

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 (25/30) 1 Un cannoncino a molla rigidamente ancorato al terreno viene usato in prossimità della superficie terrestre per sparare proiettili di massa m verso un bersaglio posto alla sua stessa quota e ad una distanza d da esso; la molla ha costante elastica k e può essere compressa al massimo di un tratto l_0 , in modo da poter sparare il proiettile con una velocità iniziale di modulo massimo pari a v_0 . Noti i valori di $m = 20$ g, $d = 50$ m, $v_0 = 30$ m/s e $l_0 = 10$ cm e trascurando l'attrito dell'aria, determinare:
- a) La costante elastica della molla;
 - b) L'angolo rispetto all'orizzontale che deve formare la direzione di tiro per colpire il bersaglio se il proiettile viene lanciato alla massima velocità possibile;
 - c) Il tempo necessario al proiettile per raggiungere il bersaglio nelle condizioni del punto b);
 - d) La forza media che agisce sul proiettile quando esso colpisce il bersaglio se la profondità di penetrazione è $d_0 = 4$ cm e il proiettile è stato lanciato con velocità massima;
 - e) La velocità con cui fuoriuscirebbe il proiettile, lanciato sempre con velocità massima, se la forza media esercitata su di esso dal bersaglio fosse la stessa del punto precedente, ma lo spessore del bersaglio fosse di solo $d'_0 = 3$ cm;
 - f) In quale fase del moto, da quando viene premuto il grilletto a quando il proiettile si arresta nel bersaglio, il modulo dell'accelerazione del proiettile assume il massimo valore;
 - g) La massima distanza dal cannoncino a cui può essere posto il bersaglio perché si possa riuscire a colpirlo;
 - h) Di quanto dovrebbe essere aumentata la costante elastica della molla per poter raddoppiare la massima distanza calcolata al punto g);
 - i) L'intervallo di tempo τ che intercorre fra l'istante in cui viene premuto il grilletto e quello in cui il proiettile si stacca dalla molla;
 - l) Le velocità, \boldsymbol{v} e \boldsymbol{w} con cui, rispettivamente, partirebbe il proiettile e rinculerebbe il cannoncino se quest'ultimo invece che ancorato a terra fosse semplicemente appoggiato su un piano orizzontale privo di attrito e avesse massa $M = 2$ kg, nel caso in cui la molla fosse caricata al massimo valore l_0 e la direzione di lancio fosse orizzontale;
 - m) Il valore minimo del coefficiente di attrito dinamico μ (in funzione di \boldsymbol{w}) del piano di appoggio sufficiente per limitare a $L = 20$ cm la distanza di rinculo del cannoncino, calcolandone poi il valore numerico assumendo per w il risultato del punto precedente.
- T (14/30) 1 Una mole di gas perfetto monoatomico (calore specifico molare a volume costante $c_V = 1.5R$) percorre in maniera quasi statica un ciclo costituito da: i) una espansione a pressione costante dallo stato A allo stato B di volume $V_B = \frac{5}{4}V_A$; ii) una espansione isoterma da B allo stato C tale che $p_C = 0.5p_B$; iii) una trasformazione isobara da C a D ; iv) una trasformazione isoterma che da D riporta il gas nello stato iniziale A . Nota la temperatura $T_B = 300$ K ed il volume $V_B = 20$ litri, determinare:
- a) Pressione, volume e temperatura dello stato A ; volume dello stato C ; volume dello stato D ;
 - b) La variazione di energia interna del gas nelle trasformazioni AB e CD ;
 - c) Il lavoro complessivo fatto dal gas nel ciclo;
 - d) Il rendimento del ciclo.
- 2 Una macchina termica lavora scambiando calore con due termostati a temperatura $t_F = 10$ °C e $t_C = 90$ °C, assorbendo in ogni ciclo una quantità di calore $Q_C = 1$ kJ dal termostato a temperatura t_C .

- a) Qual'è il massimo valore teorico possibile del lavoro prodotto in un ciclo dalla macchina e quanto vale il rendimento in tale situazione?
- b) Qual'è il massimo valore teorico possibile della quantità di calore ceduta dalla macchina al termostato a temperatura t_F e quanto vale il rendimento in tale situazione?
- c) Se la macchina ha un rendimento pari alla metà di quello massimo teorico, che potenza eroga se effettua 10 cicli al secondo?
- d) Se il termostato a temperatura t_C è sostituito da 10 m^3 d'acqua inizialmente a temperatura t_C , qual'è la temperatura dell'acqua dopo che la macchina ha effettuato 1000 cicli? (Calore specifico dell'acqua: $C_{H_2O} = 4186 \text{ J/kg}\cdot\text{K}$)

E (14/30)

- 1 Sono dati due segmenti di filo, A e B , rettilinei, di uguale lunghezza $L = 5 \text{ m}$, paralleli e a distanza $d = 5 \text{ cm}$ fra loro. Una carica $Q = 2 \text{ }\mu\text{C}$ è depositata uniformemente sul segmento A , mentre una carica $-Q$ è depositata uniformemente sul segmento B . Ricordando che $\varepsilon_0 = 8.85 \times 10^{-12} \text{ C}^2\text{N}^{-1}\text{m}^{-2}$:
 - a) Calcolare il campo elettrico prodotto dai due segmenti in un punto P complanare coi due segmenti carichi, a distanza $\ell = 1 \text{ cm}$ dal segmento A , a distanza $d + \ell$ dal segmento B e lontano dagli estremi dei due fili;
 - b) Calcolare il campo elettrico prodotto dai due segmenti in un punto S complanare coi due segmenti carichi, a distanza $\ell = d/2$ dal segmento A , a distanza $d - \ell$ dal segmento B e lontano dagli estremi dei due fili;
 - c) Se si pone una carica puntiforme $q = 1 \text{ nC}$ di massa $m = 1 \text{ mg}$ nel punto S e la si lascia libera da ferma, verso quale dei due fili si muove e con quale velocità raggiunge il punto T a distanza $d/4$ da esso?
- 2 Quattro cariche puntiformi q_1, q_2, q_3 e q_4 si trovano sui vertici di un quadrato di lato ℓ ; q_1 si trova in alto a sinistra, q_2 in alto a destra, q_3 in basso a destra e q_4 in basso a sinistra. Noti i valori numerici $q = 10^{-9} \text{ C}$, $\ell = 1 \text{ m}$ e $\varepsilon_0 = 8.85 \times 10^{-12} \text{ C}^2\text{N}^{-1}\text{m}^{-2}$:
 - a) Determinare l'energia potenziale elettrostatica della carica in alto a sinistra in funzione delle cariche q_i , del lato ℓ del quadrato e della costante ε_0 e calcolarne il valore numerico se $q_1 = q_2 = q_3 = q_4 = q$;
 - b) Se $q_1 = q_2 = q_3 = q_4 = q$, determinare il campo elettrico nel centro del quadrato;
 - c) Calcolare il campo elettrico nel centro del quadrato se, diversamente dal caso precedente, $q_1 = q_3 = q$ e $q_2 = q_4 = -q$;
 - d) Calcolare il campo elettrico nel centro del quadrato se, diversamente dai due casi precedenti, $q_1 = q_2 = q$ e $q_3 = q_4 = -q$;