

Università degli Studi di Roma “La Sapienza”
Facoltà di Ingegneria dell’informazione, informatica e statistica
Corsi di laurea in Ingegneria informatica e automatica

Esame scritto di Fisica

Roma, 03.07.2015

Risolvete, prima analiticamente poi numericamente, gli esercizi seguenti.

1. Un cilindro omogeneo di altezza $h=150\text{cm}$ e raggio delle basi circolari $R=20\text{cm}$ è appoggiato sul piano scabro di un veicolo che sta procedendo su una strada in discesa con pendenza $\theta=\arctg(0,1)$. Dovendo fermare il veicolo, si domanda qual è l’accelerazione massima consentita affinché il cilindro non cada, supponendo che il coefficiente di attrito sia sufficientemente grande da non fare slittare la base d’appoggio del cilindro sul piano.

(Chi trovasse difficoltà può risolvere il problema nel caso di un veicolo che procedesse su strada orizzontale, con $\theta=0$. La valutazione dell’esercizio viene ridotta in tal caso di due punti)

2. Un elettrone (massa $m=0,9\cdot 10^{-30}\text{kg}$ e carica $e=1,6\cdot 10^{-19}\text{C}$) dotato di velocità $V=10^5\text{km/s}$ si muove in un campo di induzione magnetica \mathbf{B} uniforme eseguendo una traiettoria elicoidale di passo $p=9\text{mm}$ lungo la direzione del campo \mathbf{B} e di raggio $R=30\text{cm}$ della circonferenza sul piano ortogonale. Si determini il valore del campo di induzione \mathbf{B} .

3. Una spira circolare conduttrice di resistenza $R=15\Omega$ ruota con velocità angolare $\omega=35\text{rad/s}$ attorno a un suo diametro in una regione di spazio dove è presente un campo di induzione magnetica uniforme ortogonale al diametro attorno a cui avviene la rotazione, di modulo $B=0,2\text{T}$. Si chiede qual è il valore del raggio r della spira sapendo che in essa si genera una corrente indotta del valore massimo $I=0,02\text{A}$.

Rispondete, con essenzialità e correttezza, alle seguenti domande.

1. Date una definizione di moto armonico e descrivetene l’implicita caratteristica.
2. Mostrate come nei gas perfetti la differenza tra i calori molari nelle trasformazioni a pressione e a volume costanti sia eguale alla costante R dei gas.
3. Definite il coefficiente di autoinduzione e trovatene il valore per una lunghezza unitaria di un solenoide infinitamente esteso.

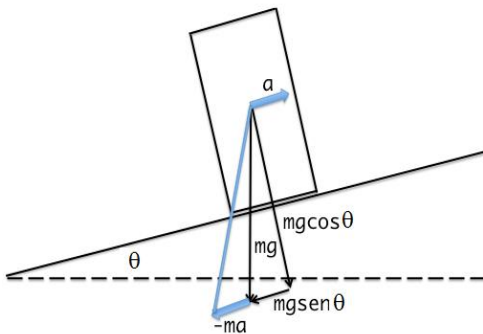
SOLUZIONI

Esame Fisica per Ingegneria informatica e automatica, data: 03.07.2015

Esercizio n.1

In condizioni di velocità costante il rapporto tra la componente della forza peso, applicata nel centro di massa del cilindro a metà altezza, parallela al piano della strada e quella ortogonale è pari alla tangente dell'angolo di pendenza della strada ed è minore del rapporto tra il raggio R e la metà altezza $h/2$, così che il cilindro in queste condizioni non cade (v. figura):

$$\frac{mg \sin \theta}{mg \cos \theta} = \tan \theta = 0,1 < \frac{R}{h/2} = 0,27$$



Quando il veicolo frena con accelerazione a , si aggiunge alla forza peso la forza apparente $-ma$, diretta secondo la direzione parallela alla strada. In tal caso, affinché il cilindro non cada, la condizione diventa:

$$\frac{mg \sin \theta + ma}{mg \cos \theta} = \frac{g \sin \theta + a}{g \cos \theta} \leq \frac{R}{h/2}$$

da cui il valore massimo dell'accelerazione

$$a_{\max} = g \left(\frac{R}{h/2} \cos \theta - \sin \theta \right) = 1,62 \text{ m/s}^2$$

Esercizio n.2

Il passo e il raggio della circonferenza della traiettoria elicoidale sono legati alle componenti della velocità parallela V_p e normale V_n alla direzione del campo \mathbf{B} dalle relazioni

$$V_p = \frac{p}{T} = \frac{\omega p}{2\pi} = \frac{eBp}{2\pi m} \quad \text{e} \quad V_n = \omega R = \frac{eBR}{m}$$

in quanto a ogni passo di avanzamento l'elettrone percorre un giro in un tempo pari al periodo del moto circolare. Si ha quindi

$$V = \sqrt{V_p^2 + V_n^2} = \sqrt{\left(\frac{eBp}{2\pi m} \right)^2 + \left(\frac{eBR}{m} \right)^2} = \frac{eB}{m} \sqrt{\left(\frac{p}{2\pi} \right)^2 + R^2}$$

da cui:

$$B = \frac{mV}{e \sqrt{\left(\frac{p}{2\pi} \right)^2 + R^2}} = 1,875 \cdot 10^{-3} \text{ T}$$

Esercizio n.3

Il moto della spira nel campo \mathbf{B} induce una corrente pari al rapporto tra la forza elettromotrice indotta e la sua resistenza, data da

$$i = \frac{f.e.m.}{R} = -\frac{1}{R} \frac{d\Phi(B)}{dt} = -\frac{1}{R} \frac{d}{dt}(AB) = -\frac{1}{R} B \frac{d}{dt}[\pi r^2 \cos(\omega t)] = \frac{\pi r^2}{R} B \omega \sin(\omega t)$$

con $A = \pi r^2$ l'area della spira. Il valore massimo di tale corrente è

$$I = \frac{\pi r^2}{R} B \omega$$

da cui

$$r = \sqrt{\frac{IR}{\pi B \omega}} = 11,7 \text{ cm}$$
