

# Metodický list: Sacharidy

---

Podle vzdělávacího oboru Chemie, jak je vymezen v Rámcovém vzdělávacím programu pro gymnázia (dále RVP G), by žáci měli charakterizovat sacharidy jako jednu ze základních skupin látek v bioorganické chemii. RVP G klade důraz na orientaci se ve funkcích a struktuře, přičemž u sacharidů jde zejména o různorodé funkce polysacharidů (na rozdíl od monosacharidů). Po žácích se také požaduje základní orientace v metabolismu sacharidů.

## Didaktické cíle

- Žák zná názvy a vzorce důležitých monosacharidů, je schopný převádět vzorce mezi lineární a cyklickou formou, zařadit monosacharid do správné skupiny a orientuje se v jejich vzájemném vztahu jakožto izomerů (epimerů, enantiomerů, anomerů).
- Žák popíše vlastnosti a význam zástupců monosacharidů, oligosacharidů a polysacharidů.
- Žák aplikuje poznatky o reaktivitě monosacharidů (oxidace, redukce, nukleofilní substituce atd.).
- Žák vyřeší otevřené úlohy s využitím vyšších myšlenkových operací (analýza, syntéza, evaluace) – provede srovnání chemických sloučenin, formuluje zdůvodnění svých odpovědí, převádí informace z grafické podoby do textové a obráceně, porozumí a aplikuje nově představené informace, analyzuje a doplňuje zadaná schémata apod.

## Pomůcky

- Pracovní list pro žáky
- Didaktické materiály (předzázpis, prezentace)
- Doporučená literatura:
  - MCMURRY, John. *Organická chemie*. V Brně: VUTIUM, 2007. Překlady vysokoškolských učebnic. ISBN 978-80-214-3291-8.
  - PAZDERA, Josef. Zhoršují nám sacharidy zrak? [online], OSEL.CZ, c2007, [cit. 11. 07. 2020] Dostupné z: <https://www.osel.cz/3116-zhorsuji-nam-sacharidy-zrak.html?fbclid=IwAR0LqzcHR9Pz9b7tMxbqiFChuwnsdO4AoLkt7g-UDCStqtQItOnhjqJNECY>

## Harmonogram výuky

Odhad časové zátěže:

Číslo úlohy	Čas [min]
1	6–8
2	4–6
3	3–4
4	5–7
5	7–9
6	8–10
7	12–14
8	5–7
9	9–11
10	9–11

## Taxonomie úloh

Taxonomie je zpracována dle Tollingerové, označení v závorkách odkazuje na její systém, jak je popsán ve skriptech Metody projektování učebních úloh (Nikl, 1997).

V úloze č. 1 musí žáci ze zadaného faktu či situace odvodit, kterého sacharidu se údaj týká (III. 4) a své rozhodnutí odůvodnit (III.2).

V úloze č. 2 žáci na základě porovnání sacharidů vyloučí zástupce, který do dané čtveřice nepatří. Jde o úlohu na porovnání a rozlišování (II.5). Žáci své rozhodnutí musí opět zdůvodnit (III.2).

Úloha č. 3 je úkolem na kategorizaci (II.6) s prvky transformace - rozřazování do diagramu (III.1).

Úloha č. 4 pracuje především s transformací (III.1), kdy žáci odpovídají pomocí rozklíčování grafické informace – vzorce, ale i s reprodukcí faktů a definic (I.2 a I.3).

V úloze č. 5 je několik podotázek, otázka a) je na reprodukci faktu (I.2), otázka b) vyžaduje transformaci (III.1), tentokrát z textové do grafické podoby, zbývající otázky jsou na reprodukci faktu/vysvětlení faktů (I.2).

Úloha č. 6 je komplexní úlohou. Otázka a) může být chápána jako výklad faktu (III.2). Otázka b) je zaměřená na zjištění vztahu mezi fakty (II.7). Výpočet je typ II.9. Otázka d) je zaměřená na transformaci (III.1).

Úloha č. 7 je zaměřená na vzorce a pochopení izomerie, takže vyžaduje reprodukci faktů a definic (I.2 a I.3), aplikaci a konkretizaci obecné definice na danou situaci (II.8) a transformaci mezi textovou a slovní podobou informace (III.1).

Úloha č. 8 využívá reprodukci faktů (I.2) a transformaci mezi textovou a slovní podobou informace (III.1).

Úloha č. 9 využívá reprodukci faktů (I.2) a obsahuje podotázku na výpočet (II.9).

Úloha č. 10 vyžaduje analýzu schématu (II.4) kvůli jeho následnému doplnění, transformaci mezi grafickou a textovou informací (III.1) a reprodukci faktů (I.2).

## Variabilita úloh

Velmi variabilní úlohy jsou: 1, 2, 4 a 7. Pro úlohu č. 1 by bylo možné vymyslet další situace, pro úlohu č. 2 zase jiné čtveřice pojmů. V úloze č. 4 lze použít jiný z probíraných disacharidů (laktosa, maltosa). V úloze č. 7 lze vycházet z jakéhokoli monosacharidu.

V úloze č. 6 lze pozměnit zadání výpočtu (podotázka c), jinak je spíše nevariabilní. Obdobně úloha č. 9.

Naopak úlohy č. 3, 5, 8 a 10 variabilní nejsou.

## Autorské řešení

ÚLOHA Č. 1		11 bodů
Sacharidy nám jsou užitečné v mnoha životních situacích. Který/é sacharid/y se uplatní v následujících situacích? Stručně svou odpověď zdůvodněte.		
TVRZENÍ	SACHARID	ZDŮVODNĚNÍ
Potřebuji zdravě zhubnout.	Celulosa	Celulosa je součást vlákniny, která v potravě urychluje příchod sytého stavu.
Musím vstát v půl páté ráno a budu unavený/á.	Glukosa	Glukosa představuje rychlý zdroj energie.
Mám zažívací potíže.	Celulosa	Součást vlákniny, která zlepšuje trávení a podporuje střevní mikroflóru.
Chci si vyrobit vlastní lepidlo.	Dextrin	Dextrin je součástí průmyslových lepidel.
Mám hypoglykemický šok.	Glukosa	Hypoglykemie je snížená koncentrace glukosy v krvi.
Krevní testy mi odhalily hyperglykemii.	Glukosa	Hyperglykemie je zvýšená koncentrace glukosy v krvi způsobená nedostatkem hormonu inzulínu.
Budu péct želatinový dort.	Sacharosa Agar	Třetinový cukr je nejčastěji používaným sladidlem. Agar je polysacharid vytvářející želatinu.
Po mléce mívám střevní potíže.	Laktosa	Enzym laktasa štěpí laktosu na glukosu a galaktosu, tento enzym může chybět nebo být nedostatečně účinný.
Často konzumuji sladkosti, cukrářské výrobky, sladké nápoje..	Fruktosa	Fruktosa (obsažená v glukoso-fruktosovém sirupu) způsobuje obezitu a diabetes 2. typu, tím že snižuje aktivitu inzulínu. Navíc přispívá ke vzniku aterosklerózy.
Sportovci vydrží cvičit/běhat déle než průměrný člověk.	Glykogen	Glykogen je zásobní polysacharid živočichů a člověka. Sportovci mohou mít až dvojnásobek glykogenových zásob.
Po operaci budu ležet v nemocnici a hrozí mi trombóza.	Heparin	Heparin je směs sulfonovaných polysacharidů používající se na snížení srážlivosti krve (tzv. antikoagulační účinky).

Poznámky k bodování: Za uvedení správného sacharidu za 0,25 bodů a se zdůvodněním za 1 bod.

ÚLOHA Č. 2		5 bodů
Z následujících čtveřic vyberte JEDEN sacharid, který do skupiny nepatří. Svou odpověď zdůvodněte.		
SKUPINA	NEPATŘÍ	DŮVOD
Sacharosa, glukosa, mannosu, fruktosa	Sacharosa	Jde o disacharid, ostatní jsou monosacharidy.
Fruktosa, celulósa, sacharosa, škrob	Celulósa	Není stravitelná.
Škrob, inulin, glykogen, celulósa	Celulósa	Má stavební funkce, ostatní mají zásobní funkci.
Maltosa, sacharosa, laktosa, cellobiosa	Sacharosa	Jedná se o neredukující sacharid.
Škrob, glykogen, maltosa, laktosa	Laktosa	Má $\beta$ -glykosidovou vazbu.

Poznámky k bodování: Za uvedení nepatřícího sacharidu za 0,25 bodu, se správným důvodem za 1 bod.

**ÚLOHA Č. 3****4 body**

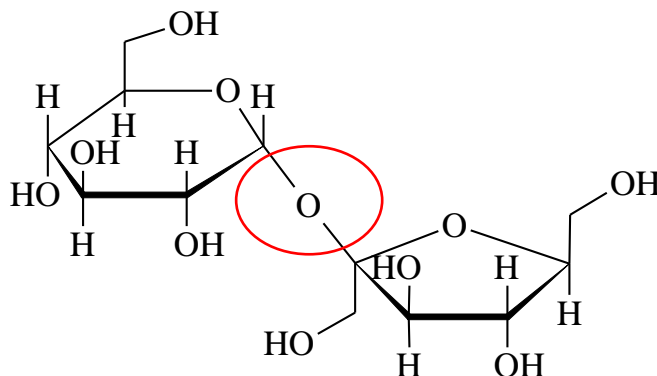
Doplňte do diagramu k daným kategoriím zástupce monosacharidů, do každého z možných průniků dva příklady.



Poznámky k bodování: Za každého správně přiřazeného zástupce 0,5 bodu.

**ÚLOHA Č. 4**
**8 bodů**

S pomocí vzorce odpovězte na následující otázky.



a) Tato látka se systematicky jmenuje  $\alpha$ -D-glukopyranosyl- $\beta$ -D-fruktofuranosid. Pod jakým názvem ji znáte vy? **1 bod**

Sacharosa

b) Kolik sacharidových jednotek obsahuje a jak se jmenují?

**2,5 bodu**

Dvě, glukopyranosa a fruktofuranosa (lze uznat i názvy necyklické formy, tj. glukosa a fruktosa).

c) Zakroužkujte vazbu, která je spojuje. Jak se jmenuje?

**1,5 bodu**

Etherová, glykosidická vazba je speciální případ etherové vazby.

d) Co znamenají písmenka  $\alpha$ ,  $\beta$  a D v systematickém názvu? Zakroužkujte ve vzorci příslušné skupiny. **3 body**

Označení D znamená, že má monosacharid ve Fisherově projekci OH skupinu na posledním chirálním uhlíku směřující doprava.  
Označení  $\alpha$  znamená, že v Haworthově vzorci cyklické formy D-monosacharidu směřuje OH skupina na anomerním uhlíku dolů (jako zde u D-glukosy),  $\beta$  signalizuje za stejného předpokladu OH skupinu směřující nahoru (jako zde u D-fruktosy).

Poznámky k bodování:

b) Za počet sacharidových jednotek 0,5 bod a název za 1 bod (celkem 2 názvy).

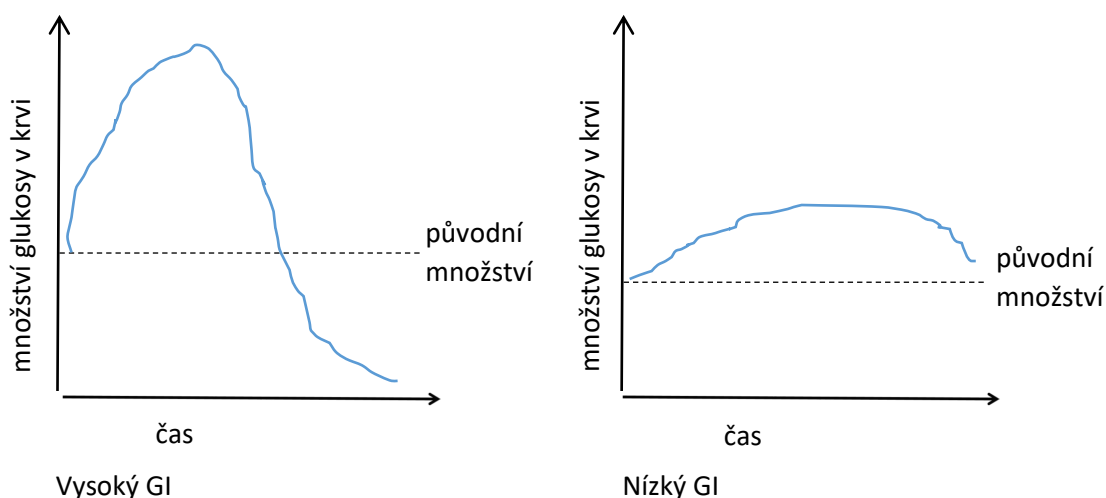
c) Za označení vazby 0,5 bodu a za její název 1 bod.

**ÚLOHA Č. 5****10 bodů****Přečtěte si následující text:**

Sacharidy jsou nezbytnou složkou potravy. Každý typ sacharidu má však jinou funkci a jinak se v těle metabolizuje. Každá potravina má navíc různý obsah sacharidů. Proto byl stanoven glykemický index (GI), bezrozměrné číslo, které nám může napovědět, jaké sacharidy daná potravina obsahuje a jak se budou tyto sacharidy v našem organismu metabolizovat. GI udává rychlost využití glukosy tělem z určité potraviny a to tak, že referenční hodnota 100 patří čisté glukose. Z potravin obsahujících snadno vstřebatelné a rychle metabolizované sacharidy, jejichž GI je vysoký, se glukosa do krve uvolňuje velmi rychle a krátce po tomto nárůstu se dostaví hluboký pokles pod původní úroveň, vyvolaný zvýšenou produkcí inzulínu. Pokles doprovází znovuobjevení hladu či únavy, které jsme potravinou chtěli odstranit. Z potravin s nízkým GI se glukosa, a tedy i energie uvolňuje pomaleji po delší dobu, než se vrátí na původní úroveň. Není překvapením, že potraviny s vysokým GI stojí za vznikem obezity a kardiovaskulárních nemocí. Nové studie však ukazují, že mají též negativní vliv na náš zrak. Způsobují onemocnění oka, kterému se říká makulární degenerace. Postihuje sítnici, především žlutou skvrnu u osob vyššího věku. Jedná se o jednu z nejčastějších příčin slepoty ve vyspělých zemích.

**a) Co je žlutá skvrna, která je v textu zmíněna?****1 bod**

Místo na sítnici s největší koncentrací světločivných buněk.

**b) Zakreslete do grafu závislost množství glukosy v krvi po konzumaci potraviny s nízkým GI a s vysokým GI.****4 body****c) Na čem závisí rychlost metabolizace sacharidů? Uveďte alespoň 1 faktor. Uveďte také 2 příklady rychle a 2 příklady pomalu se metabolizujících sacharidů.****3 body**

Na množství a způsobu vazby monosacharidových jednotek. Monosacharidy a nižší oligosacharidy (glukosa, fruktosa, maltosa, sacharosa,...) zvyšují množství glukosy v krvi rychle. Naopak polysacharidy ho zvyšují pomalu. Z celulosy se dokonce neuvolňuje vůbec.

**d) Zdravý člověk s pestrým jídelníčkem nemusí většinou hodnotu GI potravin sledovat.  
Pro kterou skupinu obyvatel či v jakých situacích je však sledování tohoto ukazatele nezbytné?  
Uveďte 2 příklady. 2 body**

Pro diabetiky, tj. lidé s predispozicemi ke kardiovaskulárním onemocněním, nově i lidé s predispozicemi k onemocnění očí, užitečný je i při redukčních dietách.

Poznámky k bodování:

c) Za faktor ovlivňující rychlost reakce 1 bod, příklad sacharidu za 0,5 bodu (celkem 4 příklady).



**ÚLOHA Č. 6****13 bodů**

Sacharidy patří mezi opticky aktivní látky, což znamená, že mají schopnost stáčet rovinu polarizovaného světla. Optická otáčivost se měří pomocí polarimetrů, hmotnostní koncentrace opticky aktivní látky v roztoku se dá vypočítat dle vzorce:

$$c_m = \frac{\alpha}{l \cdot \alpha_D^{20}}$$

Hodnoty specifické otáčivosti pro některé monosacharidy:

	D-glukosa	D-fruktosa	D-galaktosa	D-psikosa
$\alpha_D^{20} [^\circ \cdot dm^2 \cdot g^{-1}]$	+0,053	-0,092	$\sim +0,08$	+0,004

**a) Vysvětlete, co je polarizované světlo.**

**2 body**

Světlo, jehož složka elektrické intenzity kmitá pouze v jedné rovině.

**b) Doplněte následující tvrzení slovy snižuje/zvyšuje.**

**3 body**

Přítomnost keto skupiny většinou **snižuje** specifickou otáčivost.

Pro zvětšující se hmotnostní koncentraci látky se **zvvyšuje** otáčivost roztoku.

Při použití delší polarizační trubice se otáčivost roztoku **zvvyšuje**.

**c) Vypočítejte otáčivost roztoku, který vznikne rozpuštěním 25 g D-glukosy ve vodě tak, že vznikne 100 ml roztoku, a jakou bychom naměřili s polarimetrem, jehož polarizační trubice má délku 25 cm.**

**5 bodů**

$$m_{\text{glukosa}} = 25 \text{ g}$$

$$V_{\text{roztok}} = 100 \text{ ml} = 0,1 \text{ l}$$

$$l = 25 \text{ cm} = 2,5 \text{ dm}$$

$$\alpha = ?$$

$$c_m = \frac{m}{V} = \frac{\alpha}{l \cdot \alpha_D^{20}}$$

$$\alpha = \frac{m}{V} l \cdot \alpha_D^{20}$$

$$\alpha = \frac{25}{0,1} 2,5 \cdot 0,053 = \underline{\underline{33,1^\circ}}$$

d) Upravte vzorec tak, abychom získali místo hmotnostní koncentrace  $c_m$  koncentraci látkovou  $c$ . 3 body

$$c_m = \frac{m}{V} \dots \text{tento vzorec vynásobíme zlomkem } \frac{n}{m}$$

$$c_m \frac{n}{m} = \frac{m}{V} \frac{n}{m} \dots \text{hmotnost na pravé straně se zkrátí, } \frac{n}{V} = c$$

$$\frac{nc_m}{m} = c \dots \frac{n}{m} \text{ lze též přepsat jako } \frac{1}{M}$$

$$\text{Opravený vztah: } c = \frac{1}{M} \frac{\alpha}{l \cdot \alpha_D^{20}}$$

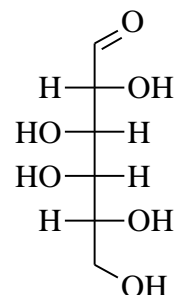
Poznámky k bodování:

c) Za uvedení vzorce  $c_m = \frac{m}{V}$  a dání do rovnosti se vztahem v zadání 1 bod, za vyjádření úhlu 1 bod, za správné dosazení ve správných jednotkách 2 body (dosazení ve špatných jednotkách 1 bod, zcela chybné dosazení 0 bodů), za správný výsledek 1 bod.

d) Za správně upravený vztah s uvedením postupu (lze uznat i postup na základě porovnání jednotek) 3 body, za uvedení vztahu  $c = \frac{1}{M} \frac{\alpha}{l \cdot \alpha_D^{20}}$  bez vysvětlení či postupu 1 bod.

**ÚLOHA Č. 7**
**23,5 bodu**

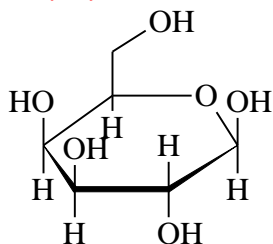
a) Pojmenujte triviálně i systematicky monosacharid na vzorci vpravo. Do obou názvů uveďte i všechny stereodeskripty. **1,5 bodu**



Triviálně: D-galaktosa  
Systematicky: (2*R*,3*S*,4*S*,5*R*)-2,3,4,5,6-pentahydroxyhexanal

b) Nakreslete tento vzorec v cyklické podobě. Uveďte všechny možnosti a pojmenujte je. Napište, která z možností je nejpravděpodobnější a vysvětlete proč. **13,5 bodu**

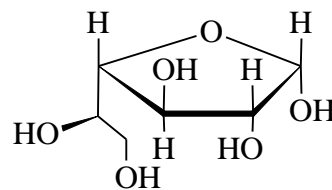
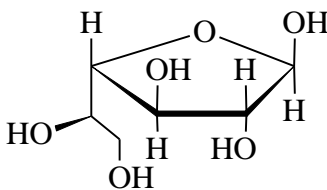
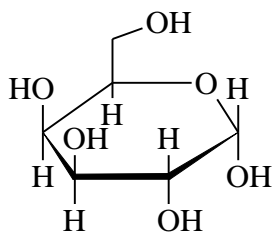
$\beta$ -D-galaktopyranosa – nejvíce zastoupená forma cyklické galaktosy, protože má všechny OH skupiny skupiny v ekvatoriální poloze a je nejméně stericky bráněná.



$\alpha$ -D-galaktopyranosa

$\beta$ -D-galaktofuranosa

$\alpha$ -D-galaktofuranosa

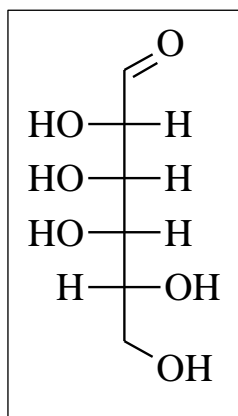


c) Vysvětlete pojem mutarotace. **1 bod**

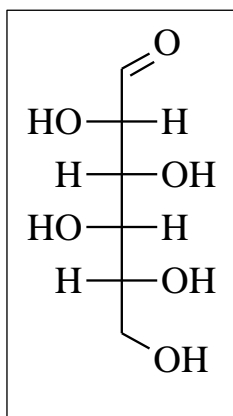
Mutarotace je samovolné vratné otevírání cyklických struktur monosacharidů na acyklické aldehydy, které opětovně cyklizují. Dochází ke vzájemné přeměně anomerů, dokud se mezi nimi neustálí stabilní poměr.

d) Doplněte správně do schématu izomery zadaného sacharidu a pojmenujte je.

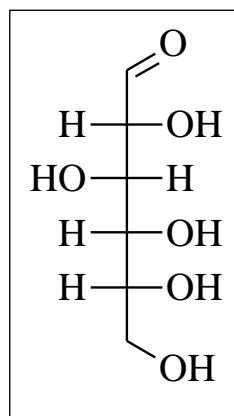
7,5 bodu



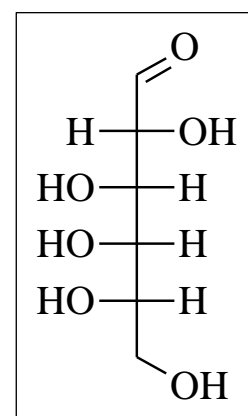
D-talosa



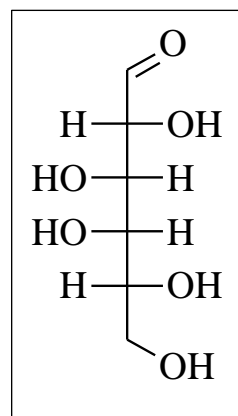
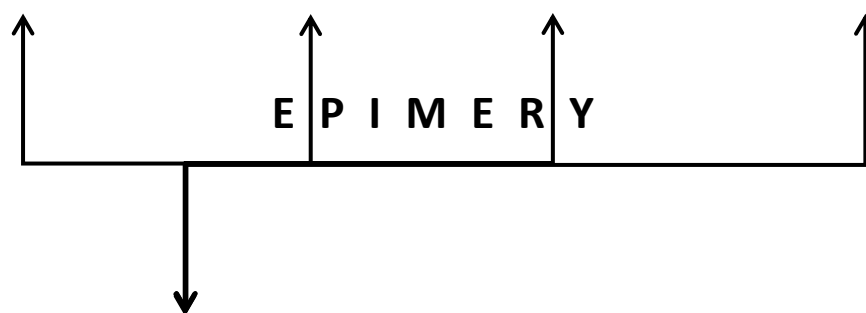
D-idosa



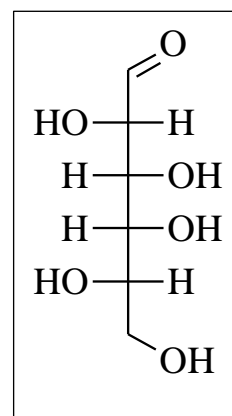
D-glukosa



L-altrosa



**ENANTIOMER**



L-galaktosa

Poznámky k bodování:

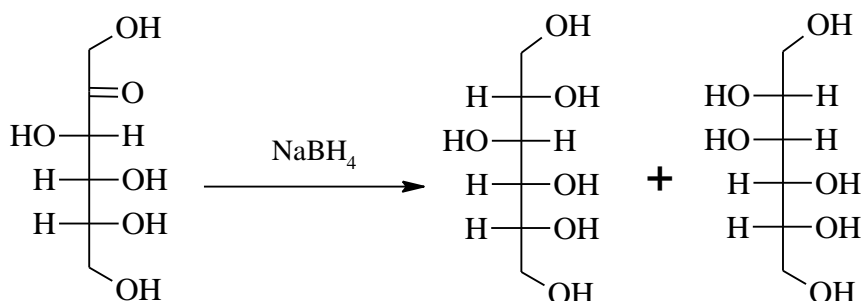
a) Za triviální název 0,5 bodu (bez stereodeskriptorů 0,25 bodu), za systematický název 1 bod (s 1 chybou ve stereodeskriptorech stále 1 bod, 2 až 3 chyby za 0,75 bodu, 4 chyby ve stereodeskriptorech nebo bez stereodeskriptorů za 0,5 bodu).

b) Za nakreslený vzorec 2 body (celkem 4 vzorce), za správný název 1 bod (celkem 4 názvy), za nejvíce zastoupenou formu 0,5 bodu a za vysvětlení 1 bod.

d) Za vzorec 1 bod (celkem 5 vzorců), za název 0,5 bodu (celkem 5 názvů).

**ÚLOHA Č. 8**
**5 bodů**

a) Napište rovnici vzniku mannitolu z fruktosy. O jaký typ reakce jde? Jaké látky slouží jako katalyzátor reakce? Pojmenujte další cukerný alkohol, který se bude vyskytovat ve směsi produktů. **3 body**



Dalším cukerným alkoholem obsažený ve směsi produktů bude glucitol označovaný jako sorbitol.

Jde o redukci / katalytickou hydrogenaci. Katalyzátorem může být  $\text{NaBH}_4$  nebo platina.

b) Jaké je využití obou cukerných alkoholů v potravinářství?

**1 bod**

Cukerné alkoholy se používají jako sladidla či zahušťovadla.

c) Uveďte příklad použití mannitolu v lékařství.

**1 bod**

Mannitol působí proti otokům (např. mozku) a zvyšuje tvorbu moči.

Poznámky k bodování:

a) Za správnou rovnici 2 body (bez katalýzy 1,5 bodu a 0,5 bodu za sloučeninu), za pojmenování druhého alkoholu 0,5 bodu, za určení typu reakce 0,5 bodu.

ÚLOHA Č. 9	10,5 bodu
Všechny sacharidy v přírodě jsou syntetizovány z glukosy. Glukosa vzniká v autotrofních organismech při fotosyntéze. Fotosyntéza je komplikovaný cyklický proces, který má dvě fáze – světelnou a temnostní.	
a) Vysvětlete pojem autotrofní organismus.	1 bod
Autotrofní organismus získává uhlík z látek anorganických a vyrábí látky organické.	
b) Napište souhrnnou a vyčíslenou rovnici fotosyntézy. Která barviva tvoří fotosystémy, na kterých k fotosyntéze dochází?	2 body
$6 \text{ CO}_2 + 12 \text{ H}_2\text{O} \rightarrow \text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 + 6 \text{ O}_2 + 6 \text{ H}_2\text{O}$ <p>Na fotosystémy jsou napojeny světlo-sběrné antény, které se skládají z chlorofylu A (hlavní barvivo) a pomocných barviv B, C či D (dle druhu organismu) a karotenoidů a fykobilinů.</p>	
c) Vypočítejte, kolik m <sup>3</sup> vzduchu spotřebuje rostlina na vytvoření 1 g glukosy. Vzduch obsahuje 0,04 objemových % oxidu uhličitého. Molární objem vzduchu je 24,5 dm <sup>3</sup> · mol <sup>-1</sup> .	3,5 bodu
<p><math>V_{\text{vzduch}} = ?</math>  <math>m_{\text{glukosa}} = 1 \text{ g}</math>  <math>\varphi_{\text{CO}_2} = 0,04 \% = 0,0004</math>  <math>V_{m_{\text{vzduch}}} = 24,5 \text{ dm}^3 \cdot \text{mol}^{-1}</math>  <math>M_{\text{glukosa}} = 180 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}</math></p> <p>Glukosa = C<sub>6</sub>H<sub>12</sub>O<sub>6</sub></p> $n_{\text{glukosa}} = \frac{m_{\text{glukosa}}}{M_{\text{glukosa}}} = \frac{1}{180} = 0,005 \text{ mol}$ $\frac{n_{\text{glukosa}}}{n_{\text{CO}_2}} = \frac{1}{6} \Rightarrow n_{\text{CO}_2} = 6 \cdot n_{\text{glukosa}} \Rightarrow n_{\text{CO}_2} = 6 \cdot 0,005 = 0,03 \text{ mol}$ $n_{\text{CO}_2} = \frac{V_{\text{CO}_2}}{V_{m_{\text{CO}_2}}} \Rightarrow V_{\text{CO}_2} = n_{\text{CO}_2} \cdot V_{m_{\text{CO}_2}} = 0,03 \cdot 24,5 = 0,735 \text{ dm}^3$ $\varphi_{\text{CO}_2} = \frac{V_{\text{CO}_2}}{V_{\text{vzduch}}} \Rightarrow V_{\text{vzduch}} = \frac{V_{\text{CO}_2}}{\varphi_{\text{CO}_2}} = \frac{0,735}{0,0004} = 1837,5 \text{ dm}^3 = \underline{1,84 \text{ m}^3}$	
d) Popište roli slunečního záření v první fázi fotosyntézy.	2 body
Sluneční záření se spotřebovává při štěpení vody a následné excitaci elektronů ve fotosystémech.	
e) Stručně popište, k čemu dochází během temnostní fáze fotosyntézy. Myslíte, že temnostní fáze může probíhat i ve tmě a znáte další její název?	2 body
Temnostní fáze neboli Calvinův cyklus je metabolická dráha, kterou se syntetizují cukry. Ne, za tmy je fotosyntéza blokována, všechny reakce probíhají za světla.	

Poznámky k bodování:

b) Za napsání rovnice i s vyčíslením za 1 bod, za hlavní barvivo 0,5 bodu a za alespoň jedno z ostatních barviv 0,5 bodu (pokud žák uvede pouze chlorofyl bez určení typu, bude to považováno pouze za hlavní barvivo -> za odpověď získá 0,5 bodu).

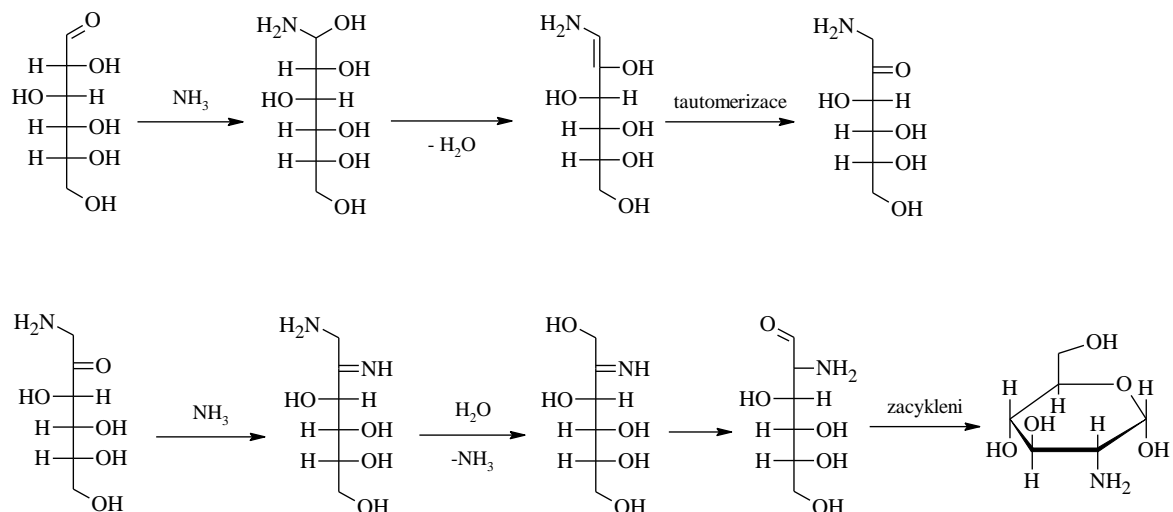
c) Za každý krok výpočtu 0,75 bodu (celkem 4 kroky).

e) Za popis 1 bod, za odhad, jestli může nebo nemůže probíhat ve tmě 0,5 bodu, za další název 0,5 bodu.

**ÚLOHA Č. 10**
**12 bodů**

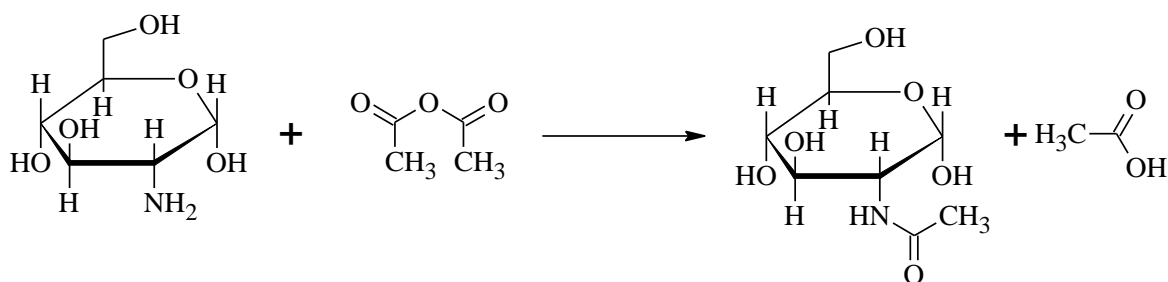
N-acetylglukosamin je monomerem jednoho důležitého polysacharidu. V laboratoři lze připravit z glukosy, amoniaku a acetanhydridu. Biosyntéza probíhá z glukosa-6-fosfátu a je k ní potřeba glutamin a acetylkoenzym A.

a) V laboratorní syntéze je prvním krokem příprava glukosaminu z lineární formy glukosy a amoniaku. S amoniakem zde reaguje pouze karbonylová skupina. Reakce probíhá přes iminový intermediát. Doplňte do schématu chybějící meziprodukty. Jaký typ reakce je reakce karbonylové skupiny s amoniakem? **6 bodů**



Reakce karbonylové skupiny s amoniakem se označuje jako nukleofilní adice.

b) Druhým krokem je selektivní acetylace aminoskupiny glukosaminu (v cyklické formě) pomocí acetanhydridu. Napište rovnici reakce. Co vzniká jako vedlejší produkt? **3 body**



Vedlejší produkt je kyselina octová.

c) Jak se nazývá homopolymer N-acetylglukosaminu? Uveďte alespoň dva příklady jeho výskytu v přírodě. **1,5 bodu**

Je to chitin, který tvoří krunýř raků, exoskeleton hmyzu a členovců a nachází se v buněčné stěně hub.

**d) Kopolymerací N-acetylglukosaminu s kyselinou glukoronovou vzniká jiný důležitý polysacharid, jehož název často zaslechnete v reklamách na kosmetiku. Jak se tento polysacharid nazývá? Uveďte alespoň dva příklady jeho výskytu v lidském těle. 1,5 bodu**

**Kyselina hyaluronová, která se u nás vyskytuje např. v kůži, v očním sklivci či v pojivových tkáních.**

Poznámky k bodování:

- a) Za vzorec 1 bod (celkem 5 bodů, jeden vzorec se opakuje), za určení nukleofilní adice 1 bod.
- b) Celá rovnice za 2,5 body (reaktanty 2x0,5 bodu, hlavní produkt 1 bod, vedlejší produkt 0,5 bodu), za pojmenování kyseliny 0,5 bodu.
- d) Za název 0,5 bodu, za příklad výskytu 0,5 bodu (celkem 2 příklady).



## Zdroje

MCMURRY, John. *Organická chemie*. V Brně: VUTIUM, 2007. Překlady vysokoškolských učebnic. ISBN 978-80-214-3291-8.

NIKL, Jiří. *Metody projektování učebních úloh*. Hradec Králové: Gaudeamus, 1997. ISBN 80-7041-230-5.

PAZDERA, Josef. *Zhoršují nám sacharidy zrak?* [online], OSEL.CZ, c2007, [cit. 11. 07. 2020] Dostupné z: < <https://www.osel.cz/3116-zhorsuji-nam-sacharidy-zrak.html?fbclid=IwAR0LqzcHR9Pz9b7tMxbqiFChuwsdO4AoLkt7g-UDCStqtQItOnhjQJNECY>>

ÚSTŘEDNÍ KOMISE CHEMICKÉ OLYMPIÁDY. Test školního kola kategorie D 53. ročníku Chemické olympiády. *Chemická olympiáda* [online]. Praha [cit. 25.07.2020]. Dostupné z: [https://olympiada.vscht.cz/media/filer\\_public/90/df/90dfc0d1-b532-45c3-9242-69653cbeceb7/53cho\\_c\\_tsk\\_komplet\\_zr.pdf](https://olympiada.vscht.cz/media/filer_public/90/df/90dfc0d1-b532-45c3-9242-69653cbeceb7/53cho_c_tsk_komplet_zr.pdf)

WADE, L. G. *Organic chemistry*. 8th ed. Boston: Pearson, c2013. ISBN 978-0-321-76841-4.