

Lista 2 (consegna entro il 7/2/08)

Argomenti: evoluzione della fisica degli acceleratori.

1. (a) Esprimere la lunghezza d'onda di de Broglie λ in funzione dell'energia cinetica T per una particella di massa m .
(b) Disegnare un grafico in doppia scala logaritmica di λ in funzione di T per elettroni, facendo variare T fra 1 eV e 1 TeV.
(c) Identificare sulla scala delle lunghezze d'onda le dimensioni di alcuni sistemi fisici (ad esempio, cellule, molecole, nuclei, quark, ecc.)
(d) Per una particella di massa m_A ed energia cinetica T_A , incidente su una particella di massa m_B diretta in verso contrario con energia cinetica T_B , scrivere un'espressione per l'energia totale nel centro di massa W . Derivare alcuni casi particolari: particelle identiche ($m_A = m_B \equiv m$), una particella a riposo ($T_B = 0$), anello di collisione ($m_A = m_B \equiv m$, $T_A = T_B \equiv T$).
(e) In ascissa, sul grafico precedente, riportare anche un asse con l'energia nel centro di massa W nel caso di collisioni con elettroni a riposo e di collisioni frontali con elettroni contropropagantisi alla stessa energia.
(f) Individuare sulle ascisse alcune macchine per elettroni (ad esempio, microscopio elettronico, betatroni di Kerst, CEA, SPEAR, PEP-II, LEP, ILC, ecc.) e alcune particelle che si possono formare ad una data energia (ad esempio, mesoni ρ , ϕ , ψ , Υ , bosone Z^0 , ecc.).
2. Derivare la condizione di Wideröe per il funzionamento del betatrone: affinché gli elettroni siano accelerati per induzione su un'orbita a raggio costante, il flusso del campo magnetico deve essere doppio rispetto a quello che si otterrebbe con un campo magnetico uniforme pari al valore assunto sull'orbita ideale.
Suggerimenti: utilizzare la seconda legge della dinamica per il moto longitudinale; scrivere la relazione fondamentale tra campo magnetico confinante, raggio di curvatura e rigidità magnetica; applicare la legge dell'induzione di Faraday all'orbita.
3. Il Booster del Fermilab è un sincrotrone di circonferenza 468 m che accelera protoni da un'energia cinetica di 400 MeV fino a 8 GeV.
Sapendo che le cavità acceleranti operano all'84-esima armonica della frequenza di rivoluzione, calcolare di quanto deve variare la loro frequenza durante il ciclo di accelerazione.