

a.a. 2017-2018**Quesiti** (peso di ogni quesito: 2 o 3)**Q1_09/07/2018**

Una pallina è lasciata cadere dalla quota di 20m con velocità iniziale nulla. Nello stesso istante di tempo una seconda pallina identica è lanciata dalla quota di 15m con velocità orizzontale iniziale v_0 pari a 1m/s e una terza pallina identica è lanciata con una velocità iniziale pari a $2v_0$ in una direzione che forma un angolo di 60° con la direzione verticale a partire da una quota di 15m; Chiamati t_1 , t_2 e t_3 gli istanti di tempo in cui le tre palline raggiungono il suolo, stabilire quali delle affermazioni elencate di seguito è vera:

- a) $t_1 < t_2 < t_3$ b) $t_2 < t_1 = t_3$ c) $t_2 = t_3 > t_1$ d) $t_2 = t_3 < t_1$ e) $t_1 > t_3 > t_2$
 f) l'ordine di t_1 e t_2 non cambia se lo stesso esperimento è condotto sulla luna
 g) l'ordine di t_2 e t_3 non cambia se lo stesso esperimento è condotto sulla luna

Il moto in direzione x è rettilineo uniforme; in y uniformemente accelerato.

L'equazione generale per il moto in direzione verticale, che possiamo poi applicare a tutti i casi, è $y(t) = y_0 + v_{0y} t - (1/2) g t^2$ con v_{0y} = componente y della velocità iniziale cioè $v_0 \cos \alpha$ e α è l'angolo tra la velocità e l'asse y (che punta verso l'alto). Nei tre casi abbiamo in ordine $v_0 = 0$, $v_{0y} = v_0 \cos 90^\circ = 0$ e $v_{0y} = 2v_0 \cos 60^\circ = v_0 \rightarrow$

$t_1 = \sqrt{2 \times h_1/g} = 2.02 \text{ s}$; $t_2 = \sqrt{2 \times h_2/g} = 1.75 \text{ s}$; la terza pallina ha velocità verticale $2v_0 \times \sin(30^\circ) = v_0 = 1 \text{ m/s}$, impiega il tempo $t_3 = v_0/g + \sqrt{v_0^2/g + 2 \times h_3/g} = v_0/g + \sqrt{v_0^2/g + 2 \times h_2/g} = 1.85 \text{ s}$; nota che $t_3 > t_2$ per qualunque valore di g , mentre $t_1 > t_2$ per ogni valore di g , quindi sono vere le e), f) e g) **[si vedano pag. 24-28 di Slides-L-3-4-5]**

Q2_09/07/2018

Quanto vale l'energia potenziale elettrostatica di un elettrone che si trova alla distanza di 1mm da una carica puntiforme di 10pC ?

L'energia potenziale elettrostatica di una carica (l'elettrone) in presenza di un campo E (descritto dal potenziale elettrostatico V) è $E_p = qV(P)$ dove P è il punto in cui si trova la carica q che sente il campo (per noi l'elettrone) $\Rightarrow E_p = -e \times 10 \text{ pC} \times k / (0.001 \text{ m}) = -1.6 \cdot 10^{-19} \times 10 \cdot 10^{-12} \times 9 \times 10^9 / 10^{-3} = -160 \cdot 10^{-19} \text{ J}$. **[si vedano pag. 27-28 di Slides-L-13-14-15]**

Q3_09/07/2018

Un punto materiale in moto tra due istanti di tempo subisce lo spostamento $\Delta \vec{r} = (3\hat{x} + \hat{y})m$. Qual è il lavoro compiuto dalla forza peso nel caso (1) in cui questo spostamento avvenga per effetto di un moto orizzontale (lungo l'asse x) seguito da un moto verticale (lungo l'asse y) e nel caso (2) in cui la traiettoria coincida il vettore spostamento.

La forza peso è conservativa \Rightarrow il lavoro che essa compie non dipende dal percorso ma solo dal punto iniziale e finale \Rightarrow mi basta calcolare il lavoro una volta, per esempio per il percorso coincidente con lo spostamento. Siccome la forza peso $\vec{F} = -Mg\hat{y}$ è costante, posso calcolare il lavoro come $L = \vec{F} \cdot \Delta \vec{r} = -Mg\hat{y} \cdot (3\hat{x} + \hat{y})m = -Mg1m < 0$ il lavoro è minore di zero come ci aspettiamo perché lo spostamento (y aumenta di 1m) avviene contro la forza di gravità. **[pag. 4-8 e 18 di Slides-L-6-7]**

Q4_09/07/2018

Un fluido ideale scorre in un condotto sotterraneo a profondità variabile. Se la velocità del fluido è 2m/s in un punto (A) a profondità di 1m in cui la sezione del condotto è 10 cm², determinare la velocità del fluido in un punto (B) alla profondità di 2m tenendo conto che la sezione del condotto in B è pari a 20cm². Valutare la differenza di pressione tra il punto B e il punto A, assumendo che il fluido sia acqua. Se il fluido è ideale la portata dei mantiene costante e uguale a vS (velocità \times Sezione del condotto) $\Rightarrow v(B) = 1 \text{ m/s}$; la differenza di pressione tra i due punti (applicando Bernoulli) $P(B) - P(A) = \rho g(h(A) - h(B)) + 0.5 \rho (v^2(A) - v^2(B)) = 11300 \text{ Pa}$ **[pag. 20-22 di Slides-L-10-11-12]**

Q5_09/07/2018

Cosa si intende per flusso laminare di un fluido ? Le linee di flusso (curve costruite seguendo il percorso di un elemento di fluido, in ogni punto di una linea di flusso la velocità del fluido è; tangente alla linea di flusso) non si intersecano **[pag. 18-19 di Slides-L-10-11-12]**

Q6_09/07/2018

Descrivere qualitativamente il moto di un protone che entra in una regione dello spazio in cui esiste un campo elettrico uniforme $\vec{E} = E_0\hat{y}$ con $E_0 > 0$ e con velocità iniziale $\vec{v} = -v_0\hat{y}$ con $v_0 > 0$ a partire dal punto P_0 di coordinate (0,0,0). Che tipo di traiettoria percorre il protone ? E'

contenta in un piano ? Se al tempo $t=1s$ la particella si trova nel punto P1 di coordinate (x,y,z) quali di queste affermazioni sono vere: [si trascuri la forza peso]

- a1) $x=0$ b1) $x>0$ c1) $x<0$
- a2) $y=0$ b2) $y>0$ c2) $y<0$
- a3) $z=0$ b3) $z>0$ c3) $z<0$

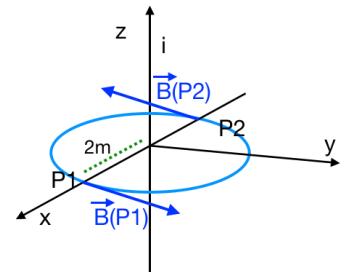
Un protone ha una carica positiva $e = 1.6 \times 10^{-19} C$ quindi nel punto P0 e' soggetto alla forza costante e uniforme $\vec{F} = eE_0\hat{y}$ (parallela alla sua velocita' iniziale) => il moto sara' rettilineo uniformemente accelerato lungo l'asse y [$x(t)=z(t)=0$ sempre, per ogni t]. Dal momento che la particella aveva una velocita' iniziale lungo -y, la traiettoria sara' prima decelerata verso -y, poi ci sara' un punto di inversione del verso del moto e poi sara' accelerato lungo y (analogamente a un corpo lanciato verso l'alto in direzione verticale). A $t=1s$ y sara' >0 o <0 a seconda che t sia successivo o precedente a $2x\Delta t$ dove Δt e' il tempo necessario all'inversione del verso del moto. NOTA che $v(\Delta t) = v_0 - eE_0\Delta t = 0 \Rightarrow \Delta t = v_0/(eE_0)$. [Pag. 12 Pag.-L-13-14-15 e slides 24-28 di Slides-L-3-4-5 (per moto unif. accelerato)]

Q7_09/07/2018

Un filo conduttore infinito è percorso dalla corrente $i=2mA$. Chiamato z l'asse cartesiano che coincide con il filo e orientato nel verso della corrente, si dica quanto vale (modulo, direzione e verso) il campo magnetico nei punti di coordinate

- 1) $x=0, y=1mm, z=0$
- 2) $x=0, y=1mm, z=10mm$
- 3) $x=1mm, y=0mm, z=0$

Per la legge di Biot-Savart il campo magnetico prodotto da un filo rettilineo infinito percorso dalla corrente i e' dato da $B(r) = i\mu_0/(2\pi r)$ ed e' orientato come ϕ versore, cioe' e' tangente a circonferenze con centro sul filo e contenute in piani perpendicolari al filo. Il campo in un punto P dipende solo dalla distanza r dal filo => in punto in 1) dista 1mm come in 2) e come in 3), il modulo del campo sara' uguale in tutti i casi a $4 \times 10^{-4} T$. La direzione sara' $-\hat{x}$ nei casi 1 e 2 e \hat{y} nel caso 3. La figura illustra una linea d campo e il vettore B in alcuni punti (non necessariamente quelli del testo) [Pag. 23 di Slides-L-16-17-20-21-22]



$10^{-4} T$. La direzione sara' $-\hat{x}$ nei casi 1 e 2 e \hat{y} nel caso 3. La figura illustra una linea d campo e il vettore B in alcuni punti (non necessariamente quelli del testo) [Pag. 23 di Slides-L-16-17-20-21-22]

Q8_09/07/2018

In un trasformazione termodinamica la pressione di una mole di gas ideale biatomico si dimezza. Si stabilisca in quale delle seguenti trasformazioni il gas assorbe la quantita' di calore piu' alta:

- (a) trasformazione isoterma $\Delta U = 0 = Q - L \Rightarrow Q = L$ se in una isoterma, p si sta abbassando, V sta aumentando => il lavoro e' positivo e cosi' anvej il calore assorbito.
- (b) trasformazione abiabatica. Q scambiato = 0
- (c) trasformazione isobara impossibile la pressione si sta dimezzando

L risposta corretta e' a) [Pag. 22-27 di Slides-L-24-25]

Q9_09/07/2018

Quanto tempo impiega un raggio di luce ad attraversare una distanza di 2m in un mezzo che ha indice di rifrazione $n=1.76$? $T = x/v = x/(c/n) = 1.76 \cdot 2m / 3 \times 10^8 m/s = 11.7ns$ [Pag. 5-7 di Slides-L-23]

Problemi (peso di ogni problema: 5)

P1_09/07/2018

Secondo la legge di Hagen-Poiseuille, in presenza di liquidi viscosi in moto in un condotto cilindrico si manifesta una variazione di pressione lungo il condotto tra un punto iniziale e uno successivo distante L che risulta proporzionale alla portata con un coefficiente R che dipende dalla viscosita', da una potenza del raggio R del condotto e dalla lunghezza del condotto:

$\Delta P = RQ$ dove $R = (8/\pi)\eta R^n/L$; Si determini il valore dell'esponente n (numero intero positivo o negativo) e si risolva il seguente problema: approssimata l'aorta di un adulto a riposo come un cilindro lungo $L = 30cm$ di raggio $R = 9mm$, qual e' la caduta di pressione Δp nel sangue quando attraversa l'aorta e la perdita di carico $\Delta p/L$ nell'aorta ? Si assuma la viscosita' del sangue $\eta = 4.75 \cdot 10^{-3} Pa \cdot s$ e la portata del sangue nell'aorta $Q = 83cm^3/s$.

La $R = (8/\pi)\eta R^n/L$ e' consistente dimensionalmente solo se $n=-4$, dato che Q e' volume/tempo, e η e' pressione per tempo. Allora applicando la legge di Hagen-Poiseuille si ha $\Delta p = 46 Pa$ e $\Delta p/L = 150 Pa/m$ [Pag. 30, a pagina 34 di Slides-L-10-11-12 trovate questo problema]

P2_09/07/2018

Un campione di 4 L di gas perfetto biatomico con un rapporto dei calori specifici $\gamma=1.4$, contenuto in un cilindro, compie un ciclo chiuso. Il gas è inizialmente a 1 atm e 300K. Dapprima la sua pressione è triplicata a volume costante. Poi si espande adiabaticamente fino alla sua pressione iniziale ed infine è compresso isobaricamente al volume iniziale. Disegna il diagramma PV del ciclo, determina il volume nel punto finale dell'espansione adiabatica, e la temperatura del gas all'inizio dell'espansione adiabatica e alla fine del ciclo. Qual è il lavoro complessivo svolto sul gas in questo ciclo ?

Conosciamo V, P e T del punto iniziale A => rimaniamo il numero di moli n.

Da A ci muoviamo in verticale lungo l'isocora fino a $P(B)=3P(A)$ => possiamo calcolare T=(B) da n, P(B), $V(B)=V(A)$; nella espansione adiabatica $P(B)V^\gamma(B) = P(C)V^\gamma(C)$ => estraggo V(C); la temperatura alla fine del ciclo è T(A). **Il lavoro complessivo e' l'area del piano PV racchiusa dalle curve delle trasformazioni, in particolare e' il lavoro nella adiabatica - P(A) * (V(C)-V(A)).**

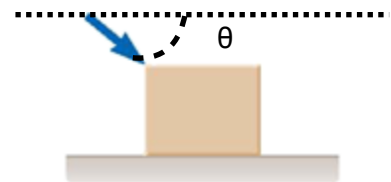
Il lavoro nella adiabatica era un po' complicato da calcolare, ma sarebbe bastata l'osservazione in bold quassu'. Riporto il conto per completezza:

$$P(C) - P(B) = \int_{V(B)}^{V(C)} V^{-\gamma} dV = P(B)V^\gamma(B)(1 - \gamma)(V^{1-\gamma}(C) - V^{1-\gamma}(B))$$

[Pag. 22-27 di Slides-L-24-25]

P3_09/07/2018

Un blocco di massa M appoggiato su un piano orizzontale come mostrato in figura è spinto da una forza \vec{F} la cui direzione forma un angolo θ con la direzione orizzontale. Se il coefficiente di attrito statico μ dimostrare che il valore minimo del modulo della forza



necessario per spostare il blocco è $|\vec{F}| = \frac{\mu_s Mg}{\cos\theta(1 - \mu_s \tan\theta)}$

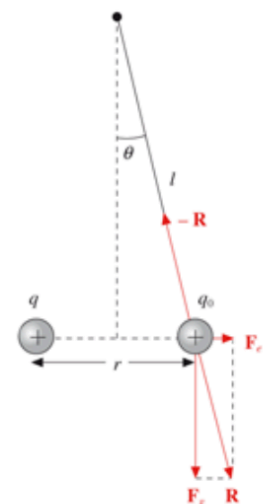
Le forze in direzione x sono $F\cos\theta - F_a = 0$; in direzione y $Mg + F\sin\theta - N = 0$; dalla seconda relazione ho $N = Mg + F\sin\theta$ e dalla prima $F\cos\theta = F_a \leq \mu N = \mu(Mg + F\sin\theta) \rightarrow F\cos\theta(1 - \mu \tan\theta) = \mu Mg$, quindi $F = \mu Mg / [\cos\theta(1 - \mu \tan\theta)]$

[Pag. 35-42 di Slides-L-3-4-5]

P4_09/07/2018

Due sferette piccole identiche di massa $M=1\text{mg}$, entrambe dotate di una carica q sono sospese mediante fili inestensibili di lunghezza $L=50\text{cm}$ ad un unico punto. All'equilibrio i fili formano ciascuno con la verticale un angolo $\theta=5^\circ$. Determinare il valore della carica su ciascuna sferetta.

Calcolare il campo elettrico (modulo direzione e verso) nel punto a cui sono vincolati i due fili. Se in quel punto si trova un dipolo elettrico costituito da due cariche opposte di valore $1.6 \cdot 10^{-19}\text{C}$ separate da una distanza trascurabile, pari alla scala atomica (10^{-10}m), qual è la forza totale dovuta alle due sferette cariche sul dipolo ? Se il dipolo è orientato in orizzontale si trova in una posizione di equilibrio ?



Dall'equilibrio della forza peso, della tensione del filo e della forza coulombiana ($= kqq/r^2$ in direzione x) si ha $q = 2L \sin\theta \sqrt{(mg \tan\theta / k)} = 1\text{m} \sin 5^\circ \sqrt{(10^{-6} \cdot 9.8 \tan 5^\circ / (9 \times 10^9))} = 0.087 \times 0.95 \times 10^{-8} = 0.82 \text{ nC}$

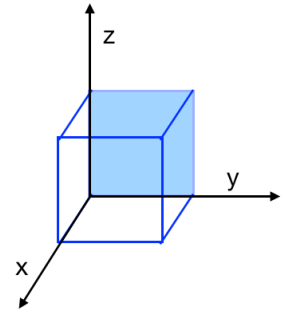
Il campo E e' la somma dei campi prodotti dalle due sferette, nella somma le componenti x si cancellano, quelle y si sommano: $|E| = 2 k q / (L\cos\theta)^2 = 2 \times 9 \times 10^9 \times 0.82 \times 10^{-9} \text{ C} / 0.5^2 = 59 \text{ V/m}$ diretto come y verso l'alto. Su un dipolo la forza sara' nulla $F = qE - qE$ (se q e' il valore della carica del dipolo), tuttavia se il dipolo e' orientato come \rightarrow la carica >0 a destra sara' respinta, mentre la carica <0 a sinistra sara' attratta, quindi il dipolo tendera' a ruotare in senso antiorario (ma non traslerà visto che la risultante delle forze su di esso e' nulla)

[Pag. 4, 11-13, 21 di Slides-L-13-14-15]

Domande (peso di ogni domanda: 4)

D1_09/07/2018

In una regione dello spazio un campo elettrico ha l'andamento $\vec{E}(x, y, z) = E_0\hat{x} + E_1y\hat{y}$. In figura è rappresentato un cubo di lato $a=1m$. Si calcoli (applicando la definizione di flusso di un campo vettoriale) il flusso del campo elettrico attraverso la faccia azzurra del cubo (contenuta nel piano $x=0$) e attraverso la faccia contenuta nel piano $y=a$.



Bisogna applicare la definizione di flusso: sul piano $x=0$ il flusso e'

$\int (E_0\hat{x} + E_1y\hat{y}) \cdot dydz\hat{n}$ dove il versore n e' $-\hat{x}$ (normale alla superficie e uscente) -> nel prodotto scalare sopravvive solo la componente x del campo

$$\int (-E_0)dydz = -E_0S = -E_0a^2$$

Nel piano $y=a$ il campo vale sempre $\vec{E}(x, y, z) = E_0\hat{x} + E_1a\hat{y}$, il flusso attraverso la faccia di lato a destra e' $\int (E_0\hat{x} + E_1a\hat{y}) \cdot dx dz\hat{y} = \int E_1a dx dz = E_1a^3$

Nota che: osservato che il campo e' uniforme sulla faccia laterale destra (a $y=a$) il campo e' il prodotto scalare di E (sulla faccia) = $(E_0\hat{x} + E_1a\hat{y})$ con la superficie $a^2\hat{y}$
 [Pag. 37-40 di Slides-L-13-14-15]

D2_09/07/2018

Si consideri una lente sottile convergente di distanza focale $f=20cm$. Se l'immagine reale di un oggetto reale di dimensioni trasversali pari a $0.5cm$ è capovolta e di dimensioni trasversali pari a $1cm$, in che posizione sull'asse ottico si trova l'oggetto ?

L'ingrandimento trasversale $y=(1cm/0.5cm)$ e' uguale a $q/p \Rightarrow$ noto q , dall'equazione dei punti coniugati di trova p , occorre pero' conoscere q che in questo caso non e' dato \Rightarrow non si puo' rispondere. [Pag. 18-21 di Slides-L-23]

D3_09/07/2018

Qual è il rischio a cui va incontro un vaso sanguigno un cui si manifesti una stenosi ?

Per la stenosi (restringimento) accade il contrario, quindi il rischio e' di occlusione [Pag 24 di Slides-L-10-11-12]

5. Spiegare qualitativamente cosa succede quando in un'arteria è presente un aneurisma.
Soluzione: in presenza di un aneurisma la sezione dell'arteria S_2 è maggiore di quella naturale S_1 e dovendosi conservare la portata dell'arteria, la velocità v_2 sarà minore di quella naturale v_1 ($v_2 = \frac{S_1}{S_2}v_1$). Supponiamo per semplicità che l'arteria sia orizzontale. In queste condizioni la pressione sanguigna p_2 all'altezza dell'aneurisma sarà maggiore di quella naturale p_1 in accordo all'equazione di Bernoulli $\frac{1}{2}\rho v_1^2 + p_1 = \frac{1}{2}\rho v_2^2 + p_2$. Pertanto, nel punto dove c'è l'aneurisma, può rompersi la parete dell'arteria.

D4_09/07/2018

Si considerino due biglie di masse $M1=0.1Kg$ e $M2=0.2kg$ libere di muoversi di moto rettilineo in direzione x lungo un binario privo di attrito. Assumendo che la biglia 2 viaggi inizialmente con velocità di $0.5m/2$ e la biglia 1 la segua con velocità di $2m/s$, si calcolino le velocità finali delle biglie dopo l'urto assumendo che questo sia completamente anelastico.

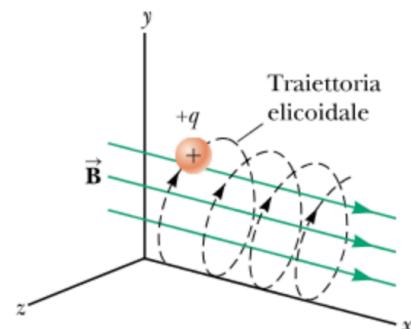
$$m_1v_{1i} + m_2v_{2i} = (m_1 + m_2)v_f$$

ite anelastici
$$v_f = \frac{m_1v_{1i} + m_2v_{2i}}{m_1 + m_2}$$

[Pag 12 di Slides-L-8-9]

D5_09/07/2018

Una particella di carica elettrica q e massa M che entra in una regione dello spazio in cui esiste un campo magnetico uniforme di modulo B_0 diretto lungo l'asse x con velocità iniziale $\vec{v}_0 = v_x\hat{x} + v_z\hat{z}$ seguirà un traiettoria elicoidale il cui asse è parallelo all'asse x . Si discuta come il raggio dell'elica è correlato alla velocità e alle proprietà della particella. Si calcoli il passo dell'elica.



Sulla particella agisce la forza di Lorentz inizialmente uguale a:

$\vec{F} = q\vec{v}_0 \wedge \vec{B} = q(v_x\hat{x} + v_z\hat{z}) \wedge B_0\hat{x} = qv_z\hat{z} \wedge B_0\hat{x}$ agisce come una forza centripeta => moto circolare uniforme nel piano xz con raggio $R = mv_z/qB_0$ in direzione x, v_x rimane immutata => dato che un periodo $T = 2\pi m/(qB_0)$ in passo e' $v_x T = 2\pi m v_x/(qB_0)$.

[Pag 30-32 di Slides-L-16-17-20-21-22]

RICORDA:

$$\epsilon_0 = 8.85 \cdot 10^{-12} \text{ C}^2/\text{Nm}^2 = 8.85 \cdot 10^{-12} \text{ F/m}; \quad \mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7} \text{ H/m}$$

$$k = 1/(4\pi\epsilon_0) = 9 \cdot 10^9 \text{ Nm}^2/\text{C}^2$$

$$|e| = 1.6 \cdot 10^{-19} \text{ C.}$$

$$\text{Costante di gravitazione universale } G = 6.67 \cdot 10^{-11} \text{ Nm}^2/\text{kg}^2$$

$$\text{Massa dell'elettrone } m_e = 9.1 \cdot 10^{-31} \text{ Kg}$$

$$\text{Massa del protone } m_p = 1.67 \cdot 10^{-27} \text{ Kg}$$

$$\text{Massa della terra } m_T = 5.97 \cdot 10^{24} \text{ Kg}$$

$$\text{Raggio medio della terra } R_T = 6.37 \cdot 10^6 \text{ m}$$

$$1 \text{ atm} = 1.013 \times 10^5 \text{ Pa}$$

$$\text{Densità volumetrica dell'acqua } 1000 \text{ Kg/m}^3$$

$$\text{Numero di Avogadro } N_A = 6.022 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$$

$$\text{Costante di gravitazione universale } G = 6.67 \times 10^{-11} \text{ Nm}^2/\text{Kg}^2$$

$$\text{Costante universale dei gas } R = 8.31 \text{ J}/(\text{mole K})$$

$$\text{Costante di Boltzmann } k_B = R/N_A$$

$$1 \text{ cal} = 4.18 \text{ J}$$

$$X \text{ } ^\circ\text{C} = (X+273.15) \text{ K}$$

$$\text{Calore latente di evaporazione dell'acqua } \lambda = 2272 \text{ kJ/kg}$$

$$\text{Calore latente di fusione del ghiaccio } \lambda = 333 \text{ kJ/kg}$$

$$\text{Calore specifico del Fe a pressione costante } 460 \text{ J}/(\text{kg K})$$

$$c = 3 \cdot 10^8 \text{ m/s.}$$