Esame di Fisica I - Fisica Generale

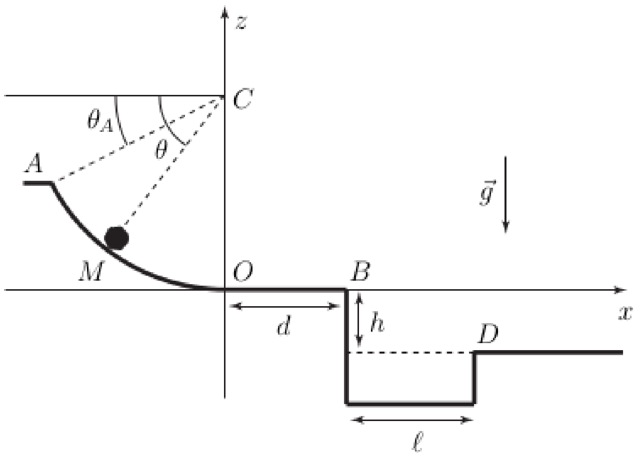
Laurea Triennale in Matematica

A.A. 2013-2014

Prova scritta del 4 Settembre 2014 - durata : 2 ore.

1 Problema di meccanica

Uno sciatore decide di andare fuori pista. Si ritrova a scendere lungo un arco di cerchio (AO) con raggio $CA = CO = R$. La discesa prosegue con una sezione orizzontale che sbuca su un crepaccio di larghezza ℓ (v. figura). Lo sciatore, che parte dal punto A senza velocità iniziale, stima che avrà una velocità sufficiente al punto B per saltare il crepaccio. Lo sciatore è assimilato ad un punto materiale M di massa m e si suppone che non risenta l'attrito viscoso dell'aria. Si prenda l'origine del sistema di riferimento in O, e sia nota $\vec{g}$ l'accelerazione di gravità terrestre.



Discesa sul arco AO

In questa parte si trascura l'attrito fra gli sci e la neve. La posizione dello sciatore è definito dal l'angolo θ con l'orizzontale. θ_A è il valore del angolo nel punto iniziale.

1. Fare lo schema delle forze che si applicano sullo sciatore.
2. Quali sono le forze conservative e quelle non conservative? L'energia meccanica è conservata? giustificare la risposta.
3. Esprimere l'altezza z dello sciatore quando si trova in un punto qualunque fra A e O in funzione di R e θ.
4. Esprimere l'energia potenziale dello sciatore in funzione di m, R, g e θ in un punto qualunque del suo spostamento fra A e O. Useremo la convenzione che l'energia potentiale è nulla nel punto O.
5. Usando la conservazione dell'energia, determinare la velocità v_0 in O in funzione di g, R e θ_A.

Moto sulla sezione orizzontale OB di lunghezza d

Lo sciatore arriva adesso sulla parte orizzontale OB di lunghezza d. Su questa parte consideriamo anche la forza di attrito μ_c è il coefficiente di attrito dinamico.
1. Disegnare le forze che si applicano sullo sciatore sul tratto OB.
2. Usando il principio fondamentale della dinamica, esprimere la forza di attrito in funzione di m, g e μ_c.
3. Calcolare il lavoro della forza di attrito durante lo spostamento da O a B. Giustificare il segno.
4. Con considerazioni energetiche, determinare la velocità v_B dello sciatore quando arriva sul

bordo del crepaccio in funzione di v_0, g, d e μ_c.

Caduta libera

Lo sciatore lascia la pista al punto B con una velocità iniziale v_B. Tutte le forze di attrito sono trascurate in questa parte del moto. Il punto B si trova ad un'altezza h rispetto all'altro bordo del crepaccio.
1. Applicando il principio della dinamica, dare le espressioni dell'accelerazione $\vec{a}(t)$, della velocità $\vec{v}(t)$ e della posizione $\overrightarrow{OM}(t)$ dello sciatore nel sistema di riferimento definito in figura.
2. Dare l'equazione della traiettoria z=f(x) dello sciatore.
3. Supponendo che lo sciatore superi il crepaccio, dare la posizione x_s del suo punto di atterraggio in funzione di v_B, g, h e d.
4. Dedurre il valore minimo di v_B in funzione di g, h e ℓ perchè lo sciatore superi realmente il crepaccio.

2 Urto

Una pallina di massa $m_1 = 200$ g entra in collisione con un'altra pallina di dimensioni identiche ma di massa $m_2 = 400$ g. Prima della collisione, la pallina 1 si spostava lungo l'asse x con una velocità di 15 m/s, mentre la pallina 2 si spostava lungo l'asse y con la velocità di 10 m/s. Dopo la collisione, la pallina 1 parte nella direzione positiva dell'asse y.

1. Quali sono le quantità conservate prima e dopo l'urto ?
2. Calcolare la velocità delle due palline (norma e direzione, o componenti delle velocità lungo i due assi), considerando che la collisione è perfettamente elastica.

3 Termodinamica : condizione di equilibrio

Si considera un cilindro rigido di volume totale $V_{TOT} = 30$ l, separato in due compartimenti A e B con un pistone mobile senza attrito, inizialmente bloccato. Le pareti del pistone sono diatermane (trasmettono il calore). I due compartimenti, che contengono ciascuno 1 mole di gas perfetto monoatomico, sono a contatto con un termostato che mantiene la temperatura costante $T_A = T_B = T_0 = 300$ K. Siano noti V_A, V_B i volumi di A e B durante le trasformazioni. Il pistone è liberato e evolve molto lentamente verso lo stato di equilibrio. I due sistemi A e B subiscono le seguenti trasformazioni isoterme:

$$A : (T_0, V_A^0 = 20L, P_A^0) \rightarrow (T_0, V_A^1, P_A^1)$$
$$B : (T_0, V_B^0 = 10L, P_B^0) \rightarrow (T_0, V_B^1, P_B^1)$$

Anche se la trasformazione è irreversibile, si potrà definire la pressione e la temperatura in ogni istante della trasformazione.

1. Calcolare le pressioni nello stato iniziale. Dare una condizione sulle pressioni nello stato finale, e una relazione fra i volumi V_A^1 e V_B^1. Calcolare i valore numerici di V_A^1, V_B^1, P_A^1 e P_B^1.
2. Calcolare il lavoro per il sistema A, con particolare attenzione alla definizione del sistema.
3. Calcolare il calore scambiato per il sistema A.
4. Calcolare la variazione di entropia ΔS_A per il sistema A.
5. Calcolare i valore dei termini di entropia di scambio (S_e) e di creazione (σ) per il sistema A.