

## عدم قطعیت، و یک مدل قدیمی ی هسته

پیش از کشف نوترئون، یک مدل قدیمی برای هسته ی اتم این بود که هسته ای با عدد اتمی  $Z$  و عدد جرمی  $A$  شامل  $A$  پروتون و  $(A - Z)$  الکترون است. یک مشکل این مدل آن است که اگر الکترون ی به ناحیه ای به اندازه ی هسته مقید شود، عدم قطعیت تکانه اش از مرتبه ی  $(\hbar/r)$  میشود، که  $r$  (اندازه ی هسته) از مرتبه ی فیمتومتر ( $10^{-15}$  m) است. چون  $(\hbar c)$  حدودن  $200 \text{ MeV fm}$  است، تکانه ی الکترون ضرب در  $c$  از مرتبه ی  $200 \text{ MeV}$  میشود، که  $400$  برابر انرژی سکون الکترون است. انرژی ی چنین الکترون ی هم از مرتبه ی  $200 \text{ MeV}$  میشود. اما الکترونهای بی که طی بتا واپاشی ی بعضی هسته ها آزاد میشوند، انرژییشان دستبالاتر از مرتبه ی  $1 \text{ MeV}$  است. پس این الکترونها نباید در هسته بوده باشند.