

A tantárgy neve:	magyarul:	Szervetlen kémia I.	Kódja:	TTKBE0201
	angolul:	Inorganic Chemistry I.		

A képzés 2. féléve

Felelős oktatási egység:	DE, TTK, Szervetlen és Analitikai Kémiai Tanszék									
Kötelező előtanulmány neve:	Általános kémia		Kódja:	TTKBE0101						
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 Lázár István			beosztása:	egy. docens			

A kurzus célja, hogy a hallgatók

megismerkedjenek a hidrogén és a p-mezőbeli elemek előfordulásával, előállításával, legfontosabb vegyületeikkel, laboratóriumi és ipari alkalmazásaikkal. Képessé váljanak a tárgykörben további szakmai ismeretek elsajátítására, szakmai vezetés mellett önálló munka végzésére, kellő ismeretekkel bírnak az aktuális és kapcsolódó környezeti és környezetgazdálkodási problémák átlátására, felelős döntések hozására, az ismeretek közönség felé történő felelős kommunikációjára.

Tanulás eredmények, kompetenciák: a hallgató

Tudás:

Ismeri a kémia tudományos eredményein alapuló, az atomok és molekulák szerkezetére, a kémiai kötés kialakulására vonatkozó legfontosabb igazolt elméleteket, modelleket.

Ismeri a szervetlen kémia tudományos eredményein alapuló, az elemek keletkezésétől kezdve az elemek és szervetlen alapvegyületek szerkezetére, tulajdonságainak magyarázatára szolgáló legfontosabb igazolt elméleteket, modelleket.

Rendelkezik azokkal a szervetlen kémiai alapismeretekkel, amelyek lehetővé teszik az alapvető kémiai reakciók leírását, az erre épülő gyakorlat elemeinek megismerését, az ismeretek rendszerezését.

Birtokában van annak a tudásnak, amelynek alkalmazása szükséges természeti folyamatok, természeti erőforrások, élettelen rendszerek kémiai vonatkozású alapvető gyakorlati problémáinak megoldásához.

Anyanyelvén tisztában van a természeti folyamatokat megnevező fogalomrendszerrel és terminológiával.

Rendelkezik azokkal az ismeretekkel, amelyek (megfelelő szakmai irányítással) lehetővé teszik számára a vizsgálható szervetlen kémiai folyamatok, rendszerek, tudományos problémák tudományos gyakorlatban elfogadott módszerekkel történő vizsgálatát.

Tisztában van a szervetlen kémia és a szervetlen vegyipar lehetséges fejlődési irányjaival és határaival, azok környezeti hatásaival és következményeivel.

Ismeri a nemfémekre általánosan, azon belül a különböző csoportokra, illetve az egyes nemfémekre konkrétan jellemző tudományos alátámasztott törvényszerűségeket, sajátságokat, tulajdonságokat, előállításokat, fontosabb vegyületeket, a legfontosabb gyakorlati alkalmazásukat/alkalmazhatóságukat, illetve az élettelen természetben és az élő szervezetekben betöltött igazolt szerepüket, hatásukat.

Képesség:

Képes a természeti és az ezekkel összefüggésben lévő antropogén kémiai folyamatok megértésére, az azokkal kapcsolatos adatgyűjtésre, az adatok feldolgozására, valamint a feldolgozáshoz szükséges kémiai szakirodalom használatára.

Képes a természeti és antropogén szervetlen kémiai folyamatokkal kapcsolatos törvényszerűségek ismeretében gyakorlati problémák megoldására.

Képes a szervetlen kémiai paradigmák elméleti és gyakorlati alkalmazására.

Képes a mérési eredmények kiértékelésére, értelmezésére, dokumentálására.

Képes a kémia szakterületen szerzett tudását alapvető gyakorlati (kémiai laboratóriumi, vegyipari, környezetgazdálkodási és környezetvédelmi) problémák megoldására alkalmazni, beleértve azok számításokkal történő alátámasztását is.

Képes a szervetlen kémia szakterületen megalapozott véleményt alkotni társadalmi, tudományos vagy etikai kérdésekről. Ismeretei alapján rendelkezik a természettudományos alapokon nyugvó érvelés képességével.

Képes rendszer szinten átlátni, értelmezni, alapvető feladatok kapcsán alkalmazni a p-mezőbeli nemfémekre, fémekre, a hidrogénre, a legfontosabb vegyületekre vonatkozó ismereteket

Képes a p-mezőbeli elemekről, vegyületeikről, azoknak megismert gyakorlati alkalmazásukról folytatott szakmai

kommunikációban érdemben résztvenni
Képes a kapcsolatos ismereteinek kibővítésére/továbbfejlesztésére

Attitűd:

Megszerzett kémiai ismereteinek alkalmazásával törekszik a természet - ezen belül hangsúlyozottan a kémiai jelenségek - és az ember viszonyának megismerésére, törvényszerűségeinek leírására.

Szemléletmódja révén nyitott a szélesebb szakmai együttműködésre, befogadó a környezetvédelem újabb kémiai vonatkozásai iránt.

Hitelesen képviseli a természettudományos világnézetet, és közvetíteni tudja azt a szakmai és nem szakmai közönség felé.

Autonómia és felelősség:

A természettudományos világnézetet szakmai megbeszélések, viták során felelősséggel vállalja.

Szakmai irányítás mellett felelősséggel együttműködik más szakterületek (kiemelten a környezetgazdálkodási és környezetvédelmi területek) szakembereivel.

Saját munkájának eredményét reálisan értékeli, azokat hasonló szakmai beosztásban dolgozó munkatársak eredményeivel összeveti.

Folyamatos témavezetői irányítás mellett vesz részt tudományos kutatásban.

A kurzus tartalma, témakörei

A kurzus során a hallgatók megismerkednek a kémiai elemek kialakulásával, azok előfordulásával a környezetben, valamint a kinyerésük és előállításuk módszereivel. Részletesen tanulnak a hidrogén, valamint a p-mezőben lévő nemfémes és fémes elemek fizikai és kémiai tulajdonságairól, valamint azok legfontosabb vegyületeiről. Kiemelt súllyal szerepelnek a szemeszter során az egyes anyagokhoz, vegyületekhez kapcsolódó környezeti, környezetvédelmi és gazdasági hatások áttekintése, megismerése.

Tervezett tanulási tevékenységek, tanítási módszerek

Frontális előadás, előre kiadott PowerPoint diák felhasználásával. Az előadás során aszervetlen kémiai kísérleteket, környezetvédelmi eseményeket, természeti jelenségeket szerkesztett videó felvételek segítségével szemléltetjük.

Az előadások alatti megértés elősegítésére „peer instruction” módszerrel történő, feleletválasztós és közös megbeszéléses problémamegoldást használunk.

Az otthoni felkészülés segítésére, a megszerzett tudás elmélyítése a témakörök végén található, önálló munkát és feldolgozást igénylő kérdéseket kapnak.

A vizsgára való felkészülés elősegítésére és a sikeres szereplés biztosítása érdekében több mint 300 kérdést tartalmazó tesztsorozat áll rendelkezésre.

Értékelés

Teztsor megoldása (beugró), majd írásbeli kollokvium.

A feleltválasztós teszt során a kollokviumra bocsátás feltétele 60% teljesítmény elérése.

A vizsga jegye az írásbeli kollokvium jegye.

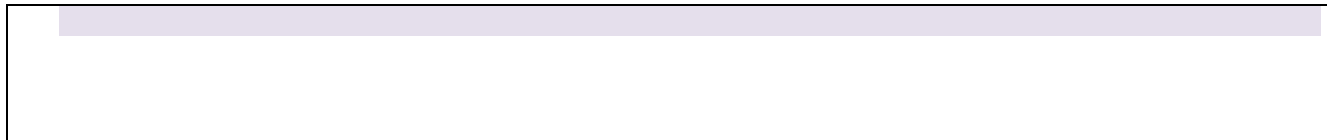
Értékelés: elégtelen 50 % alatt, elégséges 50 %, közepes 63 %, jó 77 %, jeles 90 %.

Kötelező olvasmány:

N. N. Greenwood, A. Earnshaw: Az elemek kémiája I-III, Nemzeti Tankönyvkiadó, Budapest, 2004

Ajánlott szakirodalom:

- 1) Lázár István: Általános és szervetlen kémia (jegyzet), Egyetemi Kiadó, Debrecen,
- 2) Szervetlen kémia fogalomtár (letölthető a Kémiai Intézet oktatási oldalairól)
- 3) Wikipedia magyar és angol nyelvű oldalai
- 4) Emri-Győri-Lázár: Szervetlen kémiai laboratóriumi gyakorlatok (jegyzet)
- 5) Geoff Rayner-Canham, Tina Overton: Descriptive Inorganic Chemistry (5th Edition), W. H. Freeman and Company, New York, 2010, ISBN-13: 978-1-4292-2434-5 (vagy későbbi kiadás)
- 6) Glen E. Rodgers, Descriptive Inorganic, Coordination and Solid-Phase Chemistry, (3rd Edition), Brooks/Cole, 2012, ISBN-13: 978-0-8400-6846-0 (vagy későbbi kiadás)



Heti bontott tematika	
1. hét	<p>A szervesetlen kémia tárgy általános áttekintése, követelmények, segédletek ismertetése. Az elemek eredete és kozmikus gyakorisága a világegyetemben és a földkéregben. Hidrogén-hélium ciklus, energiatermelés, elemek keletkezése a csillagokban és a csillagközi térben. A Föld keletkezése, az elemek földi gyakorisága, a vulkáni tevékenység szerepe, az ősi légkör összetétele és változása. Az elemek előfordulási formái, dúsulásaik, kémiai összetétel szerinti csoportosításaik. A lehetséges oxidációs állapotok, Az elemek kinyerésének ill. előállításának általános módszerei.</p> <hr/> <p>TE: Ismeri az elemek keletkezését, eloszlását, előfordulását, a Föld kémiai összetételét. Általános eljárást tud javasolni elemek előállítására.</p>
2. hét	<p>A hidrogén legfontosabb fizikai tulajdonságai, a nagy diffúziósebesség jelentősége. A hidrogén oldódása az egyes anyagokban és ennek gyakorlati következményei. A hidrogén izotópjai, azok tulajdonságai, az izotópok jelentősége, gyakorlati alkalmazásai. Az atommag spinje, az orto- és parahidrogén előfordulása, szerepe és felhasználása. A hidrogén elektronszerkezete, lehetséges oxidációs számai, redoxi tulajdonságai, legfontosabb kémiai tulajdonságai, reakciói. A hidrogén előfordulása, laboratóriumi és ipari előállításának a módszerei, laboratóriumi és ipari felhasználásai. A hidrogén mint alternatív üzemanyagforrás, a hidrogéntárolás lehetőségei. A hidrogén legfontosabb vegyületeinek típusai, kovalens hidrogénvegyületek, sószerű hidridek, intersticiális hidridek. A hidrogénkötés jellemzése. A hidrogén legfontosabb vegyületei, azok előállítása és gyakorlati felhasználásai</p> <hr/> <p>TE: Ismeri a hidrogén fizikai, kémiai tulajdonságait, izotópjait, előállítását, legfontosabb vegyületeit és felhasználását.</p>
3. hét	<p>A nemesgázok általános jellemzése. A nemesgázok előfordulása, felfedezésük történe, fizikai tulajdonságaik, a szuperfolyékonyág jelensége. A nemesgázvegyületek felfedezése, vegyületeik felosztása. A xenon elektronszerkezete, lehetséges oxidációs állapotai, a xenonvegyületek sztereokémiája. A xenon fluoridjainak, oxidjainak, oxosavainak és oxosavóinak lehetséges összetételei, előállításuk lehetőségei, stabilitásuk, kémiai reakcióik, gyakorlati felhasználásai. A nemesgázok kinyerése, laboratóriumi és ipari felhasználásai. A halogéncsoport elemeinek általános jellemzése. A halogének atomi paraméterei, fizikai tulajdonságai, kémiai tulajdonságai, reakcióképességük, lehetséges oxidációs számaik. A halogénelemek kölcsönhatása a különböző oldószerekkel, hidratációjuk, a halogének zárványvegyületei és azok szerkezete.</p> <hr/> <p>TE: Ismeri a nemesgázok fizikai és kémiai tulajdonságait, vegyületalkotó képességét, legfontosabb vegyületeit, kinyerését és gyakorlati felhasználásait.</p>
4. hét	<p>A halogénelemek kémiai reakciói, a polihalogenidionok szerkezete, a halogénelemek előfordulása, élettani hatásuk, a halogenidek biológiai jelentősége. A halogénelemek laboratóriumi és ipari előállítása, felhasználásai. Az elemek halogenidjeinek általános összetétele, legfontosabb típusaik, szerkezetük, főbb fizikai és kémiai jellemzőik. Az interhalogének típusai, általános összetételük, a molekulageometria értelmezése a vegyérték-elektronpár taszítási elmélet segítségével. Az interhalogének előállítása, fizikai és kémiai tulajdonságaik.</p> <hr/> <p>TE: Ismeri a halogének fizikai és kémiai tulajdonságait, vegyületalkotó képességét, egymással ill. hidrogénnel alkotott legfontosabb vegyületeit, a halogénelemek előállítását és gyakorlati felhasználásait.</p>
5. hét	<p>A halogének oxigénnel alkotott vegyületei, a halogén-oxidok fizikai és kémiai tulajdonságai, előállításuk, felhasználásai. A halogén-oxosavak és sóik általános összetétele, a bennük lévő halogének oxidációs száma, laboratóriumi és ipari előállítási módszereik, kémiai reakcióik, gyakorlati felhasználásai. A vízfertőtlenítésben használatos halogénszármazékok tulajdonságai, alkalmazási köreik.</p> <hr/> <p>TE: Ismeri a halogének oxigénnel és más elemekkel alkotott legfontosabb vegyületeit, azok előállítását és gyakorlati felhasználásait.</p>
6. hét	<p>Az oxigéncsoport elemeinek előfordulása, általános jellemzése, elektronszerkezetük, jellemző oxidációs számok, fizikai tulajdonságaik. Az oxigén szerkezete, allotrop módosulai,</p>

	<p>oldékonysága vízben.</p> <p>Az oxigénmolekula lehetséges átalakulásai, kémiai reakciói. Az ózon szerkezete, előfordulása, fizikai és kémiai tulajdonságai, előállítása. Az ózonréteg szerepe a földi élet megőrzésében. Az ózonréteget károsító vegyi anyagok szerepe, aktuális környezetvédelmi problémák. Az oxidok általános jellemzése, sav-bázis tulajdonságaik, ráctípusaik.</p> <p>A kén allotrop módosulatai, fizikai tulajdonságai, lehetséges oxidációs számok, oldékonysága, reaktivitása, legfontosabb kémiai reakciói. A szulfidok általános jellemzése, sav-bázis tulajdonságaik, szerkezetük, főbb típusaik, előfordulásuk, előállításuk. A szelén és tellúr allotrop módosulatai, fizikai tulajdonságaik, szerkezetük, kémiai reakcióik, legfontosabb vegyületeik, előállításuk és felhasználásaik.</p> <p>Az oxigéncsoport elemeinek biológiai jelentősége, körforgása a természetben, előállításuk laboratóriumi és ipari módszerei, gyakorlati felhasználásaik.</p> <hr/> <p>TE: Ismeri az oxigéncsoport elemeinek fizikai és kémiai tulajdonságait, vegyületalkotó képességét, az elemek és allotrop módosulataik, oxidok és szulfidok előállítását és gyakorlati felhasználásait, a kapcsolódó környezetvédelmi vonatkozásokat.</p>
7. hét	<p>Az oxigéncsoport elemeinek hidrogénnel alkotott vegyületei.</p> <p>A víz tulajdonságai, előfordulása, felhasználása, előállítása és tisztítása. A vizek keménysége, a keménység megszüntetésének módszerei. A víz jelentősége és szerepe a természetben és a társadalomban. Vízháborúk.</p> <p>A hidrogén-peroxid szerkezete, fizikai és kémiai tulajdonságai, laboratóriumi és ipari előállítása, felhasználása. A hidrogén-peroxid szerepe az élő szervezetekben. A kén, szelén, tellúr hidrogénvegyületeinek összetétele, fizikai tulajdonságai, előfordulása, kémiai reakciói, előállítása és gyakorlati felhasználásaik.</p> <p>Kénhidrogén fizikai tulajdonságaik, kémiai reakcióik, sav-bázis tulajdonságaik, redoxisajátságai, analitikai jelentősége. Az ionok Fresenius-féle rendszere.</p> <hr/> <p>TE: Ismeri az oxigéncsoport elemeinek hidrogénnel alkotott vegyületeit, a víz tulajdonságait és jelentőségét, a vonatkozó környezetvédelmi problémákat, a hidrogénvegyületek tulajdonságait, előállítását, gyakorlati felhasználásait.</p>
8. hét	<p>A kalkogén elemek halogénnel alkotott vegyületeinek az összetétele, szerkezete, előfordulása, fontosabb fizikai és kémiai tulajdonságaik, előállításuk laboratóriumi és ipari módszerei, gyakorlati felhasználásaik.</p> <p>A kén, szelén és tellúr oxidjai, oxosavai és sói. Az oxidok összetétele, szerkezete, előfordulása, fizikai és kémiai tulajdonságaik. A kén oxidjai és oxosavai szerkezete, előállítása, fizikai és kémiai tulajdonságaik, előállításuk laboratóriumi és ipari módszerei, oxosavak legfontosabb sói, a savak és sók gyakorlati felhasználásai.</p> <p>Peroxo-kénsavak és kén-kén kötést tartalmazó kén-oxosavak szerkezete, előállítása, felhasználásaik. A kén-oxidok környezeti hatásai, savas esők. A kén-oxidok eltávolítási lehetőségei.</p> <hr/> <p>TE: Ismeri a kalkogének halogénnel, oxigénnel alkotott vegyületeit, a kén oxidok és oxosavak tulajdonságait, előállítását, gyakorlati felhasználásait, környezetvédelmi hatását és jelentőségét.</p>
9. hét	<p>A nitrogéncsoport elemeinek elektronszerkezete, lehetséges hibridizációs állapotaik és legfontosabb képviselői. A nitrogéncsoport elemeinek előfordulási formái a természetben, allotrop módosulataik. Az elemek fizikai tulajdonságai, lehetséges oxidációs állapotaik, fizikai és kémiai tulajdonságaik, laboratóriumi és ipari előállításuk módszerei, az elemek gyakorlati felhasználásai.</p> <hr/> <p>TE: Ismeri a nitrogéncsoport elemeinek fizikai, kémiai tulajdonságait, módosulatait, kinyerését vagy előállítását, gyakorlati felhasználásait.</p>
10. hét	<p>Az ammónia és a hidrazin fizikai és kémiai tulajdonságai, szerkezete, sav-bázis és redoxi tulajdonságai, oldószer tulajdonságai, laboratóriumi és ipari előállításának módszerei, gyakorlati felhasználásaik. A foszfor, arzén, antimon hidridjei.</p> <p>A nitrogéncsoport elemeinek halogenidjei, halogenokomplexei, összetételük, stabilitásuk, előállításuk, fizikai és kémiai tulajdonságaik.</p> <p>A nitrogén és a foszfor oxidjainak az összetétele, szerkezete, kötésviszonyaik, előállításukra használható laboratóriumi és ipari módszerek, sav-bázis és redoxi tulajdonságaik, fizikai tulajdonságaik és kémiai reakcióik. A nitrogén-oxidok élettani hatásai. A nitrogén-monoxid szerepe az élő szervezetekben.</p> <hr/> <p>TE: Ismeri a nitrogéncsoport hidridjeinek, halogenidjeinek és oxidjainak fizikai és kémiai tulajdonságait, előállítását, reakcióit, az oxidok környezetünkben etöltött szerepét, a környezetvédelmi vonatkozásokat.</p>
11. hét	<p>Nitrogén oxosavai. A foszfor oxidjai és oxosavai. Az oxosavak és legfontosabb sóinak a laboratóriumi és ipari előállítása, felhasználási lehetőségeik.</p>

	<p>A nitrogéncsoport további elemeinek oxidjai, oxosavai, hidroxidjai, azok fizikai és kémiai tulajdonságaik, előállításuk, felhasználásuk. A nitrogéncsoport elemeinek kénnel alkotott vegyületei, azok szerkezetei, fizikai tulajdonságai, előállításuk, felhasználásaik</p> <p>A szénecsoporthoz tartozó elemek előfordulása és körforgása a természetben, elektronszerkezetük, lehetséges oxidációs számaik. A szén elektronszerkezete, lehetséges kötésviszonyai, a szén sztereokémiájának tárgyalása a hibridizációs lehetőségek alapján. A szén és a szilícium szerkezetének és kötésviszonyainak az összehasonlítása, az eltérések magyarázata atomszerkezeti alapon.</p> <hr/> <p>TE: Ismeri a nitrogén oxosavak fizikai és kémiai tulajdonságait, szerkezetét, előállítását, felhasználásait. Ismeri a kénnel és halogénnel alkotott vegyületeik főbb tulajdonságait, reakcióit, felhasználásait.</p> <p>A szénecsoporthoz tartozó elemek módosulatait, fizikai tulajdonságait, kötésviszonyait, körforgását a természetben.</p>
12. hét	<p>A szén előfordulása, az allotropok előállításának ipari és laboratóriumi módszerei, fizikai tulajdonságai, allotrop módosulatai, legfontosabb izotópjai, a radiokarbon kormeghatározás alapjai. A szilícium és a germánium előfordulása, fizikai és kémiai tulajdonságaik, reaktivitásuk, előállításukra használható módszerek, gyakorlati felhasználásaik. Az ón és az ólom előfordulása, fizikai és kémiai tulajdonságaik, reaktivitásuk, előállításukra használható módszerek, gyakorlati felhasználásaik.</p> <p>A szén, szilícium és a germánium hidridjeinek összetétele, szerkezete, termikus, redoxi és oxidatív stabilitásuk, hidrolízisük. A hidridek előállítására szolgáló módszerek, ipari és laboratóriumi felhasználásaik. Az ón és az ólom hidridjeinek összetétele, stabilitásuk, előállításuk.</p> <p>A szén és a szilícium halogenidjeinek összetétele, szerkezete, fizikai tulajdonságaik. A szén és a szilícium halogenidjei hidrolitikus és redoxi tulajdonságai, az eltérések magyarázata. A germánium, ón és ólom halogenidjeinek összetétele, fizikai és kémiai tulajdonságaik, reaktivitásuk, oldékonyságuk, hidrolitikus és redoxi tulajdonságaik.</p> <hr/> <p>TE: Ismeri a szénecsoporthoz tartozó elemek, hidridjeinek, halogenidjeinek előállítását, kémiai tulajdonságait, legfontosabb vegyületeit, a hasonlóságok és eltérések magyarázatát, előállításukat, gyakorlati felhasználásaikat.</p>
13. hét	<p>A szén és a szilícium oxidjainak a szerkezete, kötésviszonyaik, sav-bázis tulajdonságaik, előfordulásuk, mesterséges előállításuk laboratóriumi és ipari módszerei, gyakorlati felhasználásaik. A szén-dioxid környezeti szerepe, az üvegházhatás értelmezése, a globális felmelegedés és a szén-dioxid koncentráció összefüggése. A szén és a szilícium oxosavainak fizikai és kémiai tulajdonságai, szerkezeti jellegzetességeik áttekintése és magyarázata, stabilitásuk, sav-bázis tulajdonságaik, előállításukra szolgáló módszerek, gyakorlati felhasználásaik. Az előforduló legfontosabb karbonátok és hidrogénkarbonátok. Az ón és az ólom oxidjai.</p> <p>Szén-nitrogén kötést tartalmazó szervesetlen vegyületek, hidrogén-cianid, dician, ciánsav és izociánsav. Szén-kén kötést tartalmazó szervesetlen vegyületek, szén-diszulfid, tiosavak és tiobázisok. A karbidok összetétele, csoportosítása és szerkezete, fizikai tulajdonságaik, gyakorlati felhasználásaik.</p> <hr/> <p>TE: Ismeri a szénecsoporthoz tartozó elemek oxidjait, oxosavait, nitrogénnel és kénnel alkotott vegyületeit, azok fizikai és kémiai tulajdonságait, előfordulását, előállítását, környezetvédelmi szerepét és jelentőségét, gyakorlati felhasználásait.</p>
14. hét	<p>A bórcsoport elemeinek előfordulási formái, legfontosabb ásványaik, előállításukra használható eljárások. A bór és az alumínium előállítása. A bórcsoport elemeinek elektronszerkezete, lehetséges hibridizációs állapotai, az elektronszerkezetből következő sav-bázis tulajdonságaik. A bórcsoport elemei halogenidjeinek összetétele, szerkezete, fizikai és kémiai tulajdonságaik, sav-bázis tulajdonságaik értelmezése. A bór hidridjeinek lehetséges összetétele, szerkezeti jellegzetességeik, semleges és anionos boránok és bór-hidridek. A két- és többcentrumú kötések bemutatása a bór-hidridek vonatkozásában. A diborán előállítása, tulajdonságai. A bór poliéderez hidridjeinek szerkezete, stabilitása.</p> <p>A borboránok szerkezete, kötésviszonyai, reaktivitása, gyakorlati felhasználásaik. Az alumínium és a bór komplex hidridjei, azok reaktivitása, gyakorlati felhasználásaik. A bór-trioxid, a bórsav, a bórsav és az ortobórsav-észterek összetétele, szerkezete, fizikai és sav-bázis tulajdonságaik, kémiai reakcióik, előállításuk, gyakorlati felhasználásaik. Az alumínium oxidjai és összetett oxidjainak az összetétele, szerkezete, előfordulása a természetben. Az alumínium-hidroxidok tulajdonságai, ipari előállításuk, gyakorlati felhasználásaik. Nagy felületű alumínium-oxid előállítása és alkalmazásai.</p> <hr/> <p>TE: Ismeri a bórcsoport elemeinek előfordulását, fizikai és kémiai tulajdonságait, hidrogénnel, oxigénnel, más elemekkel alkotott vegyületeik szerkezetét, előállítását, tulajdonságait, reakcióit, gyakorlati felhasználásait.</p>