

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

Argomenti: evoluzione della fisica degli acceleratori.

1. (a) Esprimere la lunghezza d'onda di de Broglie  $\lambda$  in funzione dell'energia cinetica  $T$  per una particella di massa  $m$ .  
(b) Disegnare un grafico in doppia scala logaritmica di  $\lambda$  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  $\rho$ ,  $\phi$ ,  $\psi$ ,  $\Upsilon$ , 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.