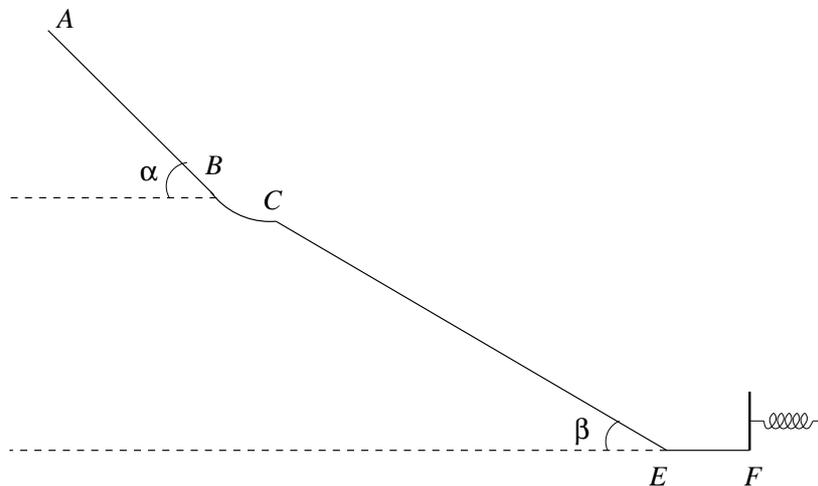


FACOLTÀ DI SCIENZE MATEMATICHE, FISICHE E NATURALI
Corso di Laurea di I Livello in Biotecnologie
Esame di FISICA - Prova scritta - 30 agosto 2004

Lo studente dia la soluzione di un congruo numero dei seguenti problemi e/o quesiti a sua scelta; la prova scritta viene superata conseguendo una votazione $\geq 15/30$. Gli studenti che hanno superato la prova scritta con un voto $\geq 21/30$ potranno chiedere di essere esonerati dal sostenere la prova orale, confermando il voto ottenuto nello scritto, se hanno svolto in modo accettabile almeno qualcuna delle domande relative ad ognuno dei tre gruppi M, T ed E, all'inizio di ognuno dei quali è riportato il relativo punteggio totale.

- M (27/30) Uno sciatore (assimilabile ad un punto materiale di massa m) partecipa ad una gara di salto con gli sci. Il trampolino della gara è schematizzato in figura: è composto da un primo tratto rettilineo con pendenza costante AB , inclinato di un angolo α rispetto all'orizzontale, seguito da un tratto composto da un arco di circonferenza BC di raggio r , tale che la pendenza del trampolino si annulli in C ; vi è poi un tratto rettilineo CE con pendenza inferiore alla precedente (cioè inclinato di un angolo $\beta < \alpha$ rispetto all'orizzontale); la pista termina con un tratto orizzontale EF . Il dislivello complessivo del percorso è pari a h . Alla fine del percorso, nel punto F , si trova una rete di protezione elastica schematizzabile come un respingente a molla.



Lo sciatore parte da fermo in A . Noti i valori di $m = 80$ kg, $h = 200$ m, $r = 50$ m, $\alpha = 45^\circ$, $\beta = 30^\circ$, le quote dei punti $h_B = 144.6$ m e $h_C = 130$ m, e supponendo per il momento che si possa trascurare l'attrito lungo tutto il percorso:

- Calcolare la velocità v_C con la quale lo sciatore raggiunge il punto C ;
- Determinare l'accelerazione a_C dello sciatore nel punto C ;
- Calcolare la forza vincolare esercitata dal trampolino quando lo sciatore transita nel punto C ;
- Se, invece che partire da fermo, lo sciatore parte con una velocità iniziale $v \neq 0$ parallela alla pista, calcolare il massimo valore v_{\max} del modulo di questa velocità che gli permette di atterrare, dopo il salto, nel tratto inclinato della pista.

Si supponga adesso che vi sia attrito, con coefficiente di attrito dinamico $\mu = 0.05$, lungo tutti i tratti rettilinei e inclinati del percorso, AB e CE , e che invece il tratto curvo del trampolino BC e quello orizzontale finale della pista, EF , siano ancora lisci.

Nell'ipotesi che lo sciatore parta da fermo in A , determinare:

- Il lavoro compiuto dalla forza di attrito prima del salto;
- La velocità \bar{v} con la quale viene adesso raggiunto il punto C ;
- La quota h_P del punto P nel quale lo sciatore atterra dopo il salto, verificando che vale 40.36 m;
- La velocità u dello sciatore, alla fine del salto, immediatamente prima di atterrare;
- La velocità w dello sciatore immediatamente dopo l'atterraggio, supponendo che nell'atterraggio lo sciatore ammortizzi il colpo riuscendo ad annullare la componente della velocità ortogonale alla pista;

- l) L'accelerazione dello sciatore immediatamente dopo l'atterraggio;
- m) La velocità v_E con la quale lo sciatore raggiunge il punto E dove la pista diventa piana;
- n) Il minimo valore della costante elastica k_{\min} della rete di protezione necessaria perché quest'ultima si deformi di una lunghezza non superiore a $\Delta\ell = 10$ m;
- o) Il massimo valore della costante elastica k_{\max} affinché in caso di urto lo sciatore sia soggetto ad un'accelerazione non superiore a $4g$;
 Nelle ultime due domande si calcolino k_{\min} e k_{\max} prima in funzione del modulo della velocità v_F dello sciatore in F , e quindi se ne determini il valore numerico ricavando il valore di v_F dalla risposta alla domanda m).

- T (16/30)
- 1 Tre moli di gas perfetto monatomico (calore specifico molare a volume costante $c_V = 1.5R$) subiscono una trasformazione termodinamica dallo stato iniziale A a quello finale C costituita da due successive trasformazioni quasi statiche, AB a pressione costante e BC a volume costante. Sapendo che $T_A = 300$ K, $p_A = 300$ kPa, $V_B = V_A/4$ e che $p_C = 3p_B$:
 - a) Calcolare il calore scambiato dal gas nelle due trasformazioni AB e BC ;
 - b) Calcolare il lavoro compiuto dal gas nelle stesse due trasformazioni;
 - c) Determinare il lavoro scambiato dal gas con l'ambiente se si riporta il gas dallo stato C a quello A con una trasformazione adiabatica;
 - d) Determinare il calore scambiato dal gas con l'ambiente se invece si riporta il gas dallo stato C a quello A con una trasformazione quasi statica rappresentata dal segmento rettilineo CA in un diagramma pV ;
 - e) Determinare il rendimento del ciclo ABC ottenuto con le trasformazioni descritte in d).
 - 2 Una macchina termica lavora scambiando calore con due termostati (il primo, C , a temperatura $t_C = 150$ °C e l'altro, A , a temperatura ambiente t_a) e deve fornire una potenza $P = 1$ kW.
 - a) Se il rendimento della macchina è pari al 10% quanta energia trasferisce ogni secondo il termostato C alla macchina?
 - b) Se la temperatura ambiente è, in media, pari a 5 °C in inverno e 25 °C in estate, di quanto varierebbe fra inverno ed estate il consumo energetico per unità di tempo della macchina se essa fosse reversibile?
 - c) Se la macchina, oltre ad essere reversibile, avesse come fluido lavorante una mole di gas perfetto che raddoppia il suo volume nel corso dell'espansione isoterma, quanti cicli al secondo dovrebbe compiere in estate e quanti in inverno?
 - d) Sempre nell'ipotesi che la macchina fosse reversibile, il suo contributo al surriscaldamento dell'ambiente sarebbe maggiore in estate o in inverno?

- E (11/30)
- 1 Una carica $Q = 2$ μC è depositata uniformemente su di un segmento di lunghezza $L = 5$ m. Ricordando che $\epsilon_0 = 8.85 \times 10^{-12}$ C²N⁻¹m⁻²:
 - a) Calcolare il campo elettrico prodotto dal filo in un punto P a distanza $d = 1$ cm dal segmento carico e lontano dagli estremi del filo;
 - b) Posta una carica puntiforme $q = 3 \times 10^{-8}$ C di massa $m = 2$ g nel punto P , attaccata ad una molla di lunghezza a riposo nulla, il cui altro estremo è fissato al punto R del segmento carico tale che PR sia perpendicolare al segmento, calcolare quale dev'essere la costante elastica della molla perché la carica puntiforme sia in equilibrio, in assenza di gravità;
 - c) Determinare con quale velocità la carica q , sempre attaccata alla molla, raggiunge nuovamente il punto P se viene abbandonata immobile nel punto S posto sul prolungamento di RP e tale che $SR = 2RP$.
 - 2 Una sferetta di massa $m = 1$ g e di carica $q = 5$ μC è sospesa al soffitto di una stanza mediante un filo ideale. Ricordando che $\epsilon_0 = 8.85 \times 10^{-12}$ C²N⁻¹m⁻²:
 - a) Se si avvicina una carica puntiforme Q alla sferetta, a distanza $d = 1$ mm da essa ed alla stessa quota, si osserva che la sferetta è in equilibrio quando il filo forma un angolo $\alpha = 45^\circ$ con la verticale discendente. Calcolare il valore della carica Q ;
 - b) Calcolare il valore di Q se la sferetta è in equilibrio come nel caso precedente, ma la carica Q , invece di essere puntiforme, è depositata su di una lamina quadrata piana verticale, di lato $\ell = 1$ m, ortogonale al piano verticale contenente il filo e a distanza $d = 1$ mm dalla sferetta (che è lontana dai bordi della lamina quadrata).