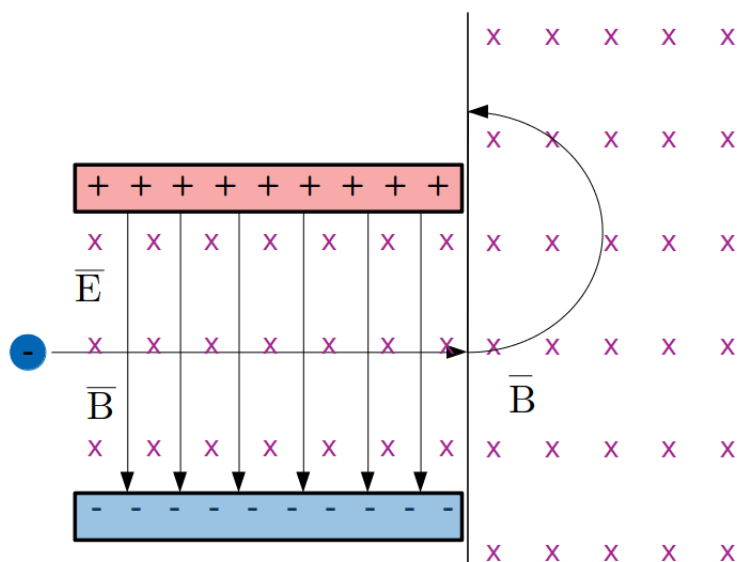


Hiukkaskiihdyttimet

1. Massaspektrometrissa erotellaan erimassaisia hiukkasia magneettisen voiman avulla. Hiukkaseen kohdistuva magneettinen voima kääntä sen ympyräradalle ja toimii keskeisvoimana. Kuinka suuri etäisyys on kertaalleen ionisoiduilla kryptonisotoopeilla ^{82}Kr ja ^{84}Kr massaspektrometrin valokuvauslevyllä, kun ne tulevat 0,7 T magneettikenttään nopeudella $2,7 \cdot 10^4 \text{ m/s}$. Vinkki: ionit kulkevat kentässä puoliympyrän muotoisen radan.
2. Millä nopeudella kulkevat a) elektronit, b) protonit jotka on kiihdytetty 1 MV jännitteellä? Vertaa nopeuksia valonnopeuteen.
3. Useat hiukkasilmäimet perustuvat Geiger-putken periaatteeseen. Miten Geiger-putki toimii? Missä niitä yleensä käytetään?
4. Jos lineaarikiihdyttimessä kiihdytetään protoneja käyttäen jännitettä 1kV ja taajuutta 50 Hz, niin kuinka pitkä pitäisi olla ensimmäisen putken? Voit arvioida nopeutta klassisen liike-energian avulla.
5. Syklotronin D-kappaleiden säde on 53 cm ja niiden välillä on vaihtojännite, jonka taajuus on 12 MHz. a) Mikä on magneettivuon tiheys, joka tarvitaan, jotta syklotronissa voitaisiin kiihdyttää deuteroneja? b) Kuinka suuren kineettisen energian deuteronit saavat?
6. J. J. Thomson määritteli elektronin ominaisvarauksen (varauksen ja massa suhde) vuonna 1897 tutkimalla suurella jännitteellä kiihdytettyjen elektronien liikettä ristikkäisissä sähkö- ja magneettikentissä. Tarkastellaan oheisen kuvan mukaista koejärjestelyä. Aluksi sähkökenttä ja magneettikenttä on kytketty pois päältä ja elektronisuihku kulkee alueen läpi suoraan vasemmalta oikealle. Tämän jälkeen sähkökentälle säädetään sopiva arvo E , jolloin todetaan, että elektronisuihku taipuu ylöspäin. Tämän jälkeen magneettikentälle säädetään sellainen arvo B , että suihku kulkee jälleen suoraan kenttien läpi. Lopuksi sähkökenttä kytketään pois päältä, jolloin suihku taipuu alaspäin. Mitataan suihkun ympyräradan säde r . Osoita, että ominaisvaraus voidaan laskea suureiden E , B ja r avulla.



7. Johda lauseke hiukkasen kineettiselle energialle syklotronin D-magneetin säteen r ja magneettivuon tiheyden B funktiona, kun kiihdytettävän hiukkasen varaus on q ja massa m .

Vastauksia:

1. 1,58 mm
2. 0,94c ja 0,046c
3. -
4. 277 m
5. a) 1,6 T b) 17 MeV (klassisesti)
6. -
7. $E = \frac{q^2 B^2 r^2}{2m}$