FISICA!

AIF – Olimpiadi di Fisica 2009 Gara Nazionale: PROVA TEORICA – Senigallia – 17 Aprile 2009

PROBLEMA n. 3 – Il volo della pallina

75 Punti

Su un piano orizzontale, un carrello (mostrato in figura 1) si muove con attrito trascurabile verso destra, sotto l'azione di una forza costante $\vec{F}$ orizzontale, di modulo non noto. Sul carrello c'è un'asta verticale su cui è montata un'elettrocalamita che sorregge una pallina di acciaio. La massa delle ruote è trascurabile.

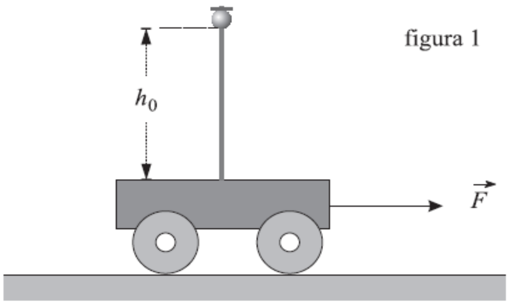


figura 1

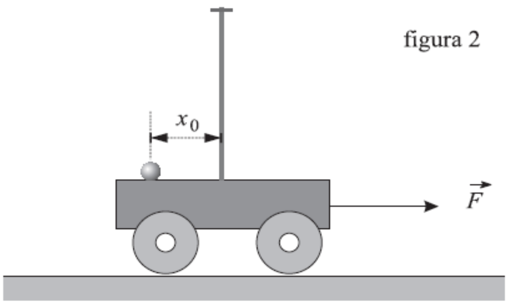


figura 2

L'elettrocalamita può essere azionata a distanza con un telecomando e dunque la pallina può esser fatta cadere a piacimento. In un certo istante del moto, si aziona il telecomando e si osserva la pallina cadere ad una distanza x_0 dal piede dell'asta (vedi figura 2).

Sono note:
- la distanza tra la pallina e il carrello (vedi fig. 1): $h_0 = 25.0\,\mathrm{cm}$;
- la massa del carrello: $M = 200.0\,\mathrm{g}$;
- la massa della pallina: $m = 40.0\,\mathrm{g}$;
- $x_0 = 10.0\,\mathrm{cm}$.

1. Da questi dati determinare il valore numerico dell'accelerazione del carrello prima (a) e dopo (a') il rilascio della pallina.

La velocità del carrello al momento del rilascio della pallina sia $v_0 = 1.50\,\mathrm{m\,s^{-1}}$.

2. Sapendo che l'urto della pallina sul carrello è completamente anelastico, e che dura 5 ms, determinare la velocità del carrello al termine dell'urto.

L'esperimento viene ripetuto (figura 3) eliminando la forza esterna ed inclinando il tavolo di un angolo α rispetto all'orizzontale, tale che il sistema carrello+pallina, a causa della gravità, senta una forza $\vec{F'}$ parallela al piano, di modulo uguale alla forza $\vec{F}$. Il dispositivo di rilascio lascia cadere la pallina nell'istante in cui il carrello inizia a muoversi.

3. Dire se – ed eventualmente come – cambia il punto in cui la pallina cade sul piano del carrello.

4. Determinare la velocità del carrello subito dopo l'impatto con la pallina, supponendo che anche in questo caso l'urto duri 5 ms .

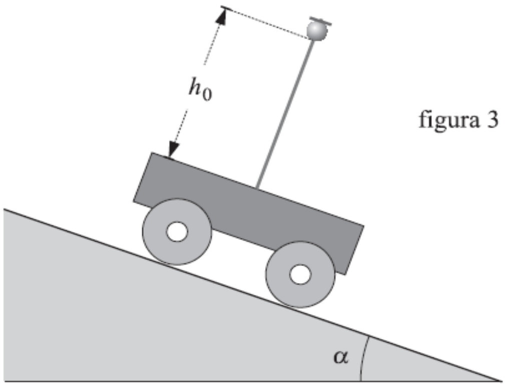
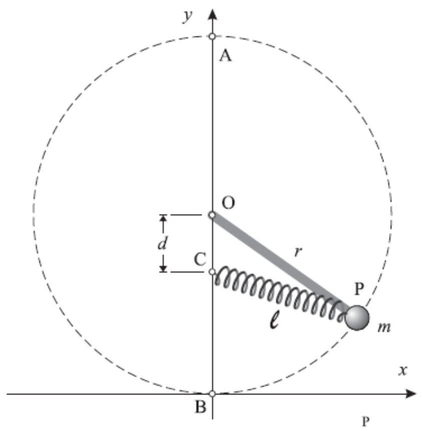


figura 3

P 2 – Asta che ruota con molla [Punti 20]

La figura a sinistra mostra un corpo puntiforme, di massa m, attaccato ad un'estremità di un'asta rigida che può ruotare liberamente in un piano verticale attorno alla sua altra estremità, fissata nel punto O. L'asta ha massa trascurabile e lunghezza r. Il corpo è attaccato anche ad una molla di costante elastica k e lunghezza a riposo ℓ_0, la cui altra estremità è fissata ad un punto C che si trova sulla verticale passante per O, ad una distanza d sotto di esso. La figura mostra anche il sistema di riferimento nel piano verticale che suggeriamo di utilizzare.



Valori numerici:

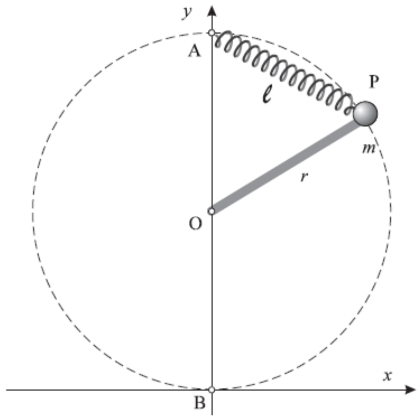
$m = 0.5\,\mathrm{kg}$

$r = 1\,\mathrm{m}$

$k = 22\,\mathrm{N\,m^{-1}}$

$\ell_0 = 0.3\,\mathrm{m}$

$d = 0.3\,\mathrm{m}$



Da quanto detto sopra segue che il punto P in cui si trova il corpo può assumere tutte le posizioni sulla circonferenza di raggio r, fra il punto più in alto, A, e quello più in basso, B. La lunghezza ℓ della molla può variare fra il valore massimo, $r + d$, nel punto A e quello minimo, $r - d$, nel punto B. Dati i valori di r e d riportati sopra, ℓ è sempre maggiore della lunghezza minima ℓ_0, per cui la molla è sempre in trazione.

1. Mostrare che l'equilibrio è instabile nel punto A, è stabile nel punto B e che non esistono altri punti di equilibrio stabile (basta mostrarlo in un punto P qualunque).

2. Ricavare l'espressione dell'energia del corpo in condizioni statiche in un punto P generico e calcolarne il valore nei punti A e B.

3. Supponendo che l'asta venga messa in moto quando si trova nel punto B facendole acquistare una velocità angolare ω, qual è il minimo valore di ω che permette al corpo di raggiungere il punto A?

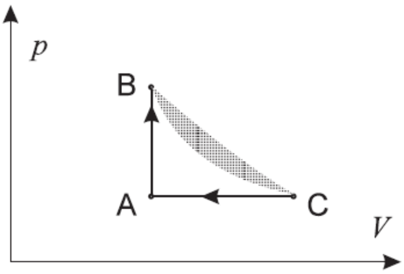
Si consideri adesso la situazione illustrata nella figura a destra, in cui la molla è attaccata al punto A. Le posizioni che il corpo può occupare sono ancora sulla stessa circonferenza. Ci si limiti a considerare quelle per cui la molla è allungata (cioè quelle per cui $\ell > \ell_0$). In questa situazione esistono due altre posizioni di equilibrio (oltre a B), con x diverso da zero, simmetriche rispetto all'asse y.

4. Calcolare il valore dell'angolo $\alpha = \widehat{\mathrm{OAP}}$ che la molla forma con la verticale in una di queste due posizioni.

PROBLEMA n. 2 – Ciclo termodinamico

90 Punti

Una mole di gas perfetto biatomico esegue un ciclo termodinamico composto da un riscaldamento isocoro reversibile, un'espansione adiabatica irreversibile e una compressione isobara, pure reversibile.



- Nello stato iniziale A la temperatura del gas è $T_A = 290\,\mathrm{K}$.
- Per portarsi allo stato B, il gas viene riscaldato fino alla temperatura $T_B > T_A$; il volume del gas viene mantenuto costante.
- Dallo stato B il gas viene fatto espandere rapidamente senza scambio di calore fino allo stato C in cui il volume del gas è $V_C = 2V_A$ e la pressione è $p_C = p_A$.
- Il ciclo viene chiuso raffreddando il gas in modo da riportarlo alla temperatura iniziale T_A mentre la pressione del gas resta costante.

Mentre il volume del gas nello stato B è fissato, la sua temperatura può essere scelta a piacere, purché sia più alta di T_A.

1. Calcolare la temperatura dello stato C e la quantità totale di calore che il gas cede alle sorgenti per realizzare la trasformazione $C \to A$.

2. Calcolare l'intervallo entro cui può essere scelto il valore della temperatura dello stato B, T_B, in modo tale che il ciclo possa essere realizzato fisicamente.

Al variare della temperatura T_B nell'intervallo trovato sopra, si osserva che l'energia scambiata sotto forma di lavoro tra il gas e l'ambiente cambia segno; si dirà che il ciclo ha carattere **termico** se il gas fa lavoro sull'ambiente mentre al contrario ha carattere **frigorifero**.

3. Determinare per quali valori della temperatura di B il ciclo è di tipo frigorifero e per quali si tratta di un ciclo termico.

4. Determinare come variano il rendimento del ciclo termico e l'efficienza frigorifera (definita come rapporto $Q_1/|L|$ dove Q_1 è il calore effettivamente assorbito ed L il lavoro utilizzato nel ciclo) nell'intervallo di temperature di B trovate. Tracciare due grafici che mostrano l'andamento delle funzioni così ottenute, in funzione di T_B, dopo averne calcolato i valori estremi.

Nota. Con riferimento alla domanda 2 si richiamano le definizioni di energia interna e di entropia:

a) L'energia interna U di un gas perfetto è una variabile di stato la cui variazione è definita da

$$\Delta U = Q - L$$

dove Q ed L indicano, rispettivamente, il calore assorbito e il lavoro compiuto sull'esterno.

b) L'entropia S di una gas perfetto è una variabile di stato per cui vale la relazione

$$\Delta S = nR \ln \frac{V_f}{V_i} + n\, c_V \ln \frac{T_f}{T_i}$$

dove i ed f indicano lo stato iniziale e lo stato finale di una trasformazione qualsiasi effettuata dal gas e c_V il *calore molare* a volume costante.

AIF – Olimpiadi di Fisica 2008 Gara Nazionale: PROVA TEORICA – Senigallia – 18 Aprile 2008

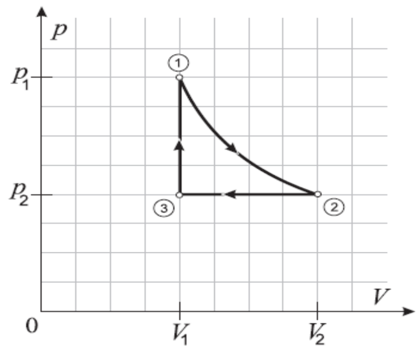
PROBLEMA n. 2 – Tri-ciclo. . . termodinamico

35 Punti

La figura rappresenta un ciclo termodinamico cui è sottoposto un sistema di n moli di un gas perfetto monoatomico.

Il volume del gas è inizialmente raddoppiato mediante una trasformazione isoterma quasi statica 1–2, e successivamente viene riportato al valore iniziale con una compressione isobara quasi statica 2–3. Infine, con un riscaldamento durante il quale il volume rimane costante, il sistema viene riportato allo stato iniziale.

- Calcolare il rendimento di un'ipotetica macchina termica che segua questo ciclo termodinamico.



AIF – Olimpiadi di Fisica 2004 Gara di 2° Livello – Prima parte: QUESITI – 13 Febbraio 2004

Quesito 10

Un recipiente contiene dell'elio che espande a pressione costante mentre gli vengono trasferiti dall'esterno 15 kJ di energia sotto forma di calore.

- Di quanto varia l'energia interna del gas durante il processo?

AIF – Olimpiadi di Fisica 2008 Gara di 2° Livello – Seconda parte: PROBLEMI – 13 Febbraio 2008

Problema 3 Onde in arrivo

[10 punti]

Un osservatore misura l'intensità delle onde provenienti da una certa sorgente puntiforme e isotropa, trovando il valore di $2.4\,\mathrm{mW\,m^{-2}}$. L'osservatore si dirige verso la sorgente, percorrendo un tratto di $3.5\,\mathrm{m}$, e trova che in questa posizione l'intensità delle onde è $4.11\,\mathrm{mW\,m^{-2}}$.

1. A quale distanza si trovava all'inizio l'osservatore?

2. Qual è la potenza della sorgente?

OLIMPIADI DI FISICA 2007

9 Febbraio 2007

Gara di 2° Livello – Seconda parte: PROBLEMI

Problema 1 Due sorgenti sonore. [20 punti]

Due sorgenti sonore puntiformi, S_1 ed S_2, emettono onde sinusoidali con la stessa frequenza di 430 Hz. La velocità di propagazione è $344\,\mathrm{m\,s^{-1}}$. Le due sorgenti sono in fase tra loro ed hanno la stessa potenza.

1. Qual è lo sfasamento con cui le onde provenienti dalle due sorgenti arrivano in un punto P situato a 2.4 m da S_1 e a 3.6 m da S_2?

2. Se nel punto P l'ampiezza delle onde provenienti da S_2 è A_2, qual è (in funzione di A_2) l'ampiezza delle onde provenienti da S_1?

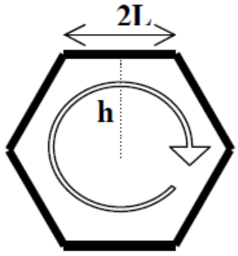
3. Qual è (sempre in funzione di A_2) l'ampiezza dell'onda risultante?

4. Se l'intensità delle onde nel punto P è di $2.0\times10^{-6}\,\mathrm{W\,m^{-2}}$, quale diventerebbe l'intensità se si spegnesse la sorgente S_2?

Problema 14.

Una spira conduttrice, a forma di esagono regolare di lato 2L=20 cm, è percorsa da una corrente i=12 A. Determinare:

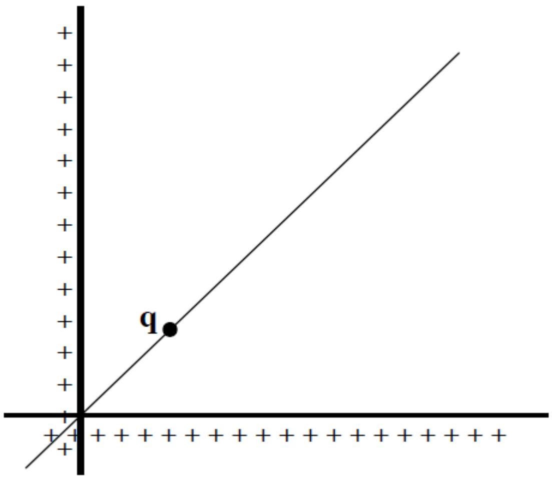
1. la FEM necessaria a mantenere la corrente, sapendo che la spira è composta da un filo di rame di diametro d=1 mm
2. Il campo magnetico B generato al centro della spira.



Problema 5.

Due fili isolanti molto lunghi, carichi positivamente con densità di carica uniforme $\lambda = 8nC/m$ si incrociano ad angolo retto. Una particella di carica positiva $q = 2\mu C$ e massa $m = 1.2g$ si trova inizialmente ferma nella posizione $P(x_1 = y_1 = 0.1m)$.
Calcolare

1. L'intensità del campo elettrico generato dalla coppia di fili nel punto P
2. La forza che la particella subisce nel punto P
3. La velocità della particella dopo che ha percorso la distanza $d = 0.75m$



Problema 7.

Tre lamine metalliche quadrate parallele, di lato L=120cm, sono poste a distanza h=1.1 cm una dall'altra. Tra le lamine vi sono due sostanze dielettriche, con costanti dielettriche relative k_1=2.1 e k_2=1.7. Le due lamine esterne sono connesse ad un generatore che le mantiene alla tensione V_0=120V. Determinare:

1. Quale è la capacità totale del sistema.
2. Quanto vale il campo elettrico E_1 nel dielettrico 1.
3. Quale è la variazione di energia elettrostatica se i due dielettrici vengono estratti.