

3.15 Om en elektron skulle befinna sig inuti en atomkärna, eller om en neutron skulle bestå av en elektron inuti en proton, skulle elektronen ha stor hastighet och kinetisk energi på grund av Heisenbergs obestämbarsrelationsrelation $\Delta x \Delta p \geq \hbar/2$. Om vi tar diametern $\Delta x = 10^{-15}$ m, får vi $\Delta p \approx \hbar/\Delta x$. Elektronen är då extremt relativistisk, och om vi försummar dess massa är energin

$$E \approx pc \approx \frac{hc}{2\pi\Delta x} = \frac{12,4 \text{ keV}\cdot\text{\AA}}{2\pi \times 10^{-5} \text{ \AA}} \approx 200 \text{ MeV}.$$

Men skillnaden i massa mellan neutron (939,6 MeV) och proton (938,3 MeV) är mycket mindre, så en neutron kan inte vara en proton med en elektron.

Men neutron och proton består båda av tre kvarkar, (*uud*) och (*udd*), där vilomassorna av *up-quark* och *down-quark* är små. Protonens och neutronens massa (och hela världen omkring oss) består då nästan bara av kinetisk energi.