

Scritto corso di Fisica. Canale 1
A.A. 2022-2023 13 Giugno 2023 Scritto straordinario—
COMPITO A

Corso di Laurea: Ingegneria Gestionale, Sapienza. Canale 1

Nome:

Cognome:

Matricola

Aula:

Canale:

Laureandi di luglio 2023

Riportare sul presente foglio i risultati numerici trovati per ciascun esercizio.

Nell'elaborato riportare le soluzioni in formato sia alfanumerico che numerico. Copiare in bella copia tutti i passaggi, disegni e conti che sono serviti alla risoluzione dell'esercizio. Motivare molto chiaramente le risposte, anche qualora non richiedano formule.

Esercizio 1

Un corpo di massa $m = 100$ g è vincolato a due molle identiche, ciascuna di costante elastica $K = 10^3$ N/m, come mostrato in figura. Il sistema è inizialmente in quiete, appoggiato ad un piano orizzontale privo di attrito. Le due molle sono attaccate da un lato a pareti rigide e dall'altro al corpo. In questa situazione di equilibrio le molle non sono deformate. In seguito si applica al corpo una forza costante di modulo pari a $F = 12$ N, parallela al piano (vedi figura).

Determinare, in assenza di attriti:

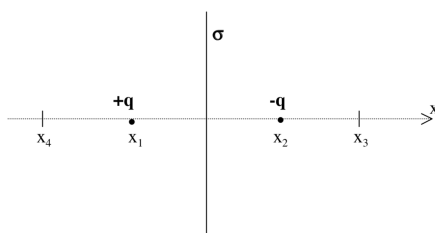
- a) la velocità del corpo quando avrà percorso un tratto $D=1$ cm ; $V_D =$ _____
b) a quale distanza dalla posizione di equilibrio il corpo si ferma di nuovo $x_o =$ _____



Esercizio 2

Due cariche puntiformi di valore $q_A = +q$ e $q_B = -q$ sono poste sull'asse x , rispettivamente alle coordinate $x_1 = -1$ m e $x_2 = 1$ m. Sul piano yz , alla coordinata $x = 0$, viene posta una lastra di materiale isolante piana e carica con densità di carica superficiale uniforme σ . Sapendo che $q = 1$ mC e che il campo elettrico totale si annulla in $x_3 = 2$ m determinare:

- a) La densità di carica della lastra piana; $\sigma =$ _____
b) Il lavoro fatto dalle forze elettrostatiche per portare una carica $Q_0 = 0.1$ mC dalla coordinata x_3 alla coordinata opposta $x_4 = -x_3$. $L_E =$ _____



Esercizio 3

Una mole di gas perfetto monoatomico compie la trasformazione ciclica di seguito descritta:

- 1) $A \rightarrow B$ trasformazione isobara con $p_A = 1 \text{ atm}$, $V_A = 1 \text{ l}$ e $V_B = 2 \text{ l}$;
- 2) $B \rightarrow C$ trasformazione isocora;
- 3) $C \rightarrow A$ trasformazione isoterma.

Le trasformazioni sono tutte reversibili. Dopo avere disegnato il ciclo nel piano (p, V) , determinare:

- a) la variazione di energia interna lungo
ciascuna trasformazione;

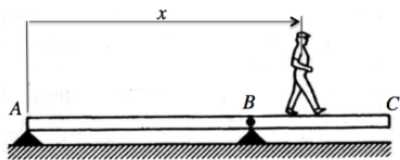
$$\Delta U_{AB}, \Delta U_{BC}, \Delta U_{CA} = \underline{\hspace{2cm}}$$

- b) il calore complessivo scambiato in tutto il ciclo.

$$Q_{TOT} = \underline{\hspace{2cm}}$$

Esercizio 4

La trave omogenea ABC , indicata in figura, ha una massa totale di valore $m_T = 100 \text{ kg}$ e una lunghezza complessiva $L = 4 \text{ m}$. La distanza tra A e B vale $R = 2.5 \text{ m}$. La trave può ruotare intorno al fulcro B e poggia sul cuneo A quando si trova in posizione orizzontale. Una persona di massa $m_P = 85 \text{ kg}$ cammina sulla trave ad una distanza x da A (come indicato in figura). Determinare:



- a) la reazione vincolare in A , in funzione di x , dandone il valore per $x = 2.6 \text{ m}$; $T_A = \underline{\hspace{2cm}}$

- b) la massima distanza da A percorribile dalla persona sulla trave
senza che questa si metta in rotazione

$$x_{max} = \underline{\hspace{2cm}}$$

Soluzioni Compito A

Soluzione Esercizio 1. Compito A

- a) Il lavoro di tutte le forze in gioco è pari alla variazione di energia cinetica del blocco. Dunque:
 $F \cdot D - 1/2 K D^2 - 1/2 K D^2 = 1/2 m V_D^2$ (le due molle fanno un lavoro identico e resistente). Si ricava
 $V_D = \sqrt{\frac{2(FD - KD^2)}{m}} = 0.63 \text{ m/s}$.
- b) Il corpo risulterà fermo quando il lavoro della forza F sarà convertito in energia potenziale delle due molle. Dunque:
 $F x_o = K x_o^2$. Ignorando la soluzione banale (equilibrio iniziale, con $x_o = 0$), si ha $x_o = \frac{F}{K} = 1.2 \text{ cm}$

Soluzione Esercizio 2. Compito A

- a) Il campo elettrico nel punto x_3 è la somma dei campi generati dalle due cariche e di quello della distribuzione piana:

$$\vec{E}(x_3) = \left(\frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{q_1}{(x_3 - x_1)^2} + \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{q_2}{(x_3 - x_2)^2} + \frac{\sigma}{2\epsilon_0} \right) \hat{i} = 0$$

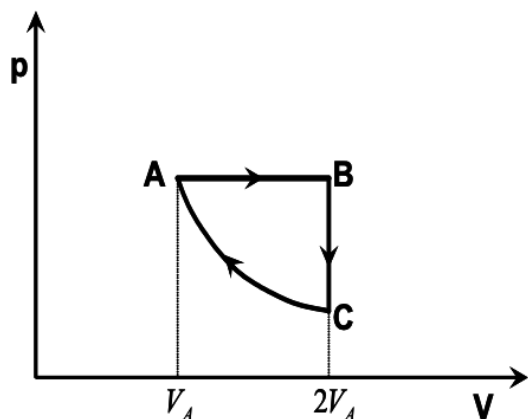
da cui si ricava la densità di carica incognita:

$$\sigma = \frac{4q}{9\pi} \text{ 1/m}^2 = 1.41 \cdot 10^{-4} \text{ C/m}^2.$$

- b) Nel calcolare il lavoro, si osserva che quello fatto dal campo generato dalla carica piana è nullo per ragioni di simmetria, si considerano quindi solo le differenze di potenziale delle due cariche puntiformi:
 $W = -Q_0 \Delta V = -Q_0 (V(x_4) - V(x_3)) = \frac{-q Q_0}{3\pi\epsilon_0} \text{ 1/m} = 1.2 \cdot 10^3 \text{ J}$.
il calcolo si può anche fare considerando anche il lavoro fatto dalla lastra ma è immediato rendersi conto che questo contributo si annulla.

Soluzione Esercizio 3. Compito A

- Stato A: $p_A = 1 \text{ atm} = 10^5 \text{ Pa}$; $V_A = 1 \text{ l} = 10^{-3} \text{ m}^3$; $T_A = P_A V_A / nR = 12.2 \text{ K}$;
Stato B: $p_B = p_A = 1 \text{ atm} = 10^5 \text{ Pa}$; $V_B = 2V_A = 2 \text{ l} = 2 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3$; $T_B = P_B V_B / nR = 2T_A = 24.4 \text{ K}$;
Stato C: $V_C = V_B = 2V_A = 2 \text{ l} = 2 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3$; $T_C = T_A = 12.2 \text{ K}$; $P_C = nRT_C / V_C = 0.5 \text{ atm} = 0.50 \cdot 10^5 \text{ Pa}$.



- a) La variazione di energia interna lungo i rami della trasformazione è la seguente:
 $\Delta U_{AB} = n c_V \Delta T_{AB} = 3/2 RT_A = 152 \text{ J}$;
 $\Delta U_{BC} = n c_V \Delta T_{BC} = -3/2 RT_A = -152 \text{ J}$;
 $\Delta U_{CA} = 0$.
- b) Trattandosi di una trasformazione ciclica la variazione di energia interna è complessivamente nulla ed il calore scambiato è pari al lavoro svolto, ossia:
 $Q = W = W_{AB} + W_{BC} + W_{CA} = P_A (V_B - V_A) + 0 + \int_C^A P dV =$
 $= P_A V_A + nRT_A \ln(V_A/2V_A) = 31.1 \text{ J}$.

Soluzione Esercizio 4. Compito A

a) Per l'equilibrio il momento risultante deve essere nullo. Prendiamo il polo in B, a distanza R da A. Indichiamo con N_A la reazione vincolare in A. Abbiamo:

$m_P \cdot g \cdot (x - R) + N_A \cdot R - m_T \cdot g \cdot (R - L/2)$. Da cui si ricava: $N_A(x) = 1/R \cdot (m_T g (R - L/2) - m_P g (x - R))$. (rispetto al polo scelto i primi 2 tendono a far ruotare la trave in senso orario, il terzo antiorario). Per $x = 2.6$ m si ha $N_A = 162.8$ N.

b) Quando la trave inizia a ruotare non resta in contatto con il cuneo in A e pertanto va risolta l'equazione precedente imponendo $N_A = 0$. Si ha:

$$x_{max} = \left(\frac{m_T}{m_P} + 1\right) \cdot R - \frac{m_T}{m_P} \cdot L/2 = 3.1 \text{ m.}$$

Scritto corso di Fisica. Canale 1
A.A. 2022-2023 13 Giugno 2023 Scritto straordinario–
COMPITO B (programma passato)

Corso di Laurea: Ingegneria Gestionale, Sapienza. Canale 1

Nome:

Cognome:

Matricola

Aula:

Canale:

Laureandi di luglio 2023

Riportare sul presente foglio i risultati numerici trovati per ciascun esercizio.

Nell'elaborato riportare le soluzioni in formato sia alfanumerico che numerico. Copiare in bella copia tutti i passaggi, disegni e conti che sono serviti alla risoluzione dell'esercizio. Motivare molto chiaramente le risposte, anche qualora non richiedano formule.

Esercizio 1

Un corpo di massa $m = 100$ g è vincolato a due molle identiche, ciascuna di costante elastica $K = 10^3$ N/m, come mostrato in figura. Il sistema è inizialmente in quiete, appoggiato ad un piano orizzontale privo di attrito. Le due molle sono attaccate da un lato a pareti rigide e dall'altro al corpo. In questa situazione di equilibrio le molle non sono deformate. In seguito si applica al corpo una forza costante di modulo pari a $F = 12$ N, parallela al piano (vedi figura).

Determinare, in assenza di attriti:

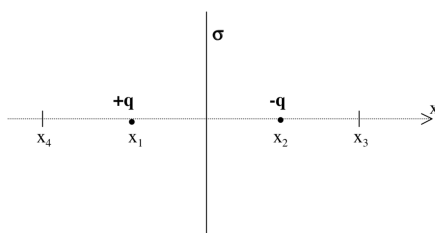
- a) la velocità del corpo quando avrà percorso un tratto $D=1$ cm ; $V_D =$ _____
b) a quale distanza dalla posizione di equilibrio il corpo si ferma di nuovo $x_o =$ _____



Esercizio 2

Due cariche puntiformi di valore $q_A = +q$ e $q_B = -q$ sono poste sull'asse x , rispettivamente alle coordinate $x_1 = -1$ m e $x_2 = 1$ m. Sul piano yz , alla coordinata $x = 0$, viene posta una lastra di materiale isolante piana e carica con densità di carica superficiale uniforme σ . Sapendo che $q = 1$ mC e che il campo elettrico totale si annulla in $x_3 = 2$ m determinare:

- a) La densità di carica della lastra piana; $\sigma =$ _____
b) Il lavoro fatto dalle forze elettrostatiche per portare una carica $Q_0 = 0.1$ mC dalla coordinata x_3 alla coordinata opposta $x_4 = -x_3$. $L_E =$ _____



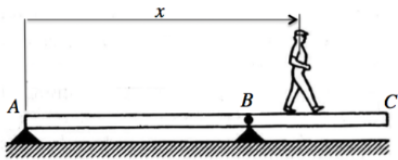
Esercizio 3

Sono dati due fili, che indichiamo con a, b , di materiale conduttore rettilinei ed indefiniti, paralleli fra loro. Questi si trovano alla distanza fra loro di 25 cm. La forza per unità di lunghezza che ciascuno esercita sull'altro vale $F_{ab} = 1.5 \times 10^{-3}$ N/m e sono percorsi da correnti di intensità, rispettivamente, I_a, I_b . Si osserva che una carica che viaggia fra i due fili con velocità parallela ai fili stessi non viene deviata, nella situazione in cui la distanza dal filo a sia pari a $x_a = 5.0$ cm. Determinare:

- l'intensità della corrente che scorre in ciascun filo, giustificandone il verso $I_a, I_b =$ _____
- il valore dei due campi magnetici $\vec{B}_a, \vec{B}_b$, generati da ciascuno dei conduttori nel punto x_a , indicando chiaramente anche direzione e verso, rispetto al riferimento scelto $\vec{B}_a, \vec{B}_b =$ _____

Esercizio 4

La trave omogenea ABC , indicata in figura, ha una massa totale di valore $m_T = 100$ kg e una lunghezza complessiva $L = 4$ m. La distanza tra A e B vale $R = 2.5$ m. La trave può ruotare intorno al fulcro B e poggia sul cuneo A quando si trova in posizione orizzontale. Una persona di massa $m_P = 85$ kg cammina sulla trave ad una distanza x da A (come indicato in figura). Determinare:



- la reazione vincolare in A, in funzione di x , dandone il valore per $x = 2.6$ m ; $T_A =$ _____
- la massima distanza da A percorribile dalla persona sulla trave senza che questa si metta in rotazione $x_{max} =$ _____

Soluzioni Compito B

Soluzione Esercizio 1. Compito B

- a) Il lavoro di tutte le forze in gioco è pari alla variazione di energia cinetica del blocco. Dunque:
 $F \cdot D - 1/2 K D^2 - 1/2 K D^2 = 1/2 m V_D^2$ (le due molle fanno un lavoro identico e resistente). Si ricava
 $V_D = \sqrt{\frac{2(FD - KD^2)}{m}} = 0.63 \text{ m/s}$.
- b) Il corpo risulterà fermo quando il lavoro della forza F sarà convertito in energia potenziale delle due molle. Dunque:
 $F x_o = K x_o^2$. Ignorando la soluzione banale (equilibrio iniziale, con $x_o = 0$), si ha $x_o = \frac{F}{K} = 1.2 \text{ cm}$

Soluzione Esercizio 2. Compito B

- a) Il campo elettrico nel punto x_3 è la somma dei campi generati dalle due cariche e di quello della distribuzione piana:
 $\vec{E}(x_3) = \left(\frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{q_1}{(x_3-x_1)^2} + \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{q_2}{(x_3-x_2)^2} + \frac{\sigma}{2\epsilon_0} \right) \hat{i} = 0$
da cui si ricava la densità di carica incognita:
 $\sigma = \frac{4q}{9\pi} \text{ 1/m}^2 = 1.41 \cdot 10^{-4} \text{ C/m}^2$.
- b) Nel calcolare il lavoro, si osserva che quello fatto dal campo generato dalla carica piana è nullo per ragioni di simmetria, si considerano quindi solo le differenze di potenziale delle due cariche puntiformi:
 $W = -Q_0 \Delta V = -Q_0 (V(x_4) - V(x_3)) = \frac{-q Q_0}{3\pi\epsilon_0} \text{ 1/m} = 1.2 \cdot 10^3 \text{ J}$.
il calcolo si può anche fare considerando anche il lavoro fatto dalla lastra ma è immediato rendersi conto che questo contributo si annulla.

Soluzione Esercizio 3. Compito B

- a) Sappiamo che il campo magnetico si annulla a distanza x_a dal primo filo (se la forza di Lorentz su una carica che mi muove con velocità ortogonale al campo magnetico generato dai due fili è nulla vuol dire che il campo stesso è nullo). Dunque il campo magnetico generato da ciascun filo nella regione fra loro deve essere opposto a quello dell'altro, cosa possibile solo se le due correnti sono nello stesso verso. Dunque le due correnti sono in verso CONCORDE.
La forza per unità di lunghezza fra i due fili è data da: $F_{ab}/L = \mu_0 \frac{I_1 I_2}{2\pi D}$. Dove con D abbiamo indicato la distanza fra i 2 fili. Nota la forza e la distanza possiamo calcolare il valore del prodotto delle due correnti: $I_a I_b = \frac{2\pi F_{ab} D}{L \mu_0} = \frac{1.5 \times 10^{-3} \times 0.25}{2 \times 10^{-7}} \text{ A}^2 = 1.9 \times 10^3 \text{ A}^2$.
Ricordando l'espressione del campo generato da ciascun filo rettilineo indefinito, e sapendo che in x_a si annulla, deve anche essere: $\frac{\mu_0}{2\pi} \left(\frac{I_a}{x_a} - \frac{I_b}{D-x_a} \right) = 0$. Ossia: $\frac{I_a}{I_b} = \frac{x_a}{D-x_a} = \frac{5}{20} = 0.25$.
Abbiamo dunque che conosciamo sia il prodotto che il rapporto delle due correnti:
 $I_a I_b = 1.9 \times 10^3 \text{ A}^2 = B$ e $\frac{I_b}{I_a} = 4 = C$.
Si può procedere per sostituzione: $I_b = C I_a$, $C I_a^2 = B$,. Da cui si ricava:
 $I_a = \sqrt{B/C} = 22 \text{ A}$, $I_b = 88 \text{ A}$.
- b) Ovviamente basta calcolare il valore di uno dei due e l'altro sarà, per quanto detto ai punti a) e b), solo opposto in verso. Prendendo l'asse z ortogonale al piano dove si trovano i 2 conduttori e positivo verso l'alto, l'asse y lungo l'asse dei conduttori e positivo verso l'alto e le due correnti concordi ad $\hat{y}$, si ha che il campo generato dal primo filo è $-\hat{z}$ e quello generato dal secondo è $\hat{z}$.
In modulo: $B_a = \mu_0 \frac{I_a}{2\pi x_a} = 8.8 \cdot 10^{-5} \text{ Tesla}$. E $B_b = B_a$.

Soluzione Esercizio 4. Compito B

- a) Per l'equilibrio il momento risultante deve essere nullo. Prendiamo il polo in B, a distanza R da A. Indichiamo con N_A la reazione vincolare in A. Abbiamo:

$m_P \cdot g \cdot (x - R) + N_A \cdot R - m_T \cdot g \cdot (R - L/2)$. Da cui si ricava: $N_A(x) = 1/R \cdot (m_T g (R - L/2) - m_P g (x - R))$. (rispetto al polo scelto i primi 2 tendono a far ruotare la trave in senso orario, il terzo antiorario). Per $x=2.6$ m si ha $N_A = 162.8$ N.

b) Quando la trave inizia a ruotare non resta in contatto con il cuneo in A e pertanto va risolta l'equazione precedente imponendo $N_A = 0$. Si ha:

$$x_{max} = \left(\frac{m_T}{m_P} + 1\right) \cdot R - \frac{m_T}{m_P} \cdot L/2 = 3.1 \text{ m.}$$