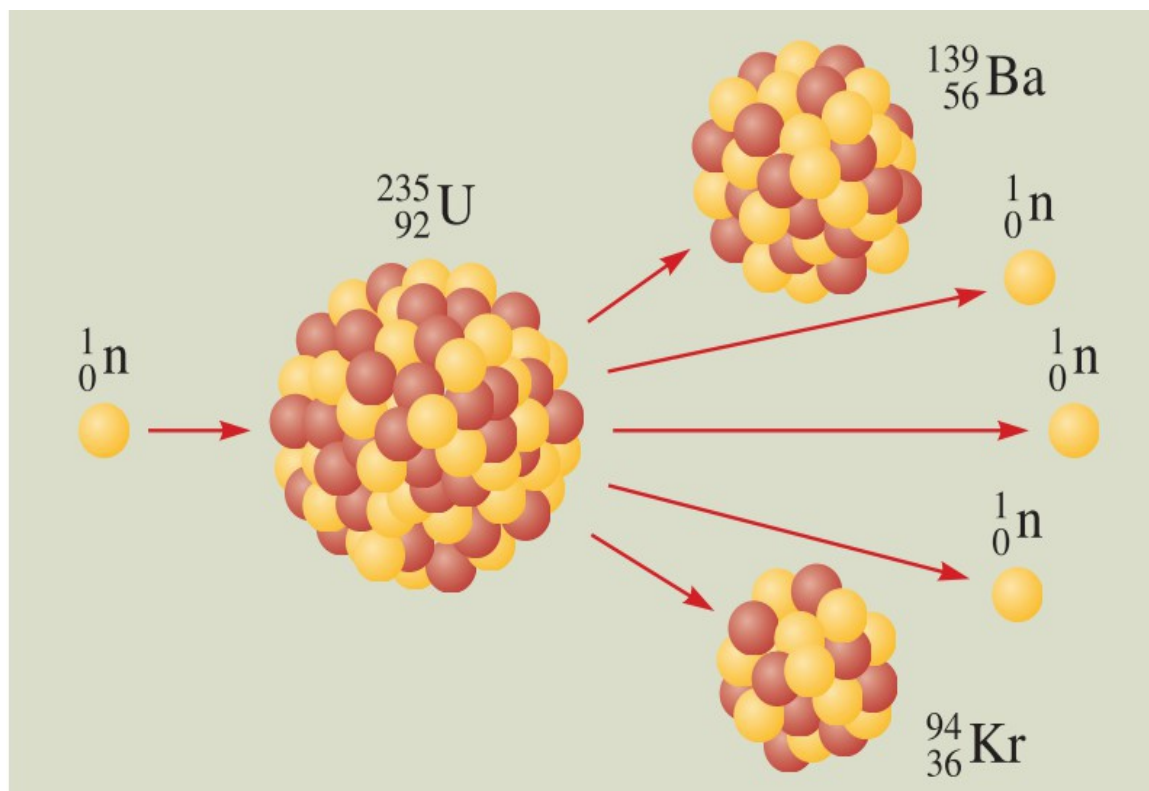


Maghasadás, láncreakció, magfúzió

Maghasadás

1938-ban hozták létre először maghasadást úgy, hogy urán atommagokat bombáztak neutronokkal. Ekkor az urán két közepes méretű atommagra bomlott el, és újabb neutronok keletkeztek. A maghasadáskor a keletkező atommagok 1 nukleonra jutó kötési energiája kisebb lesz (abszolút értékben nagyobb, de negatív), ezért a hasadáskor energia szabadul fel.

Ha a hasadáskor keletkező újabb neutronokkal újabb atommagokat sikerül eltalálni és hasadást előidézni, akkor a hasadás önfenntartóvá válik, folyamatos maghasadás jön létre.



Az önfenntartó maghasadás feltétele, hogy legyen megfelelő mennyiségű hasadó anyag, hogy a neutronok mielőtt távoznak az anyagból eltalálhassanak újabb atommagot.

Láncreakció

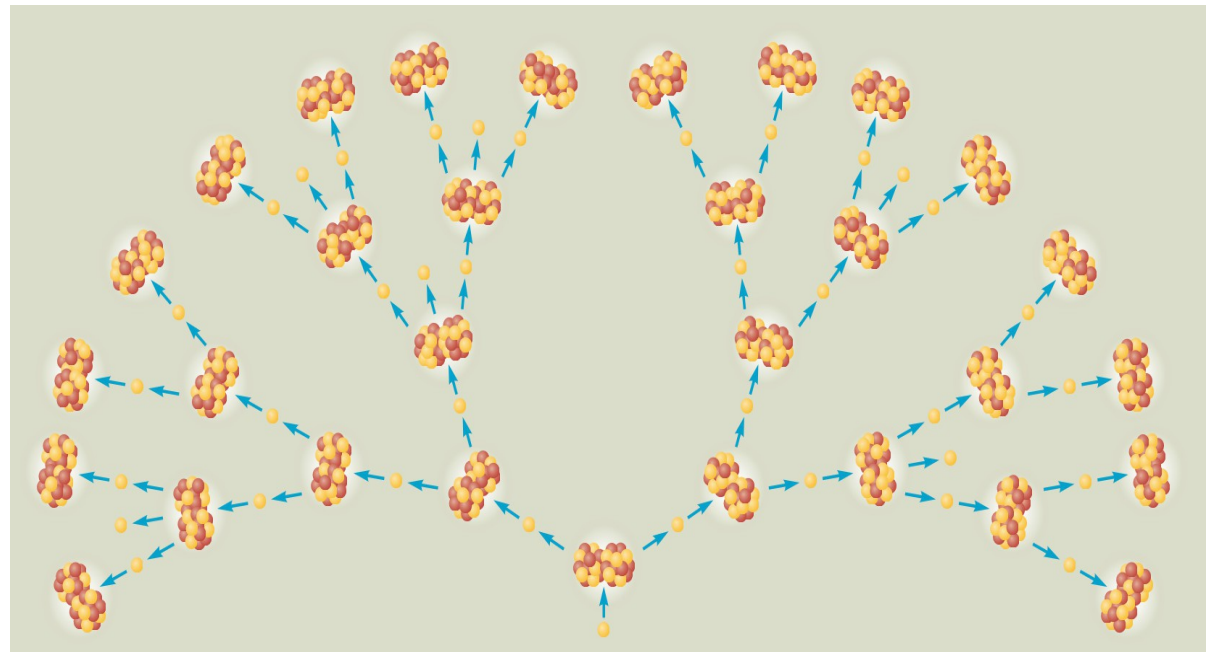
Ha a maghasadás önfenntartó, folyamatos, ezt láncreakciónak nevezik. Ennek feltétele:

- hasadásonként átlagosan 1-nél több új neutron keletkezzen,
- ezekből átlagosan 1-nél több hozon létre újabb hasadást.

A láncreakció jellemző adata: **sokszorozási tényező, jele: k**

$k = \text{az újabb hasadások száma} / \text{az elhasadt atommagok száma}$

Vagyis a sokszorozási tényező megadja, hogy mekkora az új hasadások és az előző hasadások számának aránya.



Ha ez az érték nagyobb, mint 1 ($k > 1$), akkor egyre több atommag hasad és a folyamat felerősödik, **szabályozatlan láncreakció** alakul ki. Ez történik az atombombában.

Ha ez az érték egyenlő 1-gyel ($k = 1$), akkor ugyanannyi atommag hasad folyamatosan, ez a **szabályozott láncreakció**. Ez történik az atomerőműben.

Ha ez az érték kisebb, mint 1 ($k < 1$), akkor a hasadások száma lecsökken és a láncreakció leáll.

Atombomba

Az atombombában **szabályozatlan láncreakciót** valósítanak meg. A hasadó anyag általában 235 tömegszámú Uránnal dúsított 238-as és 235-ös urán tartalmazó anyag, vagy Plutónium. A láncreakció akkor indul be, amikor hagyományos robbanótöltettel összelövik a az anyagrészeket, hogy megfelelő tömegű legyen a hasadó anyagmennyiség, hogy a neutronok el tudjanak találni újabb atommagokat, mielőtt kilépnek az anyagból. Ez a tömeg a **kritikus tömeg**. A szabályozatlan hasadási folyamatban kis idő alatt nagy energia szabadul fel.

A II. világháború végén 1945. augusztus 6-án és 9-én két atombombát dobtak le Japánra az amerikaiak. Az egyiket Hirosimára, a másikat Nagasakira. A bombák a városokat lerombolták, az ott lakók, több százezer ember meghalt. (A képen Hirosima.)

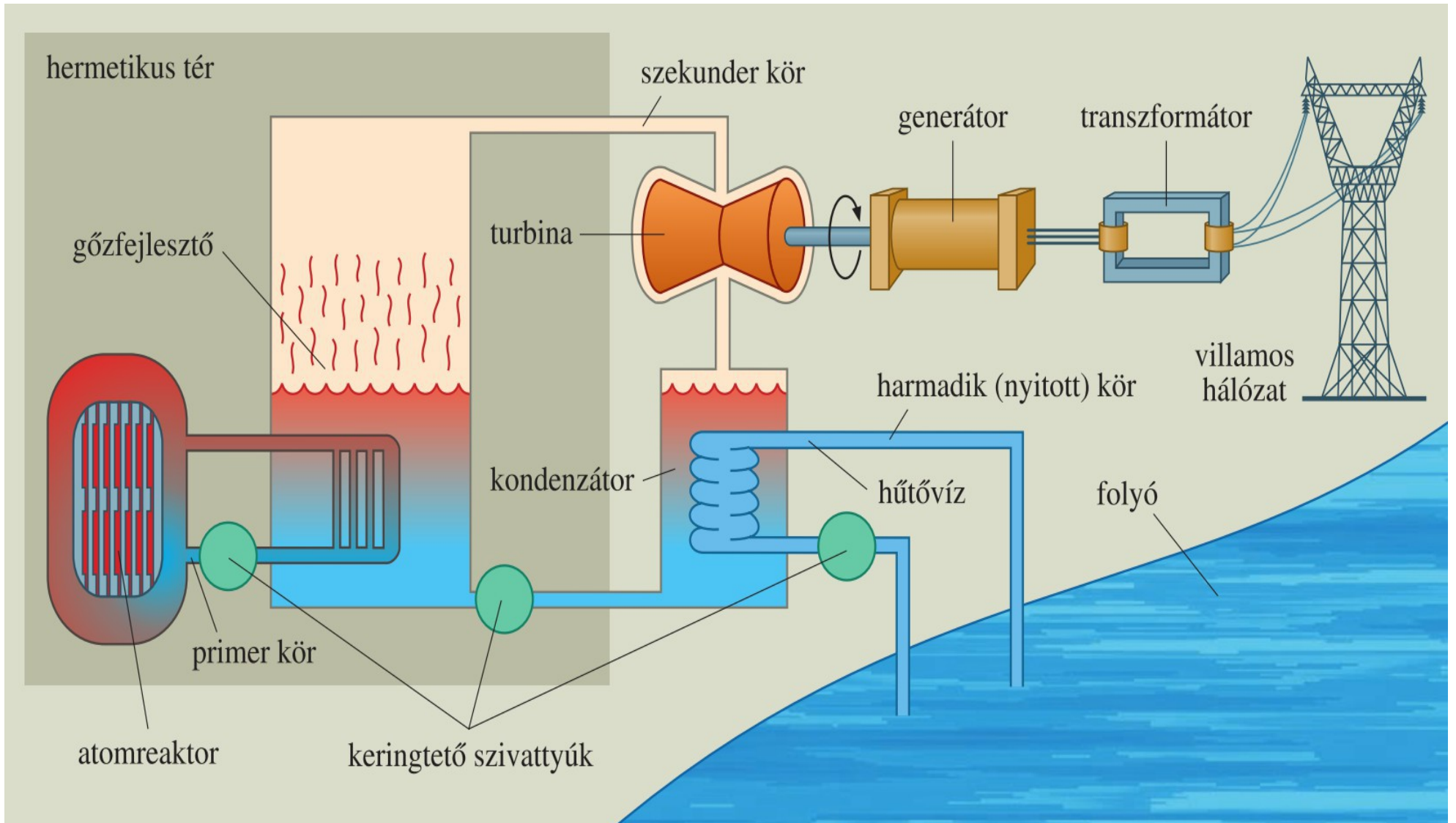


Atomreaktor

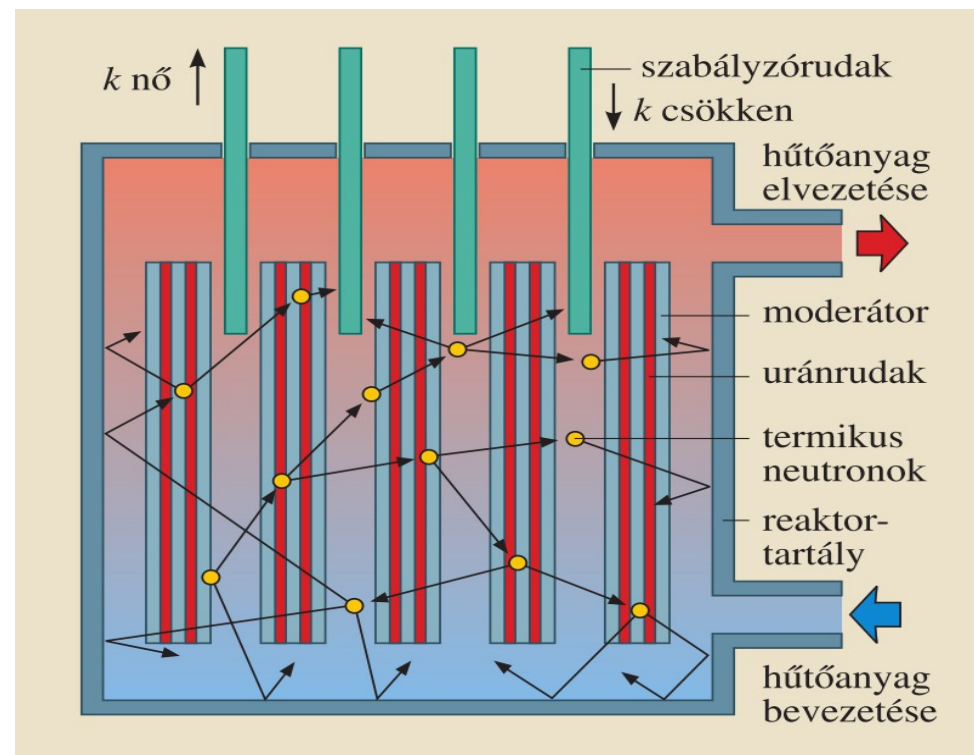
Az atomreaktorban **szabályozott láncreakció** valósul meg, ahol a **k** értékét folyamatosan 1-re állítják be, így folyamatosan ugyanakkora energia termelődik.

A reaktorban a „fűtőelemek” vagyis az Uránt tartalmazó rudak egy vízzel telt tartályban (reaktor tér) vannak. A víz a tartályból kivezetődik csövekben, és vissza is vezetődik. Ez a **primer kör**. A primer kör melegít egy másik vízzel telt tartályt.

Ez a második víztartály is csöveken keresztül áramoltatja a vizet, ez a **szekunder kör**. A csövek a felmelegített vizet a **turbinára** vezetik, ami forgómozgásba jön, megforgatja a **generátort**, ami áramot termel. Így alakul át a magenergia elektromos energiává.



A $k=1$ értéket úgy szabályozzák, hogy a fűtőelemek közé neutronokat elnyelő anyagot (kadmium, bór) tartalmazó szabályozó rudakat engednek be, amit fel-le tudnak mozgatni (kihúzni, betolni) és így szabályozni lehet a hasadást előidéző neutronok számát.



Az atomerőművek építése a XX. században lehetővé tette a világ megnövekedett energia-fogyasztásának biztosítását.

Viszont két nagy hátránya van:

- Ha baleset történik, az több ezer, vagy több millió ember életét veszélyezteti, halálukat okozza. (Csernobil, Fukusima,...)
- A már nem használható, de még évmillióig sugárzó fűtőanyagokat (atomhulladék) atomtemetőkben kell elásni, betonba burkolni és évtizedenként újra betonozni. Az atomtemetők környékén élők biztonsága nem megoldott kérdés (pl. földrengés esetén megrepedhet a burkolat).

Ezért a XIX. századunkban a cél az atom és hőerőművek lecserélése a környezetet nem szennyező, biztonságos „megújuló” energiaforrásokkal használó erőművekre: szél, nap, geotermikus, ...

Az Európai Unió törvényben határozta meg, hogy évtizedekre előre a teljes energia termelés hány százalékára kell növelni a megújuló energiaforrások arányát.

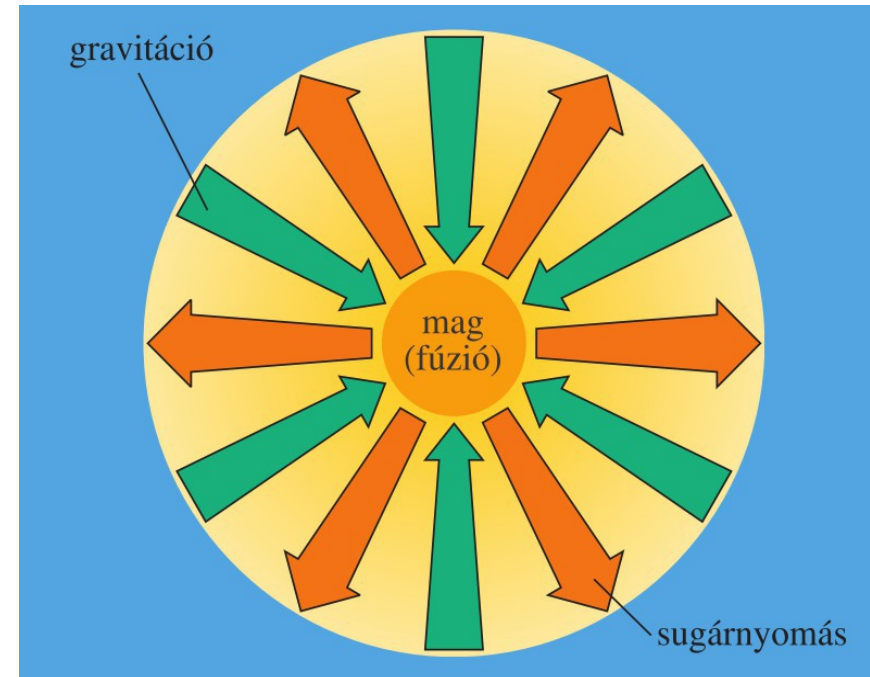
Atommag fúzió (magfúzió)

Az atommagátalakulások másik fajtája könnyű atommagok egyesülése. Ennek elnevezése: atommag fúzió.

A fúziós folyamat beindulásához nagyon nagy hőmérséklet szükséges.

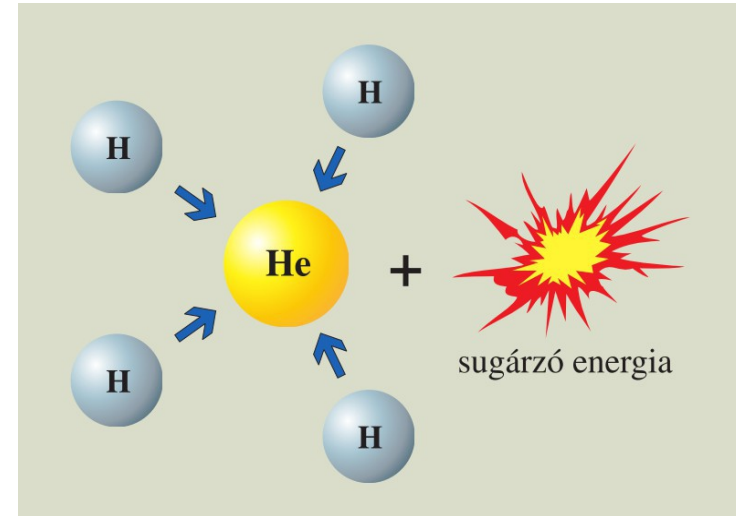
Pl. a protonok egyesüléséhez **15 millió Kelvinre** van szükség.

A csillagok keletkezésekor a gravitációs összehúzódás miatt létrejön ez a hőmérséklet és beindul a magfúzió. A fúziót végző



atommagokból álló anyag hőmozgásából és sugárzásából adódó kifelé ható nyomást a csillag külső rétegeinek gravitációs nyomása ellensúlyozza. A csillag belsejében H atommagok egyesülnek He atommagokká:

4 db H atommag (proton) egyesülésével He atommag és 2 db pozitron (+ elektron) keletkezik, nagy energia szabadul fel.



Az atommagfúziót földi körülmények között a **hidrogén-bombában** valósították meg. Ott egy hagyományos atombomba felrobbantásával jön létre a magas hőmérséklet, ami beindítja a fúziót, és hatalmas energia szabadul fel.

Az atommagfúziót **szabályozott formában még nem sikerült** előállítani. Folynak kísérletek fúziós reaktor megvalósítására, de egyelőre eredménytelenül. A magas hőmérséklet biztosítása és szabályozott fenntartása egyelőre nem megoldható.