

Esame di ammissione al dottorato di ricerca in fisica fondamentale ed applicata,
XXVII ciclo – 23 gennaio 2012-01-23

Prova n.3

Il candidato deve svolgere, a sua scelta, SOLO UNO dei tre temi proposti ed UN MASSIMO di TRE ESERCIZI tra quelli sotto riportati. Il tema NON dovrà superare le TRE facciate di foglio protocollo

TEMI

1. Le proprietà dei sistemi fisici e la loro modellizzazione dipendono fortemente dalle scale di tempi, lunghezze ed energie che li caratterizzano: illustrare con esempi concreti.
2. L'interazione della radiazione e delle particelle con la materia è stata ed ancora uno strumento fondamentale d'indagine fisica: illustrare uno o più esempi concreti.
3. Discutere il ruolo delle statistiche di Bose Einstein e Fermi Dirac.

ESERCIZI

ESERCIZIO 1.

Una particella di massa m è confinata all'interno di una buca di potenziale unidimensionale nel segmento $0 \leq x \leq a$. All'interno della buca il potenziale è nullo. Inizialmente il suo stato è descritto dalla funzione d'onda

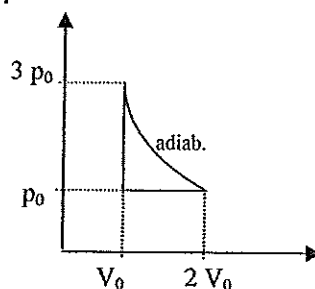
$$\psi_0(x) = \frac{1}{\sqrt{a(1+\alpha^2)}} \left[\sin\left(\frac{2\pi x}{a}\right) + \alpha \sin\left(\frac{4\pi x}{a}\right) \right].$$

dove α è un numero reale.

Determinare il valor medio dell'energia della particella in tutti gli istanti successivi.

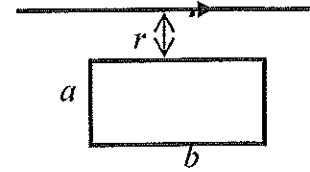
ESERCIZIO 2.

Un gas perfetto compie il ciclo reversibile mostrato in figura con rendimento pari al 17%. Si tratta di un gas monoatomico o biatomico ?



ESERCIZIO 3.

Con riferimento al circuito in figura dove il filo rettilineo è percorso dalla corrente alternata $I = I_0 \sin \omega t$, si determini l'espressione della forza elettromotrice indotta nel circuito rettangolare. Quanto vale la forza elettromotrice massima? ($\nu = 1 \text{ kHz}$, $I_0 = 200 \text{ mA}$, $a = 2r$, $b = 10 \text{ cm}$, $\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7} \text{ H/m}$).



ESERCIZIO 4.

Il tempo di volo di una particella è il tempo che essa impiega per percorrere una determinata distanza. Supponiamo di avere un fascio di particelle relativistiche composto da π e K ($m_\pi = 140 \text{ MeV}/c^2$ e $m_K = 494 \text{ MeV}/c^2$), di impulso $p=1 \text{ GeV}/c$ e di disporre due rivelatori sulla traiettoria del fascio, a distanza L . Ricavare il valore minimo di L necessario a separare le distribuzioni di tempo di volo tra i due rivelatori relative ai due tipi di particelle. Supporre che la risoluzione temporale sia pari a $\sigma_t=300 \text{ ps}$ e che si vogliano distanziare nel tempo le due distribuzioni di $4\sigma_t$. Come cambia L se l'impulso raddoppia?

ESERCIZIO 5.

La datazione con il ^{14}C si basa sul fatto che il rapporto $^{14}\text{C}/^{12}\text{C}$ in un organismo vivente è uguale al rapporto di equilibrio in atmosfera e, dopo la morte, il rapporto decresce a causa del decadimento β del ^{14}C . Quindi la misura dell'attività di un campione di materia organica permette di determinare l'età del campione stesso. Noto il tempo di dimezzamento del ^{14}C , pari a 5700 ± 10 anni ed il rapporto di equilibrio in atmosfera $^{14}\text{C}/^{12}\text{C} = (1.3 \pm 0.1) \times 10^{-12}$, si determini l'età di un campione di carbonio organico di massa pari a $200 \pm 0.1 \text{ g}$, per il quale si contano 400 decadimenti in un minuto. Valutare l'incertezza sull'età così determinata.