

OLIMPIADI DI FISICA 2002

Soluzione della prova teorica dei Giochi di Anacleto
10 aprile 2002

QUESITO n. 1. – RISPOSTA \Rightarrow **A**

La lampadina deve accendersi, cioè il circuito deve chiudersi, quando almeno uno dei pulsanti dei due campanelli viene premuto. I due campanelli devono quindi essere tra loro collegati in parallelo, affinché il circuito si chiuda indipendentemente da quale campanello si suoni; la lampadina deve invece essere collegata in serie alla maglia formata dai due campanelli.

Facendo riferimento alle figure, nel caso B la lampadina risulterebbe sempre accesa (anche quando non si preme alcun bottone), nel caso C si accenderebbe solo quando si suona alla porta, nel caso D solo se si suona contemporaneamente alla porta e al cancello.

QUESITO n. 2. – RISPOSTA \Rightarrow **A**

Durante la caduta, il corpo è soggetto alla forza peso diretta in giù ed alla resistenza dell'aria diretta in su. La forza peso si può ritenere costante in un lungo tratto vicino alla superficie della Terra, mentre la resistenza dell'aria cresce con la velocità sia in regime laminare che vorticoso. Se, come capita di solito, all'inizio della caduta il corpo va piano, la resistenza dell'aria è bassa, prevale la forza peso e il corpo ha un'accelerazione verso il basso prossima a quella di gravità. Al crescere della velocità la resistenza dell'aria cresce. Quando arriva ad avere la stessa intensità della forza peso, le fa equilibrio. Il corpo mantiene allora stabilmente la velocità raggiunta che è detta “*velocità limite*”. Anche nel caso meno frequente, ma possibile per esempio per un paracadutista, che il corpo abbia all'inizio una velocità superiore a quella limite, esso raggiungerà lo stesso il valore stazionario della velocità limite. Inizialmente prevale sul peso la resistenza dell'aria, e il moto di caduta è decelerato; al diminuire della velocità la resistenza dell'aria diminuisce fino ad equilibrare il peso. È ovvio che in entrambi i casi lo spazio di caduta deve essere sufficiente perché ciò avvenga. L'alternativa A indica dunque la causa dell'effetto osservato.

L'alternativa B è falsa. L'intensità del campo gravitazionale terrestre non diminuisce mentre l'oggetto scende. Anzi, aumenta, seppure pochissimo, dato che la distanza dal centro della Terra diminuisce nella caduta: per un aumento dell'1% occorrerebbe cadere da una trentina di chilometri di altezza!

L'affermazione dell'alternativa C è corretta, ma non è il motivo del raggiungimento di una velocità stabile durante la caduta: la seconda legge della dinamica ci dice semplicemente che in questo caso l'accelerazione del corpo dipende solo dalla forza netta che vi è applicata.

L'affermazione contenuta nell'alternativa D non è falsa, anche se è più ragionevole ritenere che il peso resti costante durante una caduta “normale”: di solito i corpi non cadono per chilometri! Però un aumento del peso avrebbe l'effetto contrario a quello osservato: farebbe aumentare l'accelerazione di caduta.

QUESITO n. 3. – RISPOSTA \Rightarrow **B**

All'andata Gianni compie 120 passi al minuto, mentre al ritorno solo 60. All'andata quindi, a parità di tempo percorre una distanza doppia che al ritorno, o equivalentemente, la stessa distanza viene percorsa, al ritorno, in un tempo doppio. Di conseguenza si può dire che due parti del tempo totale impiegato per

andare e tornare dall'edicola (15 minuti) viene impiegato per il ritorno, mentre una sola parte per l'andata. All'andata impiega un terzo del tempo totale, cioè 5 minuti, di conseguenza la distanza percorsa sarà data dal numero di passi compiuti in un minuto (120) per il numero di minuti impiegati per percorrere il tragitto.

QUESITO n. 4. – RISPOSTA \Rightarrow C

Lo scopo è ottenere il campo magnetico più intenso possibile, e l'intensità del campo magnetico B generato dal dispositivo segue una legge del tipo seguente: $B = \mu Ni$, dove μ è la permeabilità magnetica del materiale di cui è fatto il nucleo e N il numero di spire per unità di lunghezza. A parità di intensità di corrente elettrica i , il prodotto μNi sarà massimo con un nucleo di ferro che possiede una permeabilità magnetica ben superiore a quella del rame e con molte spire.

QUESITO n. 5. – RISPOSTA \Rightarrow B

Il circuito è costituito da una sola maglia, dato che tutti gli utilizzatori sono collegati in serie, pertanto la corrente che circola nel circuito è uguale in ogni suo punto e di valore pari a quello letto sull'amperometro.

QUESITO n. 6. – RISPOSTA \Rightarrow B

Per misurare la differenza di potenziale fornita da un qualunque tipo di generatore (e la "presa" della corrente può essere considerata tale, poiché solo inserendo in essa i capi del circuito si genera la differenza di potenziale necessaria al funzionamento del circuito stesso) occorre che il voltmetro sia collegato in parallelo al generatore stesso, mentre, per misurare la corrente, l'amperometro deve essere collegato in serie con le lampadine.

QUESITO n. 7. – RISPOSTA \Rightarrow D

Le tre forme di energia meccanica (potenziale gravitazionale, cinetica, elastica) della palla si trasformano l'una nell'altra mentre questa rimbalza; ma le forze dissipative presenti, come le forze anelastiche nella palla e nel pavimento, la resistenza dell'aria, fanno sì che l'energia si trasformi anche in energia interna della palla, dell'aria e del pavimento. L'energia meccanica complessiva diminuisce, aumenta quella interna e la loro somma è costante, dato che il sistema palla-aria-pavimento è isolato dal punto di vista dell'energia. L'alternativa D è la legge della conservazione dell'energia.

L'alternativa A è da escludere dato che durante il movimento la velocità cambia continuamente e di conseguenza anche l'energia cinetica.

Mentre la palla è per aria l'energia potenziale gravitazionale varia continuamente mentre la palla sale o scende; ciò fa escludere la B.

L'alternativa C afferma la conservazione dell'energia meccanica della palla, che vale però nell'ipotesi che agiscano solamente forze conservative, come non avviene in questo caso. Difatti, se la palla di gomma si muove lungo la verticale, all'apice del rimbalzo ha velocità istantanea nulla e non è deformata; in questa situazione, l'energia totale meccanica è uguale all'energia potenziale gravitazionale che è la sola diversa da zero e diminuisce di rimbalzo in rimbalzo. Ma anche se la palla ha una traiettoria più complicata, l'altezza sempre minore dei rimbalzi mostra che l'energia meccanica, la sola riutilizzabile, diminuisce via via.

QUESITO n. 8. – RISPOSTA \Rightarrow B

La forza attrattiva sul corpo da parte della Luna viene chiamata “*Peso*”, come nel linguaggio comune. Dalla definizione dell’intensità del campo gravitazionale come rapporto tra forza attrattiva e massa del corpo, si ricava la relazione:

$$\text{Peso} = \text{Massa} \times \text{intensità del campo gravitazionale.}$$

Solo la coppia di valori 10 kg e 16 N soddisfa alla relazione, difatti $16 \text{ N} = 10 \text{ kg} \times 1,6 \text{ N/kg}$.

QUESITO n. 9. – RISPOSTA \Rightarrow C

Nella sbarretta sono presenti i “*domini di Weiss*”, cioè le piccolissime regioni di dimensioni lineari dell’ordine del centesimo o del millesimo di millimetro, in cui gli atomi si dispongono in modo che i loro campi magnetici siano concordi. Se la sbarretta è smagnetizzata, i campi dei singoli domini sono orientati in modo casuale e il campo risultante è nullo. L’effetto magnetizzante del campo magnetico esterno sulla sbarretta, è di accrescere quei domini di Weiss che già producevano un campo concorde col campo esterno, a spese degli altri domini. La sbarretta produrrà così un campo risultante concorde con quello inducente com’è quello presentato nella figura C.

Nella figura D il campo è discorde, nelle figure A e B il campo della sbarretta è perpendicolare a quello inducente.

QUESITO n. 10. – RISPOSTA \Rightarrow C

In tutte le situazioni presentate le due sferette sono cariche dello stesso segno, positivo nelle figure A e B, negativo nella C e nella D; l’azione reciproca è dunque repulsiva come mostra la figura C.

La figura B presenta invece forze attrattive. Nelle figure A e D le forze sono concordi e corrisponderebbero ad un’azione attrattiva da parte di una sferetta e repulsiva da parte dell’altra, in contrasto anche con il principio di azione e reazione.

QUESITO n. 11. – RISPOSTA \Rightarrow B

La pressione che subisce il liquido che si trova all’altezza X è dovuta alla parte della colonna che sta al di sopra, e, per la legge di Stevino, essa sarà proporzionale all’altezza del mercurio.

Essendo l’altezza sovrastante i $4/5$ della totale, la pressione in X sarà pari ai $4/5$ di $100\,000 \text{ Pa}$, cioè $80\,000 \text{ Pa}$.

La pressione è dovuta solamente al mercurio perché la parte della colonna che sovrasta la colonna di mercurio non contiene aria.

QUESITO n. 12. – RISPOSTA \Rightarrow B

La spinta di Archimede è pari al peso del liquido spostato, cioè del liquido che occupa (in questo caso) il volume del corpo. Ciò non dipende quindi dalla densità né dal peso specifico del corpo (che riguarda la sua interazione con la Terra); la spinta archimedeica dipenderà però dalla densità del liquido, così come dal volume del corpo.

La temperatura agirà sulla densità del liquido, ma anche su quella del corpo; però, a parità di temperatura, il coefficiente di dilatazione del liquido sarà notevolmente diverso da quello del materiale di cui è costituito il corpo. Quindi la variazione di volume del liquido non compenserà quella del corpo, modificando così la spinta archimedeica.

QUESITO n. 13. – RISPOSTA \Rightarrow C

Sia la forza che l'accelerazione sono grandezze vettoriali, in quanto per essere completamente definite abbisognano anche di direzione e verso, non solo di intensità, mentre così non è per la massa, che è una quantità scalare. (Nella fattispecie, considerando il secondo principio della dinamica, possiamo considerare la massa come il “rapporto” numerico fra i vettori forza e accelerazione).

QUESITO n. 14. – RISPOSTA \Rightarrow C

Il peso è proporzionale alla massa (evidentemente se gli oggetti vengono pesati a parità di campo gravitazionale) e quindi alla densità e al volume. A parità di densità il peso sarà quindi proporzionale al volume, che a sua volta aumenta in modo proporzionale alla terza potenza dello spigolo. Perciò $V_2 = 8V_1$, quindi il peso del cubo maggiore è pari a 8 volte il peso del cubo più piccolo.

QUESITO n. 15. – RISPOSTA \Rightarrow C

Il tempo di dimezzamento è quello necessario perché la metà del campione radioattivo decada. Nel nostro caso la massa dimezza ogni dieci anni: in vent'anni allora si sarà ridotta ad un quarto di quella originale: 3,0 g.

QUESITO n. 16. – RISPOSTA \Rightarrow B

La misura viene fatta con la tecnica dello spostamento dell'acqua contenuta nel cilindro graduato quando vi si immerge il corpo di cui vogliamo conoscere il volume. Poiché il tappo galleggia, per immergerlo completamente nell'acqua gli si sovrappone un sasso e si fa in modo che anche il sasso sia del tutto immerso in acqua.

Quando si immergono sia il tappo che il sasso il livello dell'acqua sale a $48,5 \text{ cm}^3$ (terza figura da sinistra). Tolto il tappo ed immerso nell'acqua solamente il sasso il livello dell'acqua si trova a $41,5 \text{ cm}^3$ (quarta figura da sinistra). Per differenza si ottiene il volume del tappo: $28,5 - 21,5 = 7,0 \text{ cm}^3$.

I dati riportati nella seconda figura non sono utili al fine della determinazione del volume richiesto perché solamente una parte del tappo è immersa in acqua.

Si può osservare che l'alternativa A rappresenta il volume della parte di tappo immersa in acqua quando vi galleggia, cioè il volume d'acqua che pesa quanto il tappo!

L'alternativa C è la differenza fra il volume del sasso e quello della parte di tappo immersa in acqua quando galleggia.

L'alternativa D infine è il volume del sasso.

QUESITO n. 17. – RISPOSTA \Rightarrow C

Il termometro è mal tarato, le letture mostrano un errore sistematico di 1°C in più rispetto al valore della temperatura nelle condizioni descritte, valore che è noto. Calcolando la differenza l'errore sistematico, uguale per le due misure, si elide.

QUESITO n. 18. – RISPOSTA \Rightarrow D

La distanza fra le creste rappresenta la lunghezza d'onda: essa è evidentemente maggiore nella zona Q. Ne segue che sono possibili le alternative C e D.

Il periodo delle onde è determinato da quello delle vibrazioni del dispositivo che genera le onde, è quindi lo stesso nelle due zone. Poiché il periodo indica il tempo impiegato dall'onda per propagarsi di un tratto pari alla sua lunghezza d'onda le onde nella zona Q, a parità di periodo, percorrono un tratto più lungo di quelle nella zona P: v_Q è dunque maggiore di v_P .

QUESITO n. 19. – RISPOSTA \Rightarrow B

Una lente di ingrandimento è un semplice sistema ottico di distanza focale f che viene collocato fra l'oggetto in esame e l'occhio. L'oggetto invece deve trovarsi tra la lente ed il fuoco. L'immagine che si ottiene è virtuale e ingrandita come si deduce dalla formula delle lenti sottili

$$\frac{1}{p} + \frac{1}{q} = \frac{1}{f},$$

dove p è la distanza dell'oggetto dalla lente. L'immagine è virtuale se la distanza q dell'immagine dalla lente risulta negativa. Essendo:

$$q = \frac{fp}{p - f}$$

ciò sarà vero se $p < f$. Quando $p = f$ l'immagine si forma all'infinito.

L'ingrandimento angolare della lente di ingrandimento è $N = D/f$, dove D è la distanza della vista migliore, 25 cm. La lente in questione fornisce dunque un ingrandimento di 2,5 volte.

QUESITO n. 20. – RISPOSTA \Rightarrow A

L'evaporazione è un processo che sottrae energia al liquido: l'acqua evaporando si raffredda e ne consegue che aumenta il flusso di calore dal nostro corpo all'acqua che lo bagna, ciò determina la sensazione di freddo.

L'acqua non è annoverata tra i buoni conduttori del calore, ma anche se lo fosse la sensazione di freddo non si accentuerebbe per questo motivo uscendo dall'acqua rispetto a quando vi si era immersi (alternativa C errata).

L'effetto di isolamento termico (alternativa B errata) dovrebbe favorire piuttosto una sensazione di caldo impedendo lo scambio termico dal corpo con l'ambiente circostante. Lo strato d'acqua sulla pelle viene rapidamente riscaldato dal corpo ed è improbabile che sia più freddo dell'aria circostante (alternativa D errata), la sensazione di freddo comunque si nota anche con acqua a temperatura ambiente.

QUESITO n. 21. – RISPOSTA \Rightarrow C

Il palloncino è sigillato quindi la massa del gas che vi è contenuto non può essere modificata: si escludono le alternative A e B.

Diminuendo la temperatura del gas diminuisce il prodotto del volume per la pressione, come previsto dalla legge dei gas perfetti. Poiché il palloncino è elastico il suo volume cambierà fino a raggiungere l'equilibrio con la pressione esterna: la pressione del gas alla fine rimane quella di prima ed il volume diminuisce. Restando costante la massa del gas, ad un volume minore corrisponde una maggiore densità. Tutte le indicazioni dell'alternativa C sono corrette.

QUESITO n. 22. – RISPOSTA \Rightarrow B

Il cartoncino è forzato ad oscillare dalla forza impressa periodicamente dal contatto con i denti della ruota che gira. Se il contatto avviene alla frequenza adatta possiamo udire un suono la cui altezza cresce con la frequenza degli urti del cartoncino sui denti della ruota. Il suono prodotto dalle vibrazioni forzate da una ruota che gira più velocemente è dunque più acuto.

Se premiamo il cartoncino con maggiore forza (alternativa A) la frequenza non cambia anche se si sentirà un suono più forte.

Se usiamo un cartoncino più spesso (alternativa C) aumenta la sua inerzia e, se tutte le altre caratteristiche rimangono invariate, diminuisce di conseguenza la sua frequenza propria, quella a cui vibra se lo si pizzica una sola volta. Nel caso però delle oscillazioni forzate la frequenza dell'oscillazione è determinata da quella degli impatti con i denti della ruota.

Infine, una ruota con meno denti (alternativa D), a parità di velocità, avrà una frequenza inferiore di impatti con il cartoncino ed il suono, sempre se udibile, sarà più grave.

QUESITO n. 23. – RISPOSTA \Rightarrow D

Consideriamo le tre forze che esercitano un momento di rotazione sull'asta rispetto al fulcro. Esse sono: il peso del segmento che sta a destra del fulcro, P_D , quello del segmento che sta a sinistra del fulcro, P_S , e il peso della massa sospesa, P_M . Poiché l'asta è in equilibrio, il suo momento di rotazione complessivo è nullo. Il fulcro dista dall'estremo sinistro dell'asta di $1/5$ della sua lunghezza complessiva. L'asta è omogenea quindi, se P è il peso complessivo dell'asta, $P_D = 4/5P$ e $P_S = 1/5P$. Il centro di massa del tratto d'asta a destra del fulcro si trova a 40 cm da esso, quello del tratto a sinistra si trova a 10 cm dal fulcro, dalla parte opposta. Per l'equilibrio, considerando positivi i momenti che danno luogo a rotazioni antiorarie

$$\text{Momento di } P_M + \text{Momento di } P_S + \text{Momento di } P_D = 0$$

$$(15 \text{ cm})(240 \text{ g})g + (10 \text{ cm})1/5P - (40 \text{ cm})4/5P = 0$$

$$(30 \text{ cm})P = (15 \text{ cm})(240 \text{ g})g$$

$$P = (\text{massa dell'asta})g = (120 \text{ g})g,$$

dove con g si è indicato il modulo dell'accelerazione di gravità. La massa dell'asta è 120 g.

Alla medesima soluzione si perviene in maniera più formale ma più agile considerando che, ai fini dell'equilibrio, il peso complessivo dell'asta si può pensare applicato nel suo baricentro. Il braccio del peso rispetto alla posizione del fulcro (30 cm) è doppio di quello della forza equilibratrice (15 cm). Per avere momenti di valore uguale le intensità delle due forze devono essere rispettivamente l'una la metà dell'altra, e di conseguenza la massa dell'asta deve essere la metà di 240 g, dato che peso e massa sono proporzionali.

QUESITO n. 24. – RISPOSTA \Rightarrow B

Il filamento incandescente trasmette calore sia per irraggiamento che per convezione del gas contenuto nel bulbo della lampadina.

Nel primo caso la radiazione termica si trasmette sia nel gas interno al bulbo che attraverso il vetro che è trasparente alla radiazione termica e ne viene riscaldato in maniera poco apprezzabile. La nostra pelle invece assorbe la radiazione termica e ne deriva la sensazione di calore. Questo processo avviene molto velocemente. Nel secondo caso il gas interno al bulbo si riscalda per contatto con il filamento e, sempre per contatto, riscalda il vetro del bulbo quindi il bulbo caldo riscalda l'aria circostante, l'alternativa A non spiega il fenomeno. Questo secondo processo inoltre richiede un tempo maggiore del primo.

L'alternativa C, anche se vera, non giustificherebbe il fenomeno. L'affermazione è anche falsa: l'aria trasmette il calore peggio del vetro infatti la conducibilità termica dell'aria ($0,024 \text{ W/mK}$) è molto più piccola di quella del vetro ($0,93 \text{ W/mK}$).

Infine, se il vetro riflettesse la radiazione termica proveniente dal filamento (alternativa D) il solo modo per trasmettere il calore all'esterno della lampadina sarebbe quello che comporta la convezione interna e il riscaldamento del vetro. Anche l'alternativa D è errata.

QUESITO n. 25. – RISPOSTA \Rightarrow C

Si definiscono isotopi atomi dello stesso elemento, cioè caratterizzati dallo stesso numero di protoni presenti nel nucleo, che differiscono per il numero di neutroni.

Il nuclide X , avendo un numero diverso di protoni rispetto agli altri due, è comunque un elemento diverso sia da Y che da Z , anche se condivide con Y lo stesso numero di neutroni.

Materiale elaborato dal Gruppo



PROGETTO OLIMPIADI

c/o Liceo Scientifico "U. Morin" - Mestre, VE

Fax: 041 58 41 272 e-mail: olifis@libero.it

www.cadnet.marche.it/olifis