

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 ($t_0 = 0$)?

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

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.

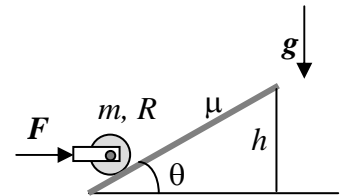
a) Quanto vale il **massimo** valore dell'energia elastica U_{ELA} « accumulata » nelle molle (tutte e due) durante il processo considerato di compressione che segue l'impatto tra i respingenti?

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

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 !]

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

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 μ 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?

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

b) Quanto vale l'intervallo di tempo Δt necessario perché il cilindro, partendo da fermo dalla base del piano inclinato, ne raggiunga la sommità?

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

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?

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

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 $\ln(48) \sim 3.87$]

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

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

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

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 μ_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: