

Nome e cognome: ..... Matricola: .....

Istruzioni: riportate i risultati, sia letterali che numerici, se richiesti, in questo foglio; allegare "brutte copie" o altri documenti che ritenete utili. Le risposte non adeguatamente giustificate non saranno prese in considerazione

1. Un oscillatore armonico è costituito da una molla di massa trascurabile, costante elastica  $k = 5.0 \text{ N/m}$  e lunghezza di riposo  $L_0 = 80 \text{ cm}$ , a cui è attaccato un blocchetto (puntiforme) di massa  $m = 0.20 \text{ kg}$  che può muoversi senza attrito su un piano orizzontale. La molla, un cui estremo è vincolato a una parete rigida verticale, ha il suo asse parallelo alla direzione orizzontale. Facendo riferimento a un asse  $X$  (orizzontale) che ha origine nell'estremo vincolato della molla, si sa che all'istante  $t_0 = 0$  il blocchetto passa per la posizione  $x_0 = L_0$  con una velocità  $v_0 = -2.0 \text{ m/s}$  (il segno negativo indica che la velocità è diretta, nell'istante considerato, in verso opposto a quello positivo dell'asse considerato).

a) Quanto vale l'accelerazione  $a_0$  del blocchetto in questo istante ( $t_0 = 0$ )?

$a_0 = \dots\dots\dots = \dots\dots\dots \text{ m/s}^2$

b) Si osserva che, ad un certo istante  $t'$ , il blocchetto si arresta (temporaneamente) una prima volta. Quanto valgono l'istante  $t'$  e la coordinata di arresto  $x'$ ?

$t' = \dots\dots\dots \sim \dots\dots \text{ s}$

$x' = \dots\dots\dots \sim \dots\dots \text{ m}$

2. Due carrellini (denominati A e B), che hanno la stessa massa  $M = 10 \text{ kg}$ , si muovono con **attrito trascurabile** lungo un binario orizzontale. I carrellini sono muniti di respingenti costituiti da due molle identiche fra loro, di massa trascurabile, costante elastica  $k = 2.0 \times 10^2 \text{ N/m}$  e lunghezza di riposo  $L_0$  incognita. I due carrellini viaggiano inizialmente nella stesso verso con velocità rispettivamente  $v_{A0} = 2.0 \text{ m/s}$  e  $v_{B0} = v_{A0}/2 = 1.0 \text{ m/s}$ . Ad un certo istante il carrello A tampona il carrello B ed i respingenti vengono compressi.

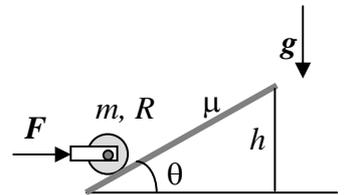
a) Quanto vale il **massimo** valore dell'energia elastica  $U_{ELA}$  « accumulata » nelle molle (tutte e due) durante il processo considerato di compressione che segue l'impatto tra i respingenti?

$U_{ELA} = \dots\dots\dots = \dots\dots\dots \text{ J}$

b) Avendo lasciato passare un tempo sufficientemente lungo dopo l'urto, si osserva che i carrellini si separano e che le molle dei respingenti tornano in posizione di riposo. Quanto vale la velocità  $v_A'$  del carrello A in tali condizioni? [Giustificate bene, in brutta, il procedimento adottato !]

$v_A' = \dots\dots\dots = \dots\dots\dots \text{ m/s}$

3. Un rullo, costituito da un cilindro pieno **omogeneo** di massa  $m = 1.0 \text{ kg}$  e raggio  $R = 10 \text{ cm}$ , sale lungo un piano inclinato (angolo  $\theta = \pi/6$  rispetto all'orizzontale) scabro (coefficiente di attrito statico  $\mu$  incognito) di altezza  $h = 4.2 \text{ m}$  sotto l'azione di una forza uniforme e costante  $F$  orizzontale applicata all'asse del cilindro tramite un giogo di massa trascurabile, come rappresentato in figura. Il modulo di questa forza vale  $F = 20 \text{ N}$ : si osserva che in queste condizioni il cilindro risale sul piano muovendosi di **rotolamento puro**. [Usate il valore  $g = 9.8 \text{ m/s}^2$  per il modulo dell'accelerazione di gravità e ricordate che  $\sin(\pi/6) = 1/2$  e  $\cos(\pi/6) \sim 0.87$ ; considerate trascurabile l'attrito dovuto alla rotazione del cilindro attorno all'asse]



a) Quanto vale, in queste condizioni, il modulo della forza di attrito  $F_A$  tra generatrice del cilindro e piano inclinato?

$F_A = \dots\dots\dots = \dots\dots\dots \text{ N}$

b) Quanto vale l'intervallo di tempo  $\Delta t$  necessario perché il cilindro, partendo da fermo dalla base del piano inclinato, ne raggiunga la sommità?

$\Delta t = \dots\dots\dots \sim \dots\dots\dots \text{ s}$

4. Una certa quantità (incognita) di Elio, un gas monoatomico che può essere considerato perfetto, partecipa ad un ciclo termico composto dalla sequenza di trasformazioni **reversibili**: compressione isoterma  $A \rightarrow B$ , compressione isobara  $B \rightarrow C$ , espansione isoterma  $C \rightarrow D$ , compressione adiabatica  $D \rightarrow A$ . I dati noti del ciclo sono:  $V_A = 9.00$  litri,  $V_B = 2V_A/3$  e  $V_C = V_B/4$ . Si sa inoltre che l'espansione isoterma  $C \rightarrow D$  avviene mantenendo il gas a contatto termico con un termostato costituito da un'enorme massa di acqua e ghiaccio fondente mescolati ed in equilibrio termico fra loro. [Usate  $R = 8.31 \text{ J/(K mole)}$  per la costante dei gas perfetti]

a) Quanto vale il volume  $V_D$  occupato dal gas nel punto D del ciclo?

$V_D = \dots\dots\dots = \dots\dots\dots \text{ m}^3$

b) Sapendo che nell'espansione isoterma  $C \rightarrow D$  viene solidificata una massa  $m = 10 \text{ g}$  di acqua (calore latente di fusione del ghiaccio  $\lambda_F = 3.33 \times 10^5 \text{ J/kg}$ ), quanto vale il numero di moli  $n$  del gas Elio che partecipa alla trasformazione? [Può farvi comodo sapere che  $\ln(48) \sim 3.87$ ]

$n = \dots\dots\dots \sim \dots\dots\dots \text{ moli}$

c) Quanto vale la variazione di entropia  $\Delta S$  del gas nella trasformazione  $A \rightarrow C$  (cioè nella successione di trasformazioni  $A \rightarrow B \rightarrow C$ )?

$\Delta S = \dots\dots\dots = \dots\dots\dots \text{ J/K}$

5. Un lungo solenoide è realizzato con un numero grande  $N$  di spire di filo di resistività trascurabile avvolte in modo da formare una superficie cilindrica di raggio  $a$  ed altezza  $h$  (con  $h \gg a$ ). Il solenoide è collegato ad un generatore di corrente **variabile** la cui intensità  $I(t)$  è funzione del tempo: inizialmente il generatore è spento e non passa corrente; all'istante  $t_0 = 0$  esso viene acceso e l'intensità di corrente cresce in modo **linearmente proporzionale** al tempo fino a raggiungere il valore  $I_0$  all'istante  $t'$ . [Non usate valori numerici, che non ci sono in questo esercizio, ma esprimete la soluzione in funzione dei parametri letterali noti; indicate con  $\mu_0$  la permeabilità magnetica del vuoto]
- a) Come si esprime l'intensità del campo magnetico  $B(t)$  all'interno del solenoide nell'intervallo di tempo  $0, t'$ ? [Sfruttate il fatto che il solenoide è molto lungo e giustificate per bene la vostra risposta in brutta; notate che l'istante  $t'$  non è così piccolo da non poter considerare come "quasi-stazionario" il problema]  
 $B(t) = \dots\dots\dots$
- b) Come si esprime la differenza di potenziale  $V(t)$  misurata ai capi del solenoide?  
 $V(t) = \dots\dots\dots$
- c) Come si esprime, in funzione del tempo, la potenza  $P(t)$  erogata dal generatore?  
 $P(t) = \dots\dots\dots$

---

**Nota:** acconsento che l'esito della prova venga pubblicato sul sito web del docente, <http://www.df.unipi.it/~fuso/dida>, impiegando come nominativo le ultime quattro cifre del numero di matricola, oppure il codice: | | | | (4 caratteri alfanumerici).  
 Pisa, 17/9/2009

Firma: