



Masarykova univerzita

Přírodovědecká fakulta



**ViBuCh**

Vzdělávací ikurz pro budoucí chemiky

# Vzdělávací ikurz pro budoucí chemiky

Řešení úkolů 2. série

6. ročník (2015/2016)

## A2 – Koordinační sloučeniny

Autor: Michal Horní (e-mail: michalh@mail.muni.cz)

14 bodů

- K následujícím ligandům přiřaďte správný počet elektronů na donorových atomech.
- NH<sub>3</sub> – jeden volný elektronový pár na N = 2 elektrony  
 Ph<sub>2</sub>PCH<sub>2</sub>CH<sub>2</sub>PPh<sub>2</sub> – 2 volné elektronové páry na atomech P = 4 elektrony  
 cyklopentadienyl – kovalentně 5 elektronů, iontově 6 delokalizovaných π-elektronů  
 benzen – 6 elektronů

(1,0 b.)

- Jestliže CO je dvouelektronový a NO tříelektronový donorový ligand, uveďte všechny možnosti stabilních 18 elektronových sloučenin Cr<sup>0</sup> a Fe<sup>0</sup>, které obsahují pouze NO a/nebo CO ligandy.

Z elektronové konfigurace plyne:

Fe<sup>0</sup> – 8 val. elektronů

Cr<sup>0</sup> – 6 val. elektronů

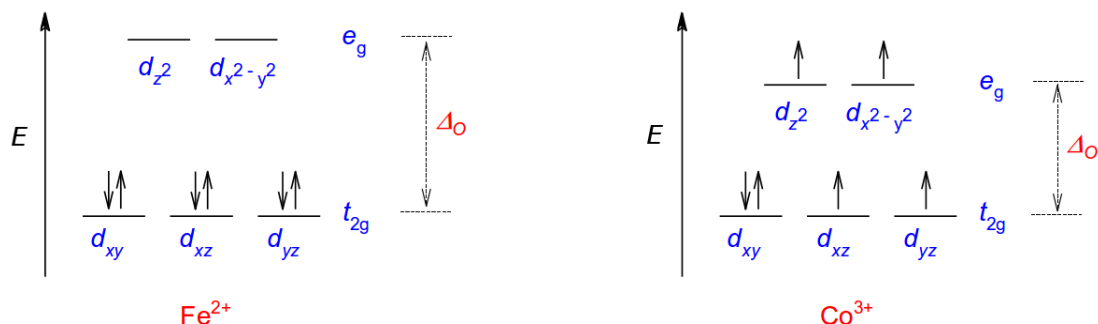
Tvoříme vzorce sloučenin tak, aby součet valenčních elektronů kovu a elektronů od ligandů tvořily součet 18:



(2,0 b.)

- Zadání a řešení jednotlivých úkolů:

- Napište elektronovou konfiguraci centrálního atomu v komplexech [Fe(CN)<sub>6</sub>]<sup>4-</sup> a [CoCl<sub>6</sub>]<sup>3-</sup>.  
 Fe<sup>2+</sup> [Ar] 4s<sup>0</sup> 3d<sup>6</sup>  
 Co<sup>3+</sup> [Ar] 4s<sup>0</sup> 3d<sup>6</sup>
- Dále nakreslete energetický diagram (včetně obsazení elektronů) štěpení d-orbitalů obou komplexů.



3. Rozhodněte, který z nich je vysokospinový/nízkospinový.

Podle elektronové konfigurace osazujeme valenční elektrony do příslušných  $d$ -orbitalů kovu (v obou případech **šest elektronů**). Zda-li bude komplex vysoko/nízkospinový, určíme ze spektrochemické řady ligandů:

Fe – nízkospinový (spárované elektrony;  $\text{CN}^-$  ligandy tvoří silné pole; energie potřebná ke spárování elektronů je nižší než  $\Delta_O$ )

Co – vysokospinový (nespárované elektrony;  $\text{Cl}^-$  ligandy tvoří slabé pole; energie potřebná ke spárování elektronů je větší než  $\Delta_O$ )

(3,0 b.)

5. Vysokospinová a nízkospinová uspořádání u oktaedrických komplexů se mohou projevit pouze při určitém počtu elektronů v  $d$ -orbitalích, v ostatních případech síla ligandového/krytalového pole nemá na elektronovou konfiguraci vliv. Které  $d^n$  (počet elektronů ve valenční sféře  $d$ -orbitalů) konfigurace iontů přechodných kovů mohou v oktaedrickém poli ligandů poskytnout nízkospinové i vysokospinové komplexy?

Platí u iontů kovů s konfigurací  $d^4 - d^7$ .

(0,5 b.)

6. Který z následujících komplexních kationtů bude bezbarvý?

Nemá-li komplexní kation ve své valenční sféře volné  $d$ -elektrony, bude mít tendenci být bezbarvý:

(a.)  $[\text{Zn}(\text{H}_2\text{O})_6]^{2+}$  – el. konfigurace  $[\text{Ar}] 4s^0 3d^{10}$  – bezbarvý (spárované elektrony)

(b.)  $[\text{Cu}(\text{H}_2\text{O})_6]^{2+}$  – el. konfigurace  $[\text{Ar}] 4s^0 3d^9$  – barevný

(c.)  $[\text{Fe}(\text{H}_2\text{O})_6]^{2+}$  – el. konfigurace  $[\text{Ar}] 4s^0 3d^6$  – barevný

(d.)  $[\text{Cr}(\text{H}_2\text{O})_6]^{2+}$  – el. konfigurace  $[\text{Ar}] 4s^0 3d^4$  – barevný

(0,5 b.)

7. Komplexní kation  $[\text{Cr}(\text{H}_2\text{O})_6]^{3+}$  absorbuje fotony s vlnovou délkou  $\lambda = 585 \text{ nm}$  a mění svoje zbarvení. Určete podle vlnové délky absorbovanou část (barvu) viditelného spektra, dále výslednou barvu komplexu, víte-li, že energie záření, která odpovídá výsledné barvě, je rovna  $E = 2,73 \text{ eV}$ .

Z viditelného spektra (380–780 nm) určíme podle vlnové délky, že jde o barvu žlutou. Pro určení výsledné barvy komplexu využijeme vztahu:

$$\lambda = \frac{h \cdot c}{E} = \frac{6,626 \times 10^{-34} \text{ J s} \cdot 3,00 \times 10^8 \text{ m s}^{-1}}{2,73 \text{ eV} \cdot 1,602 \times 10^{-19} \text{ J eV}^{-1}} = 455 \text{ nm}$$

Barva je **modrá**

(1,0 b.)

8. Dosud jediným známým paramagnetickým karbonylem je oktaedrický komplex se „17elektronovou konfigurací“  $[M(CO)_6]$ . Určete kov M. Uvažujte pouze první přechodovou řadu.

**M = vanad**

**V [Ar]  $4s^2 3d^3$**

**V(CO)<sub>6</sub> = 5 valenčních elektronů atomu vanadu + 6 · 2 elektronů karbonylových skupin = 17 elektronů**

(0,5 b.)

9. Příkladem fotochemicky katalyzované reakce je příprava Ru komplexu na obrázku 5. Během absorpce viditelného světla dochází k reakci a vzniku produktu, který vykazuje intenzivní luminiscenci určitého zbarvení.

(a) Jaké je oxidační číslo centrálního kovu na obrázku 6? – **Oxidační stav +II**

(b) Dále určete barvu a energii emitovaného záření, je-li emisní maximum 612 nm.

**Pro určení výsledné barvy komplexu využijeme vztahu:**

$$E = \frac{h \cdot c}{\lambda} = \frac{6,626 \times 10^{-34} \text{ J s} \cdot 3,00 \times 10^8 \text{ m s}^{-1}}{612 \times 10^{-9} \text{ m}} = 3,25 \times 10^{-19} \text{ J} = 2,03 \text{ eV}$$

(1,0 b.)

10. Je centrální kov paramagnetický nebo diamagnetický?

**Ru<sup>2+</sup> má elektronovou konfiguraci:**

**Ru [Kr]  $5s^0 4d^6$**

**Ligandy vázané v příslušném komplexu vytváří silné pole, a proto je komplex nízkospinový (*d*-elektrony jsou spárované). V energetickém diagramu štěpení *d*-orbitalů nejsou volné elektrony a komplex bude diamagnetický (podobně jako Fe<sup>2+</sup> v úkolu 3)**

(0,5 b.)

11. Tetraedrický komplex Cu<sup>I</sup> (obrázek 7) vykazuje pod UV světlem luminiscenci světla modrého zbarvení. Pokud krystaly začneme drtit, například kovovou špachtlí, začne komplex „světélkovat“ (triboluminiscence). Podobný efekt lze pozorovat při drcení krystalů cukru.

(a) Pojmenujte komplex systematickým názvem.

**Isothiokyanato-bis(pyridin)trifenylfosfanměďný komplex**

(b) Navrhněte rovnici přípravy komplexu a vypočítejte teoretický výtěžek reakce dle výchozích navážek.

**A = CuSCN**

**B = PPh<sub>3</sub>**

**C = pyridin (2 molekuly, v nadbytku; rozpouštědlo)**

**Výtěžek reakce:**

$$M_m(\text{CuSCN}) = 121,64 \text{ g mol}^{-1} \quad M_m(\text{PPh}_3) = 262,26 \text{ g mol}^{-1}$$

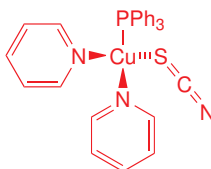
$$n = \frac{m}{M} = \frac{250 \times 10^{-3} \text{ g}}{121,64 \text{ g mol}^{-1}} = 2,055 \text{ mmol}$$

$$n = \frac{m}{M} = \frac{539 \times 10^{-3} \text{ g}}{262,26 \text{ g mol}^{-1}} = 2,055 \text{ mmol}$$

$$M_m(\text{komplex}) = 542,11 \text{ g mol}^{-1}$$

$$m(\text{komplex}) = n \cdot M = \mathbf{1,11 \text{ g}}$$

(c) Nakreslete strukturní izomer připraveného komplexu.



(2,5 b.)

12. Rozhodněte, který z výroků je pravdivý/nepravdivý:

- (a.) Orbitaly  $3d$  se zaplňují elektrony až po zaplnění orbitalu  $4s$  dvěma elektrony. Při vzniku kationtu  $\text{Fe}^{2+}$  se proto odštěpí dva elektrony z orbitalu  $3d$  a ne z orbitalu  $4s$ .  
**NE**, při vzniku kationtu  $\text{Fe}^{2+}$  se nejprve odštěpí elektrony z orbitalu  $4s$ .
- (b.) Jodidové anionty jako ligandy v komplexech způsobují silné štěpení  $d$ -orbitalů.  
**NE**, naopak
- (c.) Rozdíl energií rozštěpených hladin v tetraedrickém poli je větší než u oktaedrického pole.  
**NE**, naopak  $\rightarrow \Delta_t = 4/9 \Delta_o$

(1,5 b.)

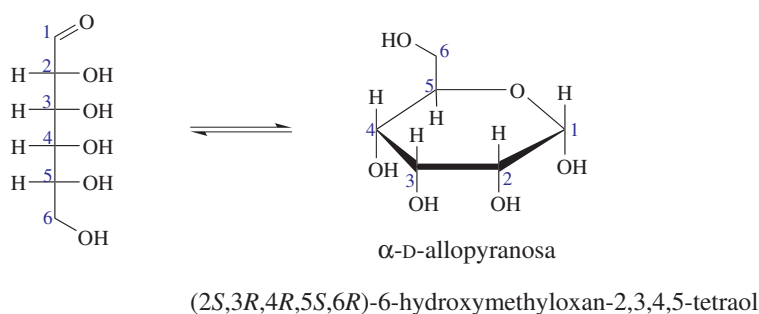
## B1 – Hydrolyza laktosy

Autoři: Petr Louša (e-mail: 393339@mail.muni.cz)

13 bodů

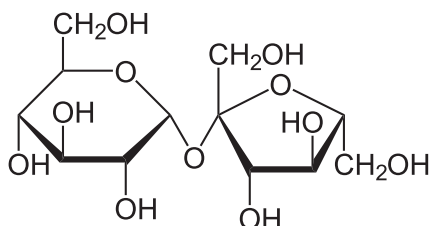
Kamil Maršálek (e-mail: marsalek.kamil@gmail.com)

1. Na obrázku jsou atomy uhlíku očíslované podle používané biochemické konvence (kterou v úloze používáme), tzn. anomerní uhlík má číslo 1. Pokud ovšem vytváříme systematický vzorec, chápeme sloučeninu jako heterocyklus, pro který platí, že číslo jedna má vždy heteroatom.



Obr. 1: Vzorec D-allosy

Redukující sacharid poznáme podle toho, zda ve své acyklické formě obsahuje aldehydovou či keto skupinu, které mohou být oxidovány. Všechny monosacharidy mohou v roztohu volně přecházet mezi cyklickou a acyklickou formou, jsou tedy redukující. Neredukující sacharid vznikne spojením dvou monosacharidů (1→1) glykosidovou vazbou, jako například v sacharose. Takto vzniklý sacharid neobsahuje hydroxylovou skupinu na anomerním uhlíku a nemůže tedy přecházet na acyklickou formu (**2,0 b.**).

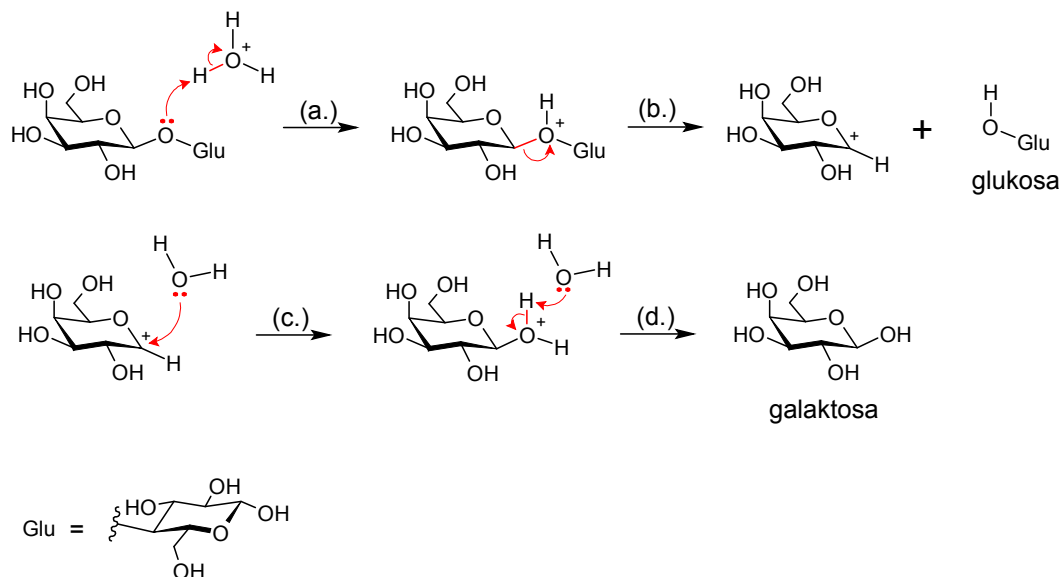


Obr. 2: Vzorec sacharosy

2. Podle zadání máme spočítat počet různých isomerů šestiuhlíkatého monosacharidu. Takzvané hexosy můžeme rozdělit na aldosity, které nesou aldehydovou skupinu a mají v cyklické formě celkem 4 stereogenní centra a ketosy, jež mají v molekule skupinu ketonovou a 3 centra chiralit. To celkem dává  $2^4 = 16$  možností pro aldosity a  $2^3 = 8$  pro ketosy. V tom jsou již zahrnuty D- a L- isomery. Z tohoto celkového počtu 24 možností je nutné odečíst 4 zakázané isomery (D- a L- glukosa a D- a L- fruktosa). Zbývá tedy 20 možných isomerů, což byla správná odpověď. Uznávali jsme rovněž číslo 10 (bez zahrnutí D- a L- isomerie – v přírodě se převážně vyskytuje stejně jen D-forma) a 40 (včetně tzv. anomerie  $\alpha$ ,  $\beta$ ) (**1,0 b.**).

3. Na obrázku byl znázorněn disacharid maltosa, systematicky 2-(hydroxymethyl)-6-[4,5,6-trihydroxy-2-(hydroxymethyl)oxan-3-yl]oxyoxan-3,4,5-triol. Disacharid složený ze stejných podjednotek, ale spojených vazbou (1→1) se jmenuje trehalosa a jeho vzorec je na obrázku 1 (1,0 b.).

4. Mechanismus reakce (3,0 b.):

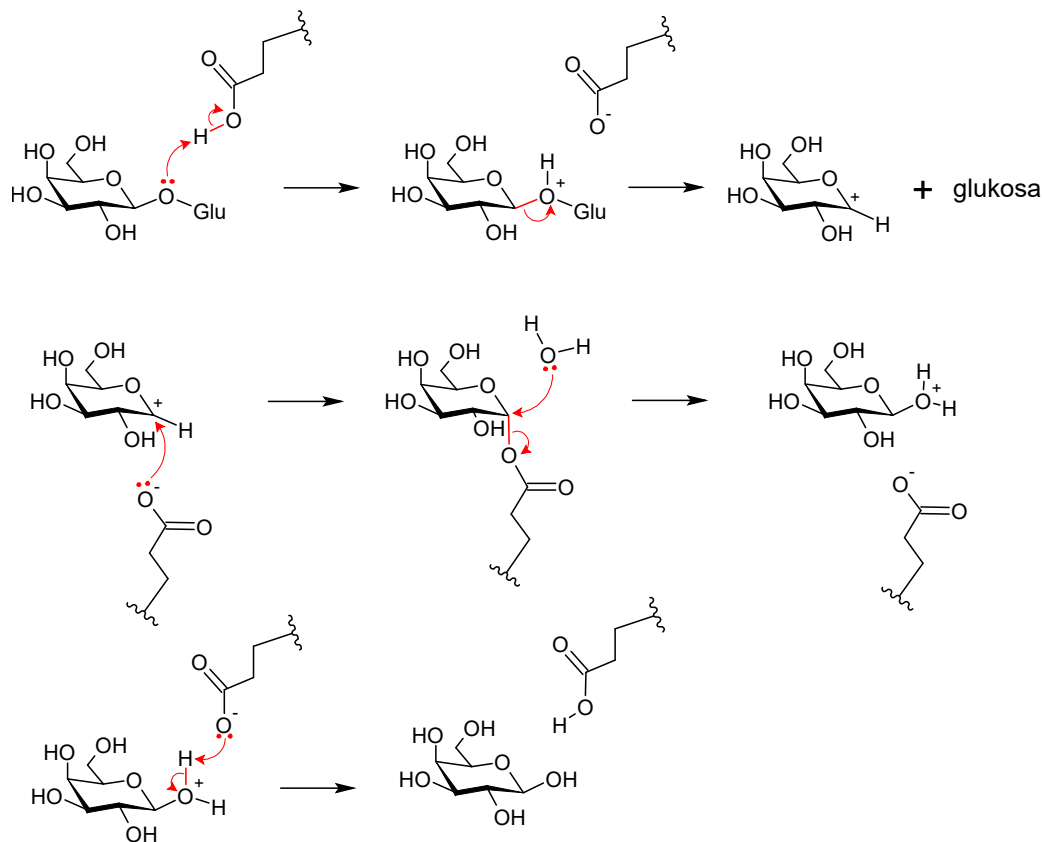


5. V proteinech živé přírody se běžně vyskytuje 20 aminokyselin (z toho 19 je skutečně aminokyselin a prolin je iminokyselina). Kromě této základní sady se velmi zřídka pro syntézu proteinů používá selenocystein (např. v enzymu glutathion peroxidasa, který katalyzuje rozklad peroxidu vodíku). Navíc některé bakterie používají pyrolysin a *N*-formylmethionin. Uznávali jsme tedy i počty od 21 do 23.

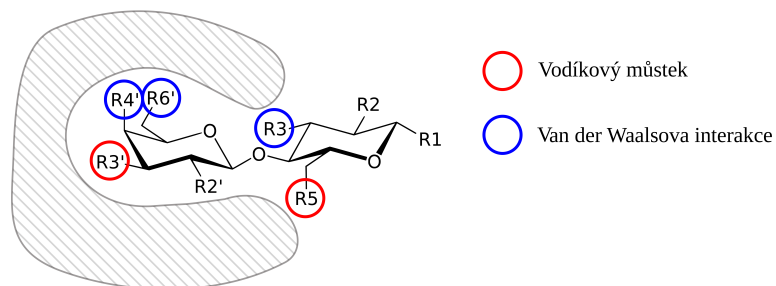
Jako kyseliny mohou vystupovat ty aminokyseliny, které ve svém postranním řetězci obsahují snadno odštěpitelný proton. Nejčastěji to jsou kyseliny glutamová a asparagová. Méně často mohou jako kyseliny reagovat některé další aminokyseliny obsahující relativně kyselé atomy vodíku, např. tyrosin nebo cystein.

Jako nukleofily reagují v enzymatických reakcích nejčastěji aminokyseliny serin, cystein a threonin, které ovšem potřebují ke své aktivaci přítomnost bazické aminokyseliny (nejčastěji histidin), která váže proton odstupující při nukleofilním ataku. Jako nukleofily mohou také reagovat deprotonované formy asparagové a glutamové kyseliny (jako např. v laktase). (1,0 b.)

## 6. Mechanismus reakce (3,0 b.):



7. V průběhu studie byly substituovány hydroxylové skupiny buď za methoxy skupinu, nebo za vodíkový atom. V případě, že původně na daném místě existovala interakce přes vodíkový můstek, obě substituce tuto interakci naruší a v daném řádku tabulky se objeví dva křížky. V případě interakce Van der Waalsovými silami (též sterická interakce) jde o to, že kavita aktivního místa tvarem odpovídá tvaru molekuly sacharidu. Atom vodíku, který je menší než hydroxylová skupina, tedy tuto interakci nenaruší a reakce dále probíhá („O“). Zato skupina  $-OCH_3$  je větší než  $-OH$  a takový derivát se fyzicky nevejde do aktivního místa enzymu, takže reakce nemůže proběhnout („X“). Pokud reakce probíhá i pro oba deriváty, toto místo není enzymem rozpoznáváno (není zde žádná interakce). Řešení viz obrázek.





## C1 – Klonování

Autor: Daniel Pokorný (e-mail: [pokec@mail.muni.cz](mailto:pokec@mail.muni.cz))

16 bodů

### Štěpení restrikčními endonukleasami

1. Vyberte dvojici restrikčních endonukleas, kterými budete oba plasmidy štěpit. Mějte na paměti, že štěpením nesmí dojít ke ztrátě regulačních elementů ani selekčních faktorů (**3,0 b.**).

NdeI, HindIII

2. Na stránkách [NEB](#) najděte sekvence, které tyto dva enzymy rozpoznávají a štěpí. Místo štěpení vyznačte hvězdičkou (např. 5'GGTAC\*C3' pro KpnI) (**2,0 b.**).

NdeI: 5'-CA\*TATG-3'

HindIII: 5'-A\*AGCTT-3'

3. Dochází při štěpení těmito enzymy ke vzniku „tupých“ (blunt) nebo „lepivých“ (sticky) konců (**1,0 b.**)?

Dochází ke vzniku lepivých konců.

4. Pomocí nástroje [Double Digest Finder](#) zjistěte, ve kterém pufru bude štěpení vybranými restrikčními endonukleasami probíhat nejrychleji (**2,0 b.**).

Pufr 2.1

5. Připravili jste si tuto reakční směs:

44  $\mu$ l DNA ( $c = 100$  ng/ $\mu$ l)

5  $\mu$ l pufru 2.1

1  $\mu$ l HindIII ( $c = 1000$  U/ml)

Štěpení probíhalo po dobu 2 hodin při 37 °C. Je množství enzymu dostatečné pro úplný průběh reakce? Definici jednotky aktivity U naleznete v popisu příslušných enzymů [zde](#) (**2,0 b.**).

1 U = množství enzymu, které rozštěpí 1  $\mu$ g DNA za 1 hodinu při 37 °C v reakční směsi o objemu 50  $\mu$ l

$c(\text{DNA}) = 100$  ng/ $\mu$ l

$V(\text{DNA}) = 44$   $\mu$ l

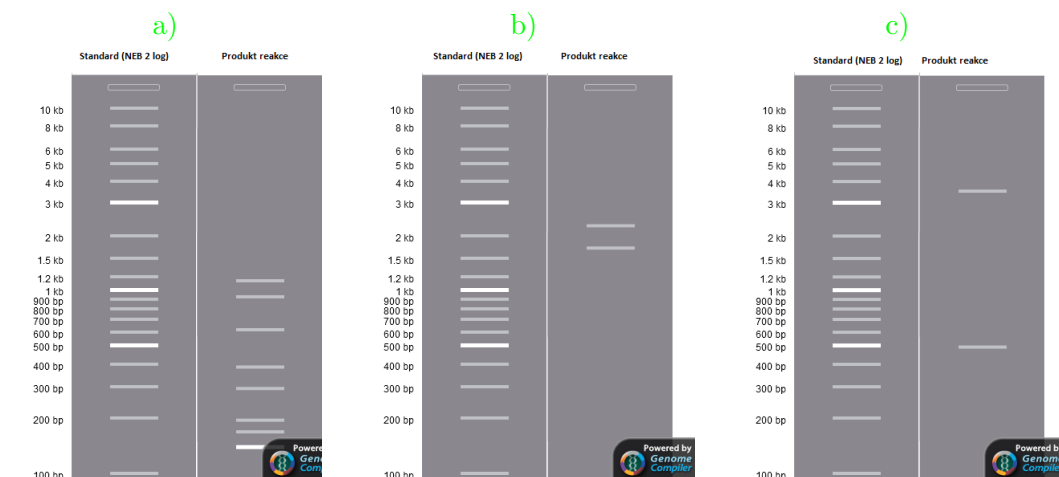
$m(\text{DNA}) = c \cdot V = 4400$  ng = 4,4  $\mu$ g

$c(\text{HindIII}) = 1000$  U/ml

Množství enzymu v této reakce za 2 hodiny teoreticky rozštěpí 2  $\mu$ g DNA. Množství tedy není dostatečné.

### Agarosová gelová elektroforéza

6. Z těchto elektroforegramů vyberte ten, který odpovídá štěpení plasmidu pMK-RQ z první části úlohy enzymy HindIII a NdeI (**3,0 b.**).



Při štěpení plasmidu pMK-RQ uvedenými enzymy by měly vzniknout 2 fragmenty. Z celkové velikosti plasmidu (4024 bp) a velikosti inzertu (1753 bp) lze tedy očekávat fragmenty o velikosti cca 2271 bp a 1753 bp. V elektroforegramu a) se nachází produktů 8, produkt reakce v elektroforegramu c) zase velikostně neodpovídají, správná odpověď je b).

### Ligace

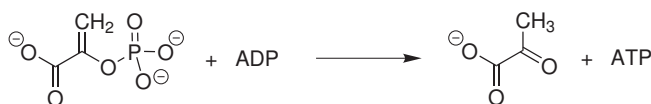
7. Pod tímto úkolem je sekvence vzniklá přeložením genu, se kterým pracujeme, do polypeptidového řetězce (sekvenci najdete rovněž ve studijních materiálech). Pomocí nástroje [BLAST](#) se pokuste protein identifikovat a uvést jeho název (pouze vložte sekvenci, nastavení není třeba nijak měnit. Berte v úvahu pouze výsledek se 100% sekvenční identitou) (1,0 b.).

```
MSIQENISSLQLRSWVSKSQRDLAKSILIGAPGGPAGYLRRASVAQLTQELGTAFFQQQLPAAMADTFLEHLCLLDI
DSEPVAARSTSIATIGPASRSVERLKEMIKAGMNIARLNFSHGSHEYHAESIANVREAVESFAGSPLSYRPVAIALD
TKGPEIRTGILQGGPESEVELVKGSQVLVTVDPAFRTRGNANTVWVDYPNIVRVVPVGGRIYIDDGLISLVVQKIGPE
GLVTQVENGVLGSRKGVNLPGAQVDLPLGLSEQDVRDLRFVGEHGVDIVFASFVRKASDVAAVRAALGPEGHGKIIS
KIENHEGVKRFDEILEVSDGIMVARGDLGIEIPAEKVFLAQKMMIGRCNLAGKPVVCATQMLESMTKPRPTRAETSD
VANAFLDGDACIMLSGETAKGNFPVEAVKMQHAIAREAEAAVYHRQLFEELRRAAPLSRDPTEVTAIGAVEAAFKCCA
AAIIVLTTTGRSAQLLSRYRPRAAVIAVTRSAQAARQVHLRCGVFPLLYREPPEAIWADDVDRRVQFGIESGKLRGFL
RVGDLVIVVTGWRPGSGYTNIMRVLSIS
```

Uvedená sekvence odpovídá lidskému proteinu pyruvát kinasa.

8. Výše uvedený protein je enzymem účastnícím se důležité metabolické dráhy. Uveďte název dráhy a napište, jakou chemickou reakci tento enzym katalyzuje (2,0 b.).

Pyruvát kinasa se účastní posledního kroku **glykolýzy**. Katalyzuje přeměnu fosfoenolpyruvátu na pyruvát za vzniku molekuly ATP.

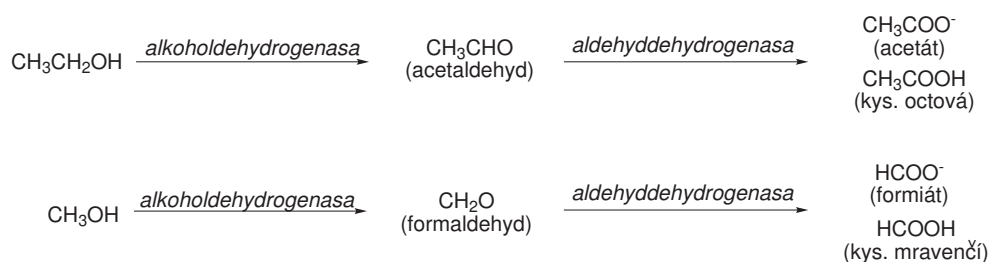


## Z4 – Methanol (čtvrtá doplňková úloha)

*Autorka: Pavla Fialová (e-mail: 423538@mail.muni.cz)*

11 bodů

1. Methanol se může do těla dostávat přes kůži, tedy dermální cestou, a také vdechnutím resp. respirační cestou. (0,4 b.)
2. Řešení: (1,2 b.)



3. Nejškodlivějším metabolitem je kyselina mravenčí. Přeměna formaldehydu na kyselinu mravenčí je rychlá, takže vůbec nedochází k hromadění formaldehydu v organismu a tedy není tak toxický jako kyselina mravenčí, která se v organismu hromadí.

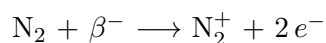
Kyselina mravenčí způsobuje metabolickou acidózu, hromadí se v sítnici, očním nervu a bazálních gangliích mozku. Způsobuje i trvalé poruchy zraku a v nejhorsím případě smrt. (0,5 b. za konkrétní metabolit + 0,5 b. za popis účinku)

4. Podat postiženému alkohol alespoň s 40 obj. % ethanolu. Ethanol má mnohem vyšší afinitu k alkoholdehydrogenase než methanol, bude se tedy přednostně metabolizovat a methanol se vyloučí z těla v nezměněné podobě.

Jako antidotum se také používá lék fomepizol, který však není tak dostupný jako ethanol. Působí stejně jako ethanol, tedy jako kompetitivní inhibitor alkoholdehydrogenasy. (0,5 b. za uvedení konkrétní látky + 0,5 b. za vysvětlení účinku)

5. Jako nosný plyn lze použít dusík, vodík, helium, oxid uhličitý nebo argon. (0,3 b.)
6. Plamenový ionizační detektor: Nosný plyn vystupující z kolony se mísí s vodíkem a vzduchem a molekuly plynu jsou v kyslíkovodíkovém plamenu ionizovány a vznikající ionty vedou proud mezi elektrodami. V případě vstupu analytu do detektoru dojde ke zvýšení ionizace a zvětšení elektrického proudu.

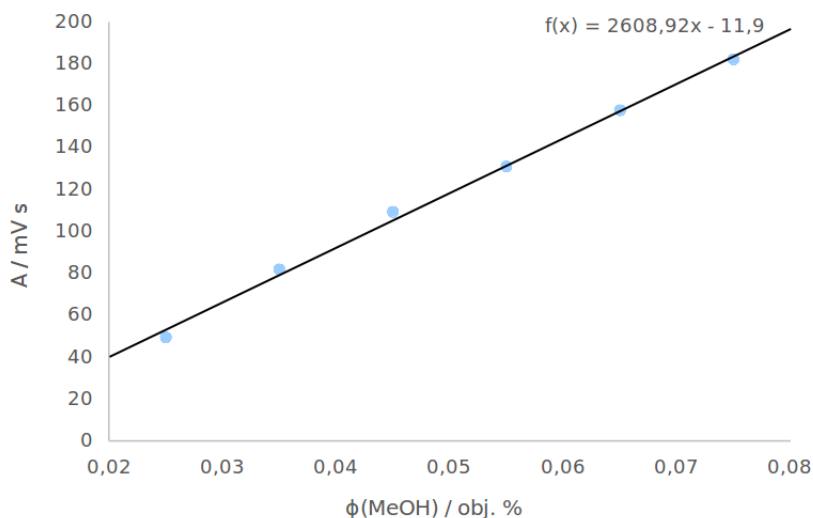
Detektor elektronového záchytu: Radioaktivní zářič  $^{63}\text{Ni}$  svým zářením  $\beta$  (proud rychlých elektronů) ionizuje molekuly dusíku jako nosného plynu a vyvolává ionizační proud.



Uvolňují se pomalé elektrony, které zachycují elektronegativní atomy analytu, a tím dochází ke snížení ionizačního proudu.

Tepelně-vodivostní detektor: Nosný plyn proudí přes vlákno žhavené stálým elektrickým proudem. Přítomnost analytu změní tepelnou vodivost prostředí kolem žhaveného vlákna a tím i jeho teplotu a elektrický odpor. (1 b.)

7. Je nezbytné, aby byly osy grafu popsány. (1,5 b.)



Obr. 1: Graf kalibrační závislosti plochy píků na objemovém zlomku methanolu

8. Výpočet: (1,0 b.)

$$A_{vz} = 107,794 \text{ mV s}$$

$$V_{slivovice} = 1 \text{ cm}^3$$

$$V = 10 \text{ cm}^3$$

$$y = 2608,9x - 11,896$$

Koncentrace MeOH v roztoku vzorku ( $\varphi_{vz}$ ):

$$x = \frac{y + 11,896}{2608,9} = \frac{107,794 + 11,896}{2608,9} = 0,046 \text{ obj. } \%$$

$$\varphi(\text{MeOH}) = \frac{V}{V_{slivovice}} \cdot \varphi_{vz} = \frac{10 \text{ cm}^3}{1 \text{ cm}^3} \cdot 0,046 \text{ obj. } \% = 0,46 \text{ obj. } \%$$

9. Tento pík má největší plochu a bude tedy odpovídat látce, která je ve slivovici zastoupená v největším množství. Touto látkou je bezpochyby ethanol. (Nemůže to být methanol, jelikož tento pík má jiný retenční čas než je retenční čas methanolu.) (0,5 b.)

10. Řešení:

(a) Výpočet: (0,5 b.)

$$V_{st,1} = 50 \mu\text{l} = 50 \times 10^{-3} \text{ cm}^3$$

$$\varphi_{st} = 100 \text{ obj. } \%$$

$$V_{slivovice} = 1 \text{ cm}^3$$

$$V = 10 \text{ cm}^3$$

$$\varphi_{st,1} = \frac{V_{st,1} \cdot \varphi_{st}}{V} = \frac{50 \times 10^{-3} \text{ cm}^3 \cdot 100 \text{ obj. } \%}{10 \text{ cm}^3} = 0,5 \text{ obj. } \%$$

(b) Výpočet koncentrace methanolu ve vzorku: **(0,5 b.)**

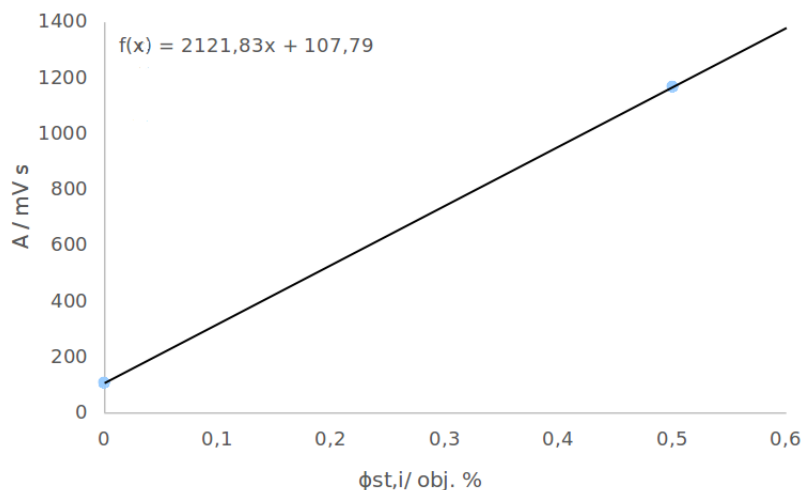
$$\varphi_{vz} = \frac{A_{vz} \cdot \varphi_{st,1}}{A_{vz+st} - A_{vz}} = \frac{107,795 \cdot 0,5 \text{ obj. } \%}{1168,708 - 107,794} = 0,051 \text{ obj. } \%$$

$$\varphi(\text{MeOH}) = \frac{V}{V_{\text{slivovice}}} \cdot \varphi_{vz} = \frac{10 \text{ cm}^3}{1 \text{ cm}^3} \cdot 0,051 \text{ obj. } \% = 0,51 \text{ obj. } \%$$

(c) Osy grafu musejí být taktéž popsány. **(1 b.)**

**Tab. 1:** Objemový zlomek standardu methanolu a plochy píků

|                   | $\varphi_{st,i} / \text{obj. } \%$ | $A / (\text{mV} \cdot \text{s})$ |
|-------------------|------------------------------------|----------------------------------|
| vzorek            | 0                                  | 107,794                          |
| vzorek + standard | 0,5                                | 1168,708                         |



**Obr. 2:** Graf závislosti plochy píků na objemovém zlomku methanolu (metoda přidavku standardu)

(d) Výpočet koncentrace MeOH v roztoku vzorku: **(0,5 b.)**

$$y = 2121,8x + 107,79$$

$$x = \frac{y - 107,79}{2121,8} = \frac{0 - 107,79}{2121,8} = -0,051$$

$$\varphi_{vz} = -x = 0,051 \text{ obj. } \%$$

$$\varphi(\text{MeOH}) = \frac{V}{V_{\text{slivovice}}} \cdot \varphi_{vz} = \frac{10 \text{ cm}^3}{1 \text{ cm}^3} \cdot 0,051 \text{ obj. } \% = 0,51 \text{ obj. } \%$$

11. Přesnější metoda by měla být metoda přidavku standardu, jelikož výsledek není ovlivněn maticí vzorku. Při stanovení methanolu touto metodou mají oba měřené roztoky téměř stejné složení, liší se pouze přidavkem standardu methanolu.

Při stanovení methanolu metodou kalibrační křivky jsou však kalibrační roztoky pouze vodné roztoky methanolu, liší se tedy složení kalibračních roztoků a roztoku vzorku, tím pádem můžeme dostat odlišný výsledek, který není tak přesný.

**(0,3 b. za správnou metodu + 0,3 b. za vysvětlení)**