

# ORVOSI KÉMIA ELŐADÁSOK TEMATIKÁJA, 2007-től

## I. félév

### 1. hét

Az atomok felépítése. Tömegszám, rendszám. Kémiai elemek, vegyületek. Izotópok. Radioaktivitás, radioaktív izotópok. Avogadro-állandó. A mol fogalma. Az elektronhéj felépítése, a Bohr atommodell. A kvantummechanikai atommodell. Kvantumszámok és energianívók. A Pauli-féle tilalmi elv. Hund-szabály.

Az elemek periódusos rendszere, a rendszer felépítése a kvantummechanikai atommodell alapján, elektronszerkezeti magyarázat. Az elemek csoportosítása: az s-, p-, d-és f- mező elemei. Fémek, félfémek és nemfémek. Periódikus tulajdonságok.

### 2. hét

A molekulák szerkezete: kémiai kötések. Az oktett-szabály. Az elsődleges kémiai kötések alaptípusai: ionkötés, kovalens kötés, fémes kötés. Az ionkötés: ionok kialakulása, ionizációs energia és elektronaffinitás. Ionrács kialakulása, rácsenergia. Sók. A fontosabb ionok elnevezése, sók nevezéktana. A fémes kötés, rácstípusok.

A kovalens kötés elmélete. A vegyértékkötés elmélete, pályahibridizáció, hibridorbitálok. Egyszeres és többszörös kovalens kötések. Kötéshosszak és kötési energiák. Mezoméria (rezonancia), delokalizált molekulapályák. A molekulák jellemzése: összegképlet, szerkezeti képlet. Móltömeg.

Átmenet a kötéstípusok között: a poláros kovalens kötés. Elektronegativitás. Dipólus momentum. Dipól molekulák: Hidrogén-haloidok, víz, ammónia, alkoholok, aminok. A molekulák térbeli felépítése, molekulageometria.

### 3. hét

Másodlagos kémiai kötések. Hidrogénkötés, kialakulásának feltételei. A víz szerkezete folyadék és szilárd halmazállapotban. Hidrogénkötés kialakulása szerves vegyületekben: az alkoholok, aminok, karbonsavak, heterociklusos vegyületek asszociációja. Dipólus-dipólus kölcsönhatások, London-féle erők.

Az alkálifémek és vegyületeik: hidroxidok és sók. Alkálifém-ionok komplexei. A  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Li}^+$  ionok biológiai szerepe.

A fontosabb alkáli földfémek (Mg, Ca, Sr, Ba) és vegyületeik. A  $\text{Mg}^{2+}$  komplexei. A kalcium élettani szerepe.

Az átmeneti fémek általános jellemzése, elhelyezkedésük a periódusos rendszerben. Változó vegyértékű fémek fogalma.

A vas és vegyületei. A réz és vegyületei. A cink és vegyületei. A higany, vegyületei, mérgező és környezetszennyező hatásuk. A mangán és vegyületei. A nemesfémek (Ag, Au, Pt).

Komplexek képződése vizes oldatban. Komplexek szerkezete, első és második koordinációs szféra. Kelátkomplexek. Komplexek elnevezése. Komplexek stabilitása, geometriai felépítése, izomériája. Komplexek szerepe a biológiai rendszerekben.

Az alumínium és vegyületei, az  $\text{Al}(\text{OH})_3$  amfoter jellege, oldékonysága.

#### 4. hét

A hidrogén és vegyületei. Hidrogén izotópok, a radioaktív trícium. Atommagok stabilitása és a radioaktivitás. Radioaktív bomlás:  $\alpha$ -,  $\beta$ - és  $\gamma$ -sugárzás, pozitron-sugárzás. A felezési idő. Radioaktív izotópok alkalmazása.

A szén és allotróp módosulatai, a grafit és gyémánt. Fullérének. A szén-monoxid, szén-dioxid és a szénsav; karbonátok. A szilícium és vegyületei: a kovasav, metakovasav és szilícium-dioxid (kvarc). A szilikagél (hidratált  $\text{SiO}_2$ ). Szilikát ásványok.

A nitrogén és vegyületei. Ammónia. A nitrogén oxidjai. Salétromossav és salétromsav. Nítritek és nitrátok.

A foszfor és allotróp módosulatai, a foszfor mérgezés. Foszfor-pentoxid, foszforsavak: orto-és metafoszforsav, difoszforsav, trifoszforsav, polifoszforsav.

Az oxigén és az ózon. Oxidok. Hidrogén-peroxid. Az oxigén lehetséges oxidációs állapotai vegyületeiben: oxidok, peroxidok, szuperoxid.

A kén és allotróp módosulatai. A kén-hidrogén és sói, a szulfidok. A kén-dioxid és kén-trioxid, kénessav és kénsav, szulfitok és szulfátok. A tiokénsav és a tioszulfátok.

A halogének és vegyületeik. Haloidsavak és sók. Oxisavak: hipoklórossav, klórossav, klórsav és perklórsav. A fluorid-ion biológiai szerepe, a fluorapatit.

A nemesgázok.

Szabad gyökök képződése és élettani hatásai.

A szerves kémiai reakciók áttekintése. Metatézis reakciók: csapadékképződés, gázfejlődés és gyenge elektrolit (víz) képződése (semlegesítés).

#### 5. hét

Halmazállapotok. A gázhalmazállapot. Állapot jelzők. A kinetikus gázelmélet, Maxwell-Boltzmann-eloszlási görbék. Gáztörvények: az Avogadro-törvény, a Boyle-Mariotte és a Gay-Lussac-törvény. Az egyesített gáztörvény, az egyetemes gázállandó. Reális gázok.

A folyékony halmazállapot. Halmazállapot-változások, ezek nyomás- és hőmérséklet függése: fázisdiagramok. Molekulák közötti kötőerők, molekula asszociációk. A folyadékok tulajdonságai. A szilárd halmazállapot, a kristályos anyagok tulajdonságai. A kristályrácsok típusai. Szublimáció és liofilizálás.

Homogén és heterogén rendszerek. Homogén rendszerek: gázelegyek, oldatok és ötvözetek. A mikroheterogén rendszerek, a kolloid állapot, kolloid mérettartomány. A Tyndall-jelenség. A kolloidok tulajdonságai, típusai. A kolloidok felosztása: hidofil és hidrofób, diszperziós és asszociációs kolloidok (micellák). Makromolekuláris kolloidok.

Az oldatok típusai, az oldás folyamata. Oldhatóság, telített oldatok. Molekulaszerkezet és oldhatóság. Poláris-apoláris, hidofil-hidrofób, lipofil-lipofób anyagok. Oldatok koncentrációja, kifejezési formái, koncentráció egységek. Mólkoncentráció.

Gázok oldhatósága, Henry törvénye. Az oldhatóság hőmérséklet- és nyomásfüggése. Megoszlás és megoszlási hányados.

Az ozmózis és biológiai jelentősége. Ozmózisnyomás, izotóniás, hipotóniás és hipertóniás oldatok.

Híg oldatok törvényei. Az oldatok gőznyomása; fagyáspontcsökkenés és forráspontemelkedés. A molekulatömeg meghatározásának lehetőségei.

A kromatográfia alapjai.

## **6. hét**

Kémiai egyensúlyok, egyensúlyi állandó, a tömeghatás törvénye. A nem egyensúlyi reakció elegyek jellemzése, a reakcióhányados. Az egyensúlyi állandó alkalmazása. A Le Chatelier-elv; a koncentráció, a hőmérséklet és a nyomás hatása az egyensúlyokra.

Elektrolitok, elektrolitos disszociáció, disszociációfok. A víz disszociációja. Erős és gyenge elektrolitok. Az elektrolitok vezetőképessége, az ekvivalens vezetőképesség változása a hígítással.

Arrhenius sav-bázis elmélete. Brønsted és Lowry sav-bázis elmélete, konjugált sav-bázis párok. Amfoter anyagok (amfolitok). A kémiai szerkezet összefüggése a savak és bázisok erősségével. Lewis sav-bázis elmélete.

Egyensúlyok elektrolitoldatokban: a víz disszociációs egyensúlya. A víz ionszorzata, pH és pOH. Savak ill. bázisok disszociációs egyensúlya, disszociáció állandók ( $K_s$  és  $K_b$ ). pH és pOH számítások.

Elektrolitok oldhatósága és az oldhatósági szorzat.

Ionok reakciója vízzel: hidratáció, solvatáció, hidrolízis. Semleges, lúgos és savas kémhatású sók.

## 7. hét

Vizes oldatok kémhatása. Savanhidridek és bázisanhidridek (savas és bázisos oxidok), reakciójuk vízzel.

A sav-bázis titrálás (neutralizáció). Sav-bázis titrálási görbék:  $\text{HCl} + \text{NaOH}$ ,  $\text{CH}_3\text{COOH} + \text{NaOH}$ . A  $\text{H}_3\text{PO}_4 + 3 \text{NaOH}$  titrálási reakció görbéje. Indikátorok. A közös ion hatása.

Pufferoldatok és alkalmazásuk. A Henderson-Hasselbalch egyenlet. Acetátpuffer, foszfátpuffer, hidrogén-karbonát – szén-dioxid puffer. Pufferek az élő szervezetben. Pufferkapacitás. A pufferek pH-optimuma.

Redoxireakciók: oxidáció és redukció. Elektrokémia: vezetők, elektrolitok, elektródok. Galvánelemek. Elektromotoros erő. Az elektródok típusai. A standard H-elektrod. Elektródpotenciál, standard redukciós elektródpotenciál értékek. Elektródpotenciál és oxidáló, ill. redukáló készség. A Nernst egyenlet. Fémek reakciója vízzel és savakkal.

## 8. hét

Kémiai termodinamika. Rendszer és környezet; izolált, zárt és nyitott rendszer. Termodinamikai állapotjelzők. Exoterm és endoterm reakciók. A belső energia. A termodinamika 1. főtétele. Hőmérséklet és hőmennyiség. A reakcióhő. Az entalpia. Hess tétele. Standard entalpiaváltozás ( $\Delta H^0$ ) és standard képződési entalpiák. Égéshő és a kötési energiák. A halmazállapot-változásokat és az oldódást kísérő entalpiaváltozások.

A kémiai rendszer rendezettsége; az entrópia. A termodinamikai valószínűség. A termodinamika 2. főtétele. Az abszolút entrópia és a termodinamika 3. főtétele. A kémiai reakciók entrópiaváltozása. Spontán folyamatok. Szabadentalpia és szabadenergia. Standard szabadentalpia változás. A hőmérséklet hatása a reakciók lejátszódására. Szabadentalpia és kémiai egyensúly.

## 10. hét

A Daniell-elem. Redoxielektrodok. Koncentrációs elemek. Referencia elektrodok ( $\text{Ag} | \text{AgCl}$  és  $\text{Hg} | \text{Hg}_2\text{Cl}_2$  elektrod); az üvegelektrod. pH-mérés koncentrációs elemmel. Elektrolízis.

Reakciókinetika. Elemi reakciók, a reakciók molekularitása. A kémiai reakciók sebessége, a sebességi egyenlet, a sebességi állandó. A reakciók kinetikus rendje. Elsőrendű reakciók.

Másodrendű reakciók. Nulladrendű reakciók. Hőmérséklet és reakciósebesség: az Arrhenius egyenlet. Az ütközési elmélet; a molekulák térbeli orientációja, aktiválási energia. Az átmeneti állapot elmélet; aktivált komplex.

Több elemi lépésből álló, összetett reakciók típusai. Egyensúlyra vezető reakciók. Sorozatreakciók. Párhuzamos reakciók. Láncreakciók. Fotokémiai reakciók. Katalizátorok, katalízis: homogén és heterogén katalízis. Katalizátorok irányító hatása. Aktivátorok és inhibitorok. Az enzimek mint biokatalizátorok.

## 11. hét

A szerves kémia mint a szénvegyületek kémiája. Szén-szén kovalens kötések:  $sp^3$ ,  $sp^2$ ,  $sp$  hibridizáció. Szerves vegyületek csoportosítása alapváz szerint. Funkciós csoportok a szerves vegyületekben. Szerves kémiai alapfogalmak: reakció típusok (szubsztitúció, addíció, elimináció), izomériák.

Alkánok (paraffinok) szerkezete, nevezéktana, szerkezeti izomériája. A konformáció fogalma, az etán és bután konformációs viszonyai. Az alkilcsoportok elnevezése. Az alkánok kémiai reakciói: gyökös szubsztitúciók és mechanizmusok. Homolízis.

A szerves kémiai reakciók mechanizmusa. Homolízis és heterolízis, gyökös és ionos mechanizmusú reakciók. Nukleofil és elektrofil reagensek. Példák az elektrofil addícióra és szubsztitúcióra ( $A_E$  és  $S_E$ ), valamint a nukleofil addícióra és szubsztitúcióra ( $A_N$  és  $S_N$ ).

Cikloalkánok (cikloparaffinok) szerkezete, nevezéktana. A gyűrűtagszám szerepe a stabilitásban, a Baeyer-féle feszülési elmélet. Szögfeszültség és torziós feszültség. A ciklohexán szék- és kád konformációja. Axiális és ekvatoriális helyzetű szubsztituensek. Diszubsztituált cikloalkánok izoméria viszonyai: szerkezeti (konstitúciós) izoméria, cisz-transz izoméria. Többgyűrűs telített szénhidrogének: a cisz- és transz-dekalin, A cikloalkánok kémiai tulajdonságai.

## 12. hét

Az alkének (olefinek) szerkezete, nevezéktana. Strukturális és cisz-transz izoméria. A szén-szén kettős kötés reakció: elektrofil addíciók. A Markovnyikov-szabály. Polimerizációs (poliaddíciós) reakciók. Alkinek, az acetilén és reakciói.

Az izoprén szerkezete, a mevalonsav. Mono-, szeszki-, di- és tetraterpének felépítése; az izoprén-elv. Néhány monoterpén származék (limonén, mentol, kámfor). Karotinoidek:  $\alpha$ -,  $\beta$ - és  $\gamma$ -karotin, likopin. A-vitamin (retinol) és a retinál. A látás fotokémiai alapjai.

## 13. hét

Elektroneltolódások a szerves molekulákban: poláris kovalens kötés, induktív effektus, induktív hatást létrehozó funkciós csoportok. A  $\pi$ -elektronpárok eltolódása: konjugációs hatás. Butadién: a kettős kötések delokalizációja, mezomer határszerkezetek. A rezonanciaelmélet. A butadién részleges brómaddíciója. Konjugációs hatást kiváltó csoportok. Konjugált kettős kötésű rendszer, delokalizáció, fényabszorpció; színes vegyületek.

Aromás vegyületek. A benzol szerkezete. Aromás vegyületek stabilitása, a rezonancia elmélet alkalmazása. A Hückel-szabály. A naftalin, az antracén és a fenantrén szerkezete és stabilitása. A benzol származékai: toluol, xilolok, etilbenzol, vinilbenzol (sztirol). Az aromás szénhidrogénekből levezethető aril- és aralkil-csoportok neve; diszubsztituált benzolszármazékok. 3,4-benzpirén és a kémiai karcinogének.

Az aromás vegyületek kémiai reakciói. Elektrofil szubsztitúciós reakciók: halogénezés, nitrálás, szulfonálás, Friedel-Crafts alkilezés és acilezés. Az elektrofil szubsztitúció mechanizmusa; a szubsztituensek irányító hatása.

#### **14. hét**

Halogénezett szénhidrogének csoportosítása, előállítás; az alkil-halogenidek nevezéktana. Nukleofil szubsztitúciós reakciók  $S_N2$  és  $S_N1$  mechanizmussal.

Alkil-halogenidek eliminációs reakciói. Aromás halogénvegyületek, reakciókészségük. Fontosabb halogén származékok.

Hidroxil-csoportot tartalmazó szénvegyületek: alkoholok, enolok és fenolok. Az alkoholok csoportosítása, nevezéktana. Kémiai tulajdonságai, reakciói. Az alkoholok néhány fontosabb képviselője.

#### **15. hét**

Az alkoholok szerves savakkal képzett észterei: nitritek, nitrátok, szulfátok és foszfátok.

A fenolok savas jellege, az aromás gyűrű szubsztituenseinek befolyása. A fenolok nevezéktana. Kémiai reakcióik, származékaik. Fenolok oxidációja. Fontosabb fenolok és fenolszármazékok.

Éterek, gyűrűs éterek és fenoléterek. Az éterek kémiai tulajdonságai.

A tioalkoholok kémiai tulajdonságai, oxidációs reakciók. A tiéterek. Szulfoxidok, szulfonok, szulfonsavak.