

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 (22/30) 1 Un autotreno, composto da una motrice di massa $M_1 = 20 \text{ t}$ e da un rimorchio di massa $M_2 = 10 \text{ t}$, si muove su di una strada rettilinea che è piana fino al punto A , quindi sale fino al punto B (di altezza $h = 50 \text{ m}$ rispetto ad A) con pendenza costante $\alpha = 20^\circ$, poi è di nuovo piana fino a C , e quindi scende di nuovo con pendenza $\beta = 10^\circ$ fino al punto D , alla stessa quota di A .
Mentre l'autotreno sale lungo il tratto AB , l'autista preme sull'acceleratore: ciò si traduce nel fatto che all'autotreno è applicata una forza costante \mathbf{F} , parallela alla strada e diretta da A verso B . Calcolare:
- Per quale valore F_c del modulo di F l'autotreno si muove lungo il tratto AB con velocità costante;
 - La forza \mathbf{T} esercitata fra la motrice ed il rimorchio se $F = F_c$;
 - Se $F = \frac{2}{3}F_c$, il minimo valore v_{\min} della velocità che l'autotreno deve avere in A per poter raggiungere B ;
 - Se $F = \frac{3}{2}F_c$, il valore v_B della velocità con cui l'autotreno arriva in B se parte da fermo in A ;
 - Spiegare come è possibile che l'azione del motore si traduca in una forza applicata all'autotreno; chi applica questa forza?
- Si supponga poi che l'autotreno raggiunga B con la velocità v_B calcolata nel punto d) e che percorra il tratto orizzontale BC con velocità costante.
- Con quale velocità arriva nel punto D se non usa i freni?
 - Se invece durante la discesa l'autotreno è soggetto, per effetto dei freni, a una forza di attrito costante \mathbf{f} parallela alla strada, calcolare il valore di f per cui la velocità con cui arriva in D sia $v_D = \frac{1}{2}v_C$;
 - Se invece l'autotreno arriva in D con velocità $v_D = \frac{1}{10}v_C$, qual è il lavoro fatto dalla forza frenante \mathbf{f} nel tratto CD ?
- 2 Si consideri un ascensore che si muove lungo la verticale con accelerazione costante \mathbf{A} rispetto al suolo (considerando quest'ultimo come un sistema di riferimento inerziale).
- Supponendo che \mathbf{A} sia diretta verso l'alto, calcolare la forza vincolare \mathbf{N} che il pavimento dell'ascensore esercita su di un blocchetto di massa m appoggiato su di esso.
- Se $m = 2 \text{ kg}$, \mathbf{A} è diretta verso il basso, $A = 5 \text{ m/s}^2$ e all'istante $t = 0$ il blocchetto viene lasciato cadere, all'interno dell'ascensore, da un'altezza $h = 1.5 \text{ m}$ rispetto al pavimento con velocità iniziale nulla rispetto all'ascensore:
- Calcolare l'accelerazione del blocchetto durante la caduta, in un sistema di riferimento solidale con l'ascensore e in un sistema di riferimento solidale con il suolo;
 - Dopo quanto tempo il blocchetto raggiunge il pavimento dell'ascensore?
 - Cosa succede se $A = g$?

- T (18/30)
- 1 Tre moli di gas perfetto biatomico effettuano una trasformazione ciclica composta, nell'ordine, da: una espansione isobara AB , una espansione adiabatica BC ed una compressione isoterma CA . Noti i valori $t_A = 25^\circ\text{C}$, $P_A = 10^5\text{ Pa}$, $V_B = \frac{3}{2}V_A$ e $V_C = 4.13V_A$:
 - a) Determinare la variazione di energia interna del gas nella trasformazione AB ;
 - b) Determinare la variazione di energia interna del gas nel corso dell'intero ciclo ed il lavoro compiuto dal gas nella trasformazione BC ;
 - c) Determinare il rendimento del ciclo;
 - d) Determinare il rendimento ed il lavoro compiuto nel ciclo di Carnot che può essere costruito a partire dalle due trasformazioni BC e CA ;
 - 2 All'interno di un recipiente con pareti adiabatiche vengono introdotti una massa $M_0 = 0.73\text{ kg}$ di acqua a temperatura ambiente $t_0 = 25^\circ\text{C}$ ed una massa $m = 270\text{ g}$ di ghiaccio. Dopo che è trascorso un po' di tempo all'interno del recipiente si trova una miscela di acqua e ghiaccio in equilibrio. A questo punto si versa nel recipiente una massa $M_1 = 1\text{ kg}$ di acqua in ebollizione in condizioni standard e si osserva che la temperatura finale che si raggiunge all'interno del recipiente è pari a $t_1 = 48^\circ\text{C}$. Supponendo di poter trascurare la capacità termica del recipiente e del termometro e le perdite verso l'ambiente, ricordando che il calore latente di fusione e il calore specifico del ghiaccio valgono, rispettivamente, $\lambda = 333 \cdot 10^3\text{ J/kg}$ e $c_g = 2200\text{ J/(kg}\cdot\text{K)}$, si determini:
 - a) Qual'era la massa x di ghiaccio solido presente nel recipiente quando è stata aggiunta l'acqua bollente?
 - b) Qual'era la temperatura t_g della massa di ghiaccio m inizialmente introdotta nel recipiente?

Per verificare l'attendibilità delle ipotesi fatte, al termine di tutte le operazioni precedenti si aggiunge nel recipiente una ulteriore massa $M_2 = 2\text{ kg}$ di acqua in ebollizione e si osserva una nuova temperatura finale $t_f = 70^\circ\text{C}$:

 - c) La capacità termica del recipiente e la dispersione verso l'ambiente erano dunque davvero trascurabili?
 - d) Se no, e continuando però a trascurare le perdite verso l'ambiente, quanto vale la capacità termica C del recipiente?
 - e) Come potremmo fare a verificare anche quest'ultima ipotesi semplificatrice e capire se le perdite verso l'ambiente sono davvero trascurabili o no?
- E (12/30)
- 1 Nello spazio riferito ad un sistema di assi cartesiani ortogonale $Oxyz$ sono dati quattro piani (numerati da 1 a 4) infinitamente estesi, paralleli al piano $x = 0$ e intersecanti l'asse delle x nei punti di ascissa $x_1 = -2.5\text{ m}$, $x_2 = 2.5\text{ m}$, $x_3 = 5.5\text{ m}$ e $x_4 = 9\text{ m}$. I piani sono uniformemente carichi con densità superficiale di carica $\sigma_1 = 2.5\text{ nC/m}^2$, $\sigma_2 = 2\text{ nC/m}^2$, $\sigma_3 = 1\text{ nC/m}^2$ e $\sigma_4 = -2\text{ nC/m}^2$. Ricordando che $\varepsilon_0 = 8.85 \times 10^{-12}\text{ C}^2\text{N}^{-1}\text{m}^{-2}$:
 - a) Determinare la direzione del campo elettrico in ogni punto dello spazio;
 - b) Calcolare il verso del campo ed il suo modulo in un punto P di ascissa minore di quella del piano 1;
 - c) Calcolare la variazione di energia cinetica di una carica puntiforme $q = 2\text{ }\mu\text{C}$ soggetta alle sole forze del campo quando essa si sposta da un punto di ascissa $x_i = 3\text{ m}$ ad un punto di ascissa $x_f = 4\text{ m}$;
 - d) Determinare direzione, modulo e verso della forza elettrostatica che agisce sulla carica q durante il moto descritto al punto c).
 - 2 Un punto materiale di massa $m = 1\text{ g}$ e carica $q = 1\text{ }\mu\text{C}$ si muove sotto l'influenza del campo elettrico generato da una carica puntiforme fissa $Q = -1\text{ }\mu\text{C}$. All'istante iniziale la carica q si trova a distanza $d = 1\text{ mm}$ da Q e ha una velocità \mathbf{v} perpendicolare alla congiungente di Q con q . Ricordando che $\varepsilon_0 = 8.85 \times 10^{-12}\text{ C}^2\text{N}^{-1}\text{m}^{-2}$:
 - a) Calcolare per quale valore v del modulo di \mathbf{v} la carica q si muove di moto circolare uniforme pari a v ad ogni istante successivo;
 - b) Calcolare il campo elettrico prodotto da entrambe le cariche Q e q in un punto P a distanza $10d$ da Q lungo il prolungamento della congiungente di Q con q .