

**PREMIO PER LA FISICA “VALERIO FILIPPINI”
SOLUZIONI TEST DI SELEZIONE**

Pavia Aula Volta dell’Università, 14 aprile 2010

Indicare con una crocetta una sola risposta nei seguenti quesiti. Solo una risposta è corretta.

Valutazione: risposta esatta 2 punti, nessuna risposta 0 punti, risposta errata -1 punto.

*La risposta corretta è indicata in **grassetto corsivo sottolineato***

1. La velocità del suono
 - a) è più elevata in aria che in acqua.
 - b) è indipendente dalla temperatura.
 - c) è indipendente dal mezzo.
 - d) è più elevata nel ferro che nell’aria.**

2. La lunghezza di una molla aumenta di 3 cm se le si appende un peso di 6 N. Si allunga di altri 5 cm se si aggiunge un altro peso. Quanto vale il peso aggiunto?
 - a) 16 N
 - b) 10 N**
 - c) 4 N

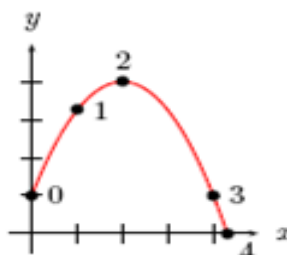
3. Un carrello con un carico di 10 Kg viaggia orizzontalmente alla velocità di 2 m/s; se perde una massa di 3 Kg, con quale velocità prosegue?
 - a) 1.4 m/s
 - b) 6.6 m/s
 - c) 2 m/s**
 - d) I dati non sono sufficienti per dare una risposta.

Nota: poiché nella formulazione non sono specificate le modalità con cui avviene il distacco della massa, e questo può indurre a considerazioni diverse, è stata accettata come corretta anche la risposta d).

4. Un recipiente a forma cubica di lato 1dm è riempito di acqua a metà del suo volume. Le condizioni esterne sono tali da produrre un’evaporazione dell’acqua di 1g/ora. Dopo 10 ore il livello dell’acqua
 - a) è sceso di 1mm.**
 - b) è sceso di 10 mm.
 - c) è rimasto costante.
 - d) è ridotto a zero.

5. Un peso lanciato da un’atleta descrive il moto parabolico indicato nella figura; in quale punto viene raggiunta la massima velocità?

- a) 0
- b) 1
- c) 2
- d) 3**
- e) 4



6. Un ragazzo di 40 Kg e un uomo di 70 Kg si trovano fermi su una pista di ghiaccio. Se il ragazzo spinge l'uomo imprimendogli una velocità di 0.30 m/s
- il ragazzo si allontana dall'uomo con la velocità di 0.52 m/s
 - il ragazzo si allontana dall'uomo con la velocità di 0.82 m/s**
 - il ragazzo ha una massa troppo piccola per poter imprimere all'uomo la velocità di 0.30 m/s.
6. Trascurando la presenza dell'aria e considerando la terra una sfera perfetta, con quale velocità orizzontale un corpo materiale deve essere lanciato dalla cima del monte Everest per ritornare al punto di partenza? (R = raggio medio della terra, h = altezza del monte, G = costante di gravitazione, M = massa della terra, m = massa del corpo, g = accelerazione di gravità)
- $v = \sqrt{GM/(R+h)}$**
 - non si può rispondere perché non è specificato in quale piano orbitale avviene il moto.
 - $v = \sqrt{g(R+h)}$**
8. Che cosa si intende per calore?
- Una proprietà dei corpi ad alta temperatura.
 - L'energia interna di un gas.
 - La sensazione che proviamo toccando un corpo caldo.
 - L'energia che fluisce da un corpo a temperatura maggiore a uno a temperatura minore.**
 - Il lavoro fornito da una macchina termica.
9. Un corpo di grande peso è sospeso, immobile, a una fune molto lunga. Se si spinge il corpo per un piccolo tratto e lentamente, si nota che l'operazione non richiede nessuno sforzo. Per quale motivo?
- La pressione dell'aria agisce in tutte le direzioni del piano orizzontale producendo una forza risultante nulla, così che non ostacola lo spostamento.
 - Uno spostamento piccolo è praticamente orizzontale, quindi perpendicolare alla forza peso; di conseguenza il lavoro richiesto è praticamente zero.**
 - Essendo la fune molto lunga e flessibile, non oppone grande resistenza a piccoli spostamenti.
10. Perché uscendo dall'acqua dopo un bagno si ha la sensazione di freddo?
- Perché l'acqua sulla pelle bagnata evapora.**
 - Perché l'acqua è più fredda dell'aria.
 - Perché il bagno è debilitante.
11. Nel moto circolare uniforme la velocità non è costante; perché l'energia cinetica è costante?
- Perché l'accelerazione centripeta è perpendicolare allo spostamento.**
 - Perché la velocità tangenziale è parallela allo spostamento.
 - Perché non c'è attrito.

Rispondere sinteticamente ai seguenti quesiti.

Valutazione: da 0 punti (nessuna risposta o risposta sbagliata) a 3 punti (risposta esatta)

12. Un frigorifero domestico sottrae calore a un cibo già più freddo dell'ambiente e lo cede all'ambiente. E il 2° principio della termodinamica?

Il 2° principio della termodinamica esclude che esista una macchina frigorifera ciclica in grado di trasferire calore da una sorgente fredda ad una calda senza apporto di lavoro esterno. Nel caso di un normale frigorifero viene fornito lavoro da un motore.

13. Si dice comunemente che uno specchio piano "scambia" la destra con la sinistra. Perché non "scambia" anche l'alto col basso?

Se associamo all'oggetto una terna di assi x, y, z con l'asse x nella direzione destra-sinistra, l'asse y nella direzione alto-basso e l'asse z puntato perpendicolarmente verso lo specchio, ogni punto dell'immagine riflessa ha coordinate $x' = x, y' = y, z' = -z$. Di conseguenza i punti dell'immagine hanno le stesse coordinate di quelli dell'oggetto nel piano x, y ma coordinata z invertita. Con linguaggio informale diciamo che lo "scambio" non è né destra-sinistra, né alto-basso, ma davanti-dietro.

14. Una strozzatura in un tubo orizzontale in cui scorre acqua provoca un aumento o una diminuzione di pressione?

Il flusso d'acqua (definito dal prodotto sezione del tubo per la velocità) è indipendente dalla sezione del tubo, quindi $vS = v'S'$; pertanto la velocità aumenta passando dalla sezione grande alla sezione piccola. Tenendo conto della legge di Bernoulli, che collega pressione p e velocità dell'acqua, $p + \frac{1}{2}v^2\rho = \text{costante}$, si deduce che a velocità grande corrisponde pressione piccola.

15. Un recipiente a forma cubica di lato 1 dm è riempito di acqua a metà del suo volume. Le condizioni esterne sono tali da produrre un'evaporazione dell'acqua di 10 g/ora. Dopo 10 ore il livello dell'acqua

Sia h il livello iniziale dell'acqua contenente il cubetto di ghiaccio, a lo spessore emerso del cubetto e b lo spessore di quello sommerso. Supponiamo, per semplicità, che il ghiaccio fonda mantenendo la forma cubica. Il valore di a è determinabile imponendo la condizione di equilibrio fra acqua e ghiaccio espressa dall'uguaglianza fra il peso del ghiaccio ($P_G = d_G a A g$, $d_G =$ densità del ghiaccio, $A =$ sezione del cubetto, $g =$ accelerazione di gravità) e la spinta di Archimede ($S_A = d_a b A g$, $d_a =$ densità dell'acqua):

$$P_G = S_A \rightarrow d_G (a + b) A g = d_a b A g \rightarrow a + b = b d_a/d_G \rightarrow a = b (d_a/d_G - 1)$$

Il livello della faccia emersa del cubetto è

$$h_G = h + a = h + b (d_a/d_G - 1)$$

Quando il ghiaccio è tutto fuso, $d_G = d_a \rightarrow h_G = h$, cioè il livello finale è uguale a quello iniziale.

16. Che differenza c'è tra gas e vapore?

Il vapore è lo stato fisico di un aeriforme, quando la sua temperatura è inferiore alla temperatura critica, temperatura al di sotto della quale esso può essere liquefatto aumentandone la pressione. Il gas è un aeriforme a temperatura superiore a quella critica, al di sopra della quale non può essere liquefatto qualunque sia la pressione a cui è sottoposto.

Svolgere i seguenti esercizi.

Valutazione: da 0 punti (soluzione mancante o errata) a 5 punti (soluzione esatta).

17. Scrivere le equazioni che permettono di determinare le velocità finali V_1 e V_2 di due particelle di massa m_1 e m_2 e di velocità iniziali v_1 e v_2 soggette a una collisione elastica unidimensionale.

Il moto è determinato dai principi di conservazione dell'impulso e dell'energia cinetica espressi dalle seguenti equazioni:

$$m_1 v_1 + m_2 v_2 = m_1 V_1 + m_2 V_2$$

$$\frac{1}{2} m_1 v_1^2 + \frac{1}{2} m_2 v_2^2 = \frac{1}{2} m_1 V_1^2 + \frac{1}{2} m_2 V_2^2$$

I valori incogniti di V_1 e V_2 sono determinabili trattandosi di due equazioni in due incognite.

18. In un incontro di pallavolo un pallone di massa m sfiora al massimo della sua traiettoria la rete (altezza h) e cade al di là di essa. La traiettoria è in un piano ortogonale alla rete. Calcolare la velocità v del pallone all'istante in cui tocca terra.

Soluzione.

Il pallone ha la componente della velocità orizzontale v_{ox} costante e quella verticale v_z variabile a causa della forza di gravità. La componente verticale è nulla al massimo della traiettoria e uguale a v_{oz} quando il pallone tocca il terreno.

Per il principio di conservazione dell'energia si ha:

$$mgh + \frac{1}{2} m v_{ox}^2 = \frac{1}{2} m (v_{ox}^2 + v_{oz}^2) = \frac{1}{2} m v^2$$

da cui si ricava

$$v = \sqrt{v_{ox}^2 + 2gh}$$

19. Un bacino d'acqua si trova a una quota h rispetto a una sottostante centrale idroelettrica. L'acqua uscente dal bacino ha una portata di Q litri al secondo e velocità orizzontale v_i . All'uscita dalla turbina posta nella centrale l'acqua scorre orizzontalmente con velocità di $v_f > v_i$. Qual è la potenza disponibile per la turbina?

Un litro d'acqua prima della caduta ha un'energia totale dipendente dalla velocità e dall'altezza del salto:

$$\frac{E_i}{\text{litro}} = \frac{1}{2} m v_i^2 + mgh$$

All'uscita dalla turbina un litro d'acqua ha solo energia cinetica:

$$E_f / \text{litro} = \frac{1}{2} m v_f^2$$

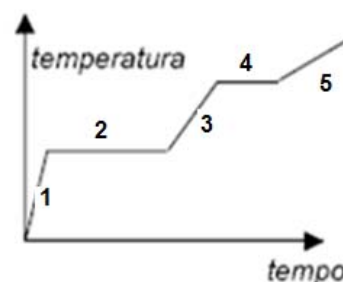
L'energia ceduta alla turbina da un litro d'acqua è la differenza

$$E / \text{litro} = (E_i - E_f) / \text{litro}$$

Moltiplicando questa energia per litro per la portata Q (litri al secondo) del corso d'acqua si ottiene la potenza disponibile alla turbina:

$$P = QE / \text{litro}$$

20. Il grafico qui riportato rappresenta l'andamento della temperatura di una certa quantità di una sostanza, inizialmente allo stato solido, a cui viene ceduto calore con un ritmo costante. Che cosa indicano i vari tratti della linea spezzata?



La temperatura di un corpo in un particolare stato fisico aumenta proporzionalmente al calore cedutogli secondo la relazione $\Delta T = Q/Cm$ (con C = capacità termica, m = massa). Se il calore ceduto cresce linearmente nel tempo, anche la temperatura cresce linearmente. E' il caso descritto dai tratti 1, 3, 5 nella figura. Il tratto uno rappresenta il riscaldamento della sostanza nello stato solido, il tratto due nello stato liquido, il tratto tre in quello gassoso.

Nel passaggio da uno stato fisico ad un altro (solido-liquido, liquido-gas) la cessione di calore avviene a temperatura costante. Il fenomeno è descritto in figura dai segmenti orizzontali 2 e 4. La diversa lunghezza dei tratti indica il differente valore del calore di fusione e di evaporazione.

21. Un gas perfetto monoatomico si espande a pressione costante e la sua energia interna aumenta di 6kJ. Quanto calore assorbe il gas?

Per un gas monoatomico la variazione di energia interna dipende dalla variazione della temperatura secondo la relazione

$$\Delta U = \frac{3}{2} nR \Delta T = \frac{3}{2} P \Delta V$$

Il lavoro corrispondente all'espansione è

$$L = P \Delta V = \frac{2}{3} \Delta U = 4 \text{ kJ}$$

Per il primo principio della termodinamica si ha

$$Q = \Delta U + L = 10 \text{ kJ}$$

22. Due sfere cave, dello stesso materiale e di uguale volume V , contengono l'una una sostanza di densità nota d_1 minore della densità d di un particolare liquido e l'altra una sostanza di densità nota d_2 maggiore di d . Le sfere vengono poste in un cilindro pieno del liquido citato, quella di densità minore appoggiata sul fondo e l'altra sulla superficie del liquido. Lasciate libere di muoversi, le sfere percorrono il cilindro verticalmente nello stesso tempo, l'una verso l'alto, l'altra verso il basso. Determinare la densità d del liquido.

Soluzione

L'unica differenza fra le forze agenti sulle due sfere è data dal peso e dalla spinta di Archimede e l'unica differenza nel moto è il verso (verso il baso per quella più densa e verso l'alto per quella meno densa). Le forze devono essere opposte e, perché il tempo di percorrenza sia lo stesso, le accelerazioni conseguenti devono avere modulo uguale. Tenuto conto della spinta d'Archimede e supponendo lo spessore degli involucri sferici molto piccolo, le componenti delle due forze sull'asse verticale sono

$$F_1 = Vg(d - d_1) - m_1g = m_1a_1 = (Vd_1 + m_1)a_1$$

$$F_2 = Vg(d - d_2) - m_2g = -m_2a_2 = -(Vd_2 + m_2)a_2$$

con $V =$ volume delle sfere e $m =$ massa del loro involucro. Dall'uguaglianza delle accelerazioni a_1 e a_2 si ottiene

$$d = \frac{12(m + (m + d_2)V)(m + d_1V)}{2m + (d_1 + d_2)V}$$

Se la massa dell'involucro è trascurabile ($m = 0$), risulta

$$d = 2 d_1 d_2 / (d_1 + d_2)$$

23. Un filo a piombo è sospeso al soffitto dell'abitacolo di un'auto che si muove orizzontalmente con accelerazione costante. Determinare l'angolo che il filo fa con la verticale e la tensione subita dal filo, quando sia nota la massa m del corpo sospeso, l'accelerazione a dell'auto e l'accelerazione g di gravità.

Soluzione.

L'auto si muove orizzontalmente di moto accelerato uniforme, quindi è un sistema di riferimento non inerziale. Supponiamo che la sua direzione di moto sia lungo l'asse x orizzontale positivo con accelerazione a . Quindi per un osservatore seduto nell'abitacolo il filo a piombo è sottoposto a due forze: la forza di gravità $P = mg$, diretta convenzionalmente lungo l'asse z verticale diretto verso il centro della terra, e la forza $F = -ma$ diretta lungo l'asse x ma di verso opposto al moto dell'auto. Il filo forma quindi un angolo α con la verticale ricavabile da

$$\operatorname{tg} \alpha = |F| / |P| = a / g$$

La tensione T agente sul filo è la risultante delle forze F e P ; la sua direzione è data quindi dall'angolo α ed il suo modulo da

$$T^2 = P^2 + F^2 = P^2 (1 + a^2 / g^2) = P^2 / \cos^2 \alpha$$

Si noti che il minimo di T si ha per $a = 0$, cioè per un moto con velocità costante; in questo caso $\alpha = 0$ e il filo è diretto esattamente lungo la verticale e sottoposto solo alla forza peso ($T = P$). Al crescere di a cresce anche T . In caso di frenata, $a < 0$, anche $\alpha < 0$: il filo si inclina nel verso della direzione di moto. L'intensità della tensione, T , rimane tuttavia la stessa del caso $a > 0$, perché $\cos(-\alpha) = \cos \alpha$.