



**48. ročník**  
**2011/2012**

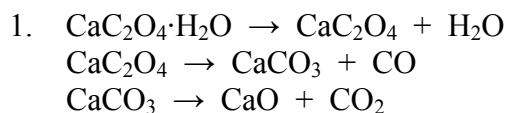
**ŠKOLNÍ KOLO**  
**kategorie A a E**

**ŘEŠENÍ SOUTĚŽNÍCH ÚLOH**

Vydání tohoto textu bylo podpořeno rozvojovým programem MŠMT ČR  
„Podpora soutěží a přehlídek v zájmovém vzdělávání pro školní rok 2011/2012“.

© Vysoká škola chemicko-technologická v Praze, 2011

**ISBN 978-80-7080-785-9**

**TEORETICKÁ ČÁST (60 BODŮ)****ANORGANICKÁ CHEMIE****16 BODŮ****Úloha 1 TA – rozbor předloženého termogramu****8 bodů***za každou rovnici 1 bod; celkem 3 body*

2.  $t_0 = 130 (\pm 20) \text{ } ^\circ\text{C}$

*1 bod*

Teplotní interval ( $^\circ\text{C}$ – plato)	Vzorec stabilního (mezi)produktu
30–130 ( $\pm 20 \text{ } ^\circ\text{C}$ )	$\text{CaC}_2\text{O}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$
180–400 ( $\pm 20 \text{ } ^\circ\text{C}$ )	$\text{CaC}_2\text{O}_4$
470–610 ( $\pm 20 \text{ } ^\circ\text{C}$ )	$\text{CaCO}_3$
730–1060 ( $\pm 20 \text{ } ^\circ\text{C}$ )	$\text{CaO}$

*1 bod za každý řádek; celkem 4 body***Úloha 2 TA – vyhodnocení TG a DTA křivky****7 bodů**

Tab. 1 Odečteno z grafu (naměřeno)

Vzorec stabilní látky	Hmotnost (mg)	Hmotnostní úbytek $\Delta m(\text{mg}) / \%$ navážky
$\text{CaC}_2\text{O}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$	14,4	–
$\text{CaC}_2\text{O}_4$	12,6	$1,8 / 14,4 = 0,125$ ( <b>12,5 %</b> )
$\text{CaCO}_3$	9,9	$2,7 / 14,4 = 0,188$ ( <b>18,8 %</b> )
$\text{CaO}$	5,5	$4,4 / 14,4 = 0,306$ ( <b>30,6 %</b> )

*po 1 bodu za 2., 3. a 4. řádek – povolená tolerance výsledků je  $\pm 0,2 \text{ mg} / \pm 2 \%$ ; celkem 3 body*

Tab. 2 Vypočítáno z rovnic (teorie)

Vzorec stabilní látky	Relativní molekulová hmotnost	Teoretický hmotnostní úbytek (%) jednotlivých stupňů rozkladu
$\text{CaC}_2\text{O}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$	146,1	–
$\text{CaC}_2\text{O}_4$	128,1	$18,0 / 146,1 = 0,123$ ( <b>12,3 %</b> )
$\text{CaCO}_3$	100,1	$28,0 / 146,1 = 0,192$ ( <b>19,2 %</b> )
$\text{CaO}$	56,1	$44,0 / 146,1 = 0,301$ ( <b>30,1 %</b> )

*po 1 bodu za 2., 3. a 4. řádek – tolerance  $\pm 0,2 \%$ ; celkem 3 body*

Z tabulek 1 a 2 je patrná dobrá shoda vypočtených a naměřených úbytků.

DTA křivka – vyhodnocení:

Endoeffekt s vrcholem při  $170 \text{ } ^\circ\text{C}$  ( $\pm 20 \text{ } ^\circ\text{C}$ ) – odpovídá dehydrataci  $\text{CaC}_2\text{O}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$

Exoeffekt s vrcholem při  $450 \text{ } ^\circ\text{C}$  ( $\pm 20 \text{ } ^\circ\text{C}$ ) – odpovídá rozkladu  $\text{CaC}_2\text{O}_4$

(Malý endoeffekt při  $720 \text{ } ^\circ\text{C}$  odpovídající přeměně  $\text{CaCO}_3$  na  $\text{CaO}$  nepřihazujeme – nehodnotíme)

*za přiřazení prvních dvou procesů po 0,5 bodu; celkem 1 bod*

Úloha 3 TA – určení konečného produktu a % obsahu vápníku

1 bod

1. Konečný produkt rozkladu je CaO (teoretický obsah **5,53 mg**; prakticky z grafu: **5,5 mg**).  
*0,5 bodu při rozdílu do 0,2 mg*

2. Pro vápník vychází (% Ca):

$$w_{\text{Ca, teor.}} = \frac{M_{\text{Ca}}}{M_{\text{CaC}_2\text{O}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}}} \cdot m_{\text{CaO}} = \frac{40,1 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}}{146,1 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} \cdot 100 \% = 27,4 \%$$

$$m_{\text{Ca, prakt.}} = \frac{M_{\text{Ca}}}{M_{\text{CaO}}} \cdot m_{\text{CaO}} = \frac{40,1 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}}{56,1 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} \cdot 5,5 \text{ mg} = 3,9 \text{ mg}$$

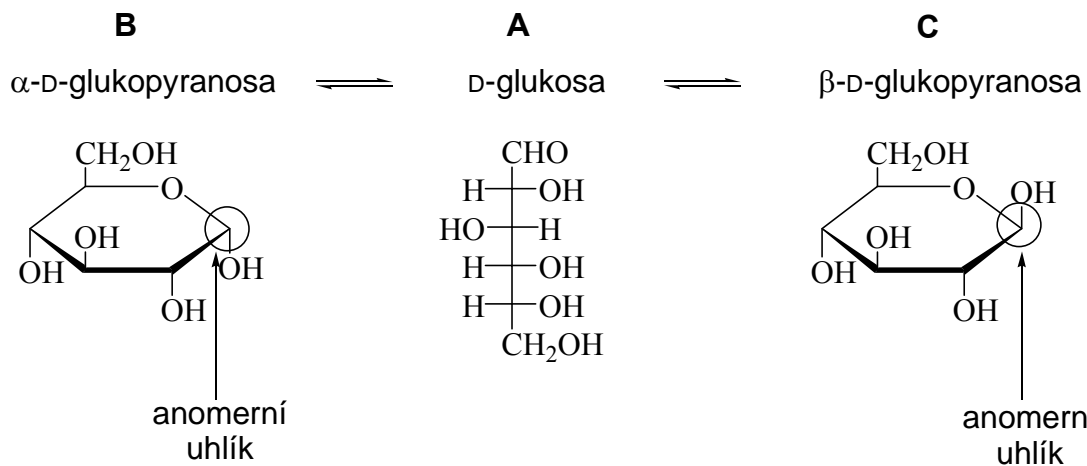
$$w_{\text{Ca, prakt.}} = \frac{m_{\text{Ca, prakt.}}}{m_{\text{CaO, prakt.}}} = \frac{3,9 \text{ mg}}{14,4 \text{ mg}} \cdot 100 \% = 27,1 \%$$

*0,5 bodu při rozdílu do 2 %*

Úloha 1 Vznik hemiacetalů

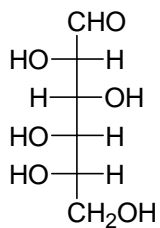
4 body

1.



*za správný vzorec D-glukosy ve Fischerově projekci 1 bod  
 za správné Haworthovy vzorce obou cyklických forem 1 bod  
 za správné vyznačení anomerního centra u obou cyklických forem 1 bod  
 celkem 3 body*

2.

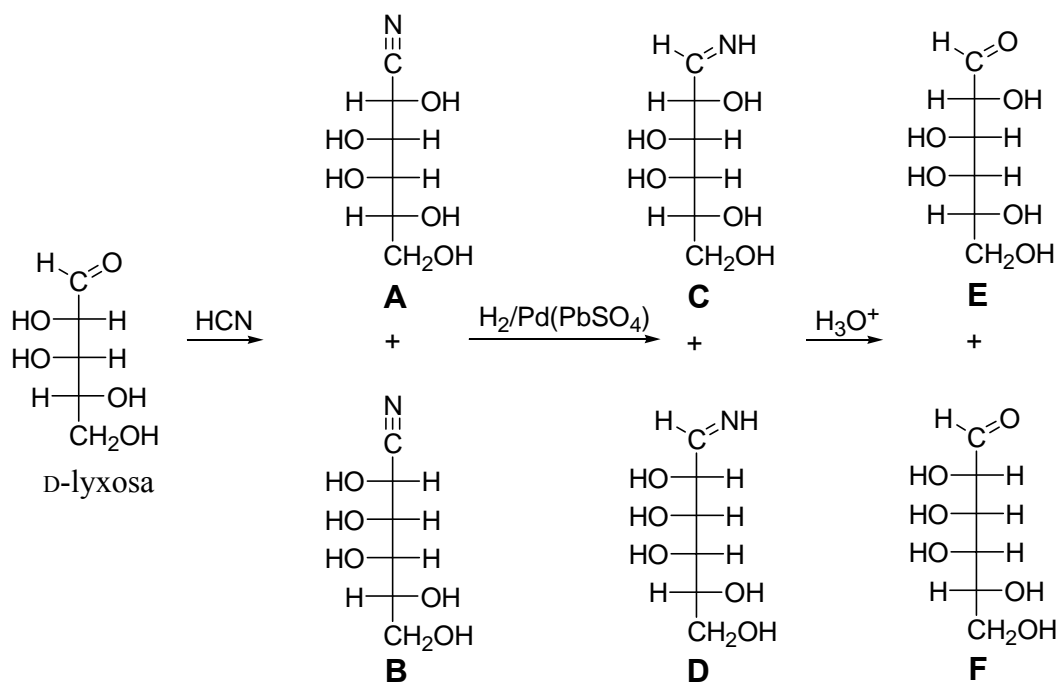


*1 bod*

Úloha 2 Reaktivita sacharidů

6 bodů

1.



za správné strukturní vzorce látek A + B 1 bod  
 za správné strukturní vzorce látek C + D 1 bod  
 za správné strukturní vzorce látek E + F 1 bod

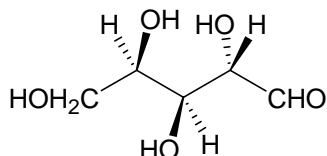
2. iminy

1 bod

3. E = D-galaktosa, F = D-talosa (případně opačně)

1 bod

4.

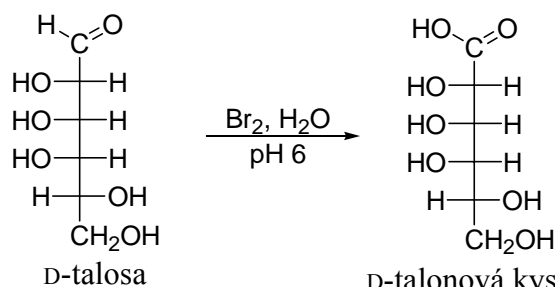


1 bod

Úloha 3 Oxidace sacharidů

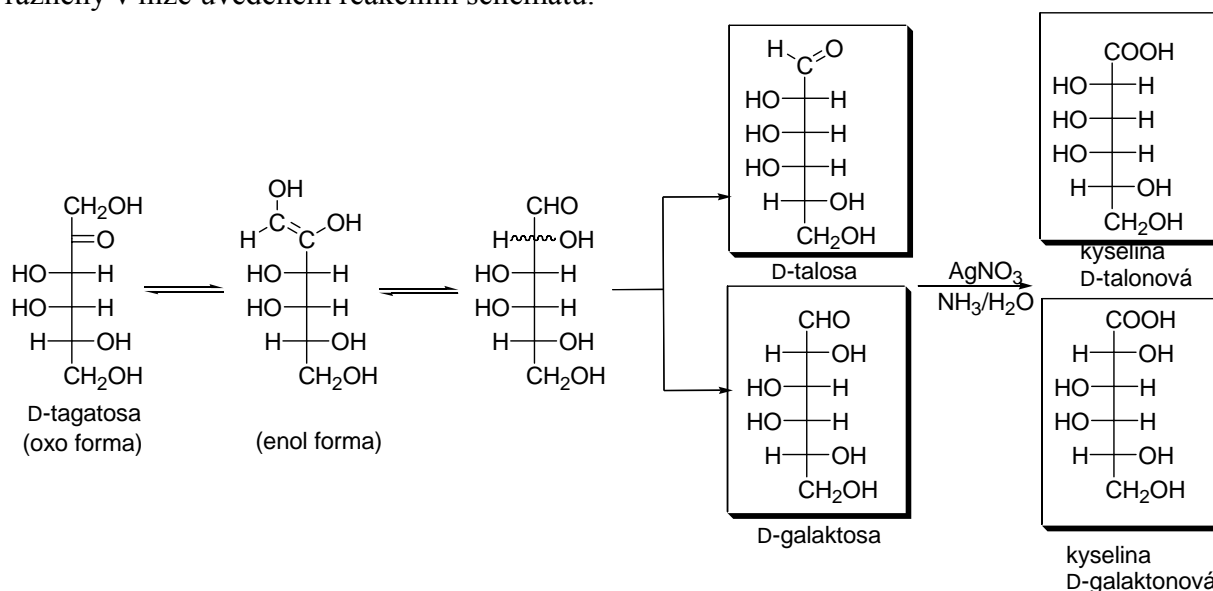
6 bodů

1.



za správný strukturální vzorec D-talosu 1 bod  
za správný strukturální vzorec produktu 1 bod  
za správný název produktu 1 bod  
celkem 3 body

2. Požadované Fischerovy vzorce aldohexos a jejich odpovídajících aldonových kyselin jsou zvýrazněny v níže uvedeném reakčním schématu.



za správné strukturální vzorce obou aldohexos 1 bod  
za správné strukturální vzorce obou aldonových kyselin 1 bod  
celkem 2 body

3. Trehalosa je neredukující cukr. Anomerní centra neobsahují volnou hydroxylovou skupinu.  
*Bližší vysvětlení:* Jedná se o dvě  $\alpha$ -D-glukopyranosy vzájemně vázané (1 $\leftrightarrow$ 1)- $\alpha$ -glykosidovou vazbou. Anomerní centra obou jednotek jsou zapojena do glykosidové vazby, nemůže tedy dojít k otevření pyranosového kruhu a následné oxidaci aldehydicke skupiny.  
jakékoliv obdobné vysvětlení 1 bod

## Úloha 1 Ponožky s nanostříbrem

4 body

1. Argyrie. Nejvýraznějším projevem je změna barvy pokožky – zmodrání.  
za určení choroby 0,25 bodu, za určení typického příznaku 0,25 bodu  
celkem 0,5 bodu

2. Vyčíslená rovnice má mít tvar:  
$$2 [\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]^+ + \text{R-CHO} + 3 \text{OH}^- \rightarrow 2 \text{Ag} + \text{R-COO}^- + 2\text{H}_2\text{O} + 4 \text{NH}_3$$
za správné určení poměru stříbrných iontů a cukru 0,5 bodu, za celkové vyčíslení 0,5 bodu  
za správné určení protonačních a koordinačních stavů v amoniakálním prostředí 0,5 bodu  
celkem 1,5 bodu

3. Látkové množství jednoho litru vody se určí:

$$n = \frac{\rho \cdot V}{M(\text{H}_2\text{O})} = \frac{1000}{18} = 55,56 \text{ mol}$$

Látkové množství stříbra je daleko menší (200 ppm, tedy 200 atomů stříbra na milion molekul vody), a tak ho můžeme oproti látkovému množství vody zanedbat. Látková koncentrace stříbra pak bude:

$$x(\text{Ag}) = \frac{n(\text{Ag})}{n(\text{Ag}) + n(\text{voda})} \approx \frac{n(\text{Ag})}{n(\text{voda})} \Rightarrow n(\text{Ag}) = x(\text{Ag}) \cdot n(\text{voda}) = 200 \cdot 10^{-6} \cdot 55,56 = \underline{0,011 \text{ mol}}$$

Na ponožku se tedy použije látkové množství stříbra na pár ponožek:

$$n(\text{Ag}/\text{m}^2) = n(\text{Ag}/\text{l}) \cdot V(\text{roztok}/\text{m}^2) = 0,011 \cdot 0,1 = \underline{0,0011 \text{ mol} \cdot \text{m}^{-2}}$$

$$n(\text{Ag}) = n(\text{Ag}/\text{m}^2) \cdot S = 0,0011 \cdot 0,15 = \underline{0,17 \text{ mmol}}$$

A toto látkové množství odpovídá hmotnosti stříbra:

$$m(\text{Ag}) = n(\text{Ag}) \cdot M(\text{Ag}) = 0,000165 \cdot 107,868 \approx \underline{18 \text{ mg}}$$

Na ponožky se tedy použije přibližně 18 mg stříbra.

za správnou úvahu směru výpočtu 0,5 bodu, za správný výsledek 0,5 bodu  
celkem za výpočet 1 bod

4. Známe následující rovnosti:

Průměr nanočástice  $d = 12 \text{ nm}$  odpovídá vlnové délce  $\lambda = 448 \text{ nm}$ .

Průměr nanočástice  $d = 50 \text{ nm}$  odpovídá vlnové délce  $\lambda = 680 \text{ nm}$ .

Protože víme, že vztah je lineární, tak dosadíme obě hodnoty do obecné rovnice pro přímku:

$$y = a \cdot x + b$$

kam si za  $y$  dosadíme například vlnovou délku  $\lambda$  a za  $x$  dosadíme průměr nanočástic  $d$ :

$$448 = a \cdot 12 + b$$

$$680 = a \cdot 50 + b$$

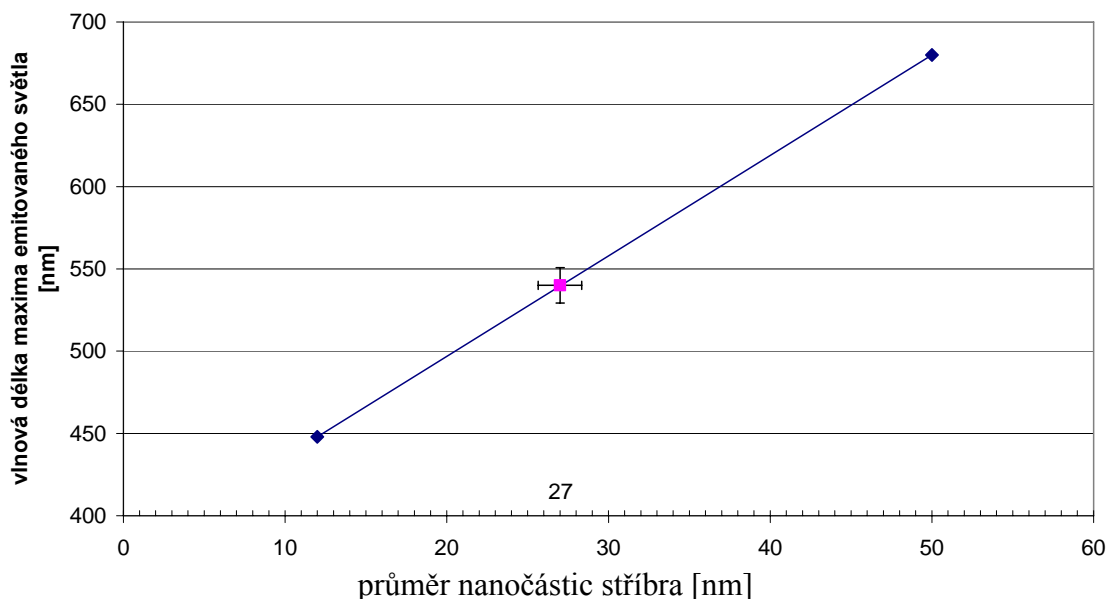
Vyřešíme soustavu dvou rovnic o dvou neznámých a dostaneme vztah:

$$\lambda = 6,1 \cdot d + 374,7, \text{ nebo } d = \lambda/6,1 - 61,4$$

Výsledný průměr částic pro  $\lambda = 540 \text{ nm}$  je pak cca 27 nm.



Druhou možností je vynesení bodů do grafu, kde si je lze spojit přímkou a odečíst odpovídající hodnotu, pak nám pro velikost částic vyjde také velikost cca 27 nm (viz Graf 1).



Graf 1 – Pozorovaná závislost emitované vlnové délky na průměru nanočástic stříbra.  
za určení velikosti nanočástic, ať už graficky, nebo výpočtem 0,5 bodu

5. Při excitaci je zapotřebí světlo s větší energií, a tedy i s kratší vlnovou délkou, neboť část energie, kterou látka pohltí, se ztratí na nezářivých přechodech v látce. 0,5 bodu

## Úloha 2 Světlo

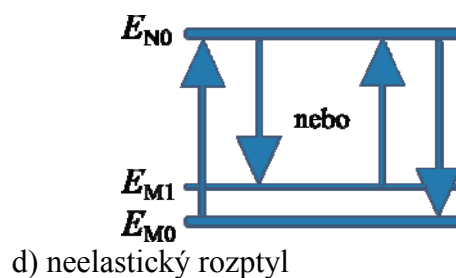
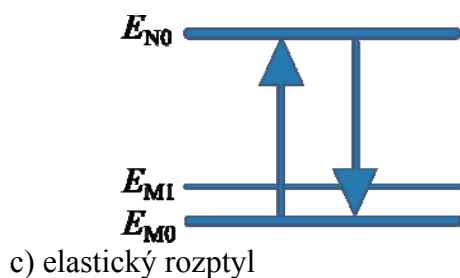
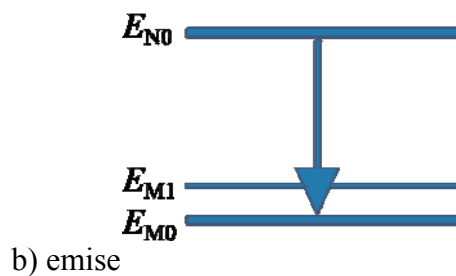
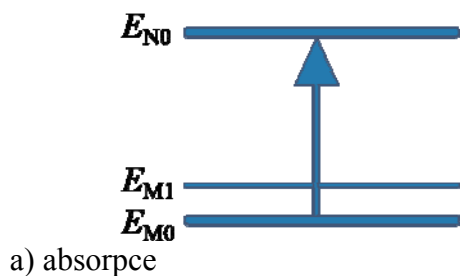
6 bodů

1. Jako *absorpce záření* je označován proces, kdy je energie záření pohlcena molekulou, čímž dojde k excitaci molekuly ze základního elektronového stavu do excitovaného stavu vlivem získání energie ze záření. Z pohledu intenzity světelného paprsku jde o zeslabení intenzity původního záření po průchodu homogenním prostředím (tvořeným absorbujícími částicemi).

*Emise záření* je proces, kdy je energie vyzářena molekulou při přechodu z excitovaného do základního elektronového stavu. Zářivou emisí může být jak fluorescence (kdy dochází k zářivému přechodu molekuly z excitovaného stavu do základního stavu se stejnou spinovou multiplicitou), tak fosforescence (kdy dochází k zářivému přechodu molekuly z excitovaného stavu do základního stavu s odlišnou multiplicitou).

*Elastický rozptyl* záření molekulou je absorpce a následné vyzáření téhož světelného kvanta, které bylo molekulou pohlceno. Molekula se po interakci se zářením vrací do původního stavu. Při tomto ději nedochází ke změně frekvence záření. Pokud dojde k malé změně frekvence záření, jde o *neelastický rozptyl* (Ramanův rozptyl). Neelastický rozptyl lze tedy chápat jako absorpci záření s přechodem ze stavu  $E_{M0}$  ( $E_{M1}$ ) do stavu  $E_N$  a následné vyzáření světelného kvanta při zářivém přechodu ze stavu  $E_{N0}$  do základního stavu na jinou hladinu, než tu, z které byl elektron původně excitován –  $E_{M1}$  ( $E_{M0}$ ).

Jako správné řešení lze uzнат jakékoliv slovní vyjádření níže uvedených obrázků, kde  $E_{M0}$  je základní energetická hladina molekuly,  $E_{M1}$  je první vibrační hladina základního energetického stavu a  $E_{N0}$  je energie excitovaného stavu. Svislá šipka naznačuje zářivý přechod.



za každou definici 0,25 bodu

za každý správně zakreslený diagram 0,25 bodu

celkem 2 body

2. Pro výpočet molárního absorpčního koeficientu pomocí Lambertova-Beerova zákona je zapotřebí určit transmitanci a dosazovat ve správných jednotkách:

$$\varepsilon = \frac{A}{c \cdot l} = \frac{-\log T}{c \cdot l} = \frac{-\log 0,88}{10 \cdot 0,01} = \underline{0,56 \text{ m}^2 \cdot \text{mol}^{-1}} = 5,6 \text{ dm}^3 \cdot \text{cm}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1}$$

Transmitance desetkrát koncentrovanějšího roztoku je:

$$-\log T = \varepsilon \cdot c \cdot l = 0,56 \cdot 100 \cdot 0,01 = \underline{0,56}$$

$$T = \underline{0,28}$$

$$\text{Absorbováno} = 1 - T = 1 - 0,28 = \underline{0,72}$$

Molární absorpční koeficient zkoumaného roztoku je přibližně  $0,56 \text{ m}^2 \cdot \text{mol}^{-1}$ . Desetkrát koncentrovanější roztok bude absorbovat přibližně 72 % dopadajícího světelného toku.

za výpočet absorpčního koeficientu 0,5 bodu

za správnou jednotku 0,5 bodu

za výpočet prošlého světla 1 bod

celkem 2 body

3. Donor elektronu je molekula či skupina atomů (dále molekula), která svůj elektron poskytne jiné molekule.

Akceptor elektronu je molekula, která přijímá elektron od jiné molekuly.

Donor energie je molekula, která přenesse část své energie na jinou molekulu.

Akceptor energie je molekula, která přijme energii či její část od jiné molekuly.

za každou obdobnou definici 0,25 bodu

celkem 1 bod

4. a) Pro objekt absorbující červené světlo budeme pozorovat barvu zelenou.

b) Pro objekt absorbující fialovou barvu budeme pozorovat barvu žlutou.

Důvodem je komplementarita barvy k absorbované barvě ve viditelné části spektra.

za každou správně určenou barvu 0,25 bodu, za komplementaritu 0,5 bodu

celkem 1 bod

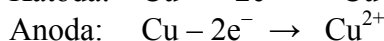
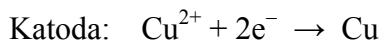
Úloha 3 Elektrolýza

6 bodů

1. Katoda je elektroda, na které probíhá redukce. V případě elektrolýzy je katoda záporně nabitá, a proto přitahuje kationty, kterým předává elektron a tím snižuje jejich oxidační číslo. Naopak anoda je elektroda, na které probíhá oxidace. Přitahuje tedy anionty, které anodě elektrony předávají.

*za náboj elektrod 0,5 bodu  
za ionty, které jsou k elektrodám přitahovány 0,5 bodu  
za přiřazení redukce/oxidace 0,5 bodu  
celkem 1,5 bodu*

2. Na katodě se vylučují měďnaté ionty z roztoku  $\text{CuSO}_4$ , které přijímají 2 elektrony a které se vyloučí ve formě měděného povlaku. Na anodě kovová měď předá dva elektrony elektrodě a uvolní se do roztoku ve formě měďnatých iontů. (K anodě jsou sice přitahovány anionty  $\text{SO}_4^{2-}$ , ale jejich oxidace je extrémně obtížná a proto probíhá mnohem „snazší“ rozpouštění mědi na  $\text{Cu}^{2+}$ . Tok proudu je na anodě zajištěn nikoliv konzumací aniontů, ale produkcí kationtů.) Z toho důvodu se anoda časem rozpustí, ale koncentrace  $\text{CuSO}_4$  se nezmění.



*za vysvětlení 0,5 bodu  
za vyčíslené rovnice 0,5 bodu  
celkem 1 bod*

3. Z Faradayova zákona lze určit hmotnost vyloučené mědi:

$$m = \frac{M \cdot I \cdot t}{z \cdot F} = \frac{63,55 \cdot 0,200 \cdot 2,00 \cdot 3600}{2 \cdot 96485} = \underline{0,474 \text{ g}}$$

Což odpovídá objemu:

$$V_1 = \frac{m}{\rho} = \frac{0,474}{8,96} = \underline{0,0529 \text{ cm}^3}$$

Objem pokovované koule je:

$$V_2 = \frac{4}{3} \pi \cdot r^3 = \underline{0,268 \text{ cm}^3}$$

Celkový objem odpovídá poloměru:

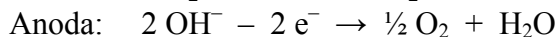
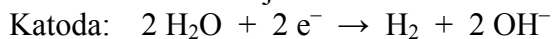
$$V = V_1 + V_2 = 0,0529 + 0,268 = \underline{0,321 \text{ cm}^3}$$

$$r = \sqrt[3]{\frac{3V}{4\pi}} = \sqrt[3]{\frac{3 \cdot 0,321}{4\pi}} = \underline{0,425 \text{ cm}}$$

Poloměr pokovované koule se zvětší přibližně o 0,25 mm.

*za výpočet hmotnosti vyloučené mědi 0,5 bodu  
za určení změny poloměru 0,5 bodu  
celkem 1 bod*

4. Elektrodové reakce jsou:



Látkové množství vyloučeného vodíku lze určit z Faradayova zákona:

$$n = \frac{I \cdot t}{z \cdot F} = \frac{0,15 \cdot 20 \cdot 60}{2 \cdot 96485} = \underline{9,33 \cdot 10^{-4} \text{ mol}}$$

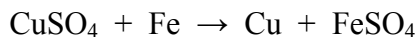
Objem vyloučeného vodíku se poté dopočítá ze stavové rovnice ideálního plynu:

$$V = \frac{n \cdot R \cdot T}{p} = \frac{9,33 \cdot 10^{-4} \cdot 8,314 \cdot 293,15}{96700} = 2,35 \cdot 10^{-5} \text{ m}^3 = \underline{\underline{23,5 \text{ cm}^3}}$$

Vyloučilo se přibližně 23,5 cm<sup>3</sup> vodíku.

*za vyjádření elektrolyzy iontovými rovnicemi 0,5 bodu  
za výpočet objemu uvolněného vodíku 1 bod  
celkem 1,5 bodu*

5. Při ponoření železného hřebíku do roztoku CuSO<sub>4</sub> se začne železo jako méně ušlechtilý kov (viz Beketovova řada kovů) uvolňovat do roztoku ve formě železnatých iontů, a tvoří tak síran železnatý. Měďnaté ionty se naopak začnou vylučovat na hřebíku ve formě měďného povlaku. Vše lze vyjádřit rovnicí:



Gibbsovu energii této reakce lze určit ze vzorce:

$$\Delta G^\circ = -z \cdot F \cdot \Delta E^\circ$$

$$\Delta E^\circ = E^\circ_{\text{Cu}^{2+}/\text{Cu}^0} - E^\circ_{\text{Fe}^{2+}/\text{Fe}^0} = 0,3419 - (-0,447) = \underline{0,789 \text{ V}}$$

$$\Delta G = -2 \cdot 96485 \cdot 0,789 = \underline{\underline{-152 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}}}$$

*za popis reakce a vyjádření pomocí rovnice 0,5 bodu  
za výpočet objemu Gibbsovy energie 0,5 bod  
celkem 1 bod*

**Úloha 1 Inhibitory elektronového transportního řetězce**

**6 bodů**

- a) Blokuje elektronový transport a pumpování protonů v komplexu IV.
- b) Blokuje elektronový transport a syntézu ATP tím, že inhibuje výměnu ATP za ADP přes vnitřní mitochondriální membránu.
- c) Blokuje elektronový transport a pumpování protonů v komplexu I.
- d) Blokuje syntézu ATP tím, že ruší protonový gradient na vnitřní mitochondriální membráně.
- e) Blokuje elektronový transport a pumpování protonů na komplexu IV.
- f) Blokuje elektronový transport a pumpování protonů na komplexu III.

**Úloha 2 Rozlišení mezi inhibitorem ATPasy a inhibitorem elektronového transportního řetězce**

**6 bodů**

Přidáme do reakční směsi (suspenze mitochondrií) zkoumanou látku s rozpojovačem a v druhém pokusu bez rozpojovače a sledujeme spotřebu kyslíku.

Pokud spotřeba kyslíku vzroste za přítomnosti rozpojovače, látka je inhibitorem ATPasy.

Pokud nemá rozpojovač vliv na spotřebu kyslíku (tj. spotřeba kyslíku za přítomnosti inhibitoru a rozpojovače se nezmění), jedná se o inhibitor transportu elektronů a ne ATPasy.

**PRAKTICKÁ ČÁST (40 BODŮ)****Úloha 1 Tollensova reakce – důkaz redukujících látek****20 bodů**

Hodnotí se (technicky) správné provedení reakce provázené v pozitivním případě vyloučením elementárního stříbra. Forma vyloučeného kovu (stříbrné zrcátko/tmavá sraženina) se nehodnotí. Za správnou je považována každá odpověď, která postihne rozdíl v pozorování negativního (slepý pokus) a pozitivního (glukosa) průběhu pokusu a rozdíl vysvětlí redukčními vlastnostmi glukosy. Za správnou je považována každá odpověď, která postihne rozdíl v pozorování spíše negativního (sacharosa) a spíše pozitivního (ovocný džus, jablko, med) průběhu pokusu a rozdíl vysvětlí absencí redukčních vlastností disacharidu sacharosy, respektive přítomností redukujících látek v ovocném džusu, jablku a medu (jednoduché, redukující sacharidy, zejména glukosa a fruktosa).

*10 bodů za správné a pečlivé provedení**10 bodů za vyplnění tabulky (2 body za každý vzorek kromě slepého pokusu)*

Příklad vyplněné tabulky:

Vzorek	Pozorování	Zdůvodnění
Slepý pokus	Zpočátku beze změny (dlouhodobým zahříváním může ztmavnout za vyloučení stříbra).	V nepřítomnosti redukujících látek nenastává změna.
Glukosa	Poměrně rychlé ztmavnutí roztoku. Po zahřátí se vyloučí stříbrné zrcátko na stěnách zkumavky.	Glukosa redukuje stříbrné ionty na elementární stříbro.
Sacharosa	Zpočátku beze změny (dlouhodobým zahříváním může ztmavnout za vyloučení stříbra).	Sacharosa nemá redukční účinky.
Ovocný džus	Po chvíli směs tmavne. Po zahřátí se vyloučí tmavé lesklé zrcátko na stěnách zkumavky.	Přítomnost jednoduchých redukujících cukrů (glukosa, fruktosa, ...).
Jablko	Ztmavnutí směsi. Po zahřátí se vyloučí stříbrné zrcátko na stěnách zkumavky.	Přítomnost jednoduchých redukujících cukrů (glukosa, fruktosa, ...).
Med	Po chvíli směs tmavne. Po zahřátí se vyloučí tmavé lesklé zrcátko na stěnách zkumavky.	Přítomnost jednoduchých redukujících cukrů (fruktosa, glukosa, ...).

## Úloha 2 Příprava koloidního stříbra

20 bodů

Při správném provedení pokusů by měl být v obou případech výsledkem žlutý až hnědý koloid stříbrných nanočástic. Pro redukci lze použít též laktosu, případně glukosu, s níž reakce probíhá rychleji. Při vyšší koncentraci amoniaku by reakce měla být výrazně pomalejší. Při nedostatečné koncentraci amoniaku (delší dobu otevřená láhev!) se místo stříbrného koloidu může vylučovat zákal oxidu stříbrného a pro správnou přípravu stříbrných nanočástic je třeba použít vyšší koncentraci amoniaku.

*8 bodů za správné provedení pokusu a zápis pozorování*

*8 bodů za správné provedení pokusu a zápis pozorování při dvojnásobné koncentraci amoniaku*

1. Pro hustotu  $10,5 \text{ g}\cdot\text{cm}^{-3}$  je objem 1 g stříbra  $0,0952 \text{ cm}^{-3}$ , což odpovídá počtu  $1,455\cdot 10^{15}$  částic o objemu  $6,545\cdot 10^{-17} \text{ cm}^{-3}$ . *2 body*
2.  $1,455\cdot 10^{15}$  částic odpovídá  $2,416\cdot 10^{-9}$  molu. *1 bod*
3. 5 ml roztoku dusičnanu stříbrného o koncentraci  $0,005 \text{ mol}\cdot\text{l}^{-1}$  obsahuje 0,025 mmol stříbrných iontů, tedy asi 2,697 mg stříbra, z něhož je možné připravit  $3,925\cdot 10^{12}$  nanočástic stříbra. *1 bod*

**Úloha 3 Stanovení glukosy podle Schoorla**

**20 bodů**

Body jsou přidělovány za správné provedení jednotlivých prací; hodnoty navážek a spotřeb studentů se budou pochopitelně lišit.

Hmotnost tablety Intact: 2,3262 g 1 bod

Hmotnost navážky glukosy: 0,3892 g 1 bod

Spotřeby odměrného roztoku Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>3</sub>

	Spotřeba 1 [ml]	Spotřeba 2 [ml]	Spotřeba 3 [ml]	Průměr [ml]	
Titrace standardu	3,60	3,65	3,55	3,60	2 body
Titrace vzorku	11,90	11,80	11,70	11,80	2 body
Slepé titrace	23,55	23,50	23,40	23,48	2 body

Rozdíl spotřeb pro standard: 23,48 – 3,60 = 19,88 ml 1 bod

Rozdíl spotřeb pro vzorek: 23,48 – 11,80 = 11,68 ml 1 bod

Výpočet empirické hodnoty titru (hmotnost glukosy odpovídající 10,0 ml odměrného roztoku Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>3</sub>):

$$\text{Titr} = 389,2 \text{ mg} \cdot (5,00 \text{ ml} / 50,0 \text{ ml}) \cdot (10,0 \text{ ml} / 19,88 \text{ ml}) = 19,58 \text{ mg}$$

10,0 ml 0,0500M Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>3</sub> odpovídá: 19,58 mg glukosy 4 body

Výpočet obsahu glukosy v tabletě Intact:

$$\text{Hmotnost glukosy v tabletě (g)} = (500,0 \text{ ml} / 5,00 \text{ ml}) \cdot (11,68 \text{ ml} / 10,0 \text{ ml}) \cdot 19,58 \text{ mg} = 2\,287 \text{ mg}$$

Tableta obsahuje: 2,287 g glukosy 4 body

To odpovídá obsahu: (2,287 g / 2,3262 g) · 100 = 98,3 % (hmotnostních) 2 body

$$1 + 1 + 2 + 2 + 2 + 1 + 1 + 4 + 4 + 2 = 20 \text{ bodů}$$

**body:**  
**20**



## POKYNY PRO PŘÍPRAVU PRAKTICKÉ ČÁSTI

### Pomůcky:

- stojan se zkumavkami (10 ks)
- vodní lázeň, příp. kahan a zápalky
- lžička na chemikálie
- špachtle
- 2 kádinky (50 – 100 ml)
- skleněná tyčinka
- pipeta 5 ml, 6 ks
- pipeta 1 ml, 2 ks
- pipetovací nástavec
- stříčka s destilovanou vodou
- ochranné brýle
- ochranné rukavice
- laserové ukazovátko (podle možností)

### Chemikálie:

- dusičnan stříbrný, 10% vodný roztok (1 g pevného  $\text{AgNO}_3$  v 9 ml vody pro 1 žáka)\*
- hydroxid sodný, 10% vodný roztok (1 g pevného  $\text{NaOH}$  v 9 ml vody pro 1 žáka)
- amoniak, 25% vodný roztok zředěný 1:1 (cca 40 ml zředěného roztoku pro 1 žáka)
- glukosa (1 ml 5% roztoku resp. 0,05 g pro 1 žáka)
- sacharosa (1 ml 5% roztoku resp. 0,05 g pro 1 žáka)
- ovocný džus (nejlépe jablečný)
- jablko
- med
- dusičnan stříbrný,  $c \approx 0,005 \text{ mol dm}^{-3}$   
(cca 0,085% vodný roztok, lze připravit zředěním 0,85 ml 10%  $\text{AgNO}_3$  vodou na objem 100 ml, toto množství stačí pro 5 žáků)
- amoniak,  $c \approx 0,025 \text{ mol dm}^{-3}$   
(cca 0,0425% vodný roztok, např. 0,19 ml 25 %  $\text{NH}_3$  nebo 0,36 ml 12,5 %  $\text{NH}_3$  zředit vodou na objem 100 ml, toto množství stačí pro 5 žáků)
- hydroxid sodný,  $c \approx 0,05 \text{ mol dm}^{-3}$   
(cca 0,2% vodný roztok, např. 1,8 ml 10%  $\text{NaOH}$  zředit vodou na 100 ml, toto množství stačí pro 5 žáků)
- maltosa (laktosa, glukosa)  $c \approx 0,05 \text{ mol dm}^{-3}$   
(cca 1,7% vodný roztok maltosy či laktosy; cca 0,9% vodný roztok glukosy, např. 1,7 g maltosy či laktosy nebo 0,9 g glukosy ve 100 ml vodného roztoku stačí pro 5 žáků)
- destilovaná voda

\* 100 g  $\text{AgNO}_3$  (p.a.) lze pořídit za cca 2000 Kč (MERCÍ, s.r.o.)

**Pomůcky pro doplňkovou úlohu kategorie E:**

- kádinka 150 ml
- kádinka 50 ml
- kádinka 25 ml
- 2× odměrná baňka 500 ml
- odměrná baňka 50 ml
- 2× Erlenmeyerova baňka 250 ml
- odměrný válec 10 ml
- stojan, klema, chemické kleště nebo kousky pryžových hadic pro manipulaci s horkým sklem
- byreta 25 ml
- elektrický vařič nebo kahan, trojnožka a síťka
- 3× pipeta nedělená 5 ml
- dělená pipeta 10 ml
- navažovací lodička
- lžička a špachtle
- skleněná nálevka
- filtrační nálevka s dlouhou stopkou
- pipetovací nástavec
- stříčka s destilovanou vodou
- ochranné brýle
- vata

**Chemikálie:**

- tableta Intact s hroznovým cukrem jako vzorek; v lékárně zakoupeno 17 pastilek o celkové hmotnosti 40 g za 18,00 Kč; v řešení byl použit druh tablety citron (1 tableta pro 1 studenta)
- Glukopur, dextrosa (D-glukosa), hroznový cukr jako standard; v lékárně zakoupeno balení 250 g za 22,50 Kč (0,5 g pro 1 studenta)
- Fehlingův roztok A: (50 ml pro 1 studenta)  
(6,0 g  $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$  se rozpustí a doplní na 100 ml destilovanou vodou)
- Fehlingův roztok B: (50 ml pro 1 studenta)  
(34 g vinanu draselno-sodného a 10 g NaOH se rozpustí a doplní na 100 ml destilovanou vodou)
- kyselina sírová, 2,5M vodný roztok (100 ml pro 1 studenta)
- odměrný roztok thiosíranu sodného o koncentraci  $0,0500 \text{ mol dm}^{-3}$  (200 ml pro 1 studenta)  
12,410 g  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$  o čistotě p.a. rozpustíme a doplníme destilovanou vodou v odměrné baňce na 1000,0 ml; pro tuto úlohu není třeba odměrný roztok standardizovat
- jodid draselný (20 g pro 1 studenta)
- roztok škrobového mazu (30 ml pro 1 studenta)
- destilovaná voda

## CHEMICKÁ OLYMPIÁDA

Soutěžní úlohy studijní a praktické části a Autorská řešení soutěžních úloh kategorií A a E  
48. ročník – 2011/2012

---

<b>Vydala:</b>	Vysoká škola chemicko-technologické v Praze, Vydavatelství VŠCHT Praha, Technická 5, 166 28 Praha 6
<b>Autoři kategorií A a E:</b>	doc. RNDr. Petr Barták, Ph.D. RNDr. Karel Berka, Ph.D. RNDr. Lucie Brulíková, Ph.D. doc. RNDr. Pavel Coufal, Ph.D. doc. RNDr. Jan Hlaváč, Ph.D. Bc. Kateřina Holá prof. RNDr. Jiří Kameníček, CSc. doc. RNDr. Marta Klečková, CSc. RNDr. Lukáš Müller, Ph.D. prof. RNDr. Pavel Peč, CSc. Mgr. Marek Petřivalský, Dr. RNDr. Jana Skopalová, Ph.D. RNDr. Karolína Šišková, Ph.D.
<b>Odborná recenze:</b>	Ing. Zdeněk Bureš Mgr. Martin Hrubý, Ph.D. doc. RNDr. Jan Kotek, Ph.D. prof. Ing. František Liška, CSc. doc. RNDr. Petr Slaviček, Ph.D.
<b>Pedagogická recenze:</b>	RNDr. Vladimír Vít
<b>Redakce:</b>	RNDr. Zuzana Kotková
<b>Rok vydání:</b>	2011
<b>Počet stran:</b>	18
<b>Náklad:</b>	50 ks