

# 8 Organické sloučeniny I

---

## Uhlovodíky

1. Nakreslete strukturní vzorce: 3-methylhexan, ethylcyklopentan, 1,4-dimethylcyklohexan, propen, but-1-yn, pent-2-en, 2-methylbuta-1,3-dien, 2,2,3-trimethylbutan, 1,1-dimethylcyklobutan, toluen, fenanthren, perhydrofenanthren, anthracen, dekalin, steran.
2. Nakreslete vzorce uhlovodíkových zbytků: methyl, methylen, ethyl, ethylen, propyl, propan-2-yl, cyklohexyl, 6-methylheptan-2-yl, fenylyl, 4-ethylfenyl, benzyl.
3. Jaké produkty vzniknou z propanu při spalování a) dokonalém b) nedokonalém ?
4. Znázorněte rovnici a) dehydrogenaci propanu b) hydrataci ethenu.
5. Doplňte produkty reakcí:  
 $\text{CH}_3\text{-CH=CH-COOH} + 2\text{H} \rightarrow$   
 $\text{CH}_3\text{-CH=CH-CO-S-Enzym} + \text{NADPH} + \text{H}^+ \rightarrow$   
Jak se nazývá skupina  $\text{CH}_3\text{-CH=CH-CO-}$  ? Charakterizujte typ reakce.
6. Nakreslete konformační vzorce: a) *trans*-1,2-dimethylcyklohexan b) *cis*-1,2-dichlorcyklohexan.
7. Doplňte produkty enzymové reakce:  
 $\text{benzen} + \text{O}_2 + \text{NADPH} + \text{H}^+ \rightarrow$   
Charakterizujte typ reakce. Jaká je funkce koenzymu v této reakci?
8. Srovnajte toxicitu benzenu a toluenu.

## Alkoholy a fenoly

9. Nakreslete strukturní vzorce: 2-methylpropan-1-ol, cyklohexanol, propan-1,2-diol, benzylalkohol, 2,3-dimethylbutan-2,3-diol, glucitol, ribitol, ethylenglykol, 2-hydroxyethyl, 4-hydroxyfenyl, 2-fenylethanol, 2-ethylfenol, benzen-1,3-diol, hydrochinon.
10. Nakreslete obecné vzorce primárního, sekundárního a terciárního alkoholu.
11. Jaké pH bude mít vodný roztok ethanolu? Zdůvodněte.
12. Znázorněte dehydrogenaci a) ethanolu b) butan-2-olu.
13. Rozepište strukturně následující přeměny sloučenin s hydroxylovými skupinami:  
a) 2-fosfoglycerát  $\rightarrow$  fosfoenolpyruvát (glykolýza)  
b) glycerol-3-fosfát  $\rightarrow$  dihydroxyacetonfosfát (glukoneogeneze).
14. Důkaz ethanolu ve vydechovaném vzduchu probíhá za nízkých teplot podle rovnice (doplňte a upravte):  $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH} + \text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow$
15. Rozepište reakce, vysvětlete název a funkci koenzymu: a) ethanol +  $\text{NAD}^+$  b) laktát +  $\text{NAD}^+$ .
16. Srovnajte toxicitu methanolu a ethanolu.

17. Porovnejte aciditu fenolů a karboxylových kyselin.
18. Vyjádřete iontovou rovnicí hydrolyzu fenolátového aniontu.
19. Porovnejte produkty dehydrogenace fenolů a alkoholů.
20. Které fenolové látky mají význam jako antioxidanty a) endogenní b) exogenní?
21. Doplňte rovnici: hydrochinon +  $\frac{1}{2} O_2 \rightarrow \dots + \dots$
22. (●) Který vitamin má ve struktuře uskupení a) chinonové b) enolové c) fenolový hydroxyl?

### Estery minerálních kyselin

23. Nakreslete strukturní vzorce: HCl, H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, HNO<sub>2</sub>, HNO<sub>3</sub>, H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>.
24. Nakreslete vzorce esterů: alkyl-fosfát, dialkyl-fosfát, alkyl-nitrát, alkyl-nitrit, glycerol-trinitrát, dialkyl-sulfát, oktadecyl-sulfát.
25. Pojmenujte sloučeniny a vysvětlete strukturní rozdíl: CH<sub>3</sub>CH<sub>2</sub>-NO<sub>2</sub>, CH<sub>3</sub>CH<sub>2</sub>-O-NO<sub>2</sub>.
26. Ve kterých biologicky významných sloučeninách je kyselina fosforečná vázaná jako a) ester b) anhydrid c) amid?
27. Jaký praktický význam mají sloučeniny: a) natrium-lauryl-sulfát b) glycerol-trinitrát c) pentaerythritol-tetranitrát d) isosorbid-dinitrát e) amyl-nitrit?
28. (\*) Vysvětlete pojem konjugační reakce.
29. Vysvětlete, co jsou to organofosfáty.
30. (\*) Odvoďte strukturní vzorce postupnou substitucí skupin =O a/nebo -OH:
  - a) kyselina fosforečná → kyselina thiofosforečná → ethyl-thiofosfát
  - b) kyselina fosforečná → kyselina methylfosfonová → kyselina methylfluorofosfonová.

### Sírné deriváty

31. Nakreslete vzorce: ethanthiol, butanthiol, dimethylsulfid, ethyl(propyl)sulfid, diethyldisulfid, methionin, 2-sulfanylethanol, ethansulfonová kyselina, benzensulfonová kyselina, natrium-benzensulfonát, kalium-4-dodecylbenzensulfonát, taurin, 2,3-disulfanylpropan-1-ol, 2-sulfobenzoová kyselina.
32. Vysvětlete rozdíl ve struktuře alkyl-sulfátu a alkansulfonátu.
33. Porovnejte průběh dehydrogenace u thiolů a alkoholů a vysvětlete odlišnosti.
34. Znázorněte rovnicí dehydrogenaci cysteinu.
35. Jaký je biochemický význam: a) methioninu b) glutathionu c) taurinu?
36. Jakou přeměnou vzniká: a) homocystein z methioninu b) taurin z cysteinu?

## 9 Organické sloučeniny II

---

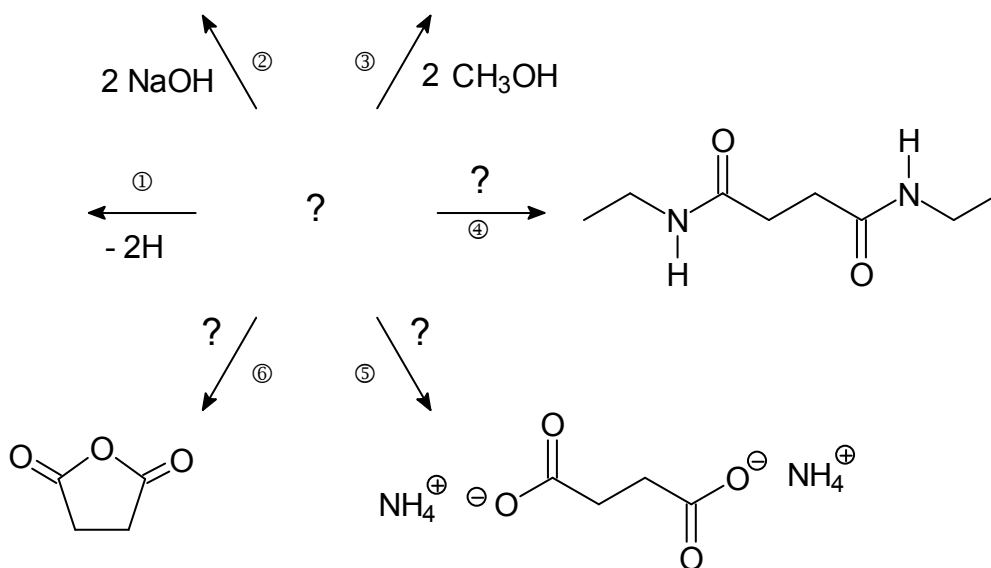
### Aldehydy a ketony

37. Nakreslete vzorce sloučenin: butanal, benzaldehyd, cyklohexanon, cyklohexankarbaldehyd, *p*-benzochinon, pyridin-4-karbaldehyd, pentan-2,4-dion, allysin, propandial, glyceraldehyd, propenal, 2-methylpropanal, 4-methoxybenzaldehyd.
38. Vysvětlete podstatu keto-enol tautomerie. Nakreslete enol formu a) acetaldehydu b) acetonu.
39. Jaké bude pH vodného roztoku acetonu? Zdůvodněte.
40. Znázorněte reakci acetaldehydu s a) alkoholem R-OH b) aminem R-NH<sub>2</sub>.
41. Jakou reakcí vznikají acetaly?
42. (●) Vysvětlete, jak se tvoří poloacetalové uskupení v molekule glukosy.
43. Uveďte příklady vzniku Schiffových bází v organismu.
44. Srovnejte oxidaci aldehydů a ketonů.
45. Co vzniká z aldehydů a) oxidací b) redukcí?
46. Pojmenujte možné oxidační produkty a) glycerolu b) ethylenglykolu.
47. Nakreslete vzorce látek označovaných v biochemii jako „ketolátky“. Za jakých okolností vznikají v organismu ve větším množství?
48. (\*) Z jakých prekurzorů vznikají v organismu:  
a) allysin b) malondialdehyd c) glyceraldehyd-3-fosfát?
49. (●) Které vitaminy obsahují aldehydovou skupinu?

### Karboxylové kyseliny a jejich funkční deriváty

50. Nakreslete vzorce sloučenin: butanová kyselina, butanoyl, butyl-butanoát, kalcium-butanoát, acetyl, oxalyl, 2-fenylpropanová kyselina, ferrosi fumaras, aluminii acetas, oxalát vápenatý, sukcinyl, fenylloctová kyselina, *N*-methylacetamid, acetanhydrid, magnesium-stearát, oleoyl, hexadecyl-palmitát.
51. Znázorněte acidobazickou reakci karboxylové kyseliny s a) vodou b) Ca(OH)<sub>2</sub> c) ethylaminem.
52. Jaké bude pH vodného roztoku: a) octové kys. b) natrium-acetátu c) acetamidu? Zdůvodněte.
53. Nakreslete všechny (nejméně tři) jednoduhlíkaté kyseliny.  
Která je a) nejsilnější b) nejslabší c) nejtoxičtější d) tvořena v lidském organismu?
54. Seřadte kyseliny podle vzrůstající kyselosti: máselná, šťavelová, octová, mravenčí, benzoová.
55. Charakterizujte reakci kyseliny šťavelové s Ca<sup>2+</sup> ionty. Proč je krev odebrána za přítomnosti oxalátu nesrážlivá?
56. Napište obecný vzorec a) esteru b) thioesteru.
57. Vysvětlete rozdíl mezi esterem a laktonem.

58. Nakreslete vzorce a pojmenujte produkty reakcí: a) methanol + octová kys. b) fenol + salicylová kys. c) ethanol + benzoová kys. d) salicylová kys. + octová kys.
59. Vysvětlete rozdíl ve struktuře: fenylacetát × fenyl-acetát.
60. Znázorněte vznik anhydridu ze dvou molekul karboxylové kyseliny.
61. Vysvětlete pojem smíšený anhydrid. Jaký je biochemický význam těchto sloučenin?
62. Nakreslete vzorce: acylfosfát, glyceroylfosfát, 3-fosfoglycerát, 3-fosfoglyceroylfosfát.
63. Nakreslete strukturní vzorec amidu kyseliny: a) karboxylové b) sulfonové c) fosforečné.
64. (●) Nakreslete obecný vzorec dipeptidu.
65. Srovnajte bazicitu aminů a amidů.
66. (●) Vyberte sloučeniny, které obsahují amidovou skupinu: glycin, benzokain, paracetamol, acetonitril, glutamin, trimekain, urea, retinal, aspartam, homocystein, glutathion, pervitin, allysin, histamin, malondialdehyd, histidylalanin, hippurová kys., glyoxalová kys., taurocholová kys.
67. (●) Které vitaminy obsahují ve struktuře amidovou skupinu?
68. Nakreslete vzorce acetylcholinu a sukcinylcholinu.
69. Doplňte následující schéma a pojmenujte všechny sloučeniny:



### Deriváty kyseliny uhličité

70. Nakreslete strukturní vzorec: kyselina uhličitá, hydrogenuhličitan sodný, ferrosi carbonas, močovina, karbamoyl, karbamoylfosfát, guanidin, guanidinacetát, kreatin, kreatinin.
71. Jaké pH bude mít vodný roztok a) močoviny b) guanidinu? Zdůvodněte.
72. Z jakých prekurzorů vznikají v organismu a) močovina b) kreatin?
73. Jaký je biochemický význam kreatinu? V čem spočívá jeho přeměna na kreatinin?

### Substituční deriváty karboxylových kyselin

74. Nakreslete strukturní vzorce sloučenin: jablečná kyselina, glycerát, acetoacetát, zinci lactas, oxalacetát, natrii salicylas, acetylsalicylová kyselina.
75. Znázorněte rovnici dehydrataci a) 3-hydroxybutanové kyseliny b) 4-hydroxybutanové kyseliny c) 4-aminobutanové kyseliny.
76. Jaké bude pH vodného roztoku a) mléčné kys. b) laktátu sodného c) methyl-laktátu? Zdůvodněte.
77. Znázorněte rovnici a) transaminaci alaninu b) dehydrogenační deaminaci glutamátu.
78. Jaký význam v lékařství mají: a) salicylová kyselina b) acetylsalicylová kyselina?
79. Vysvětlete rozdíl mezi amidem a laktamem.
80. Vysvětlete vztah *p*-aminobenzoové kyseliny k folátu.
81. (\*) Vysvětlete, co mají společného a v čem se liší prokain a lidokain.

### Aminy

82. Nakreslete strukturní vzorce: propylamin, diethylamin, ethylendiamin, benzidin, pyrrolidin, methylamonium-bromid, triethylamin, cyklohexylamin, ethyl(methyl)amin, cholin, difenylamin, pentan-1,5-diamin, morfolin, piperidin.
83. Jaké bude pH vodného roztoku: a) methylaminu b) *N*-methylacetamidu? Zdůvodněte.
84. Srovnajte bazicitu a) alifatických a aromatických aminů b) aminů a amidů.
85. Rozepište strukturně kondenzační reakce methylaminu s: a) butanalem b) octovou kys.
86. Jakými reakcemi vznikají v organismu biogenní aminy?
87. Z jakých prekurzorů vzniká: a) histamin b) noradrenalin c) fenethylamin?
88. (\*) Vysvětlete, jaký je rozdíl mezi efedrinem a pseudoefedrinem.
89. Jaký je biochemický význam karnitinu?
90. Přeložte do češtiny slovo „kurarimimetikum“. Uveďte příklady takových sloučenin.

### Halogenderiváty

91. Nakreslete vzorce: chloroform, 1,2-dichlorethan, 1,1-dichlorethan, trichlorethen, chlorethan, 1-chlor-2,2,2-trifluorethyl(difluormethyl)ether, 3,5-dibrombenzylamin.
92. (\*) Nakreslete vzorec thyroxinu: 3-[4-(4-hydroxy-3,5-dijodfenoxy)-3,5-dijodfenyl]-L-alanin.
93. Srovnajte aciditu octové a trichloroctové kyseliny a vysvětlete rozdíl.
94. Vysvětlete zkratky: PVC, PCB, DDT, CFC.
95. Vysvětlete rozdíly ve složení antiseptických roztoků:  
a) tinctura iodi b) solutio iodi aquosa c) solutio povidoni iodinati.

# 10 Heterocyklické sloučeniny

---

## **Pyrrol**

1. Vysvětlete rozdíl mezi následujícími strukturami: a) porfín b) porfyrin c) hem.
2. Jaké jsou dvě základní biochemické funkce různých hemů?
3. Kde se v buňce nacházejí cytochromy a jaká je jejich funkce?
4. Jaký produkt vzniká v těle odbouráním hemu? Popište jeho strukturu a vlastnosti.

## **Pyrrolidin**

5. Srovnajte bazicitu pyrrolu a pyrrolidinu.
6. Které aminokyseliny jsou deriváty pyrrolidinu?
7. Který známý alkaloid má v molekule substituovaný pyrrolidin?

## **Indol**

8. Uveďte a vysvětlete chemický název indolu.
9. Má indol bazické vlastnosti?
10. Jak se nazývá aminokyselina obsahující indol a produkt její dekarboxylace?

## **Imidazol**

11. Srovnajte bazicitu pyrrolu a imidazolu. Který atom dusíku v imidazolu je bazický a proč?
12. Uveďte název a vzorec aminokyseliny obsahující imidazol v postranním řetězci.
13. Jaký produkt vzniká dekarboxylací této aminokyseliny a jaký je jeho biochemický význam?
14. Jakou funkci má imidazolový kruh v postranních řetězcích plazmatických bílkovin?

## **Pyridin**

15. Srovnajte bazicitu pyridinu a pyrrolu.
16. Rozepište strukturně reakci a pojmenujte produkty: pyridin + HCl →
17. Uveďte názvy a vzorce vitaminů obsahujících pyridinový kruh.
18. Uveďte názvy kofaktorů enzymů odvozených od těchto vitaminů. Jakých reakcí se účastní?

## **Pyrimidin**

19. Uveďte vzorce pyrimidinových bází nukleových kyselin, ukažte laktam-laktimovou tautomerii.
20. Které vitaminy (kofaktory) mají ve struktuře pyrimidinový kruh?

## **Purin**

21. (\*) Srovnajte číslování indolu a purinu. Vysvětlete, v čem je číslování purinu zvláštní.
22. Uveďte vzorce a názvy purinových bází nukleových kyselin.
23. Uveďte vzorce a názvy hydroxyderivátů purinu, které vznikají při odbourávání purinových bází.

24. Která látka je konečným produktem katabolismu purinových bází? Popište její vlastnosti.

### **Pteridin**

25. Uveďte názvy kofaktorů enzymů, které jsou odvozené od pteridinu.

26. Vysvětlete rozdíl ve struktuře folátu a tetrahydrofolátu.

27. Která z předcházejících sloučenin má funkci kofaktoru? Při jakých reakcích se uplatňuje?

28. (\*) Co znamená g v názvu benzo[g]pteridin?

29. Jak se nazývá barevná část struktury riboflavinu?

30. Jaký je strukturní vztah mezi riboflavinem a FAD?

31. Vysvětlete rozdíl mezi oxidovanou a redukovanou formou FAD.

### **Chroman**

32. Nakreslete strukturní vzorce: a) 4*H*-pyran b) tetrahydropyran c) chroman.

33. Vysvětlete rozdíly mezi dvojicemi: a) chroman × chromon b) tetrahydropyran × pyranosa.

34. (●) Které vitaminy obsahují kyslíkaté heterocykly?

35. Které potraviny jsou obzvlášť bohaté na flavonoidy? Jaký je jejich význam?

# 11 Sacharidy

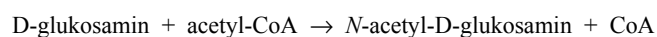
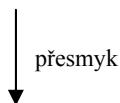
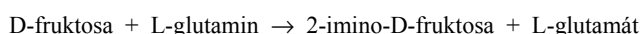
---

## Fischerova a Haworthova projekce monosacharidů

1. Vysvětlete základní pravidla pro znázorňování vzorců ve Fischerově projekci.
2. Vysvětlete pojem racemát, enantiomer, diastereomer, epimer.
3. Ve Fischerově projekci nakreslete D-ribosu a její enantiomer.
4. Vysvětlete vznik cyklických forem monosacharidů. O jaký typ reakce se jedná?
5. Ve Fischerově projekci naznačte, jak se vytváří cyklická forma  
a) D-ribosy b) D-glukosy c) D-fruktosy.
6. Ve Fischerově projekci nakreslete vzorec 4-epimeru D-glukosy a uveďte jeho jméno.
7. Nakreslete Haworthovu projekci  $\alpha$ -D-ribofuranosy.
8. Ve Haworthově projekci nakreslete  $\alpha$ -D-glukopyranosu. Vyznačte všechny chirální uhlíky.
9. Odvoďte z Haworthovy projekce  $\alpha$ -D-glukopyranosy  
a) anomer b) C2 epimer c) (\*) enantiomer. Všechny pyranosy pojmenujte.
10. Nakreslete Haworthovy projekce: a)  $\alpha$ -D-fruktofuranosy b) (\*)  $\alpha$ -D-fruktopyranosy.

## Deriváty monosacharidů

11. Ve Fischerově projekci napište vzorce obou produktů hydrogenace D-fruktosy.  
(\*) Pokuste se vysvětlit, proč za podmínek *in vitro* vznikají dva izomerní produkty, zatímco *in vivo* (v buňce) pouze jeden.
12. Ve Fischerově projekci nakreslete vzorec sloučeniny calcii gluconas.
13. Které kofaktory enzymů obsahují monosacharidy?
14. (●) Nakreslete následující schéma ve Fischerových vzorcích:



15. V Haworthově projekci nakreslete vzorce:  
a) D-glukosa-6-fosfát b)  $\beta$ -D-glukosamin  
c)  $\beta$ -D-N-acetylglukosamin d) D-glukono-1,5-lakton
16. Vysvětlete, proč má glukosamin aminoskupinu na uhlíku C2.
17. Ve Fischerově projekci nakreslete a pojmenujte produkt mírné oxidace glukosy.  
Může tato sloučenina vytvářet cyklickou formu?
18. Znázorněte vznik O-glykosidu z  $\beta$ -D-glukopyranosy a alkoholu R-OH.
19. Znázorněte vznik N-glykosidu z  $\beta$ -D-glukopyranosy a aminu R-NH<sub>2</sub>.



20. Nakreslete Fischerovu a Haworthovu projekci uronové kyseliny odvozené od glukosy.  
21. (●) Nakreslete vzorce a) adenosinu b) thymidinu.

### Disacharidy

22. Vysvětlete vznik *O*-glykosidové vazby mezi dvěma monosacharidy.  
23. Vysvětlete, které disacharidy jsou redukující a které neredukující.  
24. Vysvětlete princip tvorby názvu redukujících a neredukujících disacharidů.  
25. Znázorněte rovnici hydrolyzy maltosy.  
26. Nakreslete vzorce  $\alpha$ -maltosy a  $\beta$ -maltosy.  
27. Vysvětlete, mezi kterými atomy vzniká glykosidová vazba v a) laktose b) sacharose.  
28. Jaké pH bude mít vodný roztok laktosy? Zdůvodněte.  
29. (\*) Jaký je rozdíl mezi sacharosou z řepy cukrové (*Beta vulgaris*) a sacharosou z cukrové třtiny (*Saccharum officinalum*)?  
30. (\*) Na jaký produkt je metabolizována laktosa v mléčně kvašených výrobcích (jogurty, kefíry)?  
31. Čím se strukturně liší maltosa od cellobiosy?  
32. Pojmenujte základní stavební jednotky hyaluronové kyseliny.

### Polysacharidy

33. Jakou vazbou jsou spojeny stavební jednotky v a) amylose b) amylopektinu c) celuloze?  
34. Který z uvedených polysacharidů nepatří mezi D-glukany?  
a) celuloza b) dextran c) agarosa d) inulin e) amylosa  
35. Které potraviny jsou hlavním zdrojem: a) škrobu b) glykogenu c) celulosy?  
36. Které sloučeniny tvoří součást rozpustné a nerozpustné vlákniny?  
37. Vysvětlete rozdíl mezi dextrinem a dextranem.  
38. Co je základní stavební složkou: a) pektinů b) agaru c) inulinu?

### Sacharidy v medicíně

39. K jakým účelům se používá v lékařství glukosa?  
40. Jakou koncentraci má roztok glukosy izotonický s fyziologickým roztokem NaCl?  
Vyjádřete v mmol/l, g/l a hmotnostních % [ $M_r$  glukosy = 180, hustota roztoku = 1 g/ml].  
41. (\*) Co bývá příčinou nesnášenlivosti mléka u některých jedinců?  
42. Jaké účinky vyvolá perorální podání laktulosy?  
43. Co je vhodnější jídlo pro diabetika: rohlík nebo chleba? Zdůvodněte.  
44. (\*) Pokuste se zformulovat, jaká jsou potenciální zdravotní rizika:  
a) nízkého příjmu vlákniny      b) vysokého příjmu vlákniny  
c) vysokého příjmu sacharosy      d) nízkého příjmu sacharosy.  
45. Jaké použití v medicíně mají: celuloza, karboxymethylceluloza, inulin, heparin

## 12 Lipidy a steroidy

### Mastné kyseliny

1. Které fyzikálně-chemické vlastnosti nejlépe vystihují slovo „mastný“ ?
2. Která látka je výchozí sloučeninou pro biosyntézu mastných kyselin v lidském organismu?
3. Podle jakých hledisek můžeme charakterizovat mastné kyseliny?
4. Které mastné kyseliny se označují zkratkou MCFA?
5. Jaké je a) uspořádání b) konfigurace dvojných vazeb v nenasycených mastných kyselinách?
6. Ve kterých tucích se vyskytuje kapronová kyselina?
7. Nakreslete strukturní vzorec a) olejové kyseliny b) linolové kyseliny.
8. Vysvětlete, podle čeho se mastné kyseliny dělí do řad  $n-9$ ,  $n-6$ ,  $n-3$ .
9. Uveďte hlavní zdroje  $n-6$  a  $n-3$  mastných kyselin v potravě.
10. Teplota tání olejové kyseliny je  $13-14\text{ }^{\circ}\text{C}$ , izomerní elaidová kyselina taje při  $44-45\text{ }^{\circ}\text{C}$ .  
Vysvětlete tento rozdíl na základě teorie nevazebných intermolekulárních interakcí.
11. V jakých typech tuků se mohou vyskytovat *trans*-mastné kyseliny?
12. Které mastné kyseliny jsou esenciální a proč?
13. Které potraviny jsou hlavním zdrojem a) nasycených MK b) esenciálních MK?
14. Jaký je hlavní biochemický význam a) nasycených MK b) esenciálních MK?
15. Které typy MK je třeba omezovat ve výživě z hlediska prevence kardiovaskulárních chorob?

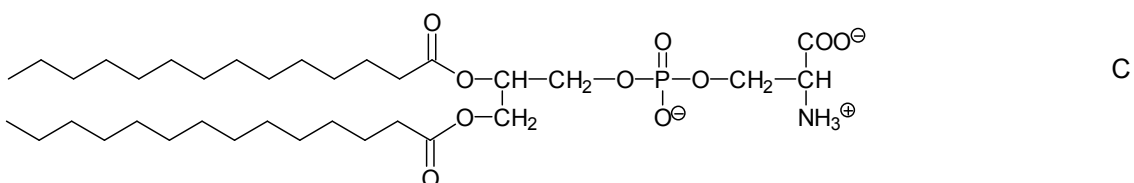
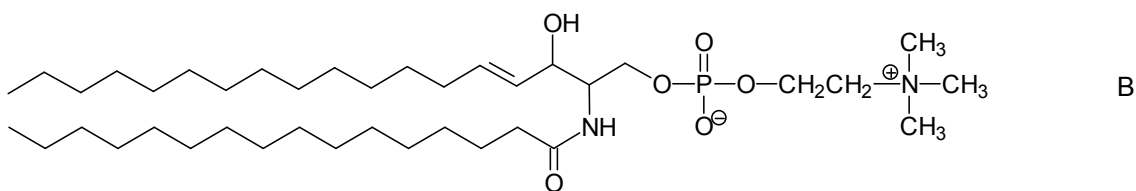
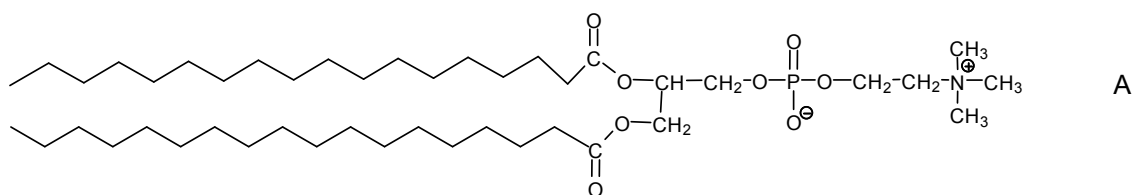
### Triacylglyceroly

16. Charakterizujte strukturu triacylglycerolů. Jaký je to funkční derivát karboxylových kyselin?
17. Popište základní fyzikálně-chemické vlastnosti triacylglycerolů.
18. Která rozpouštědla dobře rozpouštějí tuky? Uveďte příklady (vzorce a názvy).
19. Znázorněte rovnici hydrolýzy triacylglycerolu a) kyselou b) alkalickou c) enzymovou.  
Jaký význam mají produkty těchto reakcí?
20. Vysvětlete termín lipoperoxidace. Jaké jsou typické produkty tohoto procesu?
21. Které sloučeniny mají schopnost omezovat lipoperoxidaci?
22. Které tuky jsou vhodné na smažení? Zdůvodněte na základě chemických vlastností.
23. Uveďte hlavní chemické rozdíly mezi máslem a margariny.
24. Posuďte všechny výhody a nevýhody uvedených tuků:  
a) máslo  $\times$  sádlo b) olivový olej  $\times$  slunečnicový olej.
25. Uveďte hlavní zásady prevence žluknutí tuků.
26. (\*) Jaké jsou možné způsoby ztužování tuků?
27. Mezi jednoduché lipidy nepatří: hexadecyl-palmitát, oleoylglycerol, dodecyl-acetát, ceramidy, sfingomyelin, stearyl-benzoát, lysolecithin, lipoxiny.

## Složené lipidy

28. Které alkoholy jsou obsažené v molekulách složených lipidů?

29. Pojmenujte sloučeniny A-C, popište jejich strukturu, typy vazeb a celkový charakter.



30. Jaký je hlavní biochemický význam glycerofosfolipidů?

31. Jaká je základní struktura glykolipidů?

32. Vysvětlete rozdíl mezi cerebrosidy a globosidy.

33. Jaké jsou funkce glykolipidů v organismu?

34. Které složky (skupiny) jsou zodpovědné za kyselý charakter některých glykolipidů?

## Steroidy

35. Nakreslete vzorce a očísľujte sloučeniny: a) 5 $\alpha$ -gonan b) androstan c) cholestan d) cholesterol.

36. Jaký je strukturní rozdíl mezi cholesterolem a koprostanolem?

37. Srovnajte polaritu cholesterolu a cholesteryl-oleátu.

38. Které látky se označují jako vitaminy D?

## 13 Aminokyseliny. Peptidy. Proteiny.

---

### Chiralita aminokyselin

1. Vysvětlete základní pravidla pro znázorňování vzorců ve Fischerově projekci.
2. Ve Fischerově projekci znázorněte L-alanin, L-cystein, L-threonin a jejich enantiomery.
3. Které kódované aminokyseliny mají více než jeden asymetrický uhlík?
4. Existují kódované aminokyseliny, které nejsou opticky aktivní?
5. Kolik stereoizomerů lze odvodit od cystinu?  
Kolik z nich je opticky aktivních?  
Který z nich se vyskytuje v bílkovinách?
6. Některé sloučeniny obsahující D-aminokyseliny se užívají v lékařství. Uveďte příklady.
7. (\*) Mohou se vyskytovat D-aminokyseliny i v lidském organismu?
8. (\*) Zvažte zda může (podle pozemských měřítek) nález racemických aminokyselin v meteoritech naznačovat existenci mimozemského života.

### Biochemické přeměny aminokyselin

9. Vysvětlete pojem transaminace aminokyselin.
10. Rozepište reakci: L-alanin + 2-oxoglutarát →  
Který kofaktor (vitamin) je nezbytný pro průběh této reakce?
11. Znázorněte dvěma rovnicemi dehydrogenační deaminaci L-glutamátu.  
Který kofaktor (vitamin) je nezbytný pro průběh první reakce?
12. Zapište rovnici dekarboxylace aminokyselin a pojmenujte produkty:  
a) fenylalanin b) histidin c) tryptofan d) lysin e) serin.
13. Vysvětlete strukturní rozdíly mezi:  
a) glycinem a betainem  
b) cysteinem a taurinem  
c) lysinem a ornitinem
14. Které aminokyseliny jsou označovány jako esenciální?
15. Které potraviny patří mezi nejlepší zdroje esenciálních aminokyselin?
16. Vysvětlete zkratky: a) GABA b) DOPA.
17. Který kofaktor (vitamin) obsahuje β-alanin?

### Acidobazické vlastnosti aminokyselin [viz také kapitola 3]

18. Vysvětlete amfoterní charakter aminokyselin.

19. Doplňte tabulku všech kyselých skupin v kódovaných aminokyselinách.

Název skupiny	Vzorec skupiny	$pK_A$ skupiny	Aminokyselina obsahující tuto skupinu
$\alpha$ -Karboxyl	.....	1,8 – 2,6	.....
$\beta$ -Karboxyl	.....	3,9	.....
$\gamma$ -Karboxyl	.....	4,3	.....
Imidazolium	.....	6,0	.....
.....	-SH	8,3	.....
$\alpha$ -Amonium	.....	8,8 – 10,6	.....
.....	-C <sub>6</sub> H <sub>4</sub> -OH	10,1	.....
$\epsilon$ -Amonium	.....	10,5	.....
Guanidinium	.....	12,5	.....

20. Na základě tabulky určete: a) nejsilnější kyselou skupinu b) nejslabší kyselou skupinu.

21. Která aminokyselina má v postranním řetězci:

a) nejslabší bazickou skupinu b) nejsilnější bazickou skupinu c) nejsilnější kyselou skupinu?

22. Které ionizující skupiny aminokyselin se mohou uplatňovat jako pufrů při pH 7,4?

23. Které aminokyseliny mají při pH 7,4 v postranním řetězci ionizovanou skupinu?

24. Která aminokyselina je a) nejkyselější b) nejbazičtější?

25. Hodnota  $pK_A$  (COOH) u glycinu (2,4) je podstatně nižší než u octové kyseliny (4,7).

Pokuste se vysvětlit tento rozdíl.

26. Vysvětlete, proč se postranní řetězec v histidinu chová jako slabší báze než postranní řetězec

lysinu, přestože histidin má o jeden dusík navíc.

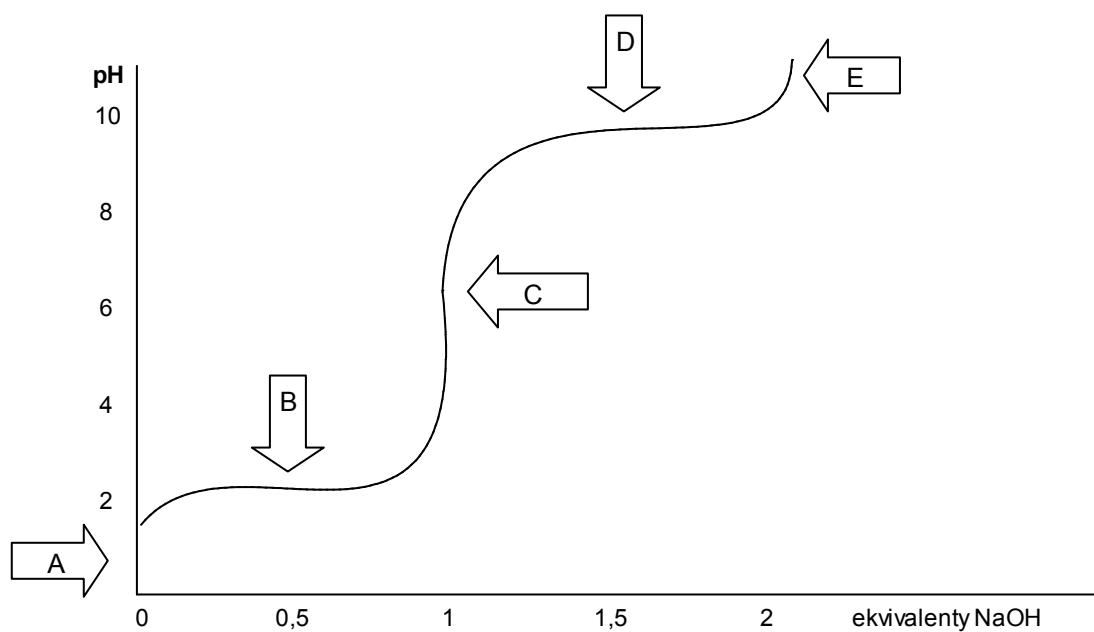
27. Vysvětlete pojem izoelektrický bod.

28. Vypočítejte pI u následujících aminokyselin:

Aminokyselina	$pK_{A1}$ ( $\alpha$ -COOH)	$pK_{A2}$ ( $\alpha$ -NH <sub>3</sub> <sup>+</sup> )	$pK_{A3}$	pI
Tyrosin	2,2	9,1	10,1	.....
Glutamová kyselina	2,1	9,5	4,3	.....
Arginin	2,0	9,0	12,5	.....
Histidin	1,9	9,2	6,0	.....

29. Popište titrační křivku glycinium-chloridu HOOC-CH<sub>2</sub>-NH<sub>3</sub><sup>+</sup> Cl<sup>-</sup> ( $pK_{A1}$  = 2,4;  $pK_{A2}$  = 10,0)

a vysvětlete význam naznačených bodů a/nebo oblastí A-E.



30. Na základě titrační křivky doplňte v tabulce iontové formy glycinu existující v roztoku při určitých hodnotách pH. V případě koexistence dvou forem rozhodněte, která forma převažuje.

pH roztoku	Iontové formy glycinu
< 1	$^+\text{H}_3\text{N}-\text{CH}_2-\text{COOH}$
1,0 – 2,4	$^+\text{H}_3\text{N}-\text{CH}_2-\text{COOH} > ^+\text{H}_3\text{N}-\text{CH}_2-\text{COO}^-$
2,4 (pK <sub>A1</sub> )	$^+\text{H}_3\text{N}-\text{CH}_2-\text{COOH} + ^+\text{H}_3\text{N}-\text{CH}_2-\text{COO}^-$ (1:1)
2,4 – 6,2	.....
6,2 (pI)	$^+\text{H}_3\text{N}-\text{CH}_2-\text{COO}^-$
6,2 – 10,0	.....
10,0 (pK <sub>A2</sub> )	$^+\text{H}_3\text{N}-\text{CH}_2-\text{COO}^- + \text{H}_2\text{N}-\text{CH}_2-\text{COO}^-$ (1:1)
10,0 – 12,0	.....
> 12	$\text{H}_2\text{N}-\text{CH}_2-\text{COO}^-$

31. Nakreslete vzorce převládajících forem aminokyselin v roztoku:

- alanin při pH a) 1,5 b) 6 c) 11 (pK<sub>A1</sub> = 2,4; pK<sub>A2</sub> = 9,9).
- tyrosin při pH a) 7 b) 12 (pK<sub>A1</sub> = 2,2; pK<sub>A2</sub> = 9,1; pK<sub>A3</sub> = 10,1).
- lysin při pH = 6 (pK<sub>A1</sub> = 2,2; pK<sub>A2</sub> = 9,0; pK<sub>A3</sub> = 10,5).

- d. glutamová kyselina při pH = 3 ( $pK_{A1} = 2,1$ ;  $pK_{A2} = 9,5$ ;  $pK_{A3} = 4,3$ ).
- e. valin při pH a) 5 b) 9,7 ( $pK_{A1} = 2,3$ ;  $pK_{A2} = 9,7$ ).
- f. arginin při pH a) 2 b) 7,4 c) 10 d) 13 ( $pK_{A1} = 2,0$ ;  $pK_{A2} = 9,0$ ;  $pK_{A3} = 12,5$ ).

#### Obecný postup při řešení

- Nakreslete maximálně protonizovanou formu aminokyseliny.
- Ke všem kyselým skupinám správně (!) přiřadte jejich  $pK_A$  hodnoty.
- U každé kyselé skupiny zvláště (!) rozhodněte, zda je při daném pH disociovaná či nikoliv.
- Jestliže  $pH < pK_A \Rightarrow$  příslušná kyselá skupina je převážně protonizovaná.
- Jestliže  $pH > pK_A \Rightarrow$  příslušná kyselá skupina je převážně deprotonizovaná (disociovaná).
- Jestliže  $pH = pK_A \Rightarrow$  příslušná kyselá skupina je deprotonizovaná právě z 50 %.

### Proteiny

32. Charakterizujte chemickou podstatu bílkovin.
33. Jaké funkce mají bílkoviny v organismu?
34. Nakreslete obecný vzorec tetrapeptidu, vyznačte peptidové vazby, hlavní řetězec a postranní řetězce.
35. Charakterizujte vlastnosti peptidové vazby a její konfiguraci (*cis/trans*).
36. Nakreslete strukturní vzorce: a) fenylylanylhistidin b) histidylglycin c) glycyserin.
37. Uveďte vzorce a názvy všech možných dipeptidů odvozených od glutamové kyseliny a serinu.
38. Vysvětlete pojmy a) sekundární struktura b) supersekundární struktura.
39. Popište hlavní strukturní rysy  $\alpha$ -helixu.
40. Vysvětlete rozdíl mezi  $\beta$ -strukturou a strukturou skládaného listu.
41. Které aminokyseliny mohou svými postranními řetězci vytvářet vodíkové vazby?
42. Charakterizujte terciární a kvartérní strukturu bílkovin.
43. Vysvětlete pojem denaturace.
44. Uveďte příklady a) globulárních bílkovin b) fibrilárních bílkovin.
45. Které nevazebné interakce se uplatňují při:
  - a) stabilizaci sekundární struktury b) sbalování proteinu do nativní konformace.
46. Znázorněte interakce mezi postranními řetězci a) Asn + Tyr b) Glu + Lys.
47. Vyberte látky, které mají povahu bílkovin:
 

lignin, vata, hedvábí, bavlna, polyurethan, kalcium-kaseinát, pektin, želatina, lanolin, agar, gutaperča, aspartam, chlorofyl, kobalamin, glykogen, glukagon, karoten, keratin, karnosin, karnitin, kreatin, kreatinkinasa, lysozym, myosin, myoinositol, myoglobin.
48. Pojmenujte uvedené sloučeniny:





