Scritto corso di Fisica. Canale 1
A.A. 2022-2023 18 Luglio 2023 Scritto – COMPITO A

<u>Corso di Laurea:</u> Ingegneria Gestionale, Sapienza. Canale 1

<u>Nome:</u> **<u>Cognome:</u>**

<u>Matricola</u> **<u>Aula:</u>**

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.

<u>Esercizio 1</u>

Un recipiente contiene 10 kg di acqua mescolati a 2 kg di ghiaccio tritato. Il sistema si trova all'equilibrio termico alla temperatura di 0 °C. Viene poi riscaldato con un fornelletto elettrico formato da una resistenza alimentata a 230 volt e in cui scorre una una corrente di 4.4 ampere. Si assumano trascurabili le dissipazioni di calore verso l'esterno. Si ricorda che il calore latente di fusione del ghiaccio vale $\lambda_{FUS} = 3.33 \cdot 10^5$ J/kg e che il calore specifico dell'acqua vale $c_a = 4186$ J/kg/K.
Determinare:

a) il tempo necessario per portare il sistema a 20 °C; $t_1 =$ __________

b) il tempo necessario per portare il sistema a 20 °C, nel caso in cui nel fornelletto venga aggiunta una seconda resistenza in parallelo e di valore pari a 1/3 della prima $t_2 =$ __________

<u>Esercizio 2</u>

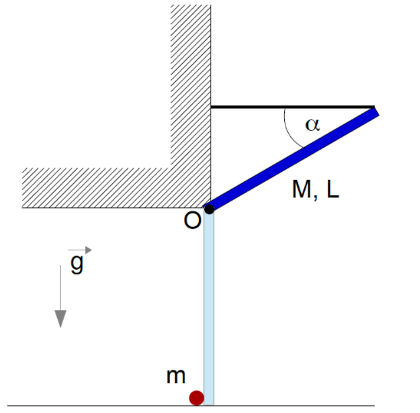
Un elettrone entra fra le armature di un condensatore piano, in prossimità dell' armatura negativa, con velocità iniziale $\vec{v}_i = 2\,10^5$ m/s, parallela alle due armature. Fra le armature del condensatore c' è una differenza di potenziale pari a 2 V. L' elettrone impiega un tempo $t^* = 1$ ns per raggiungere l' armatura positiva.
Si ricorda che la carica dell' elettrone vale $e = -1.6\,10^{-19}$ C e la sua massa $m_e = 9.1\,10^{-31}$ kg. Si trascuri l' effetto della gravità. Determinare:

a) la variazione di energia cinetica dell' elettrone fra l' istante in cui è entrato nel condensatore e l' istante in cui raggiunge l' armatura positiva, specificando chiaramente se la sua energia cinetica è aumentata o diminuita $\Delta E_c =$ __________

b) la distanza fra le armature del condensatore $d =$ __________

Esercizio 3

Un' asta sottile omogenea di massa M=2.3 kg e lunghezza L=0.7 m è vincolata a ruotare senza attrito intorno all'asse passante per il suo estremo O e perpendicolare al foglio. L'asta (blu in figura) è inizialmente fissata al muro per mezzo di una fune ideale inestensibile e di massa trascurabile disposta orizzontalmente e forma con essa un angolo α=30^o come indicato in figura.



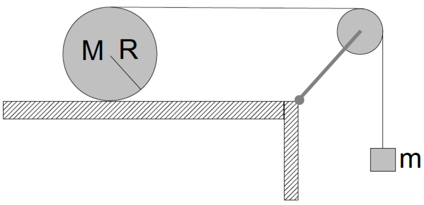
Successivamente, la fune viene tagliata e sotto l'azione della forza di gravità l'asta ruota fino ad urtare in modo completamente anelastico un punto materiale di massa m=0.4 kg (rosso in figura) in un suo estremo. Il momento d' inerzia dell' asta rispetto all' asse di rotazione vale $I_a = ML^2/3$. Determinare:

a) la velocità angolare dell' asta subito prima dell' urto $\qquad \omega =$ __________

b) la velocità angolare del sistema subito dopo l' urto $\qquad \omega_1 =$ __________

Esercizio 4

Un cilindro omogeneo di massa M=3.4 kg e raggio R=0.12 m è libero di muoversi su di un piano scabro caratterizzato da un coefficiente di attrito statico μ_S. Su di esso viene avvolto un cavo inestensibile privo di massa che lo collega ad una massa m=0.6 kg passando attraverso una carrucola di massa trascurabile, su cui il cavo scorre senza strisciare. Inizialmente il sistema si trova in quiete. Al tempo $t = 0$ il sistema inizia a muoversi sotto l'azione della forza peso applicata alla massa m, con il cilindro che effettua un moto di puro rotolamento. La situazione è indicata in figura. Il momento d' inerzia del cilindro rispetto al centro di massa vale $I_o = MR^2/2$.



Determinare:

a) l' accelerazione della massa m $\qquad a_m =$ __________

b) il valore minimo del coefficiente di attrito statico tale che il cilindro effettui un moto di puro rotolamento; $\qquad \mu_S =$ __________

Soluzioni Compito

Soluzione Esercizio 1. Compito

a) La quantità di calore necessaria per fondere il ghiaccio e scaldare l'acqua (inclusa quella di fusione del ghiaccio) a 20 °C vale:
$\Delta Q = m_{ghiaccio}\lambda_{FUS} + (m_{ghiaccio} + m_{acqua})c_a\Delta T = 400$ kcal $= 1.67 \cdot 10^6$ J.
Essendo la potenza fornita dalla resistenza $P = VI = 1012$ W, e l'energia prodotta dal fornelletto pari al calore assorbito dal sistema, calcolato prima, si ha: $\Delta t = Q/P = 1650\,\mathrm{s} = 27'\,30''$.
c) Con una seconda resistenza in parallelo la resistenza del fornelletto si riduce. Indichiamo con R la prima resistenza. Si ha: $R_p = \frac{R \cdot R/3}{R+R/3} = \frac{R}{4}$. Pertanto la potenza erogata, a parità ovviamente di tensione, diventa 4 volte maggiore, diventando 4048 W. Il tempo pertanto diventa un quarto del tempo precedente, $t_2 = 413$ s.
Calcolare il valore della resistenza non serve, come visto, ma in caso lo si voglia calcolare ed utilizzare formule in cui la resistenza appare esplicitamente è possibile: $R = V/I = 52.27\,\Omega$ e $R_p = 13.07\,\Omega$.

Soluzione Esercizio 2. Compito

a) Si usa il teorema delle forze vive: $L = \Delta E_C = e\int_d^0 E\ dy\ = e\int_d^0 V/d\ dy =$ -eV=3.2 10^{-19} J positiva. L' energia cinetica dell' elettrone è aumentata.
b) Nella direzione ortogonale alle armature il moto è uniformemente accelerato con $a = e\,E/m_e$, dove $E = V/d$ e d è la distanza incognita da calcolare. L' elettrone parte da quota $y = d$ e si ferma in $y = 0$, con una scelta conveniente degli assi coordinati. Dunque: $y = d + \frac{1}{2}\,a\,t^2$ e dunque $d = \frac{1}{2}\,|a|\,(t^*)^2$.
Sostituendo: $d = t^*\,\sqrt{|e|V/(2m_e)}$=0.42 mm.

Soluzione Esercizio 3. Compito

a) Prima dell' urto si conserva l' energia meccanica del sistema. Prendiamo lo zero dell' energia potenziale al livello della massa m.
E_{Pi}=$MgL + Mg\frac{L}{2}sin\alpha$ (en. potenziale iniziale del CM dell' asta).
E_{Pf}=$Mg\frac{L}{2}$ (en. potenziale finale del CM dell' asta).
Energia cinetica iniziale =0, finale vale $\frac{1}{2}I_a\omega^2$.

Dunque: $MgL + Mg\frac{L}{2}sin\alpha$=$Mg\frac{L}{2}$+$\frac{1}{2}I_a\omega^2$. E $\omega = \sqrt{3g/L\,(1+\sin\alpha)}$=7.9 rad/s
b) Nell' urto si conserva il momento angolare del sistema. Il momento di inerzia dell' asta con la massa m conficcata dentro vale $I_b = I_a + mL^2$. Da cui si ha: $I_a\omega = I_b\omega_1$. Si trova ω_1= $\frac{M}{M+3m}\omega =$ 5.19 rad/s

Soluzione Esercizio 4. Compito

Scegliendo una coordinata diretta lungo la fune in direzione di m ed indicando con T la tensione della fune applicata alla massa m (e quindi anche al cilindro dato che la fune è ideale e la carrucola ha massa nulla), e con f_a la forza di attrito statico possiamo scrivere le equazioni cardinali:
$f_aR + TR = I_o\dot{\omega}$
$T - f_a = Ma_M$
$-T + mg = ma_m$
Il vincolo, il puro rotolamento e il sistema di riferimento scelto ci impongono che
$a_M = \dot{\omega}R$. E, dato che la fune è attaccata sul bordo che cilindro, $a_m = 2\dot{\omega}R = 2a_M$. Abbiamo proiettando le forze ipotizzato che la forza di attrito sia opposta al verso in cui il CM del cilindro sta avanzando. Mettendo insieme le equazioni scritte si arriva a:

$a_m = \frac{8mg}{8m+3M} = 3.14$ m/s^2
Si trova anche T=3/4MR=0.31 N. b) Sempre dallo stesso sistema si trova la forza di attrito $f_A = -\frac{mMg}{8m+3M} = a_m * M/8$=1.33 N, negativa e dunque è diretta in verso opposto a quanto ipotizzato all' inizio. Per avere puro rotolamento: $|f_A| <= \mu_S Mg$, da cui segue: $\mu_S >= \frac{m}{8m+3M} = \frac{|f_A|}{Mg}$=0.08.

Scritto corso di Fisica. Canale 1
A.A. 2022-2023 18 Luglio 2023 Scritto –
COMPITO B

Corso di Laurea: Ingegneria Gestionale, Sapienza. Canale 1

Nome: **Cognome:**

Matricola **Aula:**

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.

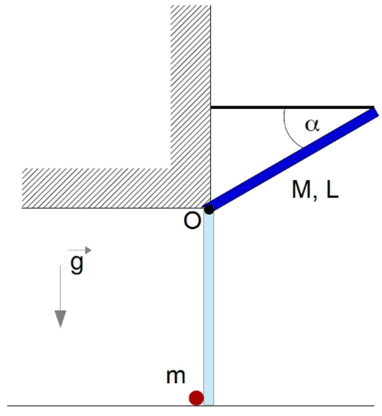
Esercizio 1

Una mole di gas perfetto, in contatto termico con una sorgente di temperatura 20^{o}C, viene compressa da un volume iniziale V_i= 40 l a un volume finale V_f= 4 l. Nel processo di compressione il gas cede alla sorgente una quantità di calore pari a 400 cal. Si ricorda che la costante dei gas vale R =8.315 J/(mol K)=0.082 (l atm)/(mol K)=1.987 cal/(mol K). Determinare:

a) le variazione di energia interna e di entropia del gas $\Delta U_G, \Delta S_G =$ __________
b) la variazione di entropia complessiva, ossia dell' insieme gas e sorgente $\Delta S_T =$ __________

Esercizio 2

Un' asta sottile omogenea di massa M=2.3 kg e lunghezza L=0.7 m è vincolata a ruotare senza attrito intorno all'asse passante per il suo estremo O e perpendicolare al foglio. L'asta (blu in figura) è inizialmente fissata al muro per mezzo di una fune ideale inestensibile e di massa trascurabile disposta orizzontalmente e forma con essa un angolo α=30^o come indicato in figura.

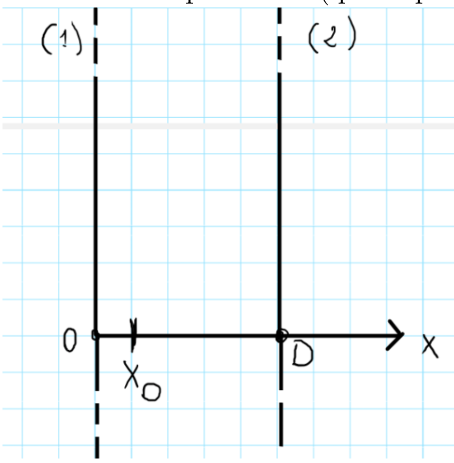


Successivamente, la fune viene tagliata e sotto l'azione della forza di gravità l'asta ruota fino ad urtare in modo completamente anelastico un punto materiale di massa m=0.4 kg (rosso in figura) in un suo estremo. Il momento d' inerzia dell' asta rispetto all' asse di rotazione vale $I_a = ML^2/3$. Determinare:

a) la velocità angolare dell' asta subito prima dell' urto $\omega =$ __________
b) la velocità angolare del sistema subito dopo l' urto $\omega_1 =$ __________

Esercizio 3

Due fili conduttori fissi, rettilinei ed indefiniti, paralleli fra loro, si trovano nel vuoto alla distanza di $D = 25$ cm. Ognuno esercita sull'altro una forza per unità di lunghezza pari a $F_{12}/L = 1.5 \times 10^{-3}$ N/m e sono percorsi da correnti di intensità, rispettivamente, I_1, I_2, non note. Si osserva che il campo magnetico si annulla ad una distanza dal primo filo (quello percorso dalla corrente I_1) pari a x_0=5.0 cm. Determinare:

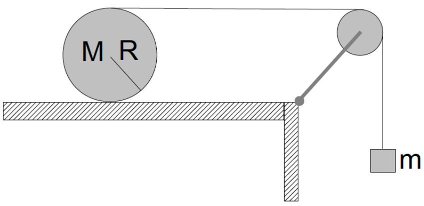


a) l'intensità e il verso relativo (concorde, discorde) della corrente che scorre in ciascun filo I_1, I_2, *verso* = __________

b) il valore dei campi magnetici, generati da ciascuno dei fili, nel punto x_0, indicando chiaramente anche direzione e verso rispetto al sistema di riferimento scelto $\vec{B}_1$, $\vec{B}_2$ = __________

Esercizio 4

Un cilindro omogeneo di massa M=3.4 kg e raggio R=0.12 m è libero di muoversi su di un piano scabro caratterizzato da un coefficiente di attrito statico μ_S. Su di esso viene avvolto un cavo inestensibile privo di massa che lo collega ad una massa m=0.6 kg passando attraverso una carrucola di massa trascurabile, su cui il cavo scorre senza strisciare. Inizialmente il sistema si trova in quiete. Al tempo $t = 0$ il sistema inizia a muoversi sotto l'azione della forza peso applicata alla massa m, con il cilindro che effettua un moto di puro rotolamento. La situazione è indicata in figura. Il momento d' inerzia del cilindro rispetto al centro di massa vale $I_o = MR^2/2$.



Determinare:

a) l' accelerazione della massa m a_m = __________

b) il valore minimo del coefficiente di attrito statico tale che il cilindro effettui un moto di puro rotolamento; μ_S = __________

Soluzioni Compito

Soluzione Esercizio 1 Compito B

a) La variazione di energia interna del gas è nulla $\Delta U = 0$, poichè $T_i = T_f$.
Non si tratta di una trasformazione isoterma reversibile Per calcolare la variazione di entropia del gas lavoriamo su una isoterma reversibile fra i due stati i ed f.
Dunque: $\Delta S_G = n\,R\,\log\frac{V_f}{V_i} = 1\,8.31\,\log\frac{4}{40}$= -19.14 J/K
b) La variazione di entropia della sorgente è $\Delta S_s = \frac{Q_C}{T_i}$= 400/(20+273.15)=1.36 cal/K=5.71 J/K. La variazione complessiva pertanto vale ΔS_T= -13.43 J/K

Soluzione Esercizio 2. Compito B

a) Prima dell' urto si conserva l' energia meccanica del sistema. Prendiamo lo zero dell' energia potenziale al livello della massa m.
E_{Pi}=$MgL + Mg\frac{L}{2}sin\alpha$ (en. potenziale iniziale del CM dell' asta).
E_{Pf}=$Mg\frac{L}{2}$ (en. potenziale finale del CM dell' asta).
Energia cinetica iniziale =0, finale vale $\frac{1}{2}I_a\omega^2$.

Dunque: $MgL + Mg\frac{L}{2}sin\alpha$=$Mg\frac{L}{2}$+$\frac{1}{2}I_a\omega^2$. E $\omega = \sqrt{3g/L\,(1+\sin\alpha)}$=7.9 rad/s
b) Nell' urto si conserva il momento angolare del sistema. Il momento di inerzia dell' asta con la massa m conficcata dentro vale $I_b = I_a + mL^2$. Da cui si ha: $I_a\omega = I_b\omega_1$. Si trova ω_1= $\frac{M}{M+3m}\omega$ = 5.19 rad/s

Soluzione Esercizio 3. Compito B

a) Sappiamo che il campo magnetico si annulla a distanza x_0 dal primo filo . 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: $F_{12}/L = \mu_0\frac{i_1 i_2}{2\pi D}$. Nota la forza e la distanza possiamo calcolare il valore del prodotto delle due correnti: $i_1 i_2 = \frac{2\pi f_{12} D}{L\mu_0} = \frac{1.5\times10^{-3}\times0.25}{2\times10^{-7}}$ A^2 = 1.9 $\times10^3$ A^2.
Ricordando l'espressione del campo generato da ciascun filo rettilineo indefinito, e sapendo che in x_0 si annulla, deve anche essere: $\frac{\mu_0}{2\pi}(\frac{i_1}{x_1} - \frac{i_2}{D-x_1})$=0. Ossia: $\frac{i_1}{i_2} = \frac{x_0}{D-x_0} = \frac{5}{20} = 0.25$.
Abbiamo dunque che conosciamo sia il prodotto che il rapporto delle due correnti:
$i_1 i_2 = 1.9 \times 10^3$ A^2 =B e $\frac{i_2}{i_1} = 4$=C.
Si può procedere per sostituzione: $i_2 = C\,i_1$, $C\,i_1^2 = B$,. Da cui si ricava:
$i_1 = \sqrt{B/C}$=22 A, $i_2 = 88$ A.
b) Ovviamente basta calcolare il valore di uno dei due e l'altro sarà, per quanto detto, 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_1= $\mu_0\frac{i_1}{2\pi x_0} = 8.8\cdot10^{-5}$ Tesla. E $B_2 = B_1$.

Soluzione Esercizio 4. Compito B

Scegliendo una coordinata diretta lungo la fune in direzione di m ed indicando con T la tensione della fune applicata alla massa m (e quindi anche al cilindro dato che la fune è ideale e la carrucola ha massa nulla), e con f_a la forza di attrito statico possiamo scrivere le equazioni cardinali:
$f_a R + TR = I_o\dot{\omega}$

$T - f_a = Ma_M$
$-T + mg = ma_m$
Il vincolo, il puro rotolamento e il sistema di riferimento scelto ci impongono che
$a_M = \dot{\omega}R$. E, dato che la fune è attaccata sul bordo che cilindro, $a_m = 2\dot{\omega}R = 2a_M$. Abbiamo proiettando le forze ipotizzato che la forza di attrito sia opposta al verso in cui il CM del cilindro sta avanzando. Mettendo insieme le equazioni scritte si arriva a:
$a_m = \frac{8mg}{8m+3M}$= 3.14 m/s^2
Si trova anche T=3/4MR=0.31 N. b) Sempre dallo stesso sistema si trova la forza di attrito $f_A = -\frac{mMg}{8m+3M} = a_m * M/8$=1.33 N, negativa e dunque è diretta in verso opposto a quanto ipotizzato all' inizio. Per avere puro rotolamento: $|f_A| <= \mu_S Mg$, da cui segue: $\mu_S >= \frac{m}{8m+3M} = \frac{|f_A|}{Mg}$=0.08.

Scritto corso di Fisica. Canale 1
A.A. 2022-2023 18 Luglio 2023 Scritto –
COMPITO PASSATO

Corso di Laurea: Ingegneria Gestionale, Sapienza. Canale 1

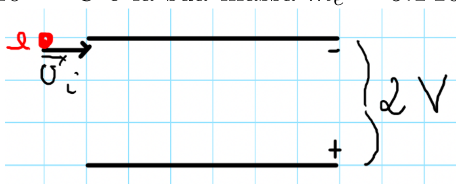
Nome: **Cognome:**

Matricola **Aula:**

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

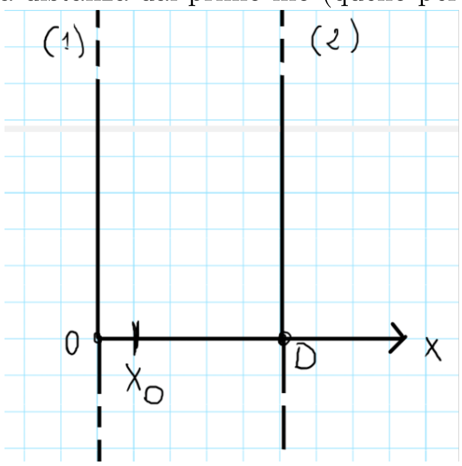
Un elettrone entra fra le armature di un condensatore piano, in prossimità dell' armatura negativa, con velocità iniziale $\vec{v}_i = 2\,10^5$ m/s, parallela alle due armature. Fra le armature del condensatore c' è una differenza di potenziale pari a 2 V. L' elettrone impiega un tempo $t^* = 1$ ns per raggiungere l' armatura positiva.
Si ricorda che la carica dell' elettrone vale $e = -1.6\,10^{-19}$ C e la sua massa $m_e = 9.1\,10^{-31}$ kg. Si trascuri l' effetto della gravità. Determinare:



a) la variazione di energia cinetica dell' elettrone fra l' istante in cui è entrato nel condensatore e l' istante in cui raggiunge l' armatura positiva, specificando chiaramente se la sua energia cinetica è aumentata o diminuita $\Delta E_c =$ __________
b) la distanza fra le armature del condensatore $d =$ __________

Esercizio 2

Due fili conduttori fissi, rettilinei ed indefiniti, paralleli fra loro, si trovano nel vuoto alla distanza di $D = 25$ cm. Ognuno esercita sull'altro una forza per unità di lunghezza pari a $F_{12}/L = 1.5 \times 10^{-3}$ N/m e sono percorsi da correnti di intensità, rispettivamente, I_1, I_2, non note. Si osserva che il campo magnetico si annulla ad una distanza dal primo filo (quello percorso dalla corrente I_1) pari a x_0=5.0 cm. Determinare:

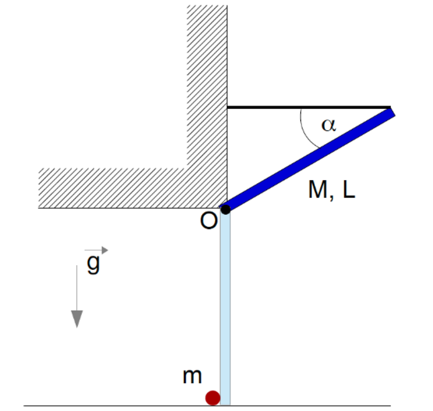


a) l'intensità e il verso relativo (concorde, discorde) della corrente che scorre in ciascun filo $I_1, I_2,$ *verso* = ___________

b) il valore dei campi magnetici, generati da ciascuno dei fili, nel punto x_0, indicando chiaramente anche direzione e verso rispetto al sistema di riferimento scelto $\vec{B}_1,\ \vec{B}_2$ = ___________

Esercizio 3

Un' asta sottile omogenea di massa M=2.3 kg e lunghezza L=0.7 m è vincolata a ruotare senza attrito intorno all'asse passante per il suo estremo O e perpendicolare al foglio. L'asta (blu in figura) è inizialmente fissata al muro per mezzo di una fune ideale inestensibile e di massa trascurabile disposta orizzontalmente e forma con essa un angolo α=30^o come indicato in figura.



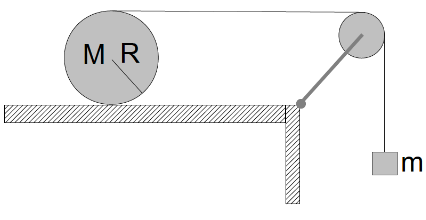
Successivamente, la fune viene tagliata e sotto l'azione della forza di gravità l'asta ruota fino ad urtare in modo completamente anelastico un punto materiale di massa m=0.4 kg (rosso in figura) in un suo estremo. Il momento d' inerzia dell' asta rispetto all' asse di rotazione vale $I_a = ML^2/3$. Determinare:

a) la velocità angolare dell' asta subito prima dell' urto ω = ___________

b) la velocità angolare del sistema subito dopo l' urto ω_1 = ___________

Esercizio 4

Un cilindro omogeneo di massa M=3.4 kg e raggio R=0.12 m è libero di muoversi su di un piano scabro caratterizzato da un coefficiente di attrito statico μ_S. Su di esso viene avvolto un cavo inestensibile privo di massa che lo collega ad una massa m=0.6 kg passando attraverso una carrucola di massa trascurabile, su cui il cavo scorre senza strisciare. Inizialmente il sistema si trova in quiete. Al tempo $t = 0$ il sistema inizia a muoversi sotto l'azione della forza peso applicata alla massa m, con il cilindro che effettua un moto di puro rotolamento. La situazione è indicata in figura. Il momento d' inerzia del cilindro rispetto al centro di massa vale $I_o = MR^2/2$.



Determinare:

a) l' accelerazione della massa m a_m = ___________

b) il valore minimo del coefficiente di attrito statico tale che il cilindro effettui un moto di puro rotolamento; μ_S = ___________

Soluzioni Compito

Soluzione Esercizio 1. Compito

a) Si usa il teorema delle forze vive: $L = \Delta E_C = e\int_d^0 E\ dy\ = e\int_d^0 V/d\ dy =$ -eV=3.2 10^{-19} J positiva. L' energia cinetica dell' elettrone è aumentata.
b) Nella direzione ortogonale alle armature il moto è uniformemente accelerato con $a = e\,E/m_e$, dove $E = V/d$ e d è la distanza incognita da calcolare. L' elettrone parte da quota $y = d$ e si ferma in $y = 0$, con una scelta conveniente degli assi coordinati. Dunque: $y = d + \frac{1}{2}\,a\,t^2$ e dunque $d = \frac{1}{2}\,|a|\,(t^*)^2$. Sostituendo: $d = t^*\,\sqrt{|e|V/(2m_e)}$=0.42 mm.

Soluzione Esercizio 2. Compito

a) Sappiamo che il campo magnetico si annulla a distanza x_0 dal primo filo . 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: $F_{12}/L = \mu_0 \frac{i_1 i_2}{2\pi D}$. Nota la forza e la distanza possiamo calcolare il valore del prodotto delle due correnti: $i_1 i_2 = \frac{2\pi f_{12} D}{L\mu_0} = \frac{1.5\times10^{-3}\times0.25}{2\times10^{-7}}$ A^2 = 1.9 $\times10^3$ A^2.
Ricordando l'espressione del campo generato da ciascun filo rettilineo indefinito, e sapendo che in x_0 si annulla, deve anche essere: $\frac{\mu_0}{2\pi}(\frac{i_1}{x_1} - \frac{i_2}{D-x_1})$=0. Ossia: $\frac{i_1}{i_2} = \frac{x_0}{D-x_0} = \frac{5}{20} = 0.25$.
Abbiamo dunque che conosciamo sia il prodotto che il rapporto delle due correnti:
$i_1 i_2 = 1.9\times10^3$ A^2 =B e $\frac{i_2}{i_1} = 4$=C.
Si può procedere per sostituzione: $i_2 = C\,i_1$, $C\,i_1^2 = B$,. Da cui si ricava:
$i_1 = \sqrt{B/C}$=22 A, $i_2 = 88$ A.
b) Ovviamente basta calcolare il valore di uno dei due e l'altro sarà, per quanto detto, 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: $B_1 = \mu_0 \frac{i_1}{2\pi x_0} = 8.8\cdot10^{-5}$ Tesla. E $B_2 = B_1$.

Soluzione Esercizio 3. Compito

a) Prima dell' urto si conserva l' energia meccanica del sistema. Prendiamo lo zero dell' energia potenziale al livello della massa m.
$E_{Pi} = MgL + Mg\frac{L}{2}sin\alpha$ (en. potenziale iniziale del CM dell' asta).
$E_{Pf} = Mg\frac{L}{2}$ (en. potenziale finale del CM dell' asta).
Energia cinetica iniziale =0, finale vale $\frac{1}{2}I_a\omega^2$.

Dunque: $MgL + Mg\frac{L}{2}sin\alpha = Mg\frac{L}{2} + \frac{1}{2}I_a\omega^2$. E $\omega = \sqrt{3g/L\,(1+\sin\alpha)}$=7.9 rad/s
b) Nell' urto si conserva il momento angolare del sistema. Il momento di inerzia dell' asta con la massa m conficcata dentro vale $I_b = I_a + mL^2$. Da cui si ha: $I_a\omega = I_b\omega_1$. Si trova $\omega_1 = \frac{M}{M+3m}\omega =$ 5.19 rad/s

Soluzione Esercizio 4. Compito

Scegliendo una coordinata diretta lungo la fune in direzione di m ed indicando con T la tensione della fune applicata alla massa m (e quindi anche al cilindro dato che la fune è ideale e la carrucola ha massa nulla), e con f_a la forza di attrito statico possiamo scrivere le equazioni cardinali:
$f_a R + TR = I_o\dot{\omega}$

$T - f_a = Ma_M$
$-T + mg = ma_m$
Il vincolo, il puro rotolamento e il sistema di riferimento scelto ci impongono che
$a_M = \dot{\omega}R$. E, dato che la fune è attaccata sul bordo che cilindro, $a_m = 2\dot{\omega}R = 2a_M$. Abbiamo proiettando le forze ipotizzato che la forza di attrito sia opposta al verso in cui il CM del cilindro sta avanzando. Mettendo insieme le equazioni scritte si arriva a:
$a_m = \frac{8mg}{8m+3M}$= 3.14 m/s^2
Si trova anche T=3/4MR=0.31 N. b) Sempre dallo stesso sistema si trova la forza di attrito $f_A = -\frac{mMg}{8m+3M} = a_m * M/8$=1.33 N, negativa e dunque è diretta in verso opposto a quanto ipotizzato all' inizio. Per avere puro rotolamento: $|f_A| <= \mu_S Mg$, da cui segue: $\mu_S >= \frac{m}{8m+3M} = \frac{|f_A|}{Mg}$=0.08.

Scritto corso di Fisica. Canale 1
A.A. 2022-2023 18 Luglio 2023 Scritto – SECONDO ESONERO

Corso di Laurea: Ingegneria Gestionale, Sapienza. Canale 1

Nome: **Cognome:**

Matricola **Aula:**

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

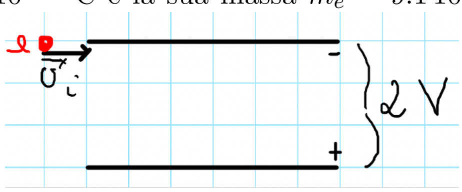
Un recipiente contiene 10 kg di acqua mescolati a 2 kg di ghiaccio tritato. Il sistema si trova all'equilibrio termico alla temperatura di 0 °C. Viene poi riscaldato con un fornelletto elettrico formato da una resistenza alimentata a 230 volt e in cui scorre una una corrente di 4.4 ampere. Si assumano trascurabili le dissipazioni di calore verso l'esterno. Si ricorda che il calore latente di fusione del ghiaccio vale $\lambda_{FUS} = 3.33 \cdot 10^5$ J/kg e che il calore specifico dell'acqua vale $c_a = 4186$ J/kg/K.
Determinare:

a) il tempo necessario per portare il sistema a 20 °C; $t_1 =$ ________

b) il tempo necessario per portare il sistema a 20 °C, nel caso in cui nel fornelletto venga aggiunta una seconda resistenza in parallelo e di valore pari a 1/3 della prima $t_2 =$ ________

Esercizio 2

Un elettrone entra fra le armature di un condensatore piano, in prossimità dell' armatura negativa, con velocità iniziale $\vec{v}_i = 2\,10^5$ m/s, parallela alle due armature. Fra le armature del condensatore c' è una differenza di potenziale pari a 2 V. L' elettrone impiega un tempo $t^* = 1$ ns per raggiungere l' armatura positiva.
Si ricorda che la carica dell' elettrone vale $e = -1.6\,10^{-19}$ C e la sua massa $m_e = 9.1\,10^{-31}$ kg. Si trascuri l' effetto della gravità. Determinare:

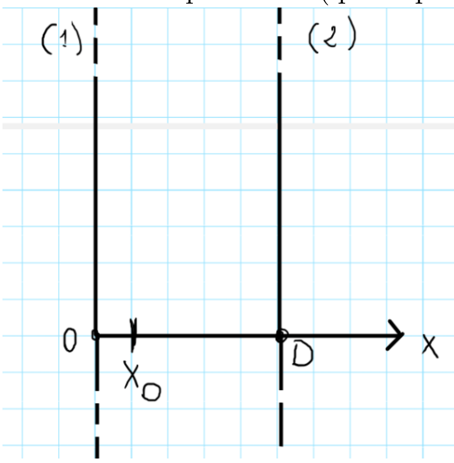


a) la variazione di energia cinetica dell' elettrone fra l' istante in cui è entrato nel condensatore e l' istante in cui raggiunge l' armatura positiva, specificando chiaramente se la sua energia cinetica è aumentata o diminuita $\Delta E_c =$ ________

b) la distanza fra le armature del condensatore $d =$ ________

Esercizio 3

Due fili conduttori fissi, rettilinei ed indefiniti, paralleli fra loro, si trovano nel vuoto alla distanza di $D = 25$ cm. Ognuno esercita sull'altro una forza per unità di lunghezza pari a $F_{12}/L = 1.5 \times 10^{-3}$ N/m e sono percorsi da correnti di intensità, rispettivamente, I_1, I_2, non note. Si osserva che il campo magnetico si annulla ad una distanza dal primo filo (quello percorso dalla corrente I_1) pari a x_0=5.0 cm. Determinare:



a) l'intensità e il verso relativo (concorde, discorde) della corrente che scorre in ciascun filo I_1, I_2, *verso* = __________

b) il valore dei campi magnetici, generati da ciascuno dei fili, nel punto x_0, indicando chiaramente anche direzione e verso rispetto al sistema di riferimento scelto $\vec{B}_1$, $\vec{B}_2$ = __________

Esercizio 4

Una mole di gas perfetto, in contatto termico con una sorgente di temperatura 20^{o}C, viene compressa da un volume iniziale V_i= 40 l a un volume finale V_f= 4 l. Nel processo di compressione il gas cede alla sorgente una quantità di calore pari a 400 cal. Si ricorda che la costante dei gas vale R =8.315 J/(mol K)=0.082 (l atm)/(mol K)=1.987 cal/(mol K). Determinare:

a) le variazione di energia interna e di entropia del gas $\Delta U_G, \Delta S_G$ = __________

b) la variazione di entropia complessiva, ossia dell' insieme gas e sorgente ΔS_T = __________

Soluzioni Compito

Soluzione Esercizio 1
a) La quantità di calore necessaria per fondere il ghiaccio e scaldare l'acqua (inclusa quella di fusione del ghiaccio) a 20 °C vale:
$\Delta Q = m_{ghiaccio}\lambda_{FUS} + (m_{ghiaccio} + m_{acqua})c_a\Delta T = 400$ kcal $= 1.67 \cdot 10^6$ J.
Essendo la potenza fornita dalla resistenza $P = VI = 1012$ W, e l'energia prodotta dal fornelletto pari al calore assorbito dal sistema, calcolato prima, si ha: $\Delta t = Q/P = 1650\,\mathrm{s} = 27'\,30''$.
c) Con una seconda resistenza in parallelo la resistenza del fornelletto si riduce. Indichiamo con R la prima resistenza. Si ha: $R_p = \frac{R\cdot R/3}{R+R/3}= \frac{R}{4}$. Pertanto la potenza erogata, a parità ovviamente di tensione, diventa 4 volte maggiore, diventando 4048 W. Il tempo pertanto diventa un quarto del tempo precedente, $t_2 = 413$ s.
Calcolare il valore della resistenza non serve, come visto, ma in caso lo si voglia calcolare ed utilizzare formule in cui la resistenza appare esplicitamente è possibile: $R = V/I = 52.27\,\Omega$ e $R_p = 13.07\,\Omega$.

Soluzione Esercizio 2 a) Si usa il teorema delle forze vive: $L = \Delta E_C = e\int_d^0 E\,dy = e\int_d^0 V/d\,dy =$ -eV=3.2 10^{-19} J positiva. L' energia cinetica dell' elettrone è aumentata.
b) Nella direzione ortogonale alle armature il moto è uniformemente accelerato con $a = e\,E/m_e$, dove $E = V/d$ e d è la distanza incognita da calcolare. L' elettrone parte da quota $y = d$ e si ferma in $y = 0$, con una scelta conveniente degli assi coordinati. Dunque: $y = d + \frac{1}{2}\,a\,t^2$ e dunque $d = \frac{1}{2}\,|a|\,(t^*)^2$.
Sostituendo: $d = t^*\,\sqrt{|e|V/(2m_e)}$=0.42 mm.

Soluzione Esercizio 3
a) Sappiamo che il campo magnetico si annulla a distanza x_0 dal primo filo . 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: $F_{12}/L = \mu_0\frac{i_1 i_2}{2\pi D}$. Nota la forza e la distanza possiamo calcolare il valore del prodotto delle due correnti: $i_1 i_2 = \frac{2\pi f_{12} D}{L\mu_0} = \frac{1.5\times10^{-3}\times0.25}{2\times10^{-7}}$ A^2 = 1.9 $\times10^3$ A^2.
Ricordando l'espressione del campo generato da ciascun filo rettilineo indefinito, e sapendo che in x_0 si annulla, deve anche essere: $\frac{\mu_0}{2\pi}(\frac{i_1}{x_1} - \frac{i_2}{D-x_1})$=0. Ossia: $\frac{i_1}{i_2} = \frac{x_0}{D-x_0} = \frac{5}{20} = 0.25$.
Abbiamo dunque che conosciamo sia il prodotto che il rapporto delle due correnti:
$i_1 i_2 = 1.9 \times 10^3$ A^2 =B e $\frac{i_2}{i_1} = 4$=C.
Si può procedere per sostituzione: $i_2 = C\,i_1$, $C\,i_1^2 = B$,. Da cui si ricava:
$i_1 = \sqrt{B/C}$=22 A, $i_2 = 88$ A.
b) Ovviamente basta calcolare il valore di uno dei due e l'altro sarà, per quanto detto, 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: $B_1 = \mu_0\frac{i_1}{2\pi x_0} = 8.8 \cdot 10^{-5}$ Tesla. E $B_2 = B_1$.

Soluzione Esercizio 4
a) La variazione di energia interna del gas è nulla $\Delta U = 0$, poichè $T_i = T_f$.
Non si tratta di una trasformazione isoterma reversibile. Per calcolare la variazione di entropia del gas lavoriamo su una isoterma reversibile fra i due stati i ed f.
Dunque: $\Delta S_G = n\,R\,\log\frac{V_f}{V_i} = 1\,8.31\,\log\frac{4}{40}$= -19.14 J/K
b) La variazione di entropia della sorgente è $\Delta S_s = \frac{Q_C}{T_i}$= 400/(20+273.15)=1.36 cal/K=5.71 J/K. La variazione complessiva pertanto vale ΔS_T= -13.43 J/K