

A tantárgy neve:	magyarul:	Nukleáris környezetvédelem						Kódja:	TTKME0426	
	angolul:	Nuclear Methods for Environmental Protection								
A képzés 2. féléve (1. tavaszi félév)										
Felelős oktatási egység:		DE TTK, Fizikai Kémiai Tanszék								
Kötelező előtanulmány neve:								Kódja:		
Típus		Heti óraszámok						Követelmény	Kredit	Oktatás nyelve
		Előadás		Gyakorlat		Labor				
Nappali	X	Heti	2	Heti	0	Heti	0	kollokvium	3	magyar
Levelező		Féléves		Féléves		Féléves				
Tantárgyfelelős oktató		neve:		Dr. Molnár Mihály				beosztása:	tudományos főmunkatárs	
A kurzus célja, hogy a hallgatók										
<p>megismerjék a környezeti természetes és mesterséges radioaktivitás tipikus előfordulási szintjeit az egyes természetes és antropogén közegekben. Megértsék radioaktív izotópokkal vizsgálható főbb környezeti problémák körét, átfogó képet kapjanak azok alkalmazási területeiről és korlátairól. Megismerjék az alkalmazható analitikai módszereket és azok főbb jellemzőit (vizsgálható anyagtipusok, szükséges anyagmennyiségek, kimutatási határ). Komplex ismereteket szerezzenek a különböző környezeti izotópos mérések kombinált használatának módszereiről és azok korlátairól.</p>										
Tanulás eredmények, kompetenciák: a hallgató										
<i>Tudás:</i>										
Ismeri a környezeti radioaktivitás alapvető mérési módszereit. Megismeri a nukleáris analitikai módszerek környezeti felhasználásának főbb területeit. Megismer számos példát a jelentősebb környezeti izotópos vizsgálatok köréből, a legfontosabb vizsgálati területekről.										
<i>Képesség:</i>										
<ul style="list-style-type: none"> - Képessé válik a környezeti sugárzással és radioaktivitással kapcsolatos kérdések kritikus szemléletére. - Képes lesz felismerni, hogy egyes környezeti problémákhoz milyen nukleáris analitikai módszerek alkalmazhatóak, milyen korlátok mellett 										
<i>Attitűd:</i>										
Nytott arra, hogy a témakörben új, tudományosan bizonyított ismereteket szerezzen, de elutasítsa a megalapozatlan, esetleg megtévesztő állításokat. Fejleszti a természettudományos alapú környezetszemléletet és az analízis/ szintézis képességét.										
<i>Autonómia és felelősség:</i>										
Szakmai irányítás mellett megjelölt részfeladatokat önállóan képes a kurzusban szereplő témakörök kapcsán elvégezni, a kapott eredményt értelmezni, valamint reálisan értékelni. Fejleszti a rendszer szemléletű kritikai gondolkodást és környezettudatos szemléletet										
A kurzus tartalma, témakörei										
<p>A jelenleg működő atomreaktorok környezeti hatásai. Radioaktív hulladékok keletkezése az erőművek normál működése során. Atomerőmű-típusok környezeti hatásainak összevetése. Reaktor balesetek. A jövő reaktorainak környezeti hatásai. A radioaktív hulladékok elhelyezésének szempontjai. Hazai hulladéktárolók. Reaktor-diagnosztika nemesgázizotópokkal. Radioaktív hulladék-minősítés fizikai módszerei, „nehezen mérhető” izotópok. Gázképződés jelentősége a végleges radioaktív hulladék tárolás során. Monitoring berendezések, mintavétel, mintafeldolgozás, méréstechnikák, kiértékelés. Az ciklotron működési elve, a ciklotronok elterjedtsége Magyarországon és a világban.</p>										

Tervezett tanulási tevékenységek, tanítási módszerek

A vizsgált környezeti elemek elterjedésének és jelentőségének bemutatása. Az alkalmazható analitikai módszerek és műszerek ismertetése, főbb jellemzőik kiemelésével, hazai és nemzetközi kitekintésben. A vizsgálható problémák körének áttekintése, kritikai és rendszerszintű szemléletben. Fontosabb alkalmazási példák. Aktív részvétel az órákon.

Értékelés

Órai munka (25 %)

Forrás olvasás (25 %)

Kollokvium (50 %)

Jeles: 90 %, jó: 75 %, közepes 60 %, elégséges: 50 %, 50 % alatt elégtelen

- A tantárgyat kollokvium zárja

Sikertelen teljesítés esetén a javítás módja, határideje: a munkakövetelmények utólagos pótlására külön eljárásban nincs lehetőség. A kollokvium sikertelensége esetén javítás, utóvizsga keretében történhet, a TVSZ-ben meghatározottak szerint.

Kötelező olvasmány:

1. Fejezetek a környezetfizikából. Szerk.: Kiss Á. Z. Debrecen, Kossuth Egyetemi Kiadó (Debreceni Egyetem Természettudományi Kar)

Ajánlott szakirodalom:

1. Fehér István, Deme Sándor, Sugárvédelem, ELTE Eötvös Kiadó, ISBN 9789632840802
2. Kiss Dezső, Horváth Ákos, Kiss Ádám, Kísérleti atomfizika, ELTE Eötvös Kiadó, 1998, ISBN 963-463-166-5.
3. Atommagfizika. 2. korszerűsített kiadás. Szerk.: Fényes T. Debrecen, Debreceni Egyetemi Kiadó (2009)

Heti bontott tematika

1. hét	A jelenleg működő, II. generációs reaktorok: könnyűvízes (PWR, BWR), nehézvízes (CANDU), grafitmoderátoros reaktorok környezeti hatásai. <hr/> TE: Áttekintő ismeretek megszerzése az atomreaktorok kapcsán
2. hét	Radioaktív hulladékok keletkezése az erőművek normál működése során. A hulladékok kezelése: azonnali kibocsátás - hígítás és szétszórás; késleltetett kibocsátás - koncentráció és szét-szóródás. <hr/> TE: Áttekintő ismeretek a radioaktív hulladékok kapcsán.
3. hét	Az azonnali kibocsátás során fellépő környezeti hatások. Tervezett és nem tervezett kibocsátások. Atomerőmű-típusok környezeti hatásainak összevetése. Reaktor balesetek. <hr/> TE: Áttekintő ismeretek a radioaktív kibocsátások kapcsán.
4. hét	A ma és a közeljövő típusainak környezeti hatásai (2010-2015), III. és III.+ generációs reaktorok: továbbfejlesztett forralóvízes reaktorok, továbbfejlesztett nyomottvízes reaktorok, integrált primerkörű reaktorok, moduláris magas hőmérsékletű gázhűtésű reaktorok, továbbfejlesztett CANDU reaktorok. A jövő reaktorainak környezeti hatásai: IV. generációs reaktorok. Fenntarthatóság, gazdaságosság, biztonság. <hr/> TE: Jövőkép az új típusú atomreaktorok kapcsán.
5. hét	A radioaktív hulladékok elhelyezésének szempontjai. A radioaktív hulladékok osztályozása. Hulladékok kezelése, kondicionálás, tömörítés. Ideiglenes tárolás, végleges elhelyezés. Tároló típusok áttekintése – nemzetközi gyakorlat. Hazai hulladéktárolók. <hr/> TE: A radioaktív hulladék elhelyezés alapvető kérdéseinek áttekintő megismerése.
6. hét	Reaktor-diagnosztika nemesgázizotópokkal: A fűtőelemekben keletkező hasadási termékek. A reaktor hűtőkörében megjelenő nemesgázizotópok szerepe a fűtőelem-tokozás meghibásodásának korai felismerésében. Mintázás, nemesgázok koncentrációjának és izotóp-összetételének mérése. <hr/> TE: Betekintés az atomerőművek működési diagnosztikájába nukleáris analitikai módszerekkel.

7. hét	<p>Radioaktív hulladék-minősítés fizikai módszerei, „nehezen mérhető” izotópok. Hosszú felezési idejű ($T_{1/2} > 30$ év) izotópok jelentősége a kis és közepes aktivitású hulladékok végleges elhelyezése szempontjából. A tisztán béta- vagy alfasugárzó izotópok aktivitáskoncentráció-mérésének problémái. Radiokémiai elválasztási módszerek</p> <hr/> <p>TE: Áttekintő ismeretek a radioaktív hulladékok minősítése kapcsán.</p>
8. hét	<p>Gázképződés jelentősége a végleges tárolás során. Gázképződési folyamatok: korrózió, biodegradáció, radiolízis. Modellkísérletek. Gázképződés valós hulladékokban. Gázképződés sebességének mérése. A gázképződés hatása a tároló biztonságára.</p> <hr/> <p>TE: A hulladékokban lejátszódó gázképződési problémák megismerése.</p>
9. hét	<p>Nukleáris létesítmények tervezett és nem tervezett kibocsátásai. Légköri kibocsátás ellenőrzése: trícium, ^{14}C, nemesgázok, aeroszolok mintázása az atomerőmű, illetve a hulladékkezelő létesítmények kéményeiben. Környezeti hatás vizsgálata: talaj, növényzet, aeroszolok, a környezeti levegő ^{14}C és trícium tartalmának ellenőrzése. Mintavevők, mintavételi eljárások és alkalmazott mérési módszerek.</p> <hr/> <p>TE: Az erőművek kibocsátási útvonalainak és mennyiségeinek megismerése.</p>
10. hét	<p>Nem tervezett kibocsátások ellenőrzése, talajvíz monitoring hálózat. Monitoring berendezések, mintavétel, mintafeldolgozás, méréstechnikák, kiértékelés. Modellszámítások a szivárgási helyek azonosítására.</p> <hr/> <p>TE: Az erőművek környezetterhelésének mérése megismerése.</p>
11. hét	<p>A debreceni MTA ATOMKI Környezetanalitikai Laboratóriumának bemutatása.</p> <hr/> <p>TE: Egy jól felszerelt környezetanalitikai laboratórium megismerése.</p>
12. hét	<p>Az ciklotron működési elve, a ciklotronok elterjedtsége Magyarországon és a világban. A ciklotron összehasonlítása az atomreaktorral a hulladékok keletkezése, fajtája, kezelése és tárolása szempontjából.</p> <hr/> <p>TE: A ciklotronok működésének megismerése.</p>
13. hét	<p>A Ciklotronok üzemeltetése kapcsán a szilárd hulladékok kezelése, ideiglenes tárolása és végleges elhelyezése. Folyadék és gázhulladékok kezelése, a nagyobb radioaktív tartalmú folyadékok hígítása, a környezetbe kéményen és csatornarendszeren keresztül kibocsátható mennyiség. A hosszabb felezési idejű radioizotópokat tartalmazó folyadékok kezelése. A radioaktív izotópokat és radiofarmakonokat előállító berendezések meghibásodásai, intézkedések az ebből adódó radioaktív kontamináció esetén.</p> <hr/> <p>TE: A Ciklotronok környezetterhelésének megismerése.</p>
14. hét	<p>A debreceni MTA ATOMKI Ciklotron Laboratórium bemutatása.</p> <hr/> <p>TE: Egy működő Ciklotron megismerése.</p>