

Esame scritto di ammissione al dottorato di ricerca in Fisica

XXXI ciclo - 8 Ottobre 2015

Prova n.1

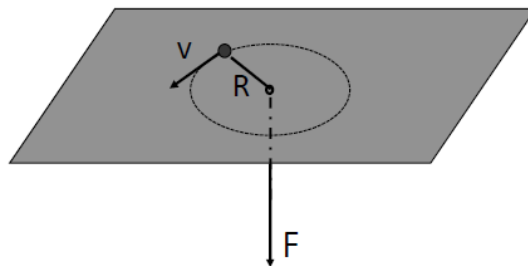
Il candidato svolga, a sua scelta, solo UNO dei tre temi proposti e gli esercizi riportati.

TEMI

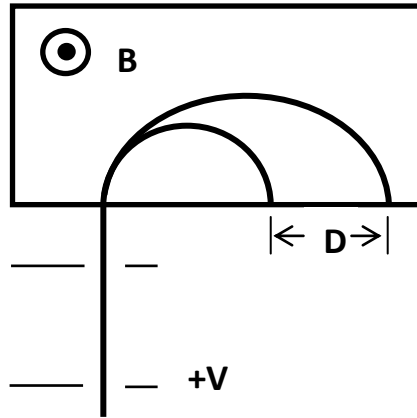
1. Dualità onda corpuscolo: evidenze sperimentali e loro interpretazione
2. Si descriva lo spettro delle onde elettromagnetiche e se ne approfondiscano, quantitativamente, almeno due regioni con le relative applicazioni.
3. Processi di scattering o diffrazione nella fisica moderna: fenomenologia, teoria ed applicazioni.

ESERCIZI

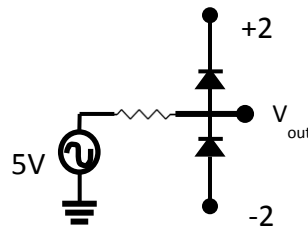
1. Una massa puntiforme m si muove di moto circolare, con velocità v , su un piano orizzontale, in assenza di attrito. La massa è infatti collegata ad un filo inestensibile che passa attraverso un piccolo foro praticato nel piano, attraverso il quale può scorrere senza attrito, e all'altro estremo del filo, che esce dal foro verso il basso lungo la verticale, è applicata una forza F che tiene in equilibrio la massa su un'orbita di raggio R . A questo punto la forza applicata viene aumentata gradualmente, fino a che la massa viene portata a ruotare su una traiettoria circolare di raggio $R/2$. Calcolare il lavoro della forza. Risolvere numericamente l'esercizio assumendo: $R=20\text{cm}$, $v=1\text{m/s}$, $m=100\text{gr}$.



2. Dopo essere stato accelerato da una DDP V_0 , un fascio di ioni positivi aventi carica q viene iniettato in una regione con campo magnetico uniforme \mathbf{B} diretto perpendicolarmente alla direzione del fascio, da cui escono dopo aver descritto una semicirconfenza (vedi figura). Sapendo che il fascio è costituito da due isotopi di masse m_1 e m_2 , si calcoli la distanza D tra di essi dopo che essi sono usciti dalla regione coperta dal campo \mathbf{B} .



3. Disegnare la forma d'onda e valutare l'ampiezza del segnale di uscita V_{out} del circuito in figura.



4. In un sistema quantistico è definita una grandezza osservabile a cui corrisponde l'operatore

$$\hat{O} = \vec{p} \cdot \vec{\sigma}$$

Dove $\vec{p} = (p_x, p_y, p_z) = p (\sin\theta \cos\varphi, \sin\theta \sin\varphi, \cos\theta)$ è un vettore costante di modulo p , mentre $\vec{\sigma} = (\sigma_x, \sigma_y, \sigma_z)$ è il vettore delle matrici di Pauli:

$$\sigma_x = \begin{pmatrix} 0 & 1 \\ 1 & 0 \end{pmatrix} \quad \sigma_y = \begin{pmatrix} 0 & -i \\ i & 0 \end{pmatrix} \quad \sigma_z = \begin{pmatrix} 1 & 0 \\ 0 & -1 \end{pmatrix}$$

Si dimostri che gli autovalori di \hat{O} sono $\pm p$ e si determinino i corrispondenti autostati $|\psi_{\pm}\rangle$.

Si supponga che all'istante $t=0$ una misura della osservabile associata ad \hat{O} abbia dato il valore $-p$. Determinare l'evoluzione temporale del sistema sapendo che l'hamiltoniana del sistema è $H = -\hbar \alpha \sigma_x$ con α costante positiva.