Esame di Fisica I - Fisica Generale

A.A. 2013-2014

23 Luglio 2014

1 Problema di meccanica

Consideriamo un piano inclinato di un angolo α rispetto all'orizzontale e di lunghezza L=OA. Si nota g l'accelerazione terrestre, e si usa il sistema di riferimento (Ox,Oy) come indicato sulla figura.

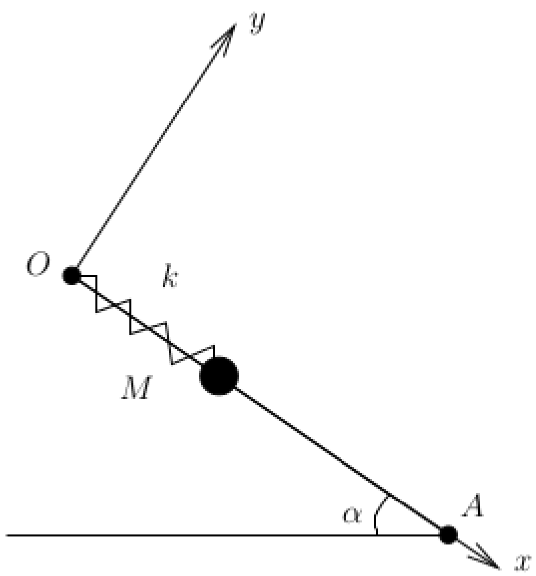


Figure 1: Massa attaccata ad una molla

Massa attaccata ad una sola molla

Una molla, di lunghezza al riposo ℓ_0 e di costante elastica k è fissata al punto O. Alla sua altra estremità è attaccato un punto materiale M di massa m (v. figura 1). Si suppone in un primo tempo che gli effetti di attrito e la massa della molla sono trascurabili.

1. Rappresentare uno schema delle varie forze che sono esercitate sul punto M.
2. Calcolare la lunghezza di equilibrio ℓ_{eq} della molla in funzione dei dati del problema.

Adesso si supponga che ci sia attrito fra il punto M e il piano inclinato. Si tiri il punto M finchè non raggiunge la lunghezza ℓ superiore a ℓ_{eq} calcolata precedentemente. Per via della forza di attrito, il punto M rimane in questa posizione anche quando non è più trattenuto. Si noti μ_s il coefficiente di attrito statico.

1. Rappresentare le forze che si esercitano sul punto M.
2. Sapendo che M è immobile, dimostrare che il modulo della forza di attrito si scrive:

$$f_a = k(l - l_{eq}) \tag{1}$$

3. Dimostrare che M rimanga in equilibrio finchè la distanza ℓ non diventa superiore ad una distanza limite ℓ_c che deve essere determinata in funzione di μ_s, k, α, m, g e ℓ_{eq}.

Massa attaccata a due molle

Di nuovo, trascuriamo l'attrito fra il punto M e il piano. Una seconda molla, di lunghezza al riposo ℓ' e di costante elastica k', è attaccata alla seconda estremità del piano inclinato come rappresentato sulla figura 2.

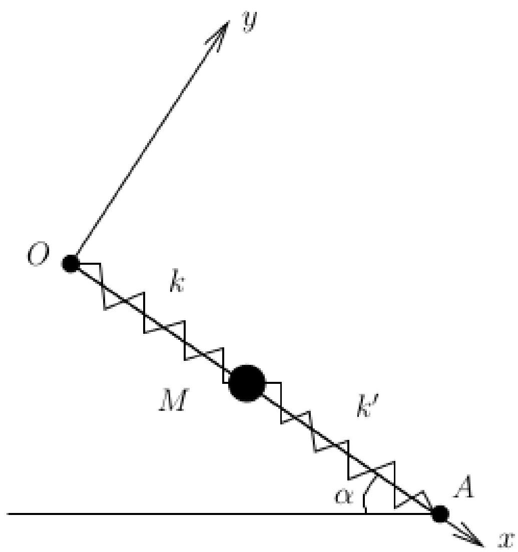


Figure 2: Massa attaccata a due molle

1. Fare di nuovo lo schema delle forze che si esercitano sul punto M.
2. Quali sono le forze conservative ? Scrivere l'energia potenziale associata a ciascuna.
3. L'energia potenziale del punto M, localizzato dalla sua assisse x, è data dall'espressione:

$$E_p(x) = -mgxsin\alpha + \frac{1}{2}k(x-\ell_0)^2 + \frac{1}{2}k'(L-x-\ell_0')^2 + C \tag{2}$$

dove C è una costante. Quall'è la posizione di equilibrio x_{eq} del punto M ? si tratta di equilibrio stabile ?

4. Si suppone adesso che M non è più in equilibrio. Applicando la conservazione de l'energia, dimostrare che il moto del punto M segue un'equazione del tipo:

$$\frac{d^2x}{dt^2} + \omega^2 x = B \tag{3}$$

5. Determinare ω e di B in funzione dei dati del problema.
6. Giustificare le dimensioni di ω e B, e discutere la loro interpretazione fisica. Scrivere la forma generale della soluzione dell'equazione del moto.

2 Problema sulle onde

Propagazione di onde circolari sulla superficie dell'acqua

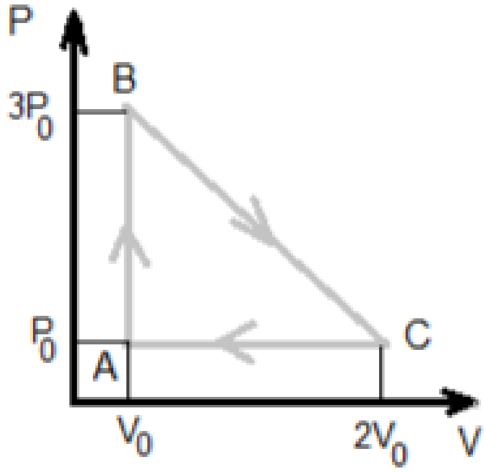
Un vibratore crea, in un punto S, un'onda progressiva periodica sulla superficie dell'acqua di un contenitore. La sua frequenza è $\nu = 12$Hz. Si creano dei rilievi circolari concentrici dei quali il raggio aumenta. In un determinato istante, la distanza fra due rilievi consecutivi è di $d = 12$cm.

1. Quali sono i valori della lunghezza d'onda e della velocità di propagazione ?
2. Si posano sulla superficie dell'acqua 3 palline galleggianti A,B e C rispettivamente a distanza

di 24 cm, 30 cm e 42 cm dal vibratore.
2.1. Confrontare i moti delle palline con il moto del punto S.
2.2. Confrontare i moti delle palline tra di loro.

3 Problema di termodinamica

Rendimento di un ciclo reversibile triangolare



Ricordiamo che il rendimento η di un motore termico è definito dal rapporto del lavoro prodotto all'esterno e dalla somma di tutte le quantità di calore positive ricevute durante il ciclo.

Consideriamo una mole di un gas perfetto monoatomico che subisce il ciclo triangolare di trasformazione così descritto.

1. Dare l'espressione dei valori delle capacità specifiche C_V e C_P per questo gas.
2. Calcolare in funzione di V_0 e P_0, le temperature T_A, T_B e T_C di ogni stato A, B e C.
3. Determinare le quantità di calore e i lavori scambiati fra il gas e l'esterno durante le trasformazioni AB e CA in funzione di P_0V_0.

Studio della trasformazione BC

4. Dimostrare che il segno del calore scambiato rimane sempre uguale durante i processi AB e CA.
5. Scrivere l'equazione della retta (B, C) nel piano P, V
5. Determinare il lavoro scambiato durante la trasformazione BC in funzione di P_0V_0.
6. Calcolare δQ, il calore scambiato durante la trasformazione infinitesimale lungo BC quando il volume passa da V a $V + dV$, (si può scrivere δQ in funzione di dV solamente. Si ricordi che dall'equazione di stato si può scrivere: $RdT = PdV + VdP$)
7. In base ai punti precedenti, dedurre che esiste lungo BC un punto D (si noti V_D il volume corrispondente) in cui lo scambio di calore cambia di segno. Dimostrare che $V_D = \frac{25}{16}V_0$.

Calcolo del rendimento

8. Calcolare la somma di tutte le quantità di calore positive in funzione di P_0V_0.
9. Calcolare il rendimento η di questo motore.