

ALKALMAZOTT SZERVES- ÉS BIOKÉMIA A TÁRGY KÖVETELMÉNYRENDSZERE ÉS VIZSGARENDJE

1. Előadás

Az előadások való részvétel megkönnyíti a tantárgy elsajátítását!

Az előadásokon és a gyakorlatokon elhangzottak valamint a kötelező irodalmak képezik a tananyagot!

Az előadásokon és gyakorlatokon fényképezni, hang- és videófelvételt készíteni, zajongani tilos!

2. Gyakorlat

- A félév során a hallgatók a gyakorlatokon *dolgozatokat* írnak, valamint *egyéni feladatokat* és *kísérleteket* végeznek és ennek a *jegyzőkönyveit* is elkészítik.
- Az adott gyakorlaton való részvétel csak akkor érvényes, ha a hallgató megjelent és az egyéni feladatait, kísérleteit elvégezte valamint a jegyzőkönyveit is elkészítette.
- A dolgozatokat és jegyzőkönyveket pontozzuk, így összesen *100 pont* szerezhető!
- A gyakorlatokat **pótolni nem lehet** (hely, idő és anyagi okok miatt), igen kivételes és indokolt esetekben is csak akkor, ha erre a Kar Dékánja előre biztosítja a szükséges anyagi fedezetet!

3. A félév elismerésének feltétele

- A gyakorlatokon való **érvényes részvétel**.
- A gyakorlati pontok (max. 100 pont) összegének több mint 50%-át kell elérni, így *minimum 51 pontot* kell szükséges a félév elismeréséhez.

4. Vizsga

- A vizsga *írásbeli és szóbeli* részekből áll, mely az esedékes napon kerül lebonyolításra.
- A vizsganap kezdetén mindenkinek *írásbeli vizsgát* kell tennie, mely alapvető képletek, reakcióegyenletek és fogalmak ismeretét méri fel. A számítógépes program a kérdéseket személyreszólóan, de véletlenszerűen nyomtatja ki.
- Az *írásbeli vizsga 50%* vagy az alatti teljesítése automatikusan elégtelen vizsgajegy eredményez. Az *írásbeli vizsga 50% feletti* teljesítése esetén a vizsgajegy elégséges (2), 75% feletti teljesítése esetén a vizsgajegy közepes (3).
- Az a hallgató, aki a közepes (3) *írásbeli vizsga* eredményét nem fogadja el, *szóbeli vizsgát* tehet. A szóbeli vizsga alkalmával az *írásbeli vizsgán* szerzett vizsgajegy törlődik, a vizsgajegy kizárólag a szóbeli vizsgán produkált teljesítményből alakul ki (jeles, jó, közepes, elégséges, elégtelen).
- A szóbeli vizsga az előre kiadott tételjegyzék alapján történik.
- A sikertelen szóbeli vizsga ismétlése *újra az írásbeli vizsgával kezdődik*.

5. A vizsgák rendje

- Az adott vizsganapokra a számítógépes rendszer segítségével (NEPTUN) lehet jelentkezni.
- Vizsgázni csakis az adott vizsganapra érvényes jelentkezés esetén lehet.
- **A vizsgák az adott vizsganapokon, a megadott időben kezdődnek, mely időpontra minden aznapi vizsgázónak meg kell jelennie a tanszék gyakorlója előtt.**
- Bármelyik vizsganapon lehet ismételt vizsgát tenni.
- A tárgyból a sikertelen vizsgát *legalább 5 nap eltelte után* lehet megismételni.

6. A kapcsolattartás rendje

A hallgatók a gyakorlatok előtt, az oktatók fogadóóráján valamint e-mail-ben, *kizárólag*

Vezetéknév.Keresztnév@hallgato.szie.hu címről fordulhatnak problémáikkal a tárgy oktatóihoz.

Felhívjuk a hallgatók figyelmét arra, hogy a vizsga eredményes letételéhez folyamatos tanulásra van szükség. *Képleteket és reakcióegyenleteket elsősorban írásbeli gyakorlással lehet elsajátítani!*

A követelményrendszerrel és a vizsgákról a www.sopanka.hu honlapon lehet bővebbet megtudni!

Gödöllő, 2020. február 9.

Dr. Fülöp László
egyetemi docens
tárgyfelelős

ALKALMAZOTT SZERVES- ÉS BIOKÉMIA AZ ELŐADÁSOK TEMATIKÁJA

(hétfő, 11⁴⁵ - 13¹⁵, tanszéki könyvtár)

Hét/óra	Dátum	Az előadás címe	Előadó
1/1-2	02. 10.	Bevezetés, követelményrendszer. <i>Szénhidrogének I.</i> : alkánok, alkének, alkinok szerkezete, tulajdonságai, reakciójuk, valamint a környezetre való hatásuk.	Fülöp László
2/3-4	02. 17.	<i>Szénhidrogének II.</i> : halogénezett szénhidrogének, aromás szénhidrogének szerkezete, tulajdonságai, reakciójuk, valamint a környezetre, a mezőgazdaságra, az élőlényekre gyakorolt hatásuk.	Halász Gábor
3/5-6	02. 24.	<i>Alkoholok és oxovegyületek</i> : alkoholok, fenolok, éterek, aldehidek, ketonok szerkezete, fizikai és kémiai tulajdonságai, reakciójuk, valamint a környezetre és az élő szervezetre gyakorolt hatásuk.	Halász Gábor
4/7-8	03. 02.	<i>Karbonsavak és származékaik</i> : karbonsavak, savamidok, zsírsavak és származékaik szerkezete, fizikai és kémiai tulajdonságai, reakciójuk, valamint a környezetre és az élő szervezetre gyakorolt hatásuk.	Halász Gábor
5/9-10	03. 09.	<i>Nitrogén és kéntartalmú vegyületek</i> : aminok, azo-, diazo-, nitrovegyületek, szulfonsavak valamint a környezetre gyakorolt szennyező hatásai.	Halász Gábor
6/11-12	03. 16.	<i>Az élővilág építőelemei I.</i> : lipidek és a biológiai membránok szerkezet, tulajdonság és funkció valamint mezőgazdasági jelentőségük.	Halász Gábor
7/13-14	03. 23.	<i>Az élővilág építőelemei II.</i> : szénhidrátok. mono-, oligo- és poliszaharidok szerkezete, tulajdonságaik, a szervezetben betöltött szerepük, enzimek valamint mezőgazdasági jelentőségük.	Fülöp László
8/15-16	03. 30.	<i>Az élővilág építőelemei III.</i> : aminosavak, peptidek, fehérjék szerkezete, tulajdonságaik, a szervezetben betöltött szerepük, enzimek valamint mezőgazdasági jelentőségük. heterociklusos vegyületek. Nukleinsavak és építőelemeik, struktúra és funkció, jelentőségük az élővilágban.	Fülöp László
9/17-18	04. 13.	Tavaszi projekthét (április 6 - 9.)	
10/19-20	04. 20.	Húsvét hétfő (április 13.)	
	04. 20.	<i>Lebontó és felépítő folyamatok I.</i> : Glikolízis, Citromsav ciklus, terminális oxidáció és foszforiláció. Pentóz-foszfát ciklus. Jelentőségük és szerepük a mezőgazdaságban és a takarmányozásban.	Fülöp László
11/21-22	04. 27.	<i>Lebontó és felépítő folyamatok II.</i> : Lipidek lebontása, lipidek bioszintézise, glioxálsav ciklus, ureaciklus. Jelentőségük és szerepük a mezőgazdaságban és a takarmányozásban.	Fülöp László
12/23-24	05. 04.	<i>Lebontó és felépítő folyamatok III.</i> : A fotoszintézis, fényszakasz és sötét szakasz, Calvin ciklus, glükoneogenezis. Jelentőségük és szerepük a mezőgazdaságban és a takarmányozásban.	Fülöp László
13/25-26	05. 11.	<i>Nukleinsavak és fehérjék bioszintézise</i> : Replikáció, transzkripció, transláció. <i>A biokémiai folyamatok szabályozása</i> , módok és lehetőségek. GMO, jelentőségük és szerepük a mezőgazdaságban és a takarmányozásban.	Fülöp László

Kötelező irodalom:

1. Boross L. - Sajgó M. (2003): A biokémia alapjai; Bp. Mezőgazdasági kiadó
2. Nosticzius Árpád (1986): Szerves kémia; Mosonmagyaróvár, jegyzet

Ajánlott irodalom:

3. Nádas F. (1982): Szerves kémia; Mezőgazdasági kiadó
4. Furka Á. (1994): Szerves kémia; Tankönyvkiadó
5. Kovács K. - Halmos M. (1974): A szerves kémia alapjai; Tankönyvkiadó
6. Bruckner Gy. (1973) : Szerves kémia; Tankönyvkiadó
7. Gombkötő G. - Sajgó M. (1985): Biokémia Mezőgazdasági Kiadó, Budapest
8. Elődi P. (1981): Biokémia; Akadémiai Kiadó, Budapest
9. Stryer (1993): Biochemistry; W.H.Freeman & Co New York

ALKALMAZOTT SZERVES- ÉS BIOKÉMIA**A GYAKORLATOK TEMATIKÁJA****A GYAKORLATOK IDŐBEOSZTÁSA**

(I. gyakorló)

Gyak	Csoport	Dátum	A gyakorlaton elvégzendő feladatok	Pont ZH+gyak
1.	Tak. 1.	02. 17.	A gyakorlat menetrendjének ismertetése, laborismeretek, tűz és balesetvédelmi oktatás. Töréskár. Gyakorlás.	-
2.	Tak. 1.	03. 02.	1. ZH. Reakcióegyenletek, folyamatok és képletek gyakorlása. Zsírok és olajok jód-brómszámának meghatározása.	10 10
3.	Tak. 1.	03. 16.	2. ZH. Reakcióegyenletek, folyamatok és képletek gyakorlása. Cukortartalom refraktometriás és polarimetriás meghatározása.	10 10
4.	Tak. 1.	03. 30.	3. ZH. Reakcióegyenletek, folyamatok és képletek gyakorlása. Fehérjemeghatározás FOLIN-CIOCALTEU reagenssel.	10 10
5.	Tak. 1.	04. 20.	4. ZH. Reakcióegyenletek, folyamatok és képletek gyakorlása. Búzaliszt nedves síkértartalmának meghatározása.	10 10
6.	Tak. 1.	05. 04.	5. ZH. Reakcióegyenletek, folyamatok és képletek gyakorlása. Nyálamiláz aktivitás szemikvantitatív meghatározása.	10 10
				Σ100

A gyakorlatokra való felkészülés

A kiadott sokszorosított anyagokból, valamint a gyakorlathoz tartozó elméleti anyagból.
A gyakorlaton számon kérjük a kísérletekhez szorosan hozzátartozó elméleti anyagrészeket is.
FIGYELEM: A kiadott **gyakorlatok leírását** minden hallgatónak a gyakorlatra **el kell hozni!**

A gyakorlatok menetrendje

- A megadott gyakorlatokon elején dolgozatot (ZH) írunk (Σ50 pont). Az elméleti tananyag gyakorlás a táblánál, képletek és reakcióegyenletek felírása. A kísérleti feladatok megoldás, jegyzőkönyv elkészítése, beadása (Σ50 pont).
- **Érvényes részvétel:** a gyakorlatokon az aktív részvétel (ZH, gyakorlás és a kísérleti munka)!
- Összesen 100 pont szerezhető. A félév elismerésének feltétele: *minimum 51 pont* szükséges az elismeréséhez.

ALKALMAZOTT SZERVES- ÉS BIOKÉMIA**Az előadásokon elhangzottak címszavakban**

- A szerves kémia története. Wöhler: karbamid előállítása ammónium-klorid és kálium-cianát reakciójával. A szénatom elektronszerkezete. Sigma-kötések kialakulása 2 db s, 1 db s és 1 db p_x ill. 2 db p_x pályából. Pi-kötések kialakulása 2 db p_y ill. 2 db p_z pályából. Promóció és hibridizáció. sp³ hibridpályák, a metán térszerkezete, kötőszögek. sp² hibridpályák, az etén térszerkezete, kötőszögek. sp hibridpályák, az etin térszerkezete, kötőszögek. A szerves vegyületek felosztása a szénlánc szerkezete ill. a funkciós csoportok alapján. A szerves kémiában előforduló reakciótipusok és jelölésük. Reakciómechanizmusok: nukleofil szubsztitúció (S_N1, S_N2), elektrofil szubsztitúció (S_E) – benzol nitrálása és Friedel-Crafts alkilezés, gyökös szubsztitúció (S_R) – alkánok klórozása, gyökös addíció (A_R) – etilén és sósav reakciója peroxid jelenlétében, elektrofil addíció (A_E) – etilén és bróm reakciója, nukleofil addíció (A_N) – félacetál és ciklofélacetál képződés, nukleofil elimináció (E_N1, E_N2) – hidrogén-halogenid elimináció halogénezett szénhidrogénből, elektrofil elimináció (E_E) – inter- és intramolekuláris vízkilépés primer alkoholból, polimerizáció: polietilén képződése kationos ill. gyökös polimerizációval. Mindezeknek a környezetre, a mezőgazdaságra, az élőlényekre gyakorolt hatása.
- Szénhidrogének csoportosítása. Telített szénhidrogének, C-C kötések, sp³ hibridállapot, kötőszögek, összegképlet. Metán és etán szerkezete, térszerkezete, ábrázolás. Nyílt láncú, el nem ágazó (normál) szénláncú alkánok homológ sora, elnevezése. Összegképlet, gyökcsoportos képlet. Konstitúciós izoméria. Szénatomok rendűsége. Alkilcsoportok származtatása. Elágazó láncú alkánok elnevezése. 2-metil-bután, 2,2-dimetil-propán, 2,2,4-trimetil-pentán, 4-etil-2,5-dimetil-oktán. Alkánok fizikai tulajdonságai: polaritás, olvadáspont, forráspont, oldhatóság. Alkánok „előállítása” kőolajból ill. földgázból. Kőolaj, földgáz, biogáz összetevői. Kőolaj frakcionált desztillációja légköri és csökkentett nyomáson, termékek. Oktánszám és cetánszám fogalma, heptán, izooktán, cetán, á-metil-naftalin. Alkánok kémiai tulajdonságai. Égés. Gyökös szubsztitúció halogénekkal, metán klórozásának mechanizmusa, klór-metán, diklór-metán, triklór-metán (kloroform), tetra-klór-metán (széntetraklorid). Gyökös szulfonálás, nitrálás általános egyenlete. Krakkolás fogalma, termékei. Cikloalkánok szerkezete, összegképlete, gyökcsoportos- és vonalképlete, elnevezése. Ciklopropán, ciklobután, ciklopentán és ciklohexán térszerkezete, szék és kád konformáció, ekvatoriális és axiális térállású szubsztituensek. Fizikai és kémiai tulajdonságok, ciklopropán és ciklobután klóraddíciója a gyűrű hasadásával. Mindezeknek a környezetre, a mezőgazdaságra, az élőlényekre gyakorolt hatása.
- Halogénezett szénhidrogének származtatása és elnevezése a helyettesítéses és a csoportfunkciós nevezéktan szerint, triviális nevek. Klór-metán (metil-klorid), diklór-metán (metilén-klorid), triklór-metán (kloroform), klór-etán (etil-klorid), tetra-klór-metán (széntetraklorid), 1,1,2-trifluor-1,2,2-triklór-metán (Freon-112). Halogénezett szénhidrogének szerkezete, metil-klorid és széntetraklorid szerkezete, polaritása. Szén-halogén kötés polaritása, szénatom elektronhiánya, nukleofil támadás lehetősége. Fizikai tulajdonságok: olvadás- és forráspont, szag, oldhatóság, sűrűség. Kémiai tulajdonságok. Nukleofil szubsztitúció. S_N2 reakció: bróm-metán és hidroxidion reakciója, mechanizmus. S_N1 reakció: 2-bróm-2-metil-propán és metoxidion reakciója, mechanizmus. Elimináció: HCl elimináció 1,2-diklór-etánból. Zajcev-szabály: HCl elimináció 2-klór-butánból. Reakció magnéziummal: Grignard-reagens előállítása. Halogénezett szénhidrogének előállítása alkánokból szubsztitúcióval vagy alkénekből addícióval. Fontosabb halogénezett szén-hidrogének: metil-bromid, kloroform, széntetraklorid, freonok, halonok, etil-klorid, vinil-klorid, tetrafluor-etilén, triklór-etilén, DDT, γ-HCH. Mindezeknek a környezetre, a mezőgazdaságra, az élőlényekre gyakorolt hatása.
- Alkének (olefinek). Nyílt láncú és gyűrűs monoolefinek elnevezése, homológ sora, összegképlete. Etén (etilén), propén (propilén), but-1-én (1-butén, 1-butilén), but-2-én (2-butén, 2-butilén), 2-metil-propén (2-metil-propilén, izobutilén). Elnevezés szabályai, 3-metil-pent-1-én (3-metil-1-pentén), csoportnevek: etenil (vinil), allil, propenil, izopropenil csoport. A kettős kötés szerkezete, szigma és

pi kötések kialakulása az atomi pályákból, kötőszögek, térszerkezet. *Cisz-transz* v. (*E*)-(*Z*) izoméria a but-2-én példáján. *Cisz-transz* izomerek elnevezése, fizikai tulajdonságai, stabilitása, reaktivitása (maleinsav ill. fumársav vízeliminációja). Alkének fizikai tulajdonságai, előállításuk: dehidrogénezéssel ill. krakkolással, vicinális dihalogénszármazékokból cinkkel, alkoholokból és alkil-halogenidekből vízelvonással. Alkének kémiai tulajdonságai: telítés katalitikus hidrogénezéssel, halogénaddíció, haloidsav (hidrogén-halogenid) addíció, Markovnyikov-szabály, vízáddíció, propén kénsavaddíciója. 1-alkének polimerizációja. Oxidáció: vicinális diol, karbonsavak keletkezése. Halogénszubsztitúció N-bróm-szukcinimiddel a kettős kötéssel szomszédos szénatomon. Fontosabb monoolefinek: etén (etilén), propén, 2-metil-propén. Ciklopentén és ciklohexén előállítása gyűrűs alkoholból. Diének (diolefinek) elnevezése, homológ sora, összegképlete. Propadién (allén), buta-1,2-dién (1,2-butadién), buta-1,3-dién (1,3-butadién), penta-1,2-dién, penta-1,3-dién, penta-1,4-dién. Elágazó láncú diének elnevezése: 2-etil-buta-1,3-dién (2-etil-1,3-butadién). Csoportosítás a kettős kötések helyzete szerint: kumulált, konjugált és izolált diének. Allén előállítása 2,3-diklór-propénből. Allénizoméria, mint a sztereoizoméria speciális esete. Konjugált diének fizikai tulajdonságai, előállítása (buta-1,3-dién előállítása bután-1,3-diolból), kémiai tulajdonságok: 1,2- és 1,4-addíció a buta-1,3-dién brómaddíciójának példáján. Konjugált rendszerek szerkezete, C-C kötőhosszak, határszerkezeti képletek, *p*-benzokinon, akrolein (akrilaldehid, propénal). Konjugált poliének: likopin, β -karotin. Fontosabb diének: 1,3-butadién, izoprén (2-metil-1,3-butadién), kloroprén (2-klór-1,3-butadién), ciklopenta-1,3-dién, ciklohexa-1,4-dién. Mindezeknek a környezetre, a mezőgazdaságra, az élőlényekre gyakorolt hatása.

- Alkinek (acetilén szénhidrogének). Elnevezés, összegképlet, homológ sor. Etin (acetilén), proin, but-1-in (1-butin), but-2-in (2-butin). Térszerkezet, kötőszög. Fizikai tulajdonságok. Alkinek előállítása: etin előállítása kalcium-karbid és víz reakciójával vagy metán hőbontásával. Kémiai tulajdonságok: telítés katalitikus hidrogénezéssel, halogénaddíció, hidrogén-klorid addíció (vinil-klorid előállítása etinből), vízáddíció (oxo-enol tautóméria!). Acetaldehid mint alapanyag az etil-alkohol vagy ecetsav előállításához. Akriksav előállítása acetilénből, szén-monoxidból és vízből. Acetilén reakciója nátriummal. Benzol előállítása acetilén trimerizációjával, sztírol előállítása. Mindezeknek a környezetre, a mezőgazdaságra, az élőlényekre gyakorolt hatása.
- Aromás szénhidrogének. Az aromás gyűrű szerkezete., jelölése, Kekulé- és Robinson-képlet. Gyűrű szénatomjainak hibridállapota, kötőszögek, delokalizáció, szimmetria, Hückel-szabály. Aromás szénhidrogének csoportosítása a gyűrűk száma és elhelyezkedése szerint. Monociklusos aromás szénhidrogének: benzol, toluol (metil-benzol), etil-benzol, sztírol (vinil-benzol), nitrobenzol, klórbenzol, kumul (izopropil-benzol), *o*-, *m*- és *p*-xilol, 2,4,6-trinitro-toluol (TNT), 1,2,3-trimetil-benzol. Benzolból levezethető csoportok: fenil, benzil, *o*-, *m*- és *p*-fenilén, benzál csoport. A benzol fizikai tulajdonságai: szín, szag, oldhatóság. Mérgező, rákkeltő hatás. A benzol és más aromás vegyületek előállítása kőszénből (kőszénkátrány desztillálásával), kőolajból krakkolással. A benzol kémiai tulajdonságai: katalitikus hidrogénezés, elektrofil szubsztitúció (brómozás, nitrálás). Fontosabb monoaromás vegyületek: benzol, toluol, xilolok, 2,4,6-trinitro-toluol. Az elektrofil szubsztitúció energiadiagramja. Policiklusos aromás szénhidrogének. Izolált gyűrűs vegyületek: difenil (bifenil), dioxin (TCDD, 2,3,7,8-tetraklór-dibenzo-dioxin), difenil-metán, trifenil-metán, tetrafenil-metán. Kondenzált gyűrűs vegyületek: naftalin, antracén, fenantrén, pirén, benzpirén. Mindezeknek a környezetre, a mezőgazdaságra, az élőlényekre gyakorolt hatása.
- Alkoholok, fenolok, éterek, aldehidek, ketonok. Alkoholok származtatása, elnevezése a helyettesítéses és a csoportfunkciós nevezéktan szerint. Metanol (metil-alkohol), etanol (etil-alkohol), propán-1-ol (1-propanol, *n*-propil-alkohol), propán-2-ol (2-propanol, izopropil-alkohol), oktán-1-ol (1-oktanol), etán-1,2-diol (1,2-etándiol, etilén-glikol), ciklohexanol, propán-1,2,3-triol (1,2,3-propántriol, glicerin), propilén-glikol (propán-1,2-diol), pentaeritrit. Alkoholok rendűségének fogalma, példák (propán-1-ol, propán-2-ol, 2-metil-propán-2-ol). Alkoholok értékűségének fogalma, példák (etanol, etilén-glikol, glicerin, szorbit). Diolok csoportosítása: geminális, vicinális és diszjunkt diolok. Alkoholok szerkezete és fizikai tulajdonságai. Polaritás, hidrogénhíd kötés és jelentősége, olvadáspont,

forráspont, oldékonyság. Alkohokok előállítása alkének vízáddíciójával (eténből etanol, propénből propán-2-ol), alkének oxidációjával (vicinális diol előállítása hidrogén-peroxiddal), halogénezett szénhidrogénből nukleofil szubsztitúcióval (metil-bromidból metanol), erjedéssel (glükózból etanol). Alkohokok kémiai tulajdonságai. Savas jelleg: etanol reakciója nátriummal. Alkoholát ion mint erős bázis, protonálódás víz hatására. Nukleofil szubsztitúció körülményei, példák (S_N2 : metanol reakciója hidrogén-bromiddal, S_N1 : 2-metil-propán-2-ol reakciója hidrogén-bromiddal). Elimináció: intramolekuláris vízkilépés (alkoholból alkén, példa: etanolból etilén), intermolekuláris vízkilépés (alkoholból éter, példa: etanolból dietil-éter). Alkohokok enyhe oxidációja. Primer alkoholból aldehid keletkezése: etanolból etanal (acetaldehid), szekunder alkoholból keton keletkezése: propán-2-olból propanon (dimetil-keton, aceton). Tercier alkoholok erélyes oxidációja. Észterképződés szerves savakkal: salétromsavval (glicerin reakciója salétromsavval), kénsavval (két lépésben), foszforsavészterek előállítása foszforil-kloriddal. Karbonsavak észtereinek képződése közvetlen észterítéssel (etanol reakciója ecetsavval), acilezés savhalogenidekkel (metanol reakciója acetil-kloriddal) és savanhidridekkel (propán-2-ol reakciója ecetsavanhidriddel). Fontosabb alkoholok: metanol, etanol, izopropil-alkohol, etilenglikol, glicerin. Mindezeknek a környezetre, a mezőgazdaságra, az élőlényekre gyakorolt hatása.

- Fenolok származtatása, elnevezése triviális ill. racionális nevekkkel (fenol, pirokatechin, rezorcin, hidrokinon, pirogallol, floroglucin, *o*-, *m*- és *p*-krezol, 2-, 3- és 4-nitro-fenol, 4,6-dinitro-*o*-krezol, 2,4,6-trinitro-fenol v. pikrinsav, 2,3,4,5,6-pentaklór-fenol). Fenolok szerkezete és fizikai tulajdonságai: polaritás, oldékonyság, halmazállapot. Fenolok előállítása fából, benzolból benzol-szulfonsavon vagy kumul-hidroperoxidon keresztül. Fenolok kémiai tulajdonságai. Savas jelleg vízzel és nátrium-hidroxiddal szemben, szubsztituensek hatása a savas jellegre, pikrinsav erőssége. 1,2- (*o*-) és 1,4- (*p*-) kétértékű fenolok enyhe oxidációja kinonokká (pirokatechinből 1,2-benzokinon, hidrokinonból 1,4-benzokinon). Elektrofil szubsztitúció: fenol brómozása. Mindezeknek a környezetre, a mezőgazdaságra, az élőlényekre gyakorolt hatása.
- Éterek származtatása, elnevezése. Szimmetrikus éterek (dimetil-éter képződése metanolból, dietil-éter képződése etanolból, diizopropil-éter, difenil-éter) és vegyes éterek (etil-metil-éter képződése metanolból és etanolból, etil-vinil-éter, difenil-éter, fenil-metil-éter v. anizol). Gyűrűs éterek: oxirán (etilén-oxid), oxetán, oxolán (tetrahidrofurán), oxán (tetrahidropirán), oxepán. Koronaéterek: 12-korona-4, 18-korona-6. Éterek szerkezete, fizikai tulajdonságai: polaritás, oldékonyság, halmazállapot, olvadás- és forráspont az izomer alkoholokkal összehasonlítva. Éterek előállítása: alkoholokból intermolekuláris vízkilépéssel (példa: etanolból dietil-éter), halogénezett alkánból nukleofil szubsztitúcióval (metoxid ion és etanol reakciójával etil-metil-éter előállítása). Éterek kémiai tulajdonságai: reakciókészség, peroxidképződés (dietil-éterből dietil-peroxid). Peroxidok, hidroperoxidok. Fontosabb éterek: dietil-éter, tetrahidrofurán, 1,4-dioxán, glikoléterek. Mindezeknek a környezetre, a mezőgazdaságra, az élőlényekre gyakorolt hatása.
- Oxovegyületek származtatása: aldehidek, ketonok, ketének általános képlete. Oxocsoport, karbonilcsoport (ketocsoport), formilcsoport (aldehidcsoport). Aldehidek szabályos és triviális elnevezése. Metanal (formaldehid), etanal (acetaldehid), propanal (propionaldehid), propénal (akrilaldehid, akrolein), eténdial (glioxál), propándial (malonaldehid). Ketonok elnevezése a helyettesítéses és a csoportfunkciós nevezéktan szerint, triviális nevek. Propanon (dimetil-keton, aceton), butanon (etil-metil-keton), difenil-keton (benzofenon), pentán-2-on (2-pentanon, metil-propil-keton), pentán-3-on (3-pentanon, dietil-keton), butándion (diacetil), pentán-2,3-dion (2,3-pentándion), fenil-metil-keton (acetofenon). Oxovegyületek előállítása alkoholok oxidációjával: primer alkoholból aldehid (etanolból acetaldehid), szekunder alkoholból keton (propán-2-olból aceton) előállítása. Előállítás alkének oxidációjával: etilénből acetaldehid. Előállítás oxoszintézissel alkénből és szintézisgázból: etilénből propionaldehid. Előállítás alkinekből vízáddíciójával: acetilénből acetaldehid. Aceton és fenol együttes előállítása kumul-hidroperoxidon keresztül. Oxovegyületek szerkezete és fizikai tulajdonságai, polaritás, hidrogénhíd kötés lehetősége, olvadás- és forráspont, oldékonyság. Oxovegyületek kémiai tulajdonságai: aldehidek és ketonok reakciókészsége. Nukleofil

addíció vízzel, mechanizmus. Félacetál-képződés, ciklofélacetálok. Reakció aminocsoportot tartalmazó vegyületekkel (primer aminnal Schiff-bázis, hidroxil-aminnal oxim keletkezése, butándionból dimetil-glioxim, formaldehidből és ammóniából hexametilén-tetramin). Oxovegyületek redukciója: aldehidből primer alkohol (etanalból etanol), ketonból szekunder alkohol (propanonból propán-2-ol) képződése. Aldehidek enyhe oxidációja, ezüsttükör- (Tollens-) és Fehling-próba: etanalból ecetsav keletkezése. Ketonok erélyes oxidációja. Szubsztitúciós halogénezés az á-szénatomon. Cannizzaro-reakció (benzaldehidből lúgos közegben benzoésav és benzil-alkohol képződése), aldoldimerizáció (acetaldehidből 3-hidroxi-butanal keletkezése, ebből vízkilépéssel krotonaldehid). Oxo-enol tautomeria: acetaldehid és vinil-alkohol, piroszőlősav oxo és enol formája. Fontosabb aldehidek: formaldehid, acetaldehid, akrolein, glioxál, vanillin. Fontosabb ketonok: aceton, etil-metil-keton, ciklohexanon. Mindezeknek a környezetre, a mezőgazdaságra, az élőlényekre gyakorolt hatása.

- Karbonsavak, karbonsavszármazékok: észterek, savanhidridek, savamidok. Ecetsav, malonsav, akrilsav, ciklopentánkarbonsav, fenil-ecetsav, benzoésav, ftálsav. Ecetsavanhidrid, borostyánkősavanhidrid, ftálsavanhidrid. Acetil-klorid, benzoil-klorid. Etil-acetát, metil-benzoát. Acetamid, N,N-dimetil-formamid, acetonitril, akrilnitril, ortohangyasav-metilészter. Karboxilcsoport, acilcsoport, karboxilát ion. Monokarbonsavak, acilcsoportjaik és savmaradék ionjuk elnevezése a helyettesítéses nevezéktan szerint (C_1-C_3). A szénlánc számozása ill. görög betűs jelölése. Dikarbonsavak szabályos elnevezése (etándisav, propándisav). Többértékű és gyűrűs karbonsavak elnevezése (propán-1,2,3-trikarbonsav, ciklohexán-karbonsav, ciklohexán-1,3-dikarbonsav). Monokarbonsavak, acilcsoportjuk és savmaradékuk triviális elnevezése (C_1-C_6). Zsírsavak: mirisztinsav, palmitinsav, sztearinsav, arahidinsav, lignocerinsav, olajsav, linolsav, linolénsav, szerkezetük ábrázolása vonalképlettel. Dikarbonsavak, trikarbonsavak, aromás karbonsavak triviális elnevezése: oxálsav, malonsav, borostyánkősav, glutársav, adipinsav, trikarballilsav, benzoésav, ftálsav, izoftálsav, tereftálsav. Hidroxikarbonsavak: tejsav, borkősav, almasav, citromsav, szalicilsav. Oxo-karbonsavak: piroszőlősav enol és oxo formája, oxálecetsav, α -keto-glutársav. Telítetlen karbonsavak: akrilsav, metakrilsav, fumsav és maleinsav, akonitsav. Savanhidridek: ecetsavanhidrid, borostyánkősavanhidrid, ftálsavanhidrid, maleinsavanhidrid származtatása. Savamidok szabályos és racionális elnevezése: metánsavamid (hangyasavamid, formamid), etánsavamid (ecetsavamid, acetamid), benzoésavamid (benzamid), N,N-dimetil-formamid, N-ciklopentil-benzamid, α -amino-kapronsav, γ -kaprolaktám. Észterek származtatása és kétféle elnevezése. Metil-metanoát (metil-formiát, hangyasavas metilészter), metil-etanoát (metil-acetát, ecetsavas metilészter), etil-etanoát (etil-acetát, ecetsavas etilészter), etil-propanoát (etil-propionát, propionsavas etilészter), propil-butirát, dioktil-ftalát, metil-benzoát, izopropil-benzoát, 5-hidroxi-pentánsavból 5-pentanolid (α -hidroxivaleriánsavból σ -valerolakton). Karbonsavszármazékok szerkezete és fizikai tulajdonságai. Delokalizáció. Polaritás, olvadáspont, forráspont, oldékonyság, hidrogénhid kötések, dimerizáció, halmazállapot, szín, szag. Karbonsavak előállítása aldehidek oxidációjával (acetaldehidből ecetsav), biológiai úton (etanolból ecetsav), szén-monoxid felhasználásával (vízzel hangyasav, metanollal ecetsav előállítása), erélyes oxidációval ketonból, terciér alkoholból (láncasadással). Ciklohexanolból adipinsav, naftalinból ftálsav előállítása oxidációval. Savhalogenidek előállítása karbonsavból foszfor-pentakloriddal vagy tionil-kloriddal. Savanhidridek előállítása reakcióképes vegyületekből: ecetsavanhidrid keténből és ecetsavból, savanhidrid savkloridból és karbonsavból. Észterek előállítása közvetlen észteresítéssel alkoholból és karbonsavból, alkoholok acilezésével (savkloriddal, savanhidriddel). Savamidok előállítása aminok acilezésével (savkloriddal vagy savanhidriddel). Karbonsavak kémiai tulajdonságai. Savas jelleg és kifejezése az egyensúlyi állandóval és annak negatív logaritmusával. Karbonsavak savas jellege más vegyületekkel összehasonlítva (víz, metanol, fenol, ecetsav, kénsav), szénatomszám (hangyasav, ecetsav, propionsav) és elektronvonzó szubsztituensek (ecetsav, klórecetsav, diklórecetsav, triklórecetsav, propionsav, tejsav, piroszőlősav, benzoésav, *p*- és *o*-nitro-benzoésav) hatása a savas jellegre. Karbonsavak viselkedése hevítéskor: dekarboxileződés (piroszőlősavból acetaldehid, oxálsav hangyasav), gyűrűs savanhidrid képződés dikarbonsavakból (borostyánkősavból borostyánkősavanhidrid, ftálsavból ftálsavanhidrid). Észterképződés alkoholból és karbonsavból (etanolból és

ecetsavból etil-acetát), mechanizmus (nukleofil szubsztitúció). Laktonok (gyűrűs észterek) képződése hidroxikarbonsavakból: α -hidroxivaleriánsavból α -valerolakton, 2 db tejsavmolekulából dilaktid. Halogénzsztitúció az α -szénatomon (brómozás foszfor jelenlétében). Savamidok kémiai tulajdonságai: semleges kémhatás, imidek savas jellege. Ftálimid sóképzése kálium-hidroxiddal. Hofmann-lebontás. Észterek elszappanosítása, glicerin-trisztearát (trisztearin) elszappanosítása nátrium-hidroxiddal. Karbonsavszármazékok redukciója komplex fémhidridekkel. Mindezeknek a környezetre, a mezőgazdaságra, az élőlényekre gyakorolt hatása.

- Karbonsav, karboxilcsoport általános képlete és szerkezete, a szénatomok kétféle számozása. Karbonsavak, savmaradékaik és gyökeik szabályos, triviális, gyógyszerészi elnevezése: hangyasav, ecetsav, propionsav, n-vajsav, n-valeriánsav, n-kaprónsav, palmitinsav, sztearinsav, lignocerinsav. Szénsav és származékai: szénsav, karbaminsav, karbamid, tioszénsav, ditioszénsav, tiokarbaminsav, ditiokarbaminsav. Karbamid képződése és bomlása. Guanidin, kreatin, kreatin-foszfát. Tioészterek. Koenzim-A, acil-koenzim-A képződése. Lipidek csoportosítása: egyszerű (el nem szappanosítható) és összetett (elszappanosítható) lipidek felsorolása. Zsírsavak: mirisztinsav, palmitinsav, sztearinsav, arahidinsav, lignocerinsav, olajsav, elaidinsav, linsav, linolénsav és szerkezetük vonalképlettel. Terpének, terpenoidok. Izoprén, limonén. Abszcizinsav, mentol, α - és β -pinén, fitol, szkvalén. Karotinok, karotinoidok: likopin, α -, β - és γ -karotin, lutein, A-vitamin (retinol). Sztéránvázas vegyületek: sztéránváz és számozása Fischer szerint, lanoszterin, koleszterin, lólsav, tesztoszteron, progeszteron. Prosztataglandinok: prosztataglandin A₂ és E₂. Viaszok: mirisztin-palmitát. Trigliceridek (neutrális zsírok), gliceril-palmitát származtatása. Trigliceridek elszappanosítása: trisztearin hidrolízise nátrium-hidroxiddal. Foszfatsav származtatása. Foszfátidok származtatása, foszfátidil-etanolamin (kefalin), foszfátidil-szerin, foszfátidil-kolin (lecitin), foszfátidil-glicerin. Szingolipidek: szfingozin, ceramid. Glikolipidek: galaktozil-ceramid. Detergensek: nemionos detergensek (galaktozil-ceramid, galaktozil-diacil-glicerin), anionos detergensek (szappanok – nátrium-sztearát, alkil-szulfátok – nátrium-lauril-szulfát v. SDS), kationos detergensek (invert szappanok – cetil-trimetil-ammónium-bromid). Amfipatikus molekulák térszerkezete: sztearát ion, ceramid, foszfátid. Asszociációs kolloidok (micella, membrán) kialakulása vizes közegben. A biológiai membránok felépítése (Singer-Nicholson fluidmozaik membránmodell). Mindezeknek a környezetre, a mezőgazdaságra, az élőlényekre gyakorolt hatása.
- Nitrovegyületek származtatása, elnevezése: alifás és aromás nitrovegyületek, a nitrocsoport elektronszerkezete. Nitro-metán, nitrobenzol, *m*-dinitro-benzol. Alifás és aromás nitrovegyületek előállítás. Nitrovegyületek kémiai tulajdonságai: redukció (nitroalkánból N-alkil-hidroxilamin, majd primer amin, nitrobenzólból nitrobenzol, majd N-fenil-hidroxilamin, végül anilin). Fontosabb nitrovegyületek: nitrometán, nitroetán, 2-nitro-etanol, klórpikrin, fenil-nitro-metán, nitrobenzol, *m*-dinitro-benzol. Mindezeknek a környezetre, a mezőgazdaságra, az élőlényekre gyakorolt hatása.
- Nitrozovegyületek származtatása, elnevezése: alifás és aromás nitrozovegyületek, nitrozocsoport szerkezete. Nitrozo-metán, nitrozo-benzol. Kémiai tulajdonságok: primer nitrozovegyületek tautomériája (nitrozovegyület – aldoxim), szekunder nitrozovegyületek tautomériája (nitrozovegyület – ketoxim). Tercier nitrozovegyület származtatása alifás aminből. Aromás nitrozovegyület származtatása aromás hidroxil-aminből. Fontosabb nitrozovegyületek: *terc*-nitrozo-*izo*-bután (2-metil-2-nitrozo-propán), nitrozo-benzol. *p*-nitrozo-fenol tautomériája (*p*-benzokinon-monoxim).
- Aminok rendűsége és értékűsége, származtatásuk, általános képletük (primer, szekunder és tercier amin, kvaterner ammóniumsó, egyértékű alifás amin, aromás amin, vegyes amin, kétértékű amin). Elnevezés lehetőségei (helyettesítéses nevezéktan, csoportfunkciós nevezéktan, triviális elnevezés): amino-etán v. etil-amin, 1,4-diamino-bután v. putreszcín, amino-benzol v. anilin, dimetil-amin, *p*-fenilén-diamin, 3,5-diaza-heptán, taurin. Aminok előállítása nitroalkánok v. aromás nitrovegyületek redukciójával ill. oxovegyületekből ammóniával imineken keresztül. Primer, szekunder és tercier amin előállítása ammónia és alkohol reakciójával, kvaterner ammóniumsó előállítása. Primer, szekunder és tercier aminok, valamint kvaterner ammóniumionok térszerkezete, sztereoiszoméria.

Aminok kémiai tulajdonságai: bázikus jelleg és annak erőssége. Reakció salétromossavval (Van Slyke reakció). Aminok acilezése savkloriddal és savanhidriddel: savamidok előállítása. Szulfonsavamidok előállítása. Fontosabb aminok és származékok: dimetil-amin, *n*-propil-amin, allil-amin, anilin, benzil-amin, *o*-, *m*- és *p*-toluidin, α -naftil-amin, acetanilid, taurin, szulfanilsav, szulfonamid, hexametilén-diamin, kadaverin, putreszcin, etilén-diamin, kolin, kolamin, etilén-diamin-tetraecetsav. Mindezeknek a környezetre, a mezőgazdaságra, az élőlényekre gyakorolt hatása.

- Azovegyületek: alifás és aromás azovegyületek általános képlete, krizoidin, *szin*- és *anti*-azobenzol. Hidrazin és származékai: alkil- és aril-hidrazinok általános képlete. A benzidinátrendeződés. Aromás diazóniumsók általános képlete. Diazo-metán és reakciója sósavval. Mindezeknek a környezetre, a mezőgazdaságra, az élőlényekre gyakorolt hatása.
- Tioalkoholok (tiolok), tiofenolok, tioéterek (szulfidok) és származékaik származtatása, általános képlete, merkaptó (tiol, szulfhidril) csoport. Szulfonsavak, szulfonok, szulfonsavak és szulfoxidok származtatása, általános képlete, összehasonlításul a kénsav- és kénessavészterek szerkezete. Tioalkoholok és tioéterek előállítása alkil-halogenidekből. Tioalkoholok kémiai tulajdonságai: enyhe oxidáció (diszulfid képződés), erélyes oxidáció (szulfonsav képződés). Szulfóniumsó előállítása szulfidból. Szulfid oxidációja szulfoxiddá, majd szulfonná. Fontosabb kéntartalmú vegyületek: tiofenol, dimetil-szulfoxid, dimetil-szulfid, 2-merkaptó-etanol (β -merkaptó-etanol), mustárgáz (2,2'-diklór-dietil-szulfid). Mindezeknek a környezetre, a mezőgazdaságra, az élőlényekre gyakorolt hatása.
- Szerves arzénvegyületek. Arzénhidrogén, primer, szekunder és tercier arzin általános képlete. Salvarsan (4,4'-dihidroxi-3,3'-diamino-arzeno-benzol). Szerves foszforvegyületek. Foszforhidrogén, primer, szekunder és tercier foszfin általános képlete. Szerves szilíciumvegyületek, szilikon. Szerves fémvegyületek: alumínium-trietil, Grignard-reagens (alkil-magnézium-bromid), ólom-tetrametil, ólom-tetraetil. Mindezeknek a környezetre, a mezőgazdaságra, az élőlényekre gyakorolt hatása.
- Heterociklusos vegyületek definíciója. Nem aromás heterociklusok és tulajdonságaik: piperidin, tetrahydrofuran, etilén-oxid, borostyánkősavanhidrid, maleinsavanhidrid, α -valerolakton, α -kapolaktám. Aromás heterociklusok (heteroaromás vegyületek) tulajdonságai – piridin, furán, tiofén, pirrol, pirimidin, imidazol, purin. Öttagú, egy heteroatomot tartalmazó vegyületek: furán (oxol), tiofén (tiol), pirrol (azol). Öttagú, több heteroatomot tartalmazó vegyületek: pirazol (1,2-diazol), imidazol (1,3-diazol), 1,3-oxazol, 1,3-tiazol. Aromás és nem aromás hattagú, egy heteroatomot tartalmazó vegyületek: piridin (azin), pirilium kation, tiopirilium kation, α -pirán (2*H*-oxén, 2*H*-pirán), γ -pirán (4*H*-oxén, 4*H*-pirán), α -tiopirán (2*H*-tién, 2*H*-tiopirán), γ -tiopirán (4*H*-tién, 4*H*-tiopirán). Hattagú, több heteroatomot tartalmazó aromás rendszerek: piridazin (1,2-diazin), pirimidin (1,3-diazin), pirazin (1,4-diazin), 1,2,3-triazin (vicinális triazin), 1,2,4-triazin (aszimmetrikus triazin), 1,3,5-triazin (szimmetrikus triazin, S-triazin). Kondenzált policiklusos heteroaromás vegyületek: kinolin, izokinolin, pteridin, indol, purin. A benzol, a piridin és a pirrol aromás szerkezetének összehasonlítása. Fizikai tulajdonságok: forráspont, hidrogénhid kötés lehetősége, oldékonyság. Kémiai tulajdonságok: piridin és diazinok bázikus jellege, sóképzés sósavval. Pirrol savas jellege: reakció fémkáliummal. Imidazol amfoter jellege. Elektrofil szubsztitúció: piridin és diazinok reakciókészsége, piridin szulfonálása. Öttagú heterociklusok reakciókészsége, pirrol nitrálása, tiofén szulfonálása. Gyantásodás. Öttagú heterociklusok előállítása dioxovegyületekből (furán-, tiofén- és pirrolszármazékok előállítása 1,4-dioxovegyületből, imidazolszármazék előállítása 1,2-dioxovegyületből, ammóniából és aldehidből, pirazolozármazék előállítása 1,3-dioxovegyületből és alkil-hidrazinból). Barbitursav (pirimidinszármazék) előállítása malonészterből és karbamidból. Triazinszármazék előállítása nitrilből. Fontosabb heterociklusos vegyületek: furfurool, furfural-alkohol, hisztamin, szerotonin, auxin, ultraseptyl, metamizol-nátrium, fenilbutazon, Cavinton, veronal, sevenal, diazepam. Porfirinváz és számozása Fischer szerint, hem és klorofill szerkezete.

- Biológiaiilag aktív molekulák: terpének, szteroidok, alkaloidok, vitaminok, gyógyszerek. Terpének és terpenoidok, csoportosításuk az izoprénegységek száma szerint. Monoterpének: limonén, 1-mentén, mentán, tuján, pinán, kamfán, szabinén, α -pinén. Terpénalkoholok, -aldehidek és -ketonok: geraniol, mentol, citrál (geranial), menton, kámfor, kámforsav. Szeszkviterpének: farnezol, nerolidol. Diterpének: fítol, A-vitamin. Triterpének: szkvalén, lanoszterin. Tetraterpének – karotinoidok: α -, β - és γ -karotin, lutein, zeaxantin. Alkaloidok definíciója és felosztása szerkezet alapján. Fenil-etilaminvázas alkaloidok: meszkalin, efedrin. Piridinvázias alkaloidok: nikotin, anabazin. Purinvázias alkaloidok: teofillin, teobromin, koffein. Tropánvázas alkaloidok: tropin, atropin, kokain. Kinolinvázias alkaloidok: kinin, cinkonidin. Kinolizinvázias alkaloidok: kinolizin, kinolizidin, lupinin. Fenantrénvázas alkaloidok: morfin, kodein. Papaverin. Szteránvázas alkaloidok: szolanidin, szolaszodin. Szteránvázas vegyületek, a szteránváz és számozása. Szterinek: koleszterinek, ergoszterin. Epesavak: kólsav, taurokólsav, glikokólsav. Szteroid hormonok: progeszteron, tesztoszteron, aldoszteron. Szteroid glükozidok, digitoxigenin. Zsírban oldódó vitaminok: A- (retinol), D₂- (kalciferol), E- (tokoferol) és K-vitamin (fillokinon). Vízben oldódó vitaminok: B₁- (tiamin), B₂- (riboflavin), B₃- (nikotinsav), B₆-vitaminok (piridoxin, piridoxál, piridoxamin), H-vitamin (biotin), folsav, B₁₂-vitamin (cianokobalamin), pantoténsav, C-vitamin (aszkorbinsav). Biokémiai folyamatokban részt vevő karbonsavak: piroszőlősav, tejsav, citromsav, almasav, oxálecetsav, fumársav, borostyánkősav, borkősav. Egyéb fontos vegyületek: acetilkolin, adrenalin, szerotonin, karbamid, karnitin, kreatin. Gyógyszerek: láz- és fájdalomcsillapítók (paracetamol, acetilszalicilsav, aminofenazon, metamizol-nátrium, ketoprofen, carprofen, ibuprofen, diclofenac, tolfenaminsav), nyugatók (veronál, andaxin), érzéstelenítő (lidocain), görcsoldó (No-Spa), bélfertőtlenítő (szulfaguanidin). Antibiotikumok: penicillin váz, aminoglükozidok (sztreptomycin), cefalosporin váz, tetraciklin váz, fluorokinolonok (ciprofloxacín, moxifloxacín), makrolidek (azitromicin, eritromicin). Mindezeknek a környezetre, a mezőgazdaságra, az élőlényekre gyakorolt hatása.
- Szénhidrátok – monoszacharidok, oligoszacharidok, poliszacharidok. Monoszacharidok általános képlete, definíciója. Aldóz és ketóz (glükóz, fruktóz). Monoszacharidok szerkezete. Optikai izoméria, sztereizomerek száma, D és L cukrok. D- és L-glicerinaldehid térszerkezete. Aldohexózok: D-allóz, D-glükóz, D-gulóz, D-galaktóz, D-altróz, D-mannóz, D-idóz, D-talóz. Aldotrióz: D-glicerinaldehid. Aldotetrózok: D-eritróz, D-treóz. Aldopentózok: D-ribóz, D-xilóz, D-arabinóz, D-lixóz. A ciklofélcetál gyűrű kialakulása glükóz esetén, glikozidos hidroxilcsoport fogalma, α - és β -D-glükóz, a félcetálképződés általános reakcióegyenlete. Az aldehidcsoport redukáló jellegének kimutatása (enyhe oxidációja): ezüsttükörpróba (Tollens-próba) glükózzal, Fehling-próba glükózzal. A mutarotáció jelensége és magyarázata. Ketotrióz: dihidroxi-aceton. Ketotetróz: D-eritrolóz. Ketopentózok: D-ribulóz, D-xilulóz. Ketohexózok: D-szorbóz, D-tagatóz, D-fruktóz, D-pszikóz. Ciklofélcetál (félketál) gyűrű kialakulása fruktóz esetén, glikozidos hidroxilcsoport fogalma, α - és β -D-fruktóz, a félketálképződés általános reakcióegyenlete. A glükóz térszerkezete. Oligoszacharidok. Redukáló diszacharidok: maltóz, cellobióz és laktóz szerkezete, származtatása monoszacharid egységekből. Nem redukáló diszacharidok: trehalóz, szacharóz szerkezete és származtatása monoszacharid egységekből. Nem redukáló triszacharid: raffinóz. Poliszacharidok. Növényi tartalék szénhidrátok: keményítő, lichenin, inulin szerkezete. Növényi vázszénhidrát: cellulóz, xilán, mannán, pektinsav szerkezete. Állati tartalék szénhidrát: glikogén szerkezete. Állati vázszénhidrátok: kitin, hialuronsav, kondroitin-szulfát szerkezete. Sztreptomycin (szénhidrát-származék antibiotikum). Mindezeknek a környezetre, a mezőgazdaságra, az élőlényekre gyakorolt hatása.
- Aminosavak, peptidek, fehérjék. α -, β -, ... ω -aminosavak fogalma. α -L-aminosavak, D- és L-alanin. Lambert-Beer törvény. Optikai forgatóképesség. Az aminosavak töltése és a pH közötti összefüggés. Az aminosavak savas jellege, a Henderson-Hasselbalch képlet levezetése. A fehérjéket felépítő aminosavak. Apoláros oldalláncú aminosavak: glicin, alanin, valin, leucin, izoleucin, triptofán, fenilalanin, metionin, prolin. Poláros, semleges oldalláncú aminosavak: aszparagin, glutamin, tirozin, treonin, cisztein, szerin. Poláros, savas oldalláncú aminosavak: aszparaginsav, glutaminsav. Poláros, bázisos oldalláncú aminosavak: lizin, arginin, hisztidin. Nem fehérjealkotó aminosavak: ornitin,

citrullin, β -alanin, γ -amino-vasjav, homoszerin. Az aminosavak reaktív csoportjai és fontosabb reakciói. Az aminocsoport reakciói: van Slyke reakció, 2,4-dinitro-fluorbenzol reakció, kvantitatív ninhidrin reakció, 1-(N,N-dimetil-amino)-naftil-5-szulfonil-klorid (danzil-klorid) reakció. A karboxilcsoport redukciója. Az SH csoport reakciói: enyhe oxidáció (diszulfid képződés), 5,5'-ditio-bisz-nitrobenzoesav reakció, *p*-klór-merkuri-benzoesav reakció. Az OH csoport reakciói: diizopropil-fluor-foszfát reakció. A peptidkötés kialakulása. N-terminális, C-terminális aminosavrész fogalma. A peptidkötés jellegzetességei, elektronszerkezet, delokalizáció. Fontosabb peptidek: glutation, oxitocin, vazopresszin, adrenokortikotrop hormon, inzulin. A fehérjék elsődleges szerkezete. Másodlagos szerkezet fogalma, α -hélix és β -lemez szerkezet. Harmadlagos szerkezet és konformáció fogalma. A konformáció fenntartásában szerepet játszó kölcsönhatások. Negyedleges szerkezet fogalma. Fehérjék csoportosítása biológiai aktivitás, oldékonyság, összetétel alapján, alak szerint. Mindezeknek a környezetre, a mezőgazdaságra, az élőlényekre gyakorolt hatása.

- Nukleinsavak alkotórészei: szerves bázisok (purin- és pirimidin-váz), físzforsav, cukrok (β -D-ribóz, β -D-2-dezoxiribóz). Szerves bázisok: adenin, guanin, timin, citozin, uracil. Az uracil tautomériája. Nukleozidok: adenzin, dezoxi-adenzin, guanozin, dezoxi-timidin, citidin, uridin. Nukleotidok: adenzin-5'-monofoszfát, citidin-5'-monofoszfát, dezoxi-adenzin-5'-monofoszfát, dezoxi-adenzin-3'-monofoszfát, adenzin-2'-monofoszfát, adenzin-3',5'-monofoszfát (cAMP). Puromicin, xantin, húgysav. Nukleotidok és koenzimek. AMP, ADP és ATP, az ATP hidrolízise mint energiaszolgáltató folyamat. NAD^+ , NADP^+ és szerepe a redoxireakciókban, példa: L-almasav oxidációja oxálcetsavvá. FAD, FMN szerkezete, szerepe a redoxireakciókban, példa: borostyánkősav oxidációja fumársavvá. Koenzim-A szerkezete és szerepe a zsírsavak lebontásában. RNS részlet. DNS részlet. A DNS hiperkróm effektusa, Chargaff-szabály, viszkozitás, antiparalel futás. DNS és RNS összehasonlítása (összetétel, alak, előfordulás, szerep, fajták). A DNS Watson-Crick modellje, térszerkezete. Mindezeknek a környezetre, a mezőgazdaságra, az élőlényekre gyakorolt hatása.
- Enzimek. A termodinamika alapjai, szabadenergia, entalpia, entrópia, hőmérséklet, endoterm reakciók, exoterm reakciók. Hogyan mehetnek végbe szabadenergia növekedéssel járó reakciók. Az enzim hatásának elve vázlatosan. Az enzimhatás energiaigénye. A katalízis több intermediéren keresztül megy végbe. Az enzim aktív centrumának jellemzői. Az enzimek specifitása, proteázok specifitása. A hexokináz enzim a szubsztrátok kötésekor térbeli átrendeződése. A hemoglobin alegységek oxigénkötése. Enzimhatást befolyásoló tényezők, enzimhatás hőmérséklet optimuma, enzimhatás pH optimuma, sugárzások hatása az enzimekre. Enzimhatást magyarázó elméletek, kulcs – zár elmélet, induced-fit elmélet, fluktuációs elmélet. Enzimek és domének, domének szerkezete, szerepe, jelentősége. Apoenzim, koenzim, kofaktor, holoenzim, proszтетikus csoport fogalma. Enzimek funkciós csoportjai. Egyéb katalitikus biomolekulák, ribozymek, abzymek, szynzymek tulajdonságai, szerepük felhasználásuk. Enzimaktivitás mérőszámai, jellemzői, felhasználásuk. Enzim nomenklatúra, csoportok, osztályok, felhasználásuk. A kimotripszin térszerkezete és a katalizmus mechanizmusa. Enzimek szabályozása. Az enzimkinetika alapjai, a Michaelis-Menten egyenlet ábrázolása és értelmezése. A Michaelis-Menten egyenlet linearizálása. Enzimek gátlása, kompetitív gátlás, nem kompetitív gátlás, unkompetitív gátlás, vegyes gátlás. Mindezeknek a környezetre, a mezőgazdaságra, az élőlényekre gyakorolt hatása.
- A glükóz teljes lebontása. A glükolízis. A glükolízis helye a sejtben. Glükolízis (glikolízis) (Embden - Meyerhof - Parnass) lebontás részletes reakciói molekuláris szinten képletekkel, reakciómechanizmussal, magyarázatokkal. A glükolízis energiamérlege. A glikogén lebontása, a lebontási útvonalak, reakcióegyenletek. Egyéb monoszacharidok bekapcsolódása a glükolízisbe, fruktóz, mannóz, galaktóz, allóz, arabinóz. A glükolízis szabályozása. Alternatív glükóz lebontási útvonalak, hexóz monofoszfát útvonal, Entner-Doudoroff útvonal, pentóz foszfoketoláz útvonal, hexóz foszfoketoláz útvonal ismertetése, reakcióegyenletek, képletek. A glükolízisben keletkezett piroszőlősav további útvonalai, alkoholos és tejsavas erjedés. Egyéb erjedési folyamatok, silózás és alternatív lehetőségek. A Cori-kör és jelentősége. A piroszőlősav aktiválása, oxidatív dekarboxilezése, reakciómechanizmusok, vitaminok szerepe, szabályozás. Arzénmérgezés és

gyógykezelése. Az acetyl-CoA keletkezése, központi szerepe a biokémiában. Az etilalkohol kapcsolódása a lebontásba. A citromsav ciklus (dikarbonsav ciklus, Krebs – Szentgyörgyi ciklus) helye a sejtben. A lebontás részletes reakciói molekuláris szinten képletekkel, reakciómechanizmussal, magyarázatokkal. A citromsav ciklus energiamérlege. Az ide tartozó Nobel-díjasok ismertetése. A citromsav ciklus szabályozása. Anaerob citromsav ciklus. A terminális oxidáció és oxidatív foszforiláció. A folyamat helye és részletes ismertetése. Citokromok szerepe. A mitokondrium belső membránjának szerkezete. A Michell féle kemiozmotikus elmélet ismertetése. Az oxigén, mint elektron akceptor, mellékreakciók, gyökök keletkezése és eliminálása. Egyéb elektron akceptorok. A terminális oxidációt és oxidatív foszforilációt befolyásoló vegyületek, elektrontranszportot gátlók, szétkapcsolószerek, ionofórok. A légzési lánc gátlhatósága antibiotikumokkal. A glükóz teljes lebontásának energiamérlege, elméleti és gyakorlati határfok. Az anaplerotikus (feltöltő) reakciók részletes ismertetése, szerepük és fontosságuk. A citoplazmatikus $\text{NADH}^+ + \text{H}^+$ visszaoxidálása (ingarendszerek) ismertetése. Mindezeknek a környezetre, a mezőgazdaságra, az élőlényekre gyakorolt hatása.

- Glioxálsav ciklus. A glioxálsav ciklus helye a sejtben. A glioxálsav ciklus lépéseinek ismertetés reakcióegyenletek, magyarázatok. A borostyánkősav központi szerepe. A glioxálsav ciklus energiamérlege, jelentősége. Pentóz-foszfát ciklus. A pentóz-foszfát ciklus helye a sejtben. A glükóz direkt oxidációja. Pentóz-foszfát ciklus lépéseinek részletes ismertetése, reakcióegyenletekkel és képletekkel. A keletkező $\text{NADPH} + \text{H}^+$ jelentősége. Epimerázok, izomerázok és mutázok hatásmechanizmusa. Transzaldoláz és transzketoláz reakció közötti különbségek, ezen enzimek működésének magyarázata. A pentóz-foszfát ciklus jelentősége és szükségessége a szervezetben, összefoglalása. Mindezeknek a környezetre, a mezőgazdaságra, az élőlényekre gyakorolt hatása.
- Lipidek lebontása, zsírok lebontása. Glicerol lebontása és kapcsolódása a glikolízisbe. Zsírsavak lebontása, zsírsavak β -oxidációja. A β -oxidáció helye a sejtben. Zsírsavak aktiválása, az acetyl-CoA jelentősége. A mitokondrium szerkezete. Zsírsavak transzportja a mitokondriumba. A karnitin acil transzferáz I, II és a karnitin szerepe. A telített zsírsavak β -oxidációja. A folyamat lépéseinek részletes ismertetése, reakcióegyenletekkel és képletekkel. A folyamat kapcsolata a citrát ciklussal. Telítetlen zsírsavak β -oxidációja. A folyamat lépéseinek részletes ismertetése, reakcióegyenletekkel és képletekkel. Páratlan C-atom számú zsírsavak β -oxidációja. A folyamat lépéseinek részletes ismertetése, reakcióegyenletekkel és képletekkel. Zsírsav lebontás anyagmérlege és energiamérlege. Zsírsavak alfa-oxidációja. Az alfa-oxidáció helye a sejtben. A folyamat lépéseinek részletes ismertetése, reakcióegyenletekkel és képletekkel. Mindezeknek a környezetre, a mezőgazdaságra, az élőlényekre gyakorolt hatása.
- Az aminosavak lebontása. Glükogén aminosavak és ketogén aminosavak. Dezaminálás és a lebontási folyamatok ismertetése. A nitrogén tartalmú anyagok lebontása. A nitrogén anyagcsere. Nitrifikáció, denitrifikáció, nitrogén kötés, nitrátredukció, aminofikáció, nitrogén asszimiláció. Az ammónia beépülése, transzaminálás. A transzaminálás mechanizmusa, oxidatív dezaminálás. Aminosav oxidázok (vesékben). Nem oxidatív dezaminálás (liázok). Ketontestek keletkezése (ketogenezis). Egyéb aminosavszármazékok lebontása. Purin nukleotidok lebontása. Pirimidin nukleotidok lebontása. Az urea ciklus (karbamid ciklus, ornitin ciklus). A folyamatok helye a sejtben. A folyamat lépéseinek részletes ismertetése, reakcióegyenletekkel és képletekkel. A karbamid-foszfát szintetáz enzim reakciómechanizmusa. Az arginino-szukcinát szintetáz enzim reakciómechanizmusa. Az urea ciklus energiamérlege. Mindezeknek a környezetre, a mezőgazdaságra, az élőlényekre gyakorolt hatása.
- Glükoneogenezis, a glükóz bioszintézise. A glükoneogenezis helye a sejtben. A glükolízis egyirányú reakciói, melyek a glükoneogenezisben nem mehetnek végbe. A glükoneogenezis részfolyamatai. A folyamat lépéseinek részletes ismertetése, reakcióegyenletekkel és képletekkel. A piruvát-karboxiláz, a mitokondriális L-almasav-dehidrogenáz, a citoplazmatikus L-almasav-dehidrogenáz és a foszfoenol-piruvát karboxi-kináz enzimek szerepe a folyamatban. A glükoneogenezis energiamérlege.

Glikogén szintézis. A folyamat lépéseinek részletes ismertetése, reakcióegyenletekkel és képletekkel. az UDP-glükóz szerepe. Mindezeknek a környezetre, a mezőgazdaságra, az élőlényekre gyakorolt hatása.

- Zsírsvak, lipidek bioszintézise. A folyamatok helye a sejtben. Zsírsvak bioszintézise. A folyamat lépéseinek részletes ismertetése, reakcióegyenletekkel és képletekkel. Az acetyl-CoA és a NADPH keletkezése a citoplazmában. Malonil-CoA szerepe és keletkezése. Az acetyl-CoA karboxiláz működésének mechanizmusa. Az acetyl-CoA karboxiláz szabályozása. ACP (Acil-Carrier-Protein) szerepe és keletkezése. A zsírsav szintáz multienzimkomplex. A zsírsav szintáz működése. Az ACP és a zsírsav szintáz multienzimkomplex. A zsírsavszintézis energiamérlege. Telítetlen zsírsavak bioszintézise. Többszörösen telítetlen zsírsavak (PUFA) bioszintézise. Lipidek bioszintézise. A folyamat lépéseinek részletes ismertetése, reakcióegyenletekkel és képletekkel. Foszfátidok és trigliceridek szintézise. A nitrogén tartalmú anyagok szintézise. Aminosavszármazékok bioszintézise. Glutathion bioszintézise. Poliaminok bioszintézise. Purin nukleotidok bioszintézise. Pirimidin nukleotidok bioszintézise. Mindezeknek a környezetre, a mezőgazdaságra, az élőlényekre gyakorolt hatása.
- Fotoszintézis. A folyamatok helye a sejtben. A fotoszintézis fényszakasza. A kloroplaszt szerkezete. Gerjeszthető és transzport molekulák. Klorofill a és b, karotinoidok. Színanyagok elnyelési spektruma és a Red drop. A két fotokémiai rendszer (PS I. és PS II.). A tilakoid membrán szerkezete. Oxigén, ATP és NADPH keletkezés. A folyamat lépéseinek részletes ismertetése, reakcióegyenletekkel és képletekkel. Az elektrontranszport, a gátlások lehetséges módjai. A fotoszintézis sötétszakasza. A fény- és sötétszakasz kapcsolata. Calvin ciklus, a C₃-as fotoszintetikus út. A folyamatok helye a sejtben. A folyamat lépéseinek részletes ismertetése, reakcióegyenletekkel és képletekkel. RUBISCO (Ribulose-1,5-bisphosphate carboxylase oxygenase). Transzaldolázok és transzketolázok. A Calvin ciklus energiamérlege. A keményítő-, szacharóz bioszintézise és a Calvin ciklus kapcsolata. Keményítő bioszintézis. Szacharóz bioszintézis. A fénylégzés (fotorespiráció) folyamata. A folyamat lépéseinek részletes ismertetése, reakcióegyenletekkel és képletekkel. A C₄-es fotoszintetikus út, a CO₂ fixáció és a Calvin ciklus térben elkülönül. CAM-út, Crassulaceae sav anyagcseréjű fotoszintézis, a CO₂ fixáció és a Calvin ciklus időben elkülönül. A PEP-karboxiláz szabályozása. Mindezeknek a környezetre, a mezőgazdaságra, az élőlényekre gyakorolt hatása.
- Replikáció, a DNS megkettőződése. A folyamatok helye a sejtben. A baktérium transzformáció. A DNS az örökítő anyag (Hershey-Chase kísérlet, 1952). A Meselson - Stahl kísérlet (1957). DNS polimeráz I. (Kornberg enzim), és reakciómechanizmusa. A DNS polimeráz I. enzimaktivitásai és helyezete az enzimben. A topoizomeráz I. reakciómechanizmusa. A DNS replikáció indító szakasza, az (oriC) szerkezete E. coli-ban. A replikációs villa és a replikáció folyamatai. DnaB fehérje, helikáz (rep fehérje), SSB fehérje, primáz, DNS polimeráz III, DNS polimeráz I, DNS ligáz és DNS giráz szerepe és működése. A replikációs multienzimkomplex. A replikáció folyamatának részletes ismertetése. A DNS ligáz működése. A timin dimer kialakulása. A DNS repair. Mindezeknek a környezetre, a mezőgazdaságra, az élőlényekre gyakorolt hatása.
- Transzkripció, átírás (RNS szintézis). A folyamatok helye a sejtben. Az RNS polimeráz működése, iniciáció (a promóter hely felismerése), elongáció (a lánc növekedése) és termináció (a lánc befejezése). Egyéb RNS polimerázok. Splicing. Posttranszkripciós módosulások, CAP. Ritka bázisok. Nukleozid analógok. RNS szintézist gátló szerek. Mindezeknek a környezetre, a mezőgazdaságra, az élőlényekre gyakorolt hatása.
- Transzláció, fordítás (fehérje szintézis). A folyamatok helye a sejtben. A replikáció, transzkripció, transzláció összefüggései. A centrális dogma, Az információ áramlása, kód, kodon, antikodon, fehérje. A reverz transzkriptáz és szerepe a biotechnológiában. A riboszóma szerkezete, prokarióta (70S) és eukarióta (80S) riboszóma. A riboszóma szerkezete. A t-RNS szerkezete. A kódszótár és megfejtése. A kódszótár tulajdonságai. Az aminosavak aktiválása, a folyamat mechanizmusa. Az

aminoacil-tRNS szintetáz specifikussága. A fehérjeszintézis kezdete, iniciáló faktorok. Az mRNS és az rRNS kapcsolódása a riboszómában, Shine-Delgano szekvencia. A fehérje szintézise és részfolyamatai. A peptidkötés kialakulása. A peptidil transzferáz tulajdonságai, működése. A transzlokáció mechanizmusa. A kész fehérje hidrolízise a tRNS-ről. A fehérjék térszerkezetének (folding) kialakulása, a fehérje helyes térszerkezetének kialakulása segítség nélkül, a fehérje helyes térszerkezet kialakulása chaperonokkal. A proteaszóma működése. Az ubiquitin-közvetítette fehérjebontás. Fehérjeszintézist gátló szerek. Mindezeknek a környezetre, a mezőgazdaságra, az élőlényekre gyakorolt hatása.

- Az élő folyamatok szabályozása és a hormonok. Szabályozás az enzimaktivitás szintjén. Szabályozás másodlagos kötésekkel kötődő molekulákkal. Szabályozás effektorokkal, a hemoglobin negyedleges szerkezete. Allostérikus szabályozás, allostérikus inhibitor, allostérikus aktivátor. Feed-back (visszacsatolási) gátlás. Izozimek, a tejsav-dehidrogenáz 4 alegység (tetramer) szerkezete és működése. Szabályozás kovalens módosítással. Szabályozás reverzibilis módosítással. Szabályozás irreverzibilis módosítással. Emésztő enzimek aktiválása (zymogén aktiválás). Fehérje hormonok proteolitikus aktiválása (pre-proinzulin, proinzulin, inzulin). Szabályozás az enzimtermelés szintjén. Szabályozás a sejt szintjén. DNS-fehérje kölcsönhatás. Transzkripciós szabályozás. Enzimindukció, Lac operon, a tejcukor lebontásának szabályozása. Enzimrepresszió, His operon, a hisztidin bioszintézisének szabályozása. Katabolit represszió. CAP (katabolit gén aktivátor protein). A cAMP szerepe, képződése és bomlása. Post-transzkripciós szabályozás. Prokarióta és eukarióta sejtek. Transzlációs szabályozás. Ferritin szintézis. Hormonhatás. A hormon nem jut be a sejtbe. Másodlagos jelátvivő molekulák. Szabályozás cAMP jelátvitellel. A G fehérje szerepe. A cAMP-függő protein kináz működése. A vércukorszint szabályozása. Szabályozás inozitol-lipid jelátvitellel. A hormon bejut a sejtbe, szteroid hormonok hatásmechanizmusa. Mindezeknek a környezetre, a mezőgazdaságra, az élőlényekre gyakorolt hatása.

MEGTANULANDÓ KÉPLETEK, REAKCIÓNEGYENLETEK

Szerves kémia rész

- Alkánok, alkének, alkinek általános képlete és egyszerű származékaiknak képletei; a homológ soruk első tíz tagjának képlete, izobután, izopentán, izooktán, tetszőleges halogénszármazékok, cisz-2-butén, transz-2-butén, kumulált, izolált, konjugált diének általános képlete, 1,3-butadién, kloroprén, izoprén, etin, propin, 1-butin, geminális, vicinális, diszjunkt dihalogén származékok általános képlete, primer, szekunder, terciér halogénszármazékok általános képlete, metil-bromid, etil-klorid, vinil-klorid, diklór-metán, triklór-etilén, kloroform, jodoform, bromoform, széntetraklorid, teflon.
- Primer, szekunder, terciér és az 1,2,3 értékű alkoholok általános képlete és egyszerű származékaiknak képletei, a homológ sor első tíz tagjának képlete, metanol, etanol, 1-propanol, 2-propanol, vinil-alkohol, geminális, vicinális, diszjunkt diolok általános képlete, glicerin, pentaeritrit.
- Éterek általános képlete és egyszerű származékaiknak képletei, dimetil-éter, dietil-éter, divinil-éter, szimmetrikus és aszimmetrikus éterek, etilén-oxid.
- Primer, szekunder, terciér aminok, kvaterner ammónium sók általános képlete és egyszerű származékaiknak képletei, Több, értékű aminok, kolin, kolamin, dietanol-amin, EDTA, trietanol-amin, etilén-diamin, taurin, nitro-metán, nitro-etán.
- Aldehidek és ketonok általános képlete és egyszerű származékaiknak képletei, metanal, etanal, propanal, glikol-aldehid, glioxál, etil-metil-kezon, dietil-kezon, propanon, dihidroxil-aceton, butanon, bután-dion (diacetil), dimetil-glioxim.
- Telített mono- és dikarbonsavak általános képlete és egyszerű származékaiknak képletei, hangyasav, ecetsav, propionsav, vajsav, valeriánsav, palmitinsav, sztearinsav, oxálsav, malonsav, borostyánkósav, adipinsav, telítetlen mono- és dikarbonsavak általános képlete, akrilsav, metakrilsav, krotionsav, olajsav, linolsav, linolénsav, maleinsav, fumársav, trifluor-ecetsav, triklór-ecetsav, jód-ecetsav, bróm-ecetsav, tejsav, 4-hidroxi-vajsav, almasav, borkősav, ciromsav, glioxálsav, piroszölősav, acetecetsav, oxálecetsav, savhalogénidek általános képlete, acetyl-klorid, savanhidridek általános képlete, ecetsavanhidrid, borostyánkósavanhidrid.
- Karbonsav-észterek általános képlete és egyszerű származékaiknak képletei, metil-formiát, etil-acetát stb., gliceridek általános képlete, tributirin, tripalmitin, foszfátidok általános képlete, lecitin, foszfátidil-szerin, szappanok, zsíralkohol- szulfátok általános képlete, dimetil-szulfát, glicerin-trinitrát, savamidok általános képlete, formamid, dimetil-formamid, nitrilek általános képlete, acetonitril, akrilnitril, tiolok, tioéterek, diszulfidok, szulfoxidok, szulfonok, szulfonsavak általános képlete, metántiol, 2-propántiol, 2-merkaptó-etanol, dimetil-szulfoxid, metánszulfonsav, szénsav és származékai, foszfén, karbamid, guanidin, ciánsav, kreatin, kreatin-foszfát, tiokarbamid.
- Aromás vegyületek és egyszerű származékaiknak képletei, benzol, toluol, *o*-xilol, *m*-xilol, *p*-xilol, difenil, difenil-metán, naftalin, antracén, fenantrén, klór-benzol, benzil-klorid, nitro-benzol, dinitro-benzol, 2-nitro-toluol, 2,4,6-trinitro-klór-benzol, 2-nitro-fenol, anilin, 2,4,6-trinitro-toluol, benzolszulfonsav, fenol, *o,m,p*-krezol, rezorcin, hidrokinon, 1,4-benzokinon, floroglucin, fenil-acetát, pentaklór-fenol, benzil-alkohol, toluidin, difenilamin, benzidin, *p*-fenilén-diamin, szulfanilsav, fenil-hidrazin, azo-benzol, aromás aldehidek és ketonok általános képlete, benzaldehid, ninhidrin, benzoésav, ftálsav, szacharin, fenil-ecetsav, 2,4-diklór-fenoxi-ecetsav, ciklopropán, ciklopentán, ciklobután, ciklohexán, ciklohexanol, 1,2,3,4,5,6-hexaklór-ciklohexán, dekalin, izoprén, A-vitamin.
- Heterociklusos vegyületek és egyszerű származékaiknak képletei, furán, tetrahydrofurán, furfurool, kumaron, pirán, tiopirán, piridin, pirimidin, piperidin, piridazin, pirazin, indol, kumarin, kinolin, purin, pteridin, porfirin-váz, indolil-ecetsav, pikolinsav, nikotinsav, izonikotinsav, piridoxál, piridoxamin, piridoxin, xantin, adenin, guanin, citozin, timin, uracil, adenzin, guanozin, citidin, timidin, uridin és foszforszármazékaik.
- Tetraetil-ólom, szterán-váz, koleszterin, ergoszterin, androszteron, taurin, efedrin, nikotin, koffein, polietilén, polipropilén, PET, PVC és a fontosabb műanyagok. Mentán, mentol, limonén, kámfor, nikotin, anabazin, atropin, papaverin, morfin, teofilin, koffein.
- Aminosavak általános képlete és egyszerű származékaiknak képletei, a 20-féle fehérjealkotó aminosav képletei, gamma-amino-vajsav, béta-alanin, ninhidrin, citrullin, ornitin, 2,4-dinitro-fluor-benzol, 1-dimetil-amino-naftil-szulfonil-klorid, maleinsavanhidrid, 5,5'-ditio-bisz--nitro-benzoát, *p*-klór-merkuri-benzoát, diizopropil-fluor-foszfát, glutation, *p*-nitro-fenil-acetát.
- Monoszacharidok és egyszerű származékaiknak képletei, (trióz, tetróz, pentóz, hexóz), gliceraldehid, dihidroxil-aceton, eritróz, ribóz, dezoxiribóz, xilóz, ribulóz, glükóz, galaktóz, mannóz, ramnóz, fruktóz, szedoheptulóz, glicerin, szorbit, glükonsav, askorbinsav, glükózamin, szacharóz, maltóz, cellobióz.

- Zsírsavak általános képlete és egyszerű származékaiknak képletei, palmitinsav, sztearinsav, arahidinsav, olajsav, linolsav, linolénsav, arahidonsav, foszfátidsav és származékai, szfingozin, klorofill, hem váz, béta-karotin, kumársav.
- Vitaminok képlete és egyszerű származékaiknak képletei, (A, B, C, D, E), adrenalin, 3-indolil-ecetsav, 2,4-diklór-fenoxi-ecetsav, gibberellin-váz, 6-furfuril-amino-purin (kinetin), abszcizinsav, tiamin-pirofoszfát (TPP), riboflavin, nikotinsav, nikotinsavamid, biotin, piridoxin, piridoxál-foszfát, folsav, *p*-amino-benzoészav, szulfanil-amid.

MEGTANULANDÓ KÉPLETEK, REAKCIÓEGYENLETEK

Biokémia rész

- Az élő szervezetekben előforduló aminosavaknak és származékaiknak képletei.
- Az aminosavak reaktív csoportjainak reakcióiban szereplő képletek és reakcióegyenletek.
- Di- és tripeptidek és fontosabb polipeptidek képletei.
- A fehérjék szerkezeti felépítésében résztvevő, a konformáció fentartásában szerepet játszó kölcsönhatások képletei.
- A lehetséges nukleozidoknak, nukleotidoknak, dinukleotidoknak, koenzimeknek és származékaiknak, tautomer formáinak képletei, H-hidak a nukleinsavakban.
- Aldo- és ketotriózok, aldo- és ketotetrózok, aldo- és ketopentózok, aldo- és ketohexózok, aldo- és ketoheptózok és származékaiknak képletei (nyíltláncú és gyűrűs forma).
- A ciklofóliacetál gyűrű kialakulása képlettel. Di-, tri- és poliszacharidok és származékaiknak képletei.
- Zsírsavak, zsíralkoholok, terpének, karotinok, karotinoidek, szteránváz vegyületek, prosztaglandinok, viaszok, trigliceridek (zsírok, olajok), foszfátidok, szfingolipidek, glikolipidek, szterol-észterek és származékaiknak képletei.
- Vitaminok, hormonok, alkaloidok, klorofill, hem váz, valamint ezen vegyületek egyszerű származékaiknak képletei.
- A glikolízis folyamatában szereplő reakcióegyenletek, vegyületek és egyszerű származékaiknak képletei.
- A glikogén szintézisben és lebontásban szereplő reakcióegyenletek, vegyületek és egyszerű származékaiknak képletei.
- A glükoneogenezisben szereplő reakcióegyenletek, vegyületek és egyszerű származékaiknak képletei.
- A pentóz-foszfát ciklusban szereplő reakcióegyenletek, vegyületek és egyszerű származékaiknak képletei.
- A citrátciklusban szereplő reakcióegyenletek, vegyületek és egyszerű származékaiknak képletei.
- A terminális oxidáció és oxidatív foszforilációban szereplő reakcióegyenletek, vegyületek és egyszerű származékaiknak képletei.
- A Calvin-ciklusban szereplő reakcióegyenletek, vegyületek és egyszerű származékaiknak képletei.
- A Cori-körben szereplő reakcióegyenletek, vegyületek és egyszerű származékaiknak képletei.
- A glioxálsav ciklusban szereplő reakcióegyenletek, vegyületek és egyszerű származékaiknak képletei.
- A karbamid ciklusban szereplő reakcióegyenletek, vegyületek és egyszerű származékaiknak képletei.
- A zsírsavak bioszintézisében és lebontásában szereplő reakcióegyenletek, vegyületek és egyszerű származékaiknak képletei.
- Az aminosavak bioszintézisében és lebontásában szereplő reakcióegyenletek, vegyületek és egyszerű származékaiknak képletei.
- A transzaminálás alapreakcióinak reakcióegyenletei, vegyületei és egyszerű származékaiknak képletei.
- A DNS, RNS és fehérjeszintézisben szereplő reakcióegyenletek, vegyületek és egyszerű származékaiknak képletei. A tRNS vázlatos szerkezete.
- A géntechnológia és biotechnológia tárgykörében szereplő reakcióegyenletek, vegyületek és egyszerű származékaiknak képletei.
- Az izomműködésben szereplő reakcióegyenletek, vegyületek és egyszerű származékaiknak képletei.

+ Az előadásokon és gyakorlatokon előforduló képletek, reakcióegyenletek, valamint a tankönyvben, jegyzetben a tételekhez kapcsolódó képletek!

VIZSGATEMATIKA

Szerves kémia rész

- A szerves vegyületek osztályozása, a vegyületcsoportok jellemzése, fontosabb képviselőik
- A szerves kémiában előforduló fontosabb reakciótípusok és értelmezésük
- Telített nyílt szénláncú szénhidrogének: az alkánok. Általános jellemzésük, a homológ sor fogalma, nevezéktan. Fontosabb alkánok
- Földgáz és kőolaj. Kőolajfrakciók. Oktánszám, cetánszám
- Telítetlen nyílt szénláncú szénhidrogének: az olefinsor általános jellemzése, cisz-transz izoméria. Diolefinek
- Telítetlen nyílt szénláncú szénhidrogének: acetilén szénhidrogének jellemzése, acetilén. Halogénezett szénhidrogének
- Az alkoholok általános jellemzése, alkoholok csoportosítása, jellemző reakcióik. Fontosabb telített, egyértékű alkoholok
- Telítetlen egyértékű alkoholok jellemzése. Oxo-enol tautoméria. Két- és többértékű alkoholok
- Optikai izoméria, az abszolút konfiguráció fogalma. Racém és mezo formák
- Éterek, tioalkoholok és tioéterek tulajdonságai, jellemzésük, előállításuk
- Alifás nitrogén vegyületek. Alifás aminok és nitrovegyületek. Alifás foszforvegyületek
- Nyílt szénláncú oxovegyületek általános jellemzése, csoportosításuk, előállításuk, reakcióik
- Aldehidek és ketonok általános jellemzése. Néhány fontosabb hidroxí-oxo- és dioxo-vegyület
- Szénhidrátok általános jellemzése, csoportosításuk. A szénhidrátok optikai izomériája
- A monoszaharidok családfája, fizikai és kémiai tulajdonságaik
- Diszaharidok szerkezete és jellemzése. Redukáló és nem redukáló diszaharidok
- Poliszaharidok jelentősége, fontosabb poliszaharidok és felépítésük
- A cukrok gyűrűs szerkezete. Mutarotáció
- Izoméria a szerves kémiában, az izoméria típusai
- Nyílt szénláncú szerves savak általános jellemzői, tulajdonságaik és reakciói
- Telített egybázisú szerves savak és tulajdonságaik
- Telítetlen egybázisú karbonsavak és jelentőségük. Jód-brómszám
- Kétbázisú telített és telítetlen karbonsavak, tulajdonságaik és előfordulásuk
- Két- és több bázisú szerves oxí- és oxokarbonsavak
- Észterek csoportosítása és tulajdonságaik
- Szénsavszármazékok. Karbamid, kreatin, kreatin-foszfát. Tioszármazékok
- Az aminosavak, általános jellemzésük, csoportosításuk, disszociációjuk, peptidek, fehérjék
- A lipidek szerkezete és csoportosításuk. A biológiai membránok felépítése és funkciója
- Gyűrűs vegyületek és felosztásuk. Az aromások általános jellemzői, elektron-szerkezetük
- Alifás benzol származékok, szubsztitúciós szabályok
- Fenolok, aromás nitro- és amino-származékok, aromás azo- és diazo-vegyületek
- Aromás oxovegyületek. Aromás magban szubsztituált mono- és dikarbonsavak. Nem kondenzált policiklusos vegyületek
- Kondenzált policiklusos vegyületek és jellemzőjük. Aliciklusos vegyületek jellemzői, a ciklohexán és származékai
- Heterociklusos vegyületek általános jellemzése, felosztásuk, jellemzőik
- Biológiailag jelentős heterociklusos vegyületek és származékaik. Piridin, pirimidin, purin és származékaik, nukleinsavak
- Alkaloidok, terpének, szteroidok, vitaminok

VIZSGATEMATIKA

Biokémia rész

- Az aminosavak, általános jellemzésük, felépítésük, csoportosításuk, disszociációjuk
- Az aminosavak kimutatása. Az aminosavak reaktív csoportjainak specifikus reakciói
- A peptidkötés. A fehérjék szerkezeti felépítése. Szerkezeti szintek
- A peptidkötés enzimhasítása, a fehérje és peptidszerkezet meghatározásának elve
- Fehérjék funkciócsoportjai, szerepük a szerkezet fenntartásában és az enzimaktivitásban
- A biokémiai folyamatok termodinamikai alapjai: a szabadenergia és a biológiai folyamatok kapcsolata
- A biokatalízis: enzimreakciók hatásmechanizmusa, a Michaelis-Menten elmélet alapjai
- Az enzimreakciók gátlása: a gátlások mechanizmusa, kinetikája, típusai
- A lipidek szerkezete és csoportosításuk. A biológiai membránok felépítése és funkciója
- Nukleotidok és nukleozidok: szerkezetük és biológiai szerepük
- A glikolízis folyamata: a glikogéntől a piroszőlősavig
- A glikolízis anaerob útja: a tejsavas és alkoholos erjedés
- A glikolízis és energiamérlege
- A piroszőlősav oxidációja: a citrát ciklus
- A glükoneogenezis: a piroszőlősavtól a glikogénig
- A glükóz direkt oxidációja: a pentóz-foszfát ciklus és szerepe az anyagcserefolyamatokban
- A terminális oxidáció és az oxidatív foszforiláció. Energiamérleg. A citokrómok szerepe
- A lipidek, zsírok, zsírsavak lebontása, a β -oxidáció és energiamérlege
- A lipidek, zsírok, zsírsavak bioszintézise
- Az ammónia beépülése: a transzaminálás folyamatai, a glutaminsav szerepe
- Az ammónia ürítése: a karbamidciklus (ureaciklus, ornitin-ciklus)
- A DNS és az RNS felépítése, típusai, biológiai szerepük
- A genetikai kód és jellemzői, az információátadás folyamata, a centrális dogma
- A DNS megkettőződése: a replikáció mechanizmusa
- A fehérjeszintézis mechanizmusa: a transzkripció (átírás)
- A fehérjeszintézis mechanizmusa. a transláció (fordítás)
- A genetikai manipuláció molekuláris alapjai, a restriktív enzimek, a biotechnológia
- Szabályozás az enzimaktivitás szintjén. A visszacsatolási gátlás és az allostéria, kovalens módosítás
- Szabályozás az enzimtermelés szintjén: az operon modell, az enzimindukció, enzimrepresszió és a katabolit represszió
- A ciklikus AMP (cAMP) és szerepe a szabályozási folyamatokban
- A koenzimek és szerepük az enzim-katalizált oxidációs-redukciós valamint a transzfer folyamatokban
- Nagyenergiájú kötések, típusaik és bioszintézisük
- Ingarendszerek (glicerofoszfát, malát-aszpartát) és szerepük a biológiai folyamatokban
- Aktiválási folyamatok a bioszintézisben
- Az izomműködés molekuláris mechanizmusa