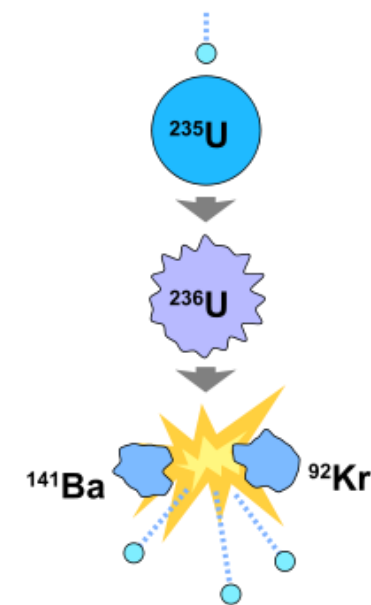
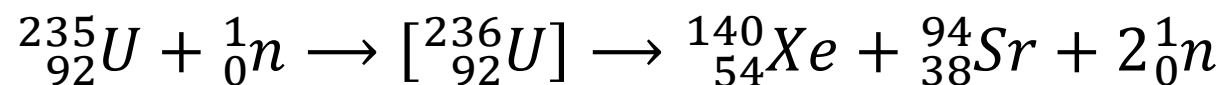
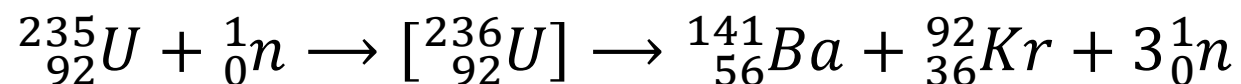


Ydinvoimalan toimintaperiaate

- Ydinvoimalan toiminta perustuu neutronien aiheuttamaan uraani-235 isotoopin fission.
- Sidossuuskäyrän perusteella fission vapautuu ytimen sidosenergiaa.
 - Isotoopin U-235 osuus luonnonuraanista U-238 vain noin 0,7 %.
 - U-235 pitoisuus *rikastetaan* noin 3-4 prosenttiin
- Reaktorin toimintaa ylläpitää *ketjureaktio*, jossa jokainen halkeaminen tuottaa 2-3 neutronia ja 2 keskiraskasta ydintä
- Esimerkkejä halkeamisreaktioista



Tyypillisesti tytärytimien massaluvut eivät jakaudu tasan (ks. oppikirja s. 144 kaavio)

- Ydinreaktoreissa tapahtuvien fissioiden määrää säädellään neutroneja absorboivilla säätösauvoilla (materiaalina esim. boori)
- Halkeamisissa vapautuvat neutronit ovat kuitenkin liian nopeita ylläpitämään ketjureaktiota
- Reaktoreissa käytetään *hidastinainetta*, jonka vaikutuksesta neutronien nopeus hidastuu sopivaksi
 - Näitä "hitaita" neutroneja kutsutaan *termisiksi neutroneiksi*, koska niiden nopeus vastaa lämpöliikkeen nopeutta
- Reaktorit luokitellaan hidastinaineen mukaan:
 - Kevytvesireaktorit
 - Raskasvesireaktorit
 - Grafiittihidasteiset reaktorit
- Reaktorit voidaan luokitella myös jäähdytysaineen mukaan (yleensä vesi)

- Kevytvesireaktori on yleisin ja turvallisin reaktortyyppi
 - Kevytvesireaktorissa on *negatiivinen takaisinkytkentä* eli reaktorin lämpöteho vähenee, jos veden tiheys laskee kuumenemisen tai kiehumisen seurauksena (koska vähemmän neutroneja hidastuu ketjureaktion mahdollistavalle tasolle)
- Kevytvesireaktoreita on kahta alalajia:
 - Kiehutusvesireaktori, BWR (Olkiluoto I ja II, Fukushima)
 - Painevesireaktori, PWR (Loviisa I ja II, Olkiluoto III)
- Tshernobylin onnettomuusreaktori (RBMK) oli tyypiltään vesijäähdytteinen ja grafiittihidasteinen
 - Reaktortyyppissä on *positiivinen takaisinkytkentä* eli reaktorin lämpöteho kasvaa, jos jäähdytysaine kuumenee
 - Tämä johtuu siitä, että myös vesi (grafiitin lisäksi) absorboi neutroneja
 - Kun vesi lämpenee, vähemmän neutroneja absorboituu, mutta neutronien hidastumiseen tällä ei ole juurikaan vaikutusta
 - Myös säätösauvojen rakenteessa oli turvallisuusriski