FISICA GENERALE

MODULO DI ELETTROMAGNETISMO

Esame del 9 FEBBRAIO 2009

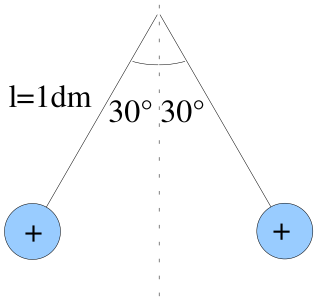
A.A. 2008-2009

Esercizi	FIS GEN: Punteggio in 30-esimi
1-8	Fino a 4 punti

COGNOME:__________________________NOME: __________________________MATR:___________

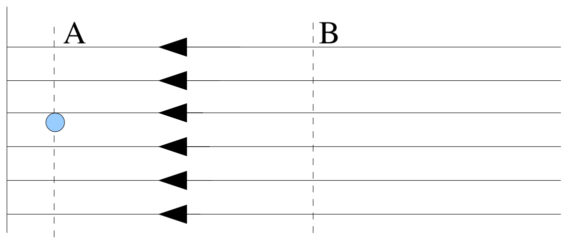
1. Campo elettrostatico

Calcolare la carica elettrica (supposta uguale) contenuta sulle sfere di materiale isolante di massa m=1g.



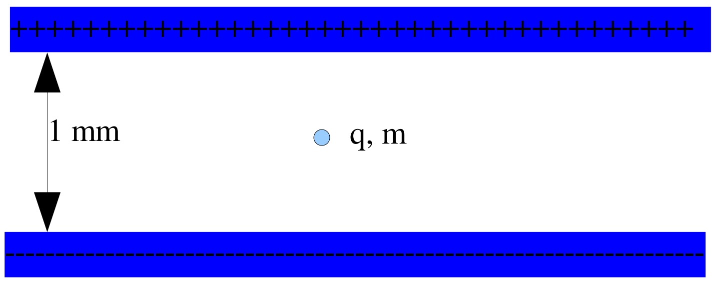
2. Lavoro del campo elettrostatico

La particella di carica q= -10^{-9} C possiede velocità in A v_A=0 m/s. Essa si trova in prossimità di un piano infinito di densità di carica σ =-10^{-8} C/m^2. Determinare la sua velocità $\mathbf{v_B}$ sulla sezione B, a distanza di 1 mm da A, sapendo che la sua massa è m=10^{-12} kg.



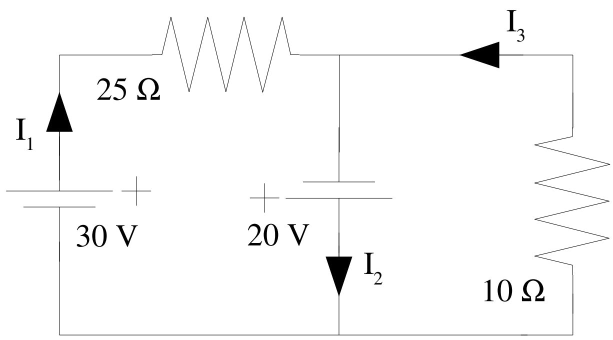
3. Condensatori

Determinare la carica elettrica Q immagazzinata nel condensatore di capacità C=1nF in modo tale che la particella di massa m=0.001 g e carica q=-10^{-12} C resti sospesa a mezz'aria.



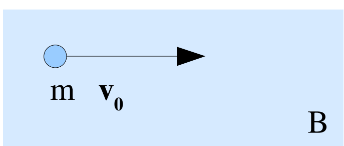
4. Circuiti in corrente continua

Dopo avere enunciato i Principi di Kirchhoff, calcolare le correnti I_1, I_2, e I_3 del circuito di figura.



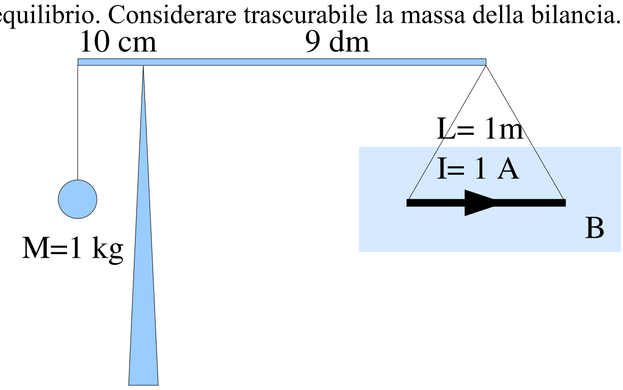
5. Forza di Lorentz

La massa m=10^{-6} g possiede una carica di 0.1 nC. Essa si muove di velocità **v**=(100 m/s)**i**. Determinare il vettore induzione magnetica **B** affinché il suo moto non sia parabolico ma rettilineo e uniforme.



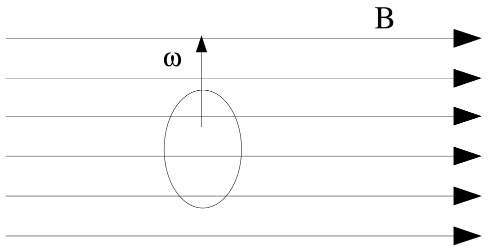
6. Forza magnetica su un conduttore percorso da corrente

Dopo avere dimostrato la formula che esprime la forza magnetica su un conduttore percorso da corrente a partire dalla forza di Lorentz, calcolare il campo magnetico B affinché la bilancia sia in equilibrio. Considerare trascurabile la massa della bilancia.



7. Legge di Faraday Henry

La spira circolare di figura di raggio r= 1 cm ruota intorno all'asse verticale con un periodo T=0.01 s. Il campo magnetico uniforme in figura varia con legge oraria B(t)=(10t+1) T. Calcolare la forza elettromotrice indotta nella spira e la corrente indotta, sapendo che la sua resistenza è R=10 Ω.



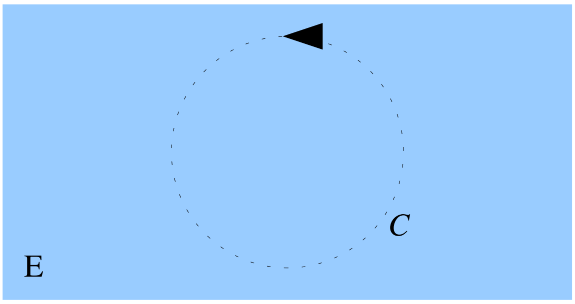
Costanti:

$\epsilon_0 = 8.85\ 10^{-12}$ F/m

$\mu_0 = 4\ \pi\ 10^{-7}$ H/m

8. Legge di Ampere-Maxwell

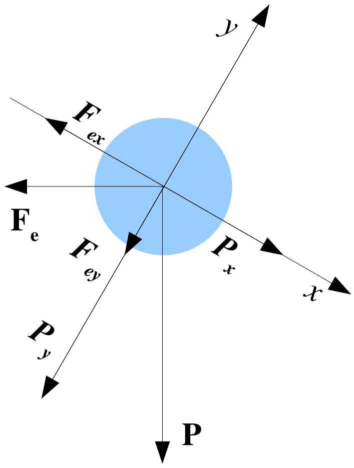
Nello spazio vuoto in figura c'è un campo elettrico (uniforme e perpendicolare al foglio) variabile con legge E(t)=10cos(30t) +12sin(30t). Determinare il campo magnetico indotto lungo il cammino *C* e la corrente di spostamento corrispondente. r=10 cm.



Soluzioni

Es. 1.

Il problema si risolve tramite il diagramma vettoriale di una sola pallina. Scomponiamo le forze in gioco su una direzione parallela ed una perpendicolare alla fune:



Le forze in gioco quindi le scomponiamo in componente *x* e componente *y* e imponiamo la condizione che la somma di tutte le forze sia nulla. Per quanto riguarda le forze lungo *y*, queste sono bilanciate dalla reazione vincolare della fune. La somma delle forze lungo x fornisce l'equazione:

$$mg\ sin30° = \frac{k_e q^2}{r^2} cos30°$$

da cui ricaviamo *q=79 nC.*

Es. 2.

Il piano infinito genera un campo elettrico costante ed uniforme $\vec{E}=\frac{\sigma}{2\epsilon_0}\hat{i}=-5.65\ 10^2\hat{i}$ V. La differenza di potenziale tra i punti A e B è (prendendo A come potenziale nullo di riferimento) definita come $\Delta V=V_B-V_A=-\vec{E}\cdot\vec{d}=Ed=$ ٠.٥٧ V, dove $\vec{d}=x_B-x_A=10^{-3}\hat{i}$ m. L'energia potenziale acquistata dalla particella (ricordiamoci che stiamo risalendo le linee di campo) che si sposti da A in B è $\Delta U=q\Delta V=-5.65\ 10^{-10}$ J. A questo punto eguagliamo energia iniziale e finale $1/2\,m v_A^2+q V_A=1/2\,m v_B^2+q V_B$ e ponendo $v_A=0$ e risolvendo per v_B, otteniamo $v_B=\sqrt{\frac{2q\Delta V}{m}}=23.77$ m/s.

Es. 3.

La massa m è sottoposta alla forza di gravità verso il basso, ma un campo elettrico può eliminarne l'effetto. Eguagliamo quindi forza di gravità e forza di Coulomb: $qE=mg$, ovvero, in termini di potenziale elettrostatico $qV/d=mg$ ed infine in termini di carica elettrica $qQ/(Cd)=mg$ da cui ricavare $Q=mgCd/q=9.81$ μC.

Es. 4.

I principi di Kirchhoff applicati al circuito mi danno

$$I_1+I_3=I_2$$
$$20+30-25I_1=0$$
$$20-10I_3=0$$

da cui ricaviamo I_1=2 A, I_2=4 A, I_3=2 A.

Es. 5.

La forza di Lorentz che usiamo deve essere opposta alla forza peso ed il campo magnetico che la genera perpendicolare alla velocità della particella: $qvB=mg$ da cui $B=mg/qv=0.981$ T. Il suo verso è entrante nel piano della lavagna.

Es. 6.

La bilancia è sottoposta alla forza peso da un lato e alla forza magnetica sul conduttore dall'altro. Uguagliando i momenti meccanici relativi a queste due forze risolviamo il problema: $mgd_1=ILBd_2$ da cui $B=mgd_1/(ILd_2)=1.09$ T. Il verso del campo magnetico, dato dalla mano destra, è uscente dal piano della lavagna.

Es. 7.

La legge di Faraday-Henry afferma che un flusso di campo magnetico variabile nel tempo induce una fem sul percorso concatenato alla superficie rispetto a cui il flusso è calcolato:

$$fem=\frac{d}{dt}\oint_S \vec{B}(t)\cdot\hat{n}\,ds \quad .$$

Nel nostro caso *B(t)* non dipende dallo spazio, per cui possiamo portarlo fuori dall'integrale di superficie. Il prodotto scalare inoltre fornisce il termine $\cos\theta$, dove $\theta = \omega t$, in quanto la spira sta ruotando. Ricordando infine che la velocità angolare è $\omega = 2\pi / t$ scriviamo

$$fem = S\frac{d}{dt}B(t)\cos\omega t = S\frac{d}{dt}[(10\mathrm{t}+1)\cos\omega t] = S[10\cos\omega t - \omega(10\mathrm{t}+1)\sin\omega t] \quad .$$

La corrente indotta si trova dividendo la fem per la resistenza R.

Es. 8.

La legge di Ampere Maxwell afferma che un flusso di campo elettrico variabile nel tempo genera un campo magnetico la cui circuitazione è

$$C(\vec{B}) = \mu_{.}\epsilon_{.}\frac{d}{dt}\oint_S \vec{E}(t)\cdot\hat{n}\, ds$$

Nel nostro caso ricaviamo $B(t)2\pi r = \mu_0\epsilon_0\pi r^2\frac{d}{dt}E(t)$ da cui $B(t) = \frac{\mu_0\epsilon_0}{2}r\frac{d}{dt}E(t) = 5.56\ 10^{-19} = 1.67\ 10^{-17}[-10\sin 30\mathrm{t} + 12\cos 30\mathrm{t}]$ T.