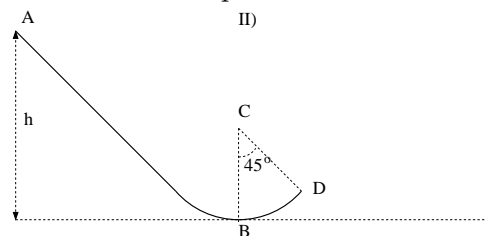
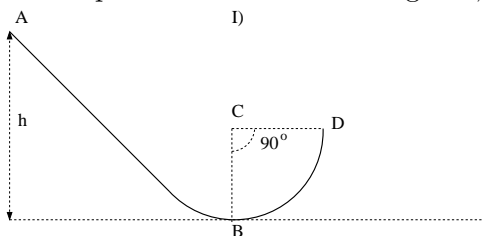


Lo studente dia la soluzione di un congruo numero dei seguenti problemi e/o quesiti a sua scelta; la prova scritta viene superata conseguendo una votazione  $\geq 15/30$ . Gli studenti che hanno superato la prova scritta con un voto  $\geq 21/30$  potranno chiedere di essere esonerati dal sostenere la 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)
- 1 Un binario orizzontale è perfettamente liscio (cioè privo di attrito) in un tratto compreso fra i punti  $S$  e  $P$  e scabro, con coefficiente di attrito  $\mu = 0.2$ , nel tratto  $PT$ , con  $T$  dalla parte opposta di  $S$  rispetto a  $P$ . Sul tratto  $SP$  si muove, da  $S$  verso  $P$ , con velocità  $v_0 = 6$  m/s un oggetto  $A$  di massa  $m = 250$  g che va ad urtare contro un oggetto  $B$  di massa doppia inizialmente fermo nel punto  $P$  del binario. Supponendo che l'urto sia completamente anelastico:
    - a) Determinare la velocità con cui si muovono  $A$  e  $B$  nell'istante immediatamente successivo all'urto;
    - b) Determinare il lavoro compiuto dalla forza di attrito per arrestare  $A$  e  $B$  dopo l'urto;
    - c) Determinare la distanza percorsa da  $A$  e  $B$  sul tratto  $PT$  prima di fermarsi;
    - d) Se  $A$  è stato inizialmente messo in movimento da un cannone a molla compresso di un tratto  $\Delta l = 20$  cm, determinare la costante elastica della molla.
  - 2 Un oggetto di massa  $m = 200$  g è appoggiato su un piano orizzontale e vincolato ad un punto fisso del piano con un filo ideale di lunghezza  $L = 80$  cm inizialmente teso. Ad un certo istante all'oggetto viene impressa una velocità  $\mathbf{v}_0$ , di modulo  $v_0 = 4$  m/s, perpendicolare alla direzione del filo:
    - a) Se il piano è privo di attrito, determinare il moto successivo dell'oggetto e calcolare il modulo della tensione del filo;

Se invece il piano ha attrito, descritto dal coefficiente  $\mu = 0.03$ , descrivere il moto dell'oggetto, determinando in particolare:

    - b) Il modulo della velocità dell'oggetto dopo che è trascorso un tempo  $\tau = 10$  s dall'inizio del moto;
    - c) Il lavoro compiuto dalla forza di attrito nel tempo  $\tau$ ;
    - d) La tensione del filo dopo che è trascorso il tempo  $\tau$  dall'inizio del moto;
    - e) La lunghezza del cammino percorso dall'oggetto prima di fermarsi.
  - 3 Un binario giacente su un piano verticale può avere la forma indicata nelle figure I) e II) sottostanti. Su di esso si muove senza attrito un oggetto, assimilabile ad un punto materiale, di massa  $m$  che viene lasciato libero di muoversi, in quiete, appoggiato nel punto  $A$  del binario e che abbandona quest'ultimo una volta giunto nel punto  $D$ . Scelto un sistema di riferimento centrato nel punto  $B$  e noti la quota  $h = 2$  m del punto  $A$ , il raggio  $R = CB = 50$  cm dell'arco di circonferenza e la massa  $m = 150$  g dell'oggetto determinare:
    - a) La forza vincolare applicata dalla guida all'oggetto quando questo si trova nel punto  $B$ ;
    - b) La velocità  $\mathbf{v}_D$  con la quale l'oggetto abbandona la guida nei due casi I) e II);
    - c) L'accelerazione  $\mathbf{a}_D$  dell'oggetto nel punto  $D$ , quando è ancora appoggiato alla guida, nei due casi I) e II);
    - d) La massima quota raggiunta dall'oggetto dopo aver abbandonato la guida nei due casi I) e II);
    - e) Il modulo e le componenti orizzontale e verticale della velocità dell'oggetto quando questo, dopo aver abbandonato la guida, ritorna ad avere la stessa quota di  $C$  nei due casi I) e II);



- T (16/30)
- 1 Due moli di gas perfetto monoatomico effettuano una trasformazione termodinamica composta, nell'ordine, da: una espansione isobara  $AB$ , una espansione isoterma  $BC$  ed una trasformazione isocora  $CD$ . Noti i valori  $T_A = 250$  K,  $P_A = 10^5$  Pa,  $V_B = \frac{5}{2}V_A$ ,  $V_C = 2V_B$ ,  $Q_{CD} = -9348.75$  J e assumendo per la costante dei gas perfetti il valore  $R = 8.31$  J/K:
    - a) Calcolare il lavoro fatto dal gas nelle trasformazioni  $AB$  e  $BC$ ;
    - b) Calcolare il calore scambiato dal gas nelle trasformazioni  $AB$  e  $BC$ ;
    - c) Determinare la variazione di energia interna del gas nella trasformazione complessiva da  $A$  a  $D$ ;
    - d) Sulla base del risultato del quesito c) dire se è possibile riportare il gas da  $D$  ad  $A$  con una trasformazione isoterma;
    - e) Se la risposta al precedente quesito è positiva, calcolare il rendimento del ciclo così ottenuto;
  - 2 Una macchina termica lavora scambiando calore con solo due termostati: il più caldo costituito da acqua in ebollizione in condizioni di pressione standard e l'altro costituito da una miscela di acqua e ghiaccio in equilibrio. Per ogni ciclo la macchina produce un lavoro  $L = 160$  J e cede una quantità di calore  $Q_F = 720$  J. Ricordando che il calore latente di fusione del ghiaccio vale  $\lambda = 333 \cdot 10^3$  J/kg, determinare:
    - a) Se la macchina è reversibile o no;
    - b) Quanto ghiaccio si scioglie per ogni ciclo di funzionamento della macchina;
    - c) Quanto ghiaccio si scioglie in un'ora se la macchina eroga una potenza  $P = 320$  W;
    - d) Quanto ghiaccio si scioglie per ogni ciclo compiuto dalla macchina se il lavoro da essa prodotto viene interamente utilizzato per far funzionare contemporaneamente fra gli stessi due termostati una macchina reversibile a ciclo invertito.
- E (9/30)
- 1 Nel tubo catodico di un televisore, di lunghezza  $L = 50$  cm, è presente un campo elettrico costante, parallelo al tubo, di modulo  $E = 20$  kV/m. All'inizio del tubo vengono prodotti elettroni in quiete.  
Ricordando che la carica dell'elettrone è  $-e$ , con  $e = 1.60 \times 10^{-19}$  C e che la sua massa è pari a  $10^{-30}$  kg:
    - a) Calcolare la velocità  $v_e$  degli elettroni alla fine del tubo;
    - b) Calcolare l'energia dissipata in un'ora dall'urto degli elettroni sullo schermo posto alla fine del tubo, assumendo che l'urto sia completamente anelastico (cioè che gli elettroni si arrestino nello schermo) e che la sorgente di elettroni sia capace di produrre  $10^5$  elettroni al secondo.
  - 2 Secondo il modello di Bohr, un atomo di idrogeno è composto da un elettrone puntiforme, di carica  $-e$ , che si muove di moto circolare uniforme attorno ad un nucleo, anch'esso puntiforme, di carica  $e$ . Non tutti i raggi delle orbite sono possibili, ma solo quelli tali che  $r = n^2 a_0$ , con  $n = 1, 2, 3, \dots$ , e  $a_0 = 5.29 \times 10^{-11}$  m.  
Ricordando che  $e = 1.60 \times 10^{-19}$  C e che  $\varepsilon_0 = 8.85 \times 10^{-12}$  C<sup>2</sup>N<sup>-1</sup>m<sup>-2</sup>:
    - a) Calcolare la forza che il nucleo esercita sull'elettrone quando questo si muove sulla prima orbita ( $n = 1$ );
    - b) Calcolare l'energia potenziale dell'elettrone in una qualsiasi delle orbite permesse come funzione di  $n$  (assumendo che l'energia potenziale sia zero quando l'elettrone si trova a una distanza infinita dal nucleo) e determinarne il valore numerico per  $n = 1$ ;
    - c) Fissato un certo istante, e prendendo ancora  $n = 1$ , calcolare il campo elettrico presente nel punto medio del raggio che unisce il nucleo all'elettrone e nel punto diametralmente opposto all'elettrone rispetto al nucleo.