

**Záróvizsga témakörök és tételek a**  
**NUKLEÁRIS MÉRÉSTECHNIKA ÉS SUGÁRVÉDELEM** című Záróvizsga  
tantárgycsoportból

(A 2019. évi mintatanterv szerint)

Ez a záróvizsga tantárgycsoport a **Röntgen- és gamma-spektrometria** (BMETE80NE03), az **Atomerőművi kémia** (BMETE80NE11), valamint a **Reaktorszabályozás és műszerezés** (BMETE80NE12) tantárgyak súlyponti részeit tartalmazza. A záróvizsgán minden vizsgázó egy tételt kap a lenti teljes listából, és külön felkészülési idő nélkül felel a feltett tételből.

## **I. RÖNTGEN- ÉS GAMMA-SPEKTROMETRIA**

- I/1. Röntgensugárzás és anyag kölcsönhatása: folytonos és karakterisztikus röntgensugárzás keletkezése, fizikai tulajdonságai, fényelektromos és Auger-jelenség, abszorpció, szórás, visszaverődés, törés, polarizáció, szatellit röntgenvonalak.
- I/2. Röntgenforrások: a röntgensövek típusai, felépítésük, radioaktív anyagok, mint röntgenforrások, szinkrotronsugárzás létrehozása bending-, Wigler- és undulátor-mágnesekkel, szinkrotronok általános szerkezeti felépítése és működése, fényesség, szabadelektron lézer, szinkrotronsugárzás alkalmazása az anyagkutatásban és az iparban.
- I/3. Röntgen- és gammadetektorok: gáztöltésű, szcintillációs és félvezető detektorok felépítése és működése, jellegzetes méréstechnikai tulajdonságai és alkalmazásai, detektálási hatások, válaszfüggvény, szupravezető röntgendetektorok, szilícium drift-detektor, röntgen- és gammakamera és alkalmazásai.
- I/4. Energiadiszperzív röntgen- és gammaspektrumok: röntgen- és gammaspektrumok szerkezete és információtartalma, kvantitatív kiértékelésük fontosabb lépései és matematikai módszerei, röntgen- és gammaspektrométerek energia-, hatások és félérték-szélesség kalibrációja, valódi koincidencia, kimutatási határ.
- I/5. Röntgenoptika: Bragg-reflexió, kristálytípusok, hullámhossz-diszperzív eljárás anyagok atomi összetételének és mikroszerkezetének elemzésére, monokromatizálás kristályokkal, multirétegek, mono- és polikapilláris lencsék röntgensugarak fókuszálására, Fresnel-féle zónalemez, röntgensugarak leképezése CR lencsékkel.
- I/6. 2D és 3D anyagvizsgálat röntgen- és gammaspektrometriával: röntgenemissziós és abszorpciós tomográfia módszerek, kísérleti feltételek és megvalósításuk, CT berendezések felépítése és alkalmazása, röntgenfluoreszcens konfokális leképezés, kvantitatív rekonstrukciós eljárások, szűrt visszavetítés és algebrai rekonstrukció.
- I/7. Kvantitatív röntgenfluoreszcencia analízis: karakterisztikus röntgensugárzás keletkezése, ionizációs valószínűség, fluoreszcencia hozam, abszorpciós és abszorpciós függvények rendszám és energiatartománya, mátrixeffektus és belső gerjesztés, etalon anyagok, addíció, belső standard és vékony réteg empirikus

kalibrációs eljárások. Alapvető paraméterek modell a koncentrációk meghatározására.

- I/8. Röntgenalitikai és gammaspektrometriai módszerek: totálreflexiós röntgenspektrometria, elektronsugaras mikroanalízis, részecske-indukált röntgenfluoreszcencia analízis. Gammaspektrometriai módszerek és eszközök a detektálási határ csökkentésére, biológiai, geológiai, bányászati, ipari és környezetvédelemi alkalmazások.

## **II. ATOMERŐMŰVI KÉMIA**

- II/1. Radioaktív izotópok forrásai az atomerőművekben, hasadóanyagok, transzmutációs termékek, hasadási termékek, aktiválási termékek.
- II/2. Inhermetikus fűtőelemek létrejötte, típusai, észlelésének kísérleti módszerei. Szivárgási modellek.
- II/3. Atomerőművekben alkalmazott radiokémiai és radioanalitikai módszerek, ellenőrző rendszer.
- II/4. Primerkör és szekunderkör vízüzemének fontosabb jellemzői, vízkezelés, víztisztító rendszerek. Atomerőművek szerkezeti anyagainak korróziója, sugártűrése.
- II/5. Radioaktív izotópok kibocsátása az atomerőműből a környezetbe: levegő, felszíni vizek, a kibocsátás ellenőrzési rendszere és fontosabb módszerei.
- II/6. Atomerőműi hulladékok kezelése, feldolgozása, vegyészeti ellenőrzés, üzemi és hatósági környezetellenőrzés.
- II/7. Kontamináció az atomerőművekben, dekontaminálási eljárások.

## **III. REAKTORSZABÁLYOZÁS ÉS MŰSZEREZÉS**

- III./1. Ismertesse a mérésben a modellezés szerepét az egyszerű mérésektől az összetett modelleken alapuló, közvetlenül nem mérhető atomerőművi paraméterek méréséig.
- III./2. Hőmérséklet mérések a hétköznapiakban, az atomerőművek aktív zónájának közelében, a primerkörben és a szekunder körben
- III./3. Nyomásmérések alapelve, folyadékban, gőzben és gázban, hagyományos és digitális nyomásmérő, impulzusvezetékek és hibáinak felismerése, elkerülése.
- III./4. Neutron mérődetektorok az aktív zónán belül és a reaktortartályon kívül, osztályozásuk, fő ismérveik, kapcsolatuk az üzemi körülményekkel, kalibráció és kompenzáció
- III/5. Áramlási sebesség mérése aktív zónában, primerkörben, szekunder körben, korrelációs módszer válfajai.
- III/6. Idegentest detektálás atomerőművekben, SPRT módszer, akusztikus módszerek.
- III/7. Roncsolásmentes technikák használata atomerőművekben. (beszélhet átfogóan, vagy választhat egyet, amiről részleteket is tud)

A felkészüléshez szükséges háttéranyagok:

- az előadások alatt a hallgató által kézzel készített jegyzet,
- az előadók által kiadott nyomtatott vagy elektronikus előadás kivonatok.