di intensità luminosa dipende da un coefficiente di assorbimento che varia in genere con la lunghezza d'onda della luce. Nel vetro la luce bianca viene così filtrata e all'uscita la sua composizione cromatica è modificata: l'assorbimento selettivo ha modificato le componenti dello spettro, esaltando quelle blu. L'eventuale emissione di luce causata dalla diseccitazione di alcuni livelli elettronici eccitati dall'assorbimento della radiazione incidente, non può far aumentare ma solo diminuire le componenti di energia più elevata (il blu appunto).

---

**QUESITO n. 11. – RISPOSTA  $\Rightarrow$  D**

Durante il salto la traslazione orizzontale  $x = 10$  m avviene con una velocità  $v = x/t$  dove  $t$  è la durata del salto e  $v$  la velocità richiesta. La durata del salto è data dal tempo di caduta lungo il tratto verticale  $y = 1.25$  m. In definitiva

$$v = \sqrt{\frac{x^2 g}{2 y}} = \sqrt{\frac{100 \times 9.8}{2.5}} = 20 \text{ m s}^{-1}.$$

---

**QUESITO n. 12. – RISPOSTA  $\Rightarrow$  A**

Il grafico rappresenta una relazione di proporzionalità diretta: si tratta della velocità del corpo in caduta libera nel vuoto in funzione del tempo di caduta.

La posizione lungo la traiettoria e l'energia cinetica sarebbero rappresentate ambedue da un ramo di parabola, l'accelerazione da un segmento parallelo all'asse dei tempi.

---

**QUESITO n. 13. – RISPOSTA  $\Rightarrow$  A**

La velocità di ciascun punto della piattaforma è data da  $v = \omega r$ , con  $\omega$  la velocità angolare, comune a tutti i punti della piattaforma e  $r$  la distanza del punto dal centro della piattaforma. Il grafico della velocità in funzione di  $r$  è dato da una retta che passa per l'origine.

---

**QUESITO n. 14. – RISPOSTA  $\Rightarrow$  C**

Nel diagramma orario la velocità è data dal coefficiente angolare della tangente alla curva: questo è massimo nel punto di flesso crescente.

---

**QUESITO n. 15. – RISPOSTA  $\Rightarrow$  D**

La velocità media, per definizione, rappresenta il rapporto fra la distanza percorsa ed il tempo impiegato. Dal grafico della velocità in funzione del tempo la distanza percorsa può essere ricavata per integrazione grafica nell'intervallo di tempo considerato. Il tratto percorso in 25 secondi è di 350 metri, quindi la velocità media è 14 m/s.

**QUESITO n. 16. – RISPOSTA  $\Rightarrow$  D**

La quantità d'acqua che passa in un secondo per ciascun foro è

$$P = \frac{2.0 \times 10^{-3} \text{ m}^3/\text{s}}{100} = 2.0 \times 10^{-5} \text{ m}^3/\text{s}.$$

D'altra parte la stessa quantità può essere espressa da

$$P = A \times v,$$

dove  $A$  è la superficie di uno dei fori e  $v$  la velocità di efflusso dell'acqua. Si ha dunque

$$v = P/A = 10 \text{ m s}^{-1}.$$

---

**QUESITO n. 17. – RISPOSTA  $\Rightarrow$  A**

Il rapporto tra la velocità di Tom e quella di Jerry è di 4:1. Indicando con  $E$  l'energia cinetica e ricordando che  $E = \frac{1}{2}mv^2$ , si ha

$$E_{\text{Tom}} = \frac{1}{2}m v_{\text{Tom}}^2 = \frac{1}{2}m (4v_{\text{Jerry}})^2 = \frac{1}{2}m 16 v_{\text{Jerry}}^2 = 16 E_{\text{Jerry}}.$$

---

**QUESITO n. 18. – RISPOSTA  $\Rightarrow$  C**

Il valore letto sul dinamometro è la risultante delle forze che agiscono sul cubo: il peso dello stesso e la spinta di Archimede (affermazione 2 errata). Quest'ultima, come è noto, dipende dalla densità del liquido (affermazione 1 corretta).

La spinta di Archimede non varia per variazioni di profondità e pertanto anche l'affermazione 3 è errata.

---

**QUESITO n. 19. – RISPOSTA  $\Rightarrow$  D**

Il valore della forza d'attrito dipende dal coefficiente d'attrito.

In tabella si osserva che l'asfalto secco ha un coefficiente di attrito statico al distacco più grande di quello del cemento secco e quindi produce maggiore attrito statico (affermazione 1 errata).

Se un'automobile in moto slitta più facilmente vuol dire che sulle proprie ruote si esercita una minore forza d'attrito dinamico. In tabella si osserva che il coefficiente d'attrito dinamico è lo stesso sia nel caso del cemento bagnato che nel caso dell'asfalto bagnato (affermazione 2 errata).

Con le ruote bloccate un'automobile si ferma prima (slitta di meno) se l'attrito esercitato è maggiore, cioè se è più grande il coefficiente d'attrito dinamico (affermazione 3 corretta).

---

**QUESITO n. 20. – RISPOSTA  $\Rightarrow$  D**

L'energia immagazzinata nel cavo elastico è rappresentata nel grafico dal valore numerico dell'area della regione di piano delimitata dalla curva, dall'asse delle ascisse e dalla retta verticale passante per il punto di massimo allungamento.

Se il grafico fosse rappresentato da un segmento che unisce l'origine degli assi al punto (50 N; 2 m) allora l'area varrebbe 50 J. Poiché dal disegno è evidente che la curva ha una concavità rivolta verso l'alto, l'area cercata ha - di conseguenza - un valore più piccolo.

---

**QUESITO n. 21. – RISPOSTA  $\Rightarrow$  [D]**

La luminosità delle lampadine identiche è uguale per lampadine a cui sia applicata la stessa differenza di potenziale. Quindi le luminosità  $P$ ,  $S$  e  $T$  sono uguali e sono uguali anche le luminosità  $Q$  e  $R$ .

Una trattazione dettagliata della luminosità emessa da una lampadina implica il concetto di radianza ed opportune assunzioni sulle caratteristiche dell'emissione di energia da parte del filamento.

**QUESITO n. 22. – RISPOSTA  $\Rightarrow$  [A]**

La rapidità con cui l'acqua viene riscaldata dipende dalla potenza elettrica coinvolta nell'effetto Joule: questa, a parità di differenza di potenziale applicata, è inversamente proporzionale alla resistenza equivalente del circuito elettrico.

Il circuito con minima resistenza equivalente, che quindi soddisfa la richiesta, è quello indicato con A.

**QUESITO n. 23. – RISPOSTA  $\Rightarrow$  [B]**

La resistenza ai capi della serie è pari a  $10R$  per una differenza di potenziale complessiva di 20 V. Ricordando che in una serie di resistenze la differenza di potenziale si ripartisce in maniera proporzionale alle resistenze stesse si potranno misurare 8 V fra due punti tra i quali la resistenza sia pari a  $4R$ . La sola possibilità è dunque di collegare il voltmetro ai capi della serie costituita dai due resistori con resistenza  $2R$ .

**QUESITO n. 24. – RISPOSTA  $\Rightarrow$  [B]**

Le pile identiche hanno la stessa capacità, sono quindi in grado di fornire la medesima quantità di energia  $E$  prima di 'esaurirsi' nel tempo. La quantità di energia utilizzata nel circuito nell'unità di tempo è rappresentata dalla potenza elettrica dell'utilizzatore. Per i tre circuiti la potenza è data da:

$$P_1 = \frac{V^2}{R}$$
$$P_2 = \frac{2V^2}{R} = 2P_1$$
$$P_3 = \frac{V^2}{2R} = \frac{1}{2} P_1.$$

Il tempo più breve è quindi quello con il valore massimo di potenza: il numero 2.

**QUESITO n. 25. – RISPOSTA  $\Rightarrow$  [B]**

Basterà osservare attentamente i collegamenti delle tre lampade.

*Materiale elaborato dal Gruppo*



PROGETTO OLIMPIADI

c/o Dipartimento di Fisica, Università di Padova

via Marzolo, 8 35131 Padova

Tel. + Fax: 049 8277 270

e-mail: [olifis@no.sctrade.it](mailto:olifis@no.sctrade.it)