

# A LEGGYAKORIBB NUKLEÁRIS FOGALMAK KIS ENCIKLOPÉDIÁJA

## Ajánlás

Az alábbi kis összeállítás, amely a Szakújságírók egyesületének Nukleáris Újságíró akadémia részére készült, az atomenergetikában, illetve a róla szóló hírekben leggyakrabban szereplő szakkifejezéseket kívánta meghatározni a teljesség (irreális) igénye nélkül. Menetközben kiderült, hogy a szakkifejezések ürügyén talán hasznos bizonyos magfizikai, atomtechnikai fogalmak dióhéjban való ismertetése is. Ez indokolja az esetleg fellengzősnek tűnő „enciklopédia” cím használatát.

A szótár nem tartalmaz szisztematikus kereszthivatkozás-rendszert, de egyes esetekben, ha ez a megértést segíti, vagy ismétlések elkerülésével járt, kivételképp kereszthivatkozást alkalmaztunk. A tisztelt olvasó egyes szakkifejezéseknek alkalmasszerűen is utánanézhethet, de igazi hasznot az összeállítás szisztematikus áttanulmányozása hozhat.

Vinnay István

**Aktív zóna (Reactor core).** A reaktornak az a térfogata, amelyben a láncreakció végbemegy

**Alfa sugárzás (Alpha radiation).** Igen rövid hatótávolságú (levegőben néhány cm-ig eljutó), erősen ionizáló sugárzás. Tulajdonképp nagy sebességgel repülő hélium atommagok árama.

**Atomerőmű (Nuclear power plant, NPP).** Egy vagy több atomreaktor segítségével elektromos (ritkábban hő-) energiát termelő üzem.

**Átrakógép (Refuelling machine).** Nagy pontosságú, számítógéppel vezérelt berendezés, amellyel az üzemanyag- kazettákat kézi érintés nélkül lehet mozgatni egyik helyről a másikra.

**Becquerel, Bq, (ejtsd bekerel).** A radioaktív anyag aktivitását a benne másodpercenként lezajló magátalakulások számával mérjük. Ennek egysége a Becquerel. Egy Bq az aktivitása annak az anyagmennyiségnek, amelyben másodpercenként egy magátalakulás zajlik le.

**Béta-bomlás (Beta decay).** Egyes atommag-fajták olyan átalakulása, amelynek során a magban egy neutron protonná alakul, egyidejűleg egy elektron keletkezik, mely nagy sebességgel kilép. Egy anyagban lezajló ilyen bomlások sorozatából jön létre a béta- sugárzás. A bétabomlás azoknak a magoknak a tipikus bomlásformája, amelyekben túlságosan sok a neutron. A hasadási termékek épp ilyenek, ezért bétabomlók. Innen ered a kiegészített fűtőelemek igen erős sugárzása.

**Béta- sugárzás (Beta radiation).** Elég rövid (de az alfa sugárzásénál nagyobb) hatótávolságú sugárzás, nagy sebességgel repülő elektronokból áll. A magok béta- bomlásának eredménye.

**CANDU reaktor.** Kanadai szakemberek által kifejlesztett reaktortípus, amely természetes (tehát nem dúsított) uránt használ fűtőanyagként. Ekkor a neutronok lassítására nehésvíz kell alkalmazni, mert az nem nyeli el a lassú neutronok egy részét, mint a természetes víz. A termelt hő elvitelére már használható a közönséges víz. Ilyen reaktort építettek Romániában is.

**Dekontaminálás, dekontamináció (sugármentesítés) (Decontamination).** Radioaktív anyagok eltávolítása elszennyeződött berendezésekről, padlóról, falakról, szerszámokról vagy az emberi test felületéről a sugárhatás csökkentése céljából.

**Dózis (Dose).** Az elszennyezett sugárzásmennyiség mértéke (az egységnyi tömeg által elnyelt energia, vagyis a teljes elnyelt energia osztva a tömeggel. Pontosabban dE/dm). Lásd még **Effektív dózis!**

**Dúsítás (Enrichment).** Az a bonyolult és energiaigényes folyamat, amelyben a természetes uránban igen kis hányadban (0,7 %) jelen lévő 235-ös tömegszámú uránizotóp részarányát megnöveljük. A legtöbb reaktortípus csak dúsított uránnal tud működni. (A paksi reaktorok friss üzemanyaga 3,6 %-ra dúsított).

**Effektív dózis (Effective dose).** A sugárzás mennyiségének olyan egysége, amely a fizikai sugármennyiségen túl annak biológiai veszélyességét is figyelembe veszi. Leggyakrabban használt egysége a mSv (millisievert, ejtsd: miliszívert).

**Egésztest-számláló (Whole body counter).** Az emberi test által kibocsátott összes gamma- és röntgen-sugárzás mérésére szolgáló, a környezeti természetes sugárzással szemben jól árnyékolt sugárzásérzékelő eszköz. A testbe került sugárzó anyagok észlelésére használják. Az atomerőműben a potenciálisan veszélyeztetett dolgozókat rendszeresen ellenőrzik vele.

**Elektron (Electron).** A protonnál és a neutronnál mintegy kétezerszer könnyebb, negatív villamos töltésű részecske. Normál állapotban az atommagban nincs elektron, csak a béta-bomlás folyamatában keletkezik, de azonnal "ki is száguld" a magból (sok ilyen "kiszáguldó" elektron nyalábja a béta-sugárzás).

**Felezési idő (Half life).** Az az idő, amely alatt egy radioaktív izotóp mennyisége és így aktivitása is felére csökken a radioaktív bomlási folyamat következtében. Ez egy meghatározott radioaktív izotópra természeti állandó, például a rádium esetében 1620 év. A különböző radioaktív izotópok felezési ideje a másodperc igen kis tört részétől milliárd évekig terjedhet.

**Foglalkozási sugárterhelés (Occupational exposure).** A dolgozók által munkájuk következtében kapott dózis.

**Forralóvízes reaktor lásd vízfóraló reaktor**

**Folyékony hulladékok (Liquid waste).** A magenergia hasznosításának melléktermékeként keletkező, nem hasznosítható radioaktív folyadékok.

**Fúzió.** Lásd **Magfúzió.**

**Fűtőelem-köteg, Kazetta (Fuel assembly).** Az uránpasztillákat tartalmazó fűtőelem pálcákat egy közös szerelvénybe, közös tokba (kazettába) fogják össze. Ilyen egységenként kezelik (mozgatják) az üzemanyagot.

**Gamma- sugárzás (Gamma radiation).** Elektromágneses sugárzás, mint a fény, vagy a hőszugárzás is, de azoknál sokkal "keményebb". Míg a fény vagy a röntgensugárzás az atom elektronhéjában lejátszódó folyamatok eredménye, a gamma- sugárzás az atommagban bekövetkező, ezért nagyobb energiájú folyamatokból származik. A gamma- sugár kibocsátása egy nuklid gerjesztett állapotból alacsonyabb energiaállapotba kerülésének eredménye. A gamma-sugár kibocsátása tehát minőségi magátalakulással nem jár (nem keletkezik másfajta nuklid. Az alfa-bomlás, vagy béta-bomlás eredményeként keletkezett atommag a kiindulási magtól különböző lesz).

**Genetikai sugárzási hatások (Genetic radiation effects).** Azok a sugárhatások, amelyek nem a sugárzást szenvedett egyedben, hanem annak utódaiban jelentkezhetnek. Emberen eddig ilyen nem tapasztaltak.

**Gyengített urán.** A média által kitalált értelmetlen kifejezés. Valójában **Szegényített uránról** van szó (lásd ott!).

**Hasadás.** Lásd **Maghasadás.**

**Hasadási termékek (Fission products).** Az elhasadó nehéz magból keletkezett rendszerint két középnehéz mag.

**Hasadó anyagok (Fissionable materials).** Azok az anyagfajták, amelyeknek magjai hasadásra képesek. (A „fissile” jelző a termikus neutronok hatására hasadó anyagokat jelenti. Általános, „hasadó anyag” értelemben való használata pontatlan).

**Ion (Ion).** Ha az alapállapotban elektromosan semleges atomok elektronjaikból egyet vagy többet elveszítenek (illetve többlet-elektront "csípnek fel"), pozitív (illetve negatív) ion áll elő. Az ehhez vezető (pl. ütközési) folyamat az ionizáció.

**Ionizáló sugárzás (Ionizing radiation).** (a látható fény és az ultraibolya sugárzás nem tartozik ide). Olyan sugárzás, amely anyagba hatolva képes abban ionokat létrehozni. Legfontosabb fajtái az alfa-, béta-, gamma- röntgen és a neutron-sugárzás.

**Izotópok (Isotopes).** Egy adott kémiai elem (ez egyértelműen meghatározza a protonok számát) atommagjainak olyan módosulatai, amelyek csak az atommagban levő neutronok számában (és ezáltal tömegükben) különböznek. Egy elem természetes előfordulásban általában izotópjainak keverékéből áll.

**Jódprofilaxis (Iodine prophylaxis).** Reaktorbaleset esetén nagy mennyiségű radioaktív jód kerül ki a környezetbe, amely a szervezetbe jutva annak kis részében, a pajzsmirigyben dúsul fel, így helyileg nagy besugárzással fenyeget. Ezért baleset esetén tableta formájában nagy mennyiségű nem aktív jódot adagolnak a veszélyeztetett lakosságnak, hogy a szervezet telítődjék jóddal, és így csökkenjen a pajzsmirigy radioaktív jód felvétele.

**Kiégés (Burn-out).** Az a folyamat, amikor a reaktor üzemanyagból a nagyszámú hasadás következtében fogy a 235-ös tömegszámú uránizotóp.

**Konténment (Containment).** Olyan túlnyomásra méretezett acél vagy vasbeton "doboz", amely az egész reaktorblokkot körülveszi, és amely még a reaktor nagynyomású primer hűtőkörének törésekor, a fellépő nagy nyomás ellenére is megakadályozza, hogy a megenge-

dettnél nagyobb mértékben radioaktív anyag jusson ki a környezetbe. (A VVER-440/213 (paksi) típusú reaktorok is rendelkeznek speciális kivitelű konténmenttel).

**Könnyű víz - nehéz víz (Light water – Heavy water).** Előbbi a hidrogén legközönségesebb, atommagjában egyetlen protont tartalmazó változatából felépülő, közönséges víz, míg az utóbbiban a hidrogén ún. nehéz hidrogén formájában jelenik meg, amelyben a proton mellett egy vagy két neutron is található (előbbi a deutérium, utóbbi a trícium). A nehézvíz jóval drágább, de kevésbé nyeli el a neutronokat, ezért egyes reaktortípusok nehézvízzel működnek. (Vigyázat! Pakson nincs nehézvíz!).

**Kritikus állapot (Criticality).** (Vigyázat! Félreérthető szóhasználat!) A reaktornak az az állapota, amikor minden hasadásból származó 2-3 neutron közül statisztikus átlagban egy neutron hoz létre új hasadást. Ezzel a láncreakció önfenntartóvá válik. Kritikus állapotban a maghasadások száma, és ezzel a termelt energia mennyisége is időben állandó. A reaktor "sima", folyamatos energiatermelés közben végig "kritikus" állapotban van.

**Lassú neutron - gyors neutron (Slow neutron – Fast neutron).** A hasadási folyamatban gyors neutronok keletkeznek. Ahhoz, hogy jobb hatásfokkal tudjanak új hasadásokat létrehozni, le kell őket lassítani. Ezt a lassítást a moderátorban való ütközések segítségével valósítjuk meg. (A paksi reaktorokban a moderátor közönséges víz). Ne keverjük össze a neutronlassítás és a neutronelnyelés feladatát! Az utóbbit a paksi reaktorokban a bór végzi, bóracél, illetve bórodát formájában. A moderátor pedig *nem arra kell*, mint azt talán etimológiai asszociációk alapján szeretik írni, mondani (v.ö. "moderáld magad!"), *hogy megfékezze a láncreakciót*. Drámaian hangzik, de nem igaz! A moderátor azért kell, mert egyáltalán, csak a lelassult neutronok tudják fenntartani a láncreakciót.

**Láncreakció.** Lásd Nukleáris láncreakció.

**Lokalizációs torony (Bubble tower condenser).** A konténment fontos része az új generációs VVER-440/213 típusú blokkoknál (a paksi blokkok ilyenek). Hatalmas térfogatokban vizet tartalmaz, amely a primerköri hűtőkör törése esetén a kitörő gőzt kondenzálja, így csökkentve a kialakuló nyomáscsúcs értékét az üzemi épületben. Csak rövidebb időre alakul ki túlnyomás, az is jóval kisebb, mint a lokalizációs torony hatása nélkül lenne, így az üzemi épület megerősített része a túlnyomással "megbirkózik", tömör marad. Ez azt jelenti, hogy még e súlyos (bár igen kis valószínűséggel előforduló) üzemzavar esetén sem jut ki a megengedettnél nagyobb mennyiségű radioaktív szennyezés a környezetbe.

**Magenergia (Nuclear energy).** Magreakciókban vagy magátalakulásokban felszabaduló energia.

**Magfúzió (fúzió) (Nuclear fusion).** Az energiatermelés egyik lehetséges módja, amelynek során könnyű magok épülnek össze nehezebb magokká, miközben energia szabadul fel. Ilyen folyamat adja a Nap és a hidrogénbomba energiáját is. Földi körülmények között szabályozott energiatermelő fúziós láncreakciót még nem sikerült megvalósítani. Tehát vigyázat: a megvalósított atomreaktorokban *nem fúzió, hanem maghasadás zajlik!*

**Maghasadás (Nuclear fission).** A nehéz atommag szétválása két olyan részre, amelyeknek közel azonos a tömege. E folyamat általában neutronsugárzással, gammasugárzással és ritkábban töltött magtöredék kibocsátásával jár együtt. A maghasadást rendszerint az atommagba behatoló neutron idézi elő, de nagyon kis valószínűséggel spontán módon is bekövetkezhet.

**Moderátor (Moderator).** A hasadásból származó gyors neutronok lassítására szolgáló anyag az atomreaktorokban. Lásd **Lassú neutron - gyors neutron!**

**Monitor (Monitor).** Olyan készülék, amelynek célja az ionizáló sugárzás vagy radioaktív anyagmennyiség mérése és lehetőleg figyelmeztetés adása akkor, ha ez bizonyos előre beállított értéknél nagyobbá válik.

**Nemzetközi Nukleáris Eseményskála (International Nuclear Event Scale, INES).** A nemzetközi Atomenergia Ügynökség által bevezetett hétfokozatú skála, amelynek feladata, hogy a médiák és a nagyközönség számára egyértelműbb tájékoztatást tegyen lehetővé atomerőműben bekövetkezett üzemzavarok vagy balesetek esetén.

A skála 3 üzemzavari és 4 baleseti szintet különböztet meg.

**0. szintű esemény,** vagy skála alatti esemény, minden olyan kis eltérés a normál üzemi helyzettől, amelynek biztonságot érintő következménye nincs.

**1. szintű esemény.** Még nem üzemzavar, csak rendellenesség, a biztonság védelmében bizonyos hiányosság keletkezik, de ez nem jelent kockázatot sem a személyzetre, sem a lakosságra nézve. (Pakson 27 reaktorév alatt 51 ilyen esemény történt).



**Radioaktív hulladék (Radioactive waste).** Az atomenergia hasznosításának tovább már nem hasznosítható radioaktív mellékterméke.

**Radioaktivitás (Radioactivity).** Egyes atommagoknak az a tulajdonsága, hogy sugárzás (pontosabban egy- két "ionizáló sugár-részecske" kibocsátása mellett elbomlanak, más atommaggá alakulnak. Egy adott kémiai elem (pl. kálium, vas stb.) atommagjai általában stabil illetve radioaktív változatban is léteznek a Földön.

**Radioaktív szennyezés (Radioactive contamination).** Radioaktív anyag olyan anyagban vagy helyen, ahol nem kívánatos.

**Reaktor megszaladás (Reactor excursion).** A reaktor teljesítményének igen gyors növekedése a normális üzemi szint fölé (baleseti helyzet).

**Röntgen-sugárzás (X-rays).** Olyan nagy áthatoló képességű elektromágneses sugárzás, amely az atom elektronhéjának belső részében zajló folyamatokból származik és sokkal rövidebb hullámhosszú (azaz nagyobb energiájú), mint a látható fény, amely az elektronhéj legkülső rétegeiben lezajló folyamatok terméke.

**Sokszorozási tényező (Multiplication factor), (k).** Az a szám, amely megmutatja, hogy egy adott pillanatban lezajló hasadásból származó neutronok a következő generációban hányszor több (kevesebb) hasadást hoznak létre. Ha  $k = 1$ , a hasadások száma időben állandó, az energiatermelés egyenletes (**kritikus állapot**). Ha  $k$  kisebb mint 1, a hasadások száma egyre csökken, majd a láncreakció leáll (**szubkritikus állapot**). Ha  $k$  nagyobb mint 1 a hasadások száma, és ezzel a reaktor teljesítménye is egyre nő (**szuperkritikus állapot**).

**Sugárbaeset (Radiation accident).** A radioaktív anyagok felhasználásával vagy az ionizáló sugárforrások alkalmazásával kapcsolatos rendkívüli esemény, amelynek során az üzemviteli személyzet, vagy a környezetben tartózkodó más személyek dóziskorlátan felüli sugárterhelést kaptak, vagy a dóziskorlát túllépését előidéző mértékben szennyeződtek radioaktív anyaggal.

**Sugárbetegség (Radiation disease).** Az egész testet vagy annak nagyobb részét érő túlzott besugárzás miatti megbetegedés.

**Sugárfertőzés.** A média által kitalált teljesen értelmetlen kifejezés. *A sugárzás hatásainál a fertőzés semmiféle közvetlen szerepet nem játszik.* Ehelyett - a tényhelyzetnek megfelelően – írhatjuk: "(radioaktív) sugárzás érte", vagy „nagy sugárdózist kapott” vagy „elszennyeződött radioaktív anyaggal”.

**Sugárforrás (Radiation source).** Ionizáló sugárzást kibocsátó vagy ennek kibocsátására képes anyag vagy készülék.

**Sugármentesítés.** Lásd **Dekontaminálás!**

**Sugárszennyezés.** Lásd **Radioaktív szennyezés!**

**Sugárvédelem, radiológiai védelem. (Radiation protection, Radiological protection).** Az ionizáló sugárzás emberre gyakorolt káros hatásainak korlátozásával kapcsolatos intézkedések, például az ilyen sugárzások embert érő mennyiségének és a radioaktív anyagok inkorporálásának (testbe jutásának) korlátozása és a fentiek bármelyikéből eredő fizikai károsodások megelőző korlátozása.

**Szabályozó rúd (Control rod).** Neutronelnyelő anyagot, rendszerint bórt tartalmazó rúd (a paksi reaktoroknál bórt tartalmazó kazetta), amelyet az aktív zónába erősebben vagy kevésbé betolva változtatjuk a neutronok- és ezzel a hasadások számát, így a reaktor által termelt energia mennyiségét.

**Szegényített urán (Depleted uranium).** A természetes urán dúsításakor a dúsított urán mellett, amely a 235-ös tömegszámú uránizotópot nagyobb arányban tartalmazza, mint a természetes urán, keletkezik szegényített urán is, amely a 235-ös tömegszámú uránizotópot a természetes uránnál kisebb arányban tartalmazza. Ez atomenergetikai célokra nem használatos, az urán nagy fajsúlya miatt (nehezebb, mint az ólom) azonban igen nagy átütő erejű lövedékek készíthetők belőle. Feltehetőleg ilyen lövedékeket használtak az amerikaiak a jugoszláv háborúban. Ez a lövedék az uránnak semmilyen nukleáris tulajdonságát nem használja ki, csupán (az adott méretben) nagyobb tömegét.

**Szilárdítás (Solidification).** Folyadék halmazállapotú radioaktív hulladékok átalakítása száraz, stabil szilárd halmazállapotú anyaggá bepárlás, majd szilárd anyagba való beágyazás útján.

**Szomatikus sugárzási hatás (Somatic radiation effects).** Olyan sugárzási hatás, amely egy sugárzásnak kitett egyed élettartama alatt jelenik meg.

**Természetes háttérsugárzás (Natural background radiation).** A természetben mindenütt jelenlevő, emberi tevékenységtől független ionizáló sugárzás.

**Természetes radioaktivitás (Natural radioactivity).** A természetben előforduló nuklidok radioaktivitása.

**Természetes urán (Natural uranium).** A természetben előforduló izotóp-összetételű urán. Döntő többsége a 238-as tömegszámú uránizotóp, és csak 0,7 %-ban tartalmazza az atomenergetika szempontjából döntő fontosságú 235-ös tömegszámú uránizotópot.

**Üzemanyag-átrakás (Refuelling).** Elhasznált üzemanyag cseréje új üzemanyagra egy reaktorban.

**Vízforraló reaktor (Boiling water reactor, BWR).** Ennél a típusnál megengedik, hogy a magában reaktorban a víz egy része gőzzé váljon (a nyomottvízes reaktorban a víz forrását szigorúan elkerülik). Ez közvetlenül megy a turbinára és hajtja azt. Előnye az egyszerűbb, olcsóbb kivitel, nincs szükség hőcserélőre (gőzfejlesztőre) és primer- szekunder körre. Hátránya, hogy a turbinára menő gőz is radioaktív (mivel a reaktorból jön), és üzeme kényesebb a reaktorban fellépő gőzbuborékok miatt, amik a neutronlassítást egyenetlenné teszik.

Összeállította: Vinnay István