

Megoldás. A neutronok mozgásuk során oxigén, hidrogén és deutérium atommagokkal ütközhetnek.

Az oxigénnel való ütközés során a neutron sebességének nagysága csak igen kis mértékben csökken, mivel az oxigén atommag tömege sokkal nagyobb, mint a neutron tömege.

A ${}^1\text{H}$ (proton) jobban befogja a neutronokat, mint a deuteron, ezért bizonyos reaktortípusoknál nehézvizet használnak lassító-közegként. A továbbiakban feltételezzük, hogy a feladatban szereplő nehézvíz nem tartalmaz számottevő mennyiségben ${}^1\text{H}$ atomokat.

A neutron sebessége akkor csökken a legnagyobb mértékben, ha nehézvízben mindig a legkisebb tömegű atommagokkal, a deuteronokkal ütközik, még hozzá centrálisan. (A deutérium atommagok ugyan egy-egy elektronnal nehéz-hidrogén atomokat, azok pedig oxigénnel nehézvíz molekulákat képeznek, de ezek az atomi és molekuláris kötések a neutron mozgási energiájához képest igen gyengék, emiatt a deuteronokat szabad részecskéknek tekinthetjük.)

Ha egy m tömegű, v_0 sebességű részecske M tömegű álló részecskével centrálisan és tökéletesen rugalmasan ütközik, akkor az ütközés utáni sebességének nagysága (az energia- és az impulzusmegmaradás törvénye szerint)

$$v_1 = \frac{M - m}{M + m} v_0$$

lesz. (Ebből a képletből látható, hogy a sebességcsökkenés v_1/v_0 aránya annál kisebb, minél kisebb az M/m tömegarány.) A deuteron tömege kb. 2-szerese a neutron tömegének, így

$$v_1 \approx \frac{1}{3} v_0,$$

pontosabb táblázati tömegadatokkal $v_1 = 0,3327 v_0$.

További ütközések során (ha azok szintén centrálisak és egyenesek, vagy ahhoz közeliek) a neutron sebessége ugyanolyan arányban csökken, mint az első ütközésnél. Így az n -edik ütközés után a neutron sebessége

$$v_n = \left(\frac{M - m}{M + m} \right)^n v_0 = 0,3327^n v_0$$

lesz. Innen és a megadott sebességekből az ütközések számára

$$n = \frac{\log v_n - \log v_0}{\log 0,3327} = 8,99 \approx 9$$

adódik.

Elméletileg tehát 9 ütközés éppen elegendő, hogy a neutron a kívánt mértékben lelassuljon, a valóságban azonban (a ferde ütközések lehetősége miatt) akár 2–3-szor több ütközésre is szükség lehet.