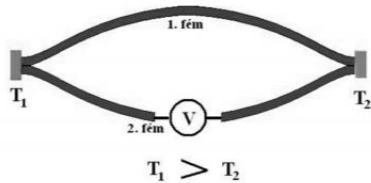
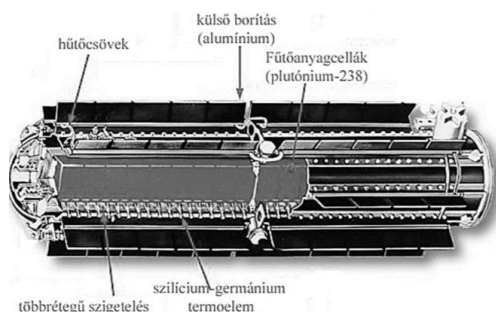


A radioizotópos termoelektromos generátor (RTG)

A Naprendszer távoli bolygóit felkereső űrszondák energiaellátására a napelemek már nem elég hatékonyak, erre a radioizotópos termoelektromos generátor (RTG) a jó megoldás. Ha két különböző fémből (vagy félvezetőből) álló áramkörben a fémek érintkezési pontjai között hőmérséklet-különbséget hozunk létre, akkor az áramkörben feszültség keletkezik, melynek nagysága függ a hőmérséklet-különbségtől.



Az RTG-ben ilyen termoelemekkel hoznak létre elektromos feszültséget. A két fém egyik érintkezési pontját a világűr hűti, a másikat radioaktív bomlásból származó hő melegíti. Fűtőanyagként olyan izotóp jó, amely tömeg egységként a lehető legnagyobb energiát szolgáltatja, kis áthatolóképességű (könnyen árnyékolható) és nagy energiájú sugárzással bomlik. A felezési ideje ne legyen nagyon rövid, hogy a hosszú úton ki ne merüljön az energiaforrás, de az sem jó, ha túl hosszú a felezési idő, mert akkor az anyag alacsony fűtőteljesítményű. A legmegfelelőbb anyagnak a mesterségesen előállítható plutónium-238 izotóp bizonyult. Nagy sűrűségű, alfa-sugárzó, felezési ideje 88 év. A radioaktív fűtőelemet a hengeres generátor belső tengelye mentén helyezik el, amint az ábrán látszik. Erre merőlegesen, sugárirányban állnak a termoelemek, amelyek egyik csatlakozási pontja a fűtőelemektől kap hő, a másik a hűtőcsövekhez csatlakozik. Ilyen generátorokat használtak például a Pioneer, a Voyager, a Galileo, az Ulysses és a Cassini űrszondákban. (Képek: Wikipédia)



- Ismertesse a radioaktív bomlások fajtáit!
- Miért termelődik hő a radioaktív bomlások során?
- Miért fűti a rendszert nagyobb teljesítménnyel a rövidebb felezési idejű izotóp, mint a hosszabb felezési idejű?
- Miért esett a választás egy α -sugárzó izotópra a RTG esetén?
- Milyen leányelem keletkezik a plutónium-238 izotóp α -bomlása során?
- A többrétegű szigetelést a termoelem két végpontja közé helyezik el. Miért?
- A Voyager-1 űrszondát 1977-ben bocsátották fel, és 2025-ig lesz elég energiája, hogy rádiójeleket küldjön a Földre. Hányadrészére csökken ezalatt az RTG-be beépített fűtőanyagcellák sugárzási teljesítménye? (2020. május II.)

Megoldás: (23 pont)

a) A radioaktív bomlásfajták rövid ismertetése:

3 pont

α -bomlás – héliumatommag (1 pont) (pusztán az „alfa-részecske” nem elegendő),
 β -bomlás – elektron (1 pont),
 γ -bomlás – elektromágneses sugárzás (1 pont).

b) A hőfejlődés magyarázata:

2 pont

A magból kilépő részecske energiája a környezetben elnyelődik (2 pont), fűti azt.

(Ha a vizsgázó más, de szakmailag helyes módon fogalmazza meg, hogy a folyamatban energia keletkezik, ami fűti a környezetet, a válasz elfogadandó.)

c) A felezési idő és teljesítmény közötti összefüggés leírása:

2 pont

Rövidebb felezési idő esetén időegységenként több bomlás (1 pont) történik, ami időegységenként több energiát (1 pont) szabadít fel.

d) Az α -sugárzó izotóp előnyének megadása:

2 pont

Az α -sugárzás rövid távon elnyelődik (2 pont). Ha a vizsgázó ezt a tényt úgy fejezi ki, hogy a három bomlásfajta közül ez a legkisebb áthatoló képességű, legkönnyebben árnyékolható, azt is el kell fogadni.

e) A keletkező leányelem megnevezése:

2 pont

Az urán (1 pont) 234-es (1 pont) izotópja.

f) A szigetelés elhelyezésének magyarázata:

4 pont

Mivel a termoelem által szolgáltatott feszültség annál nagyobb, minél nagyobb a hőmérséklet-különbség (2 pont) a két végpont között, célszerű a belső (melegített) és a külső (hűtött) oldal közti hőcserét akadályozni (2 pont), hátráltatni.

g) A teljesítménycsökkenés mértékének meghatározása:

3 pont

48 évvel (1 pont) a fellövés után a teljesítmény az eredeti teljesítménynek $2^{\frac{48}{35}}$ -szorososa (1 pont), ami 0,685, azaz kb. 69% (1 pont).

Összesen

18 pont