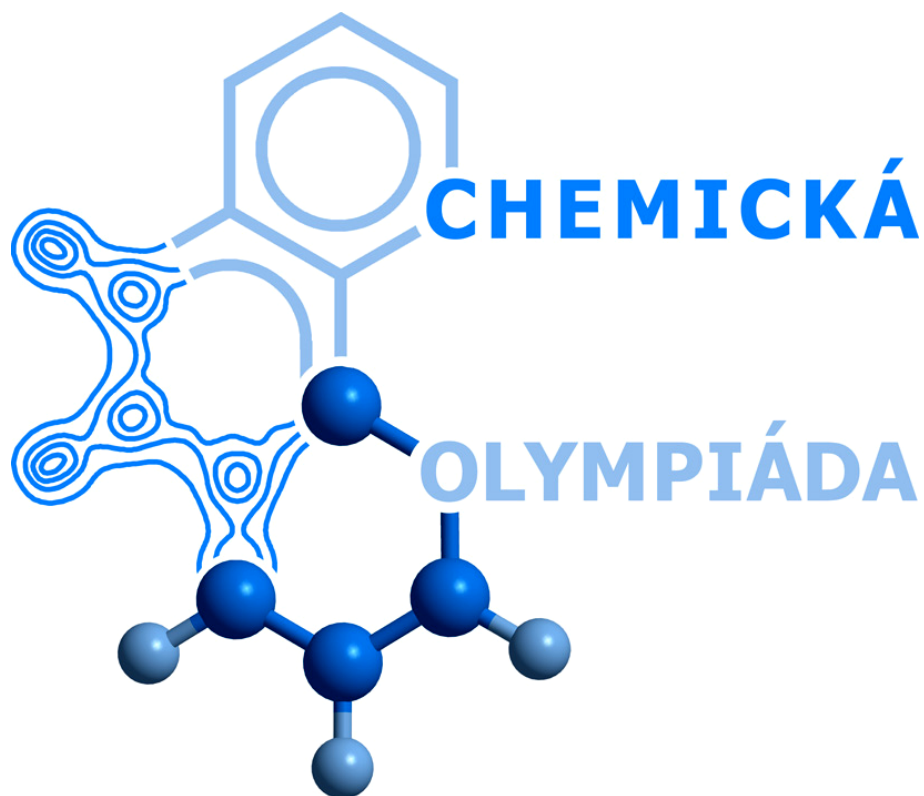




51. ročník
2014/2015

ŠKOLNÍ KOLO
kategorie A a E

KONTROLNÍ TEST ŠKOLNÍHO KOLA
časová náročnost: 120 minut

KONTROLNÍ TEST ŠKOLNÍHO KOLA (60 BODŮ)

ANORGANICKÁ CHEMIE

16 BODŮ

Úloha 1 Galenit

5,25 bodu

Sulfid olovnatý (mineralogicky galenit) je významnou olověnou rudou. Jedním ze způsobů zpracování galenitu na olovo je *pražně-reakční* pochod. Nejprve se ruda *praží* v proudě vzduchu při teplotě 500–600 °C tak, že se část rudy přemění na oxid olovnatý (1). V druhém, *reakčním* kroku, se přívod vzduchu uzavře a rozežhřátá směs nezreagovaného sulfidu a vzniklého oxidu olovnatého reaguje za vzniku olova (2).

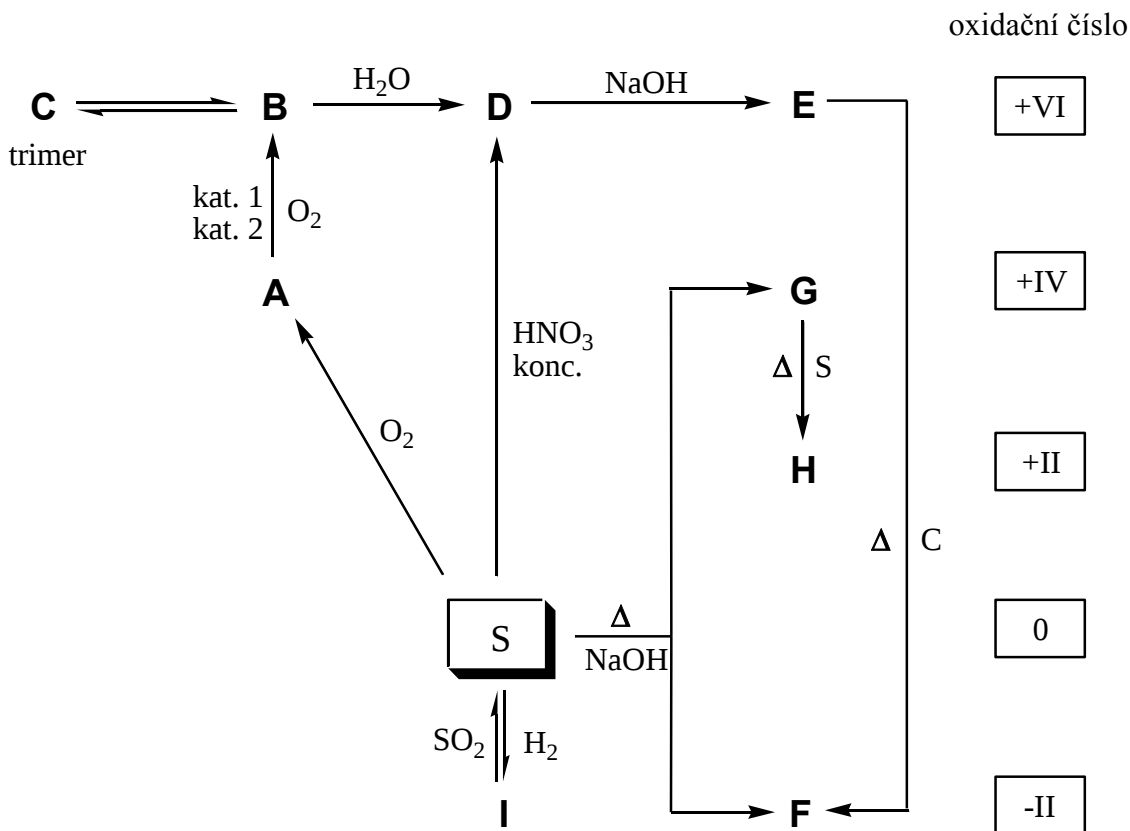


1. Která sloučenina vzniká jako vedlejší produkt v obou krocích?
2. Napište vyčíslené rovnice reakcí (1) a (2).
3. Galenit krystaluje v krychlové soustavě a má strukturu NaCl. Vypočítejte délku hrany elementární buňky v pikometrech, pokud je hustota galenitu $7,58 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$.
 $A(\text{Pb}) = 207,2 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$; $A(\text{S}) = 32,1 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$; $N_A = 6,022 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$

Úloha 2 Přeměny sloučenin síry

10,75 bodu

Následující schéma popisuje přeměny nejběžnějších sloučenin síry (ve středu schématu je síra jako prvek):



Síra na vzduchu hoří za vzniku oxidu **A**. Ten se katalytickou oxidací (**kat. 1** nebo **kat. 2**) přeměňuje na oxid **B** (1, 2). Po zchlazení tento oxid poskytuje pevný trimer **C**. Oxid **B** s vodou prudce reaguje za vzniku kyseliny **D**, kterou lze nadbytkem hydroxidu sodného neutralizovat na sůl **E**. Redukcí soli **E** uhlíkem za červeného žáru vzniká binární sůl **F** (3). Tu lze připravit také varem síry v roztoku hydroxidu sodného, kdy vzniká i sůl **G** (4). Horký roztok soli **G** rozpouští síru a poskytuje sůl **H** (5). Redukcí vodíkem síra přechází na hydrid **I**, který lze zpět na síru přeměnit působením oxidu **A** (6).

- Napište vzorce sloučenin, které se ukrývají pod písmeny **A** až **I**.
- Nakreslete strukturní elektronové vzorce sloučenin **A** a **C** v podobě rezonanční struktury s nejmenší energií (tj. minimálním počtem formálních nábojů).
- Napište vzorce dvou průmyslových katalyzátorů **kat. 1** a **kat. 2**.
- Pro katalyzátor obsahující kov popište rovnicemi jeho funkci: (1) jeho reakci se sloučeninou **A**, (2) rovnicí jeho regenerace.
- Napište vyčíslené rovnice přeměn (3) až (6).
- Reakcí soli **G** s oxidem **A** ve vodném roztoku za studena vzniká hydrogensůl **G'** (7). Zapište rovnici.

7. Anion hydrogensoli $\mathbf{G'}$ se ve vodném roztoku nachází v podobě dvou forem – v jedné je atom vodíku vázán na atom kyslíku, ve druhé přímo na atom síry (té je většina). Nakreslete strukturální elektronové vzorce těchto dvou forem aniontu hydrogensoli $\mathbf{G'}$ (opět s nejmenší energií, označte je $\mathbf{G'_1}$ a $\mathbf{G'_2}$).
8. Jaký je vzájemný vztah forem $\mathbf{G'_1}$ a $\mathbf{G'_2}$?

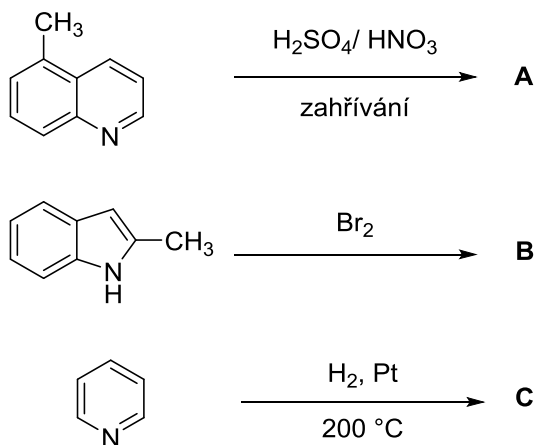
ORGANICKÁ CHEMIE

16 BODŮ

Úloha 1 Reaktivita heterocyklických sloučenin

4 body

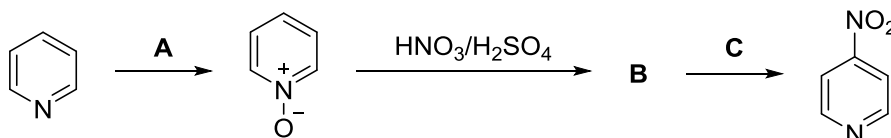
Na rozcvičení doplňte produkty **A**, **B**, **C** níže uvedených reakcí a sloučeninu **C** pojmenujte.

Úloha 2 Pyridin-*N*-oxid

4 body

Pyridin-*N*-oxid patří mezi velmi důležité sloučeniny v organické syntéze. Díky své struktuře umožňuje syntézu řady užitečných derivátů pyridinu.

- Napište alespoň 4 rezonanční struktury této molekuly.
- Pyridin-*N*-oxid nachází uplatnění například při přípravě nitroderivátu pyridinu. Doplňte chybějící vzorec látky **B** a činidla **A**, **C**.



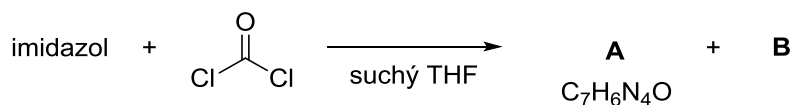
Úloha 3 Užiteční pomocníci I

5 bodů

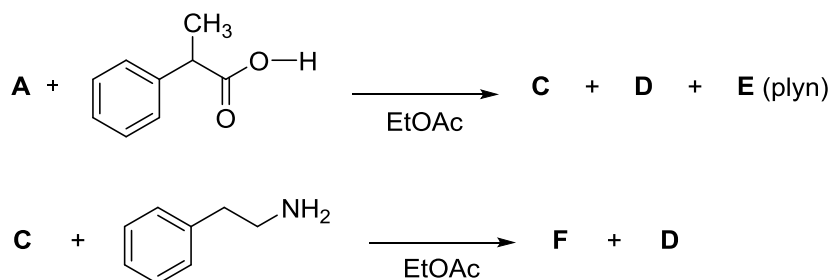
Díky svým zajímavým chemickým vlastnostem nachází řada heterocyklických sloučenin uplatnění jako činidla v organické syntéze. Příkladem takového užitečného heterocyklu je imidazol, kterým se budeme zabývat v této úloze.

- Nakreslete imidazol a označte dusíkový atom, který přispívá svým volným elektronovým párem do aromatického sextetu.

2. Reaguje-li imidazol s fosgenem v suchém tetrahydrofuranu (THF, rozpouštědlo), vzniká činidlo **A** a vedlejší produkt – sůl **B**.



- a) Doplňte do reakčního schématu struktury látek **A** a **B**.
 b) V jakém molárním poměru je potřeba smíchat výchozí látky – imidazol a fosgen?
3. Takto připravené činidlo **A** je možné dlouhodobě uchovávat v exsikátoru nad P_2O_5 nebo v zatavených zkumavkách. Je-li činidlo **A** vystaveno vzdušné vlhkosti, dochází k jeho hydrolýze za vzniku dvou produktů. Zapište chemickou rovnici této hydrolýzy.
4. Činidlo **A** je využíváno pro přípravu derivátů karboxylových kyselin. Reaguje-li činidlo **A** s kyselinou 2-fenylpropanovou v ethyl-acetátu (EtOAc, rozpouštědlo) vzniká meziprodukt **C**, vedlejší produkt **D** a plyn **E**. Meziprodukt **C** poté reaguje s 2-fenylethylaminem za vzniku produktu **F** a vedlejšího produktu **D**. Doplňte do reakčního schématu struktury látek **C** – **F**.



Úloha 4 Bratři thiazol a imidazol

3 body

Heterocyklické sloučeniny thiazol ($\text{C}_3\text{H}_3\text{NS}$) a imidazol ($\text{C}_3\text{H}_4\text{N}_2$) jsou strukturně velice blízké. Obě sloučeniny vykazují bazický charakter. Vaším úkolem bude zjistit, která z uvedených sloučenin je bazičtější. Své rozhodnutí zdůvodněte, a doložte jej také rezonanční strukturou protonizovaných forem obou sloučenin.

FYZIKÁLNÍ CHEMIE

16 BODŮ

Úloha 1 Spotřeba mozku při řešení kontrolního testu

5 bodů

Klidová denní spotřeba lidského mozku činí zhruba 80 g glukosy (zhruba 5 % celkové energetické spotřeby). Předpokládejte pro jednoduchost, že mozek disponuje energií, která je přibližně dána spalnou entalpií glukosy, která činí při 37 °C $\Delta_c H^\circ = -2880 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$. Při zvýšené kognitivní aktivitě (tedy myšlení) ale mozek spotřebuje až 12× více energie, než je jeho klidová spotřeba.

1. Napište rovnici spalování glukosy.
2. Napište rovnici, jakou je definován příkon.
3. Vypočítejte z uvedených dat příkon vašeho mozku při řešení kontrolního testu po celou dobu jeho trvání za předpokladu, že u něj intenzivně myslíte.
4. Kolik litrů kyslíku z okolního vzduchu spotřebuje za dvě hodiny mozek při intenzivním myšlení?
Předpokládejte standardní podmínky (25 °C, 1 atm, $A_r(\text{C}) = 12,01$, $A_r(\text{H}) = 1,01$, $A_r(\text{O}) = 16,00$).

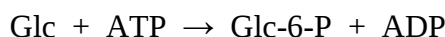
Úloha 2 Regulace glykolysy a energetický náboj buňky

11 bodů

Energetický náboj buňky (*energy charge*, Q_{EC}) se běžně definuje jako:

$$Q_{EC} = \frac{[\text{ATP}] + \frac{1}{2}[\text{ADP}]}{[\text{ATP}] + [\text{ADP}] + [\text{AMP}]}$$

Prvním krokem glykolysy je fosforylace molekuly glukosy za účasti hexokinasy na glukosa-6-fosfát:



Pro tuto reakci byla experimentálně určena hodnota $\Delta_r G^\circ = -17,4 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$, a to při 37 °C. Fyziologické koncentrace jednotlivých komponent pro zdravého člověka činí $[\text{Glc}] = 5 \text{ mM}$, $[\text{Glc-6-P}] = 83 \text{ } \mu\text{M}$, $[\text{ATP}] = 372 \text{ } \mu\text{M}$ a $[\text{AMP}] = 70 \text{ } \mu\text{M}$.

1. Jakým směrem probíhá fosforylace glukosy *in vivo* za standardních fyziologických podmínek?
2. Vypočítejte rovnovážnou konstantu této reakce za standardních fyziologických podmínek.
3. Energetický náboj buňky, ve které probíhá fosforylace glukosy, je 0,82. Jaká je koncentrace ADP v buňce?
4. Jakých hodnot může nabývat Q_{EC} ? Jakým koncentracím $[\text{ATP}]$, $[\text{ADP}]$ a $[\text{AMP}]$ to odpovídá?
5. Jaká by musela být koncentrace glukosy-6-fosfátu, aby fosforylace běžela za daných koncentrací ATP, AMP a ADP a konstantní glykémie opačným směrem?
6. Jsou takové podmínky fyziologicky reálné?

BIOCHEMIE

12 BODŮ

Úloha 1

8 bodů

V rámečku je uvedena sekvence úseku bakteriálního genomu, který obsahuje gen, o němž víte, že kóduje protein o molární hmotnosti 14 kDa. Pod sekvencí DNA je uveden její překlad do sekvence aminokyselin (AMK) ve všech třech čtecích rámcích (tzv. ORF, „open reading frame“). Shine-Dalgarnova sekvence v molekule mRNA je 5'-AGGAGGU-3'.

Sekvence DNA a její překlady do jednotlivých čtecích rámců (ORF).**Hvězdička (*) označuje stop kodon.****Sekvence DNA:**

5' -

```

1 CCTGTATGCCTGAGGAGGTTGAAGTTGAATGTTTCATGGGATGCCTCTGCGCCTTATTAAT 60
61 TACCGCCTCTTGCTCCACATTTGCTGCCCCCTCAACAAATCAACGATATTGTGCATCGCAC 120
121 AATTACCCCGCTTATAGAGCAACAAAAGATCCCGGGTATGGCGGTGGCGGTAATTTATCA 180
181 GGGTAAACCTTATTACTTTACCTGGGGCTATGCGGACATCGCCAAAAAGCAGCCCGTCAC 240
241 ACAGCAAACGTTGTTTGTAGTTAGGTTTCGGTCAGCAAAACATTTACTGGCGTGCTTGGTGG 300
301 CGACGCTATTGCTCGAGGGGAAATCAAGTTAAGCGATCCCACAACAAAATACTGGCCTGA 360
361 ACTTACCGCTAAACAGTGAATGGGATCACACTATTACATCTCGCAACCTACACTGCTTA 420
421 AGGCCTGCCATTGCAGGTGCCGGATGAGGT 450

```

-3'

ORF 1:

PVCLRLRLKLN VHGMPLRLIN YRLLHICCP STNQRYCASH NYPAYRATKD PGYGGGGNLS G*TL LLYLGL
 CGHRQKAARH TANVV*VRFG QQNIYWRAWW RRYCSRGNQV KRSHNKILA* TYR*TVEWDH TITSRNLHCL
 RPAIAGAG*G

ORF 2:

LYA*GG*S*M FMGCLCALLI TASCSTFAAP QQINDIVHRT ITPLIEQQKI PGMAVAVIYQ GKPYYFTWGY
 ADIAKKQPVV QQTFLFELGSV SKTFTGVLGG DAIRAGEIKL SDPTTKYWPE LTAKQWNGIT LLHLATYTA*
 GLPLQVPDEV

ORF 3:

CMPEEVEVEC SWDASAPY*L PPLAPHLLPL NKSTILCIAQ LPRL*SNKRS RVWRWR*FIR VNLITLPGAM
 RTSPKSSPSH SKRCLS*VRS AKHLLACLVA TLLLEGKSS* AIPQQNTGLN LPLNSGMGSH YYISQPTLLK
 ACHCRCRM

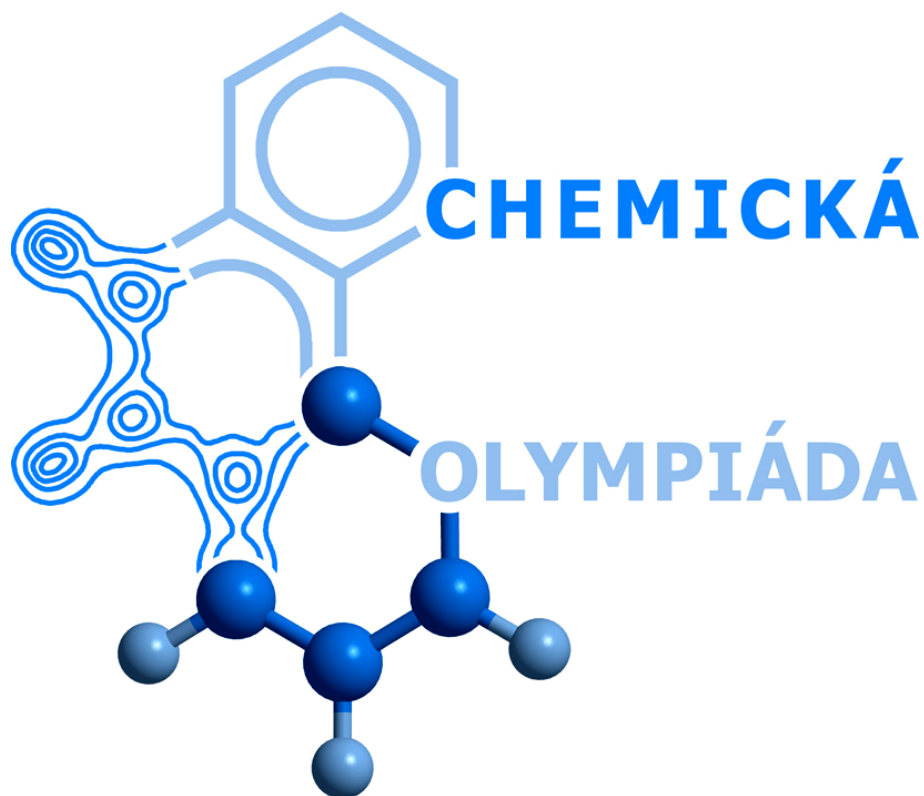
1. Určete a slovně zdůvodněte, v kterém čtecím rámci se vyskytuje gen kódující daný protein.
2. Vyznačte v sekvenci DNA iniciační kodon a stop kodon, i odpovídající místa v AMK sekvenci proteinu, a spočítejte, z kolika AMK se skládá protein vznikající expresí tohoto genu. Odpovídá Vámi určená délka proteinu jeho molární hmotnosti?
3. Vyznačte v sekvenci DNA úsek odpovídající Shine-Dalgarnově sekvenci. V kterém okamžiku exprese daného genu je tato sekvence důležitá?
4. Použitá sekvence DNA je ve skutečnosti fragment genu pro β -laktamasu střevní bakterie *Escherichia coli*. Tento enzym štěpí β -laktamový kruh jedné velmi významné skupiny látek, s níž se můžete setkat nejen v mikrobiologii, ale třeba i v medicíně. O jakou skupinu látek se jedná? Uveďte konkrétní příklad látky z této skupiny, která by mohla být substrátem pro β -laktamasu.

Úloha 2

4 body

Jsou následující výroky pravdivé? Vysvětlete!

1. Okazakiho vidlička slouží ke konzumaci opožděných fragmentů za spotřeby původního vlákna DNA.
2. DNA polymerasa vyžaduje při replikaci pro započetí syntézy nového vlákna primer DNA, který je syntetizován DNA gyrasou.
3. Z lidské genomové DNA obvykle nelze pomocí polymerasové řetězové reakce přímo izolovat nepřerušenu kódující sekvenci genu.
4. Přenos genetické informace je jednosměrný proces probíhající vždy pouze z DNA do RNA. RNA je co by jednovláknová molekula oproti DNA velmi nestálá a nemůže sloužit k dlouhodobému uchování genetické informace.



51. ročník
2014/2015

ŠKOLNÍ KOLO
kategorie A a E

ŘEŠENÍ KONTROLNÍHO TESTU ŠKOLNÍHO KOLA

KONTROLNÍ TEST ŠKOLNÍHO KOLA (60 BODŮ)**ANORGANICKÁ CHEMIE****16 BODŮ****Úloha 1 Galenit****5,25 bodu**1. Oxid siřičitý, SO₂.

0,25 bodu

2. Vyčíslené rovnice: (1) 2 PbS + 3 O₂ → 2 PbO + 2 SO₂

0,75 bodu

(2) PbS + 2 PbO → 3 Pb + SO₂

0,75 bodu

3. Výpočet:

$$a = \sqrt[3]{\frac{Z \cdot M(\text{PbS})}{\rho \cdot N_A}} = \sqrt[3]{\frac{4 \cdot 239,3 \cdot 10^{-3}}{7580 \cdot 6,022 \cdot 10^{23}}} = 594 \cdot 10^{-12} \text{ m} = 594 \text{ pm}$$

za jakýkoliv správný postup výpočtu 3,5 bodu

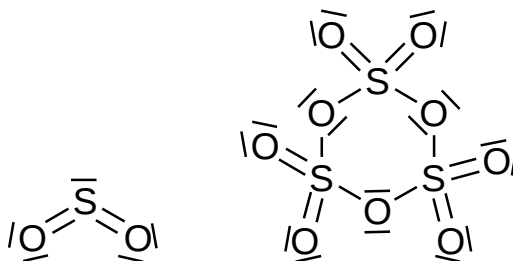
Úloha 2 Přeměny sloučenin síry**10,75 bodu**

1. Vzorce sloučenin:

A – SO₂**B** – SO₃**C** – S₃O₉**D** – H₂SO₄**E** – Na₂SO₄**F** – Na₂S**G** – Na₂SO₃**H** – Na₂S₂O₃**I** – H₂S

za každý vzorec 0,25 bodu; celkem 2,25 bodu

2. Elektronové vzorce:

**A****C**

za každý vzorec se všemi elektronovými páry 0,5 bodu; celkem 1 bod

3. Katalyzátory:

kat. 1 – NO₂**kat. 2** – V₂O₅

2×0,25 bodu

4. (1) V₂O₅ + SO₂ → 2 VO₂ + SO₃

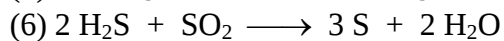
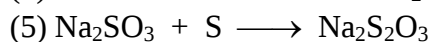
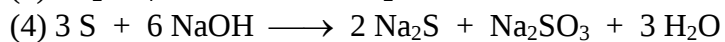
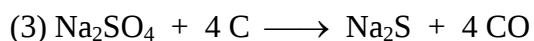
0,75 bodu

(2) 4 VO₂ + O₂ → 2 V₂O₅

0,75 bodu

Pozn.: Akceptovat i rovnice s dimerem V₂O₄.

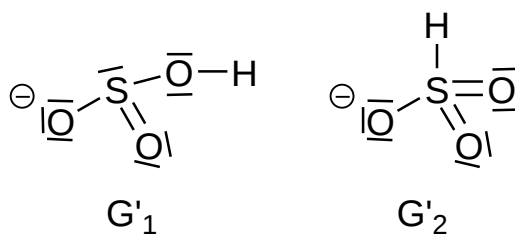
5. Rovnice:



6. (7) $\text{Na}_2\text{SO}_3 + \text{SO}_2 + \text{H}_2\text{O} \longrightarrow 2 \text{NaHSO}_3$

za každou vyčíslenou rovnici 0,75 bodu; celkem 3,75 bodu

7. Strukturní vzorce:



za každou strukturu včetně všech elektronových párů a formálních nábojů 0,5 bodu;
celkem 1 bod

8. Formy G'_1 a G'_2 jsou tautomery.

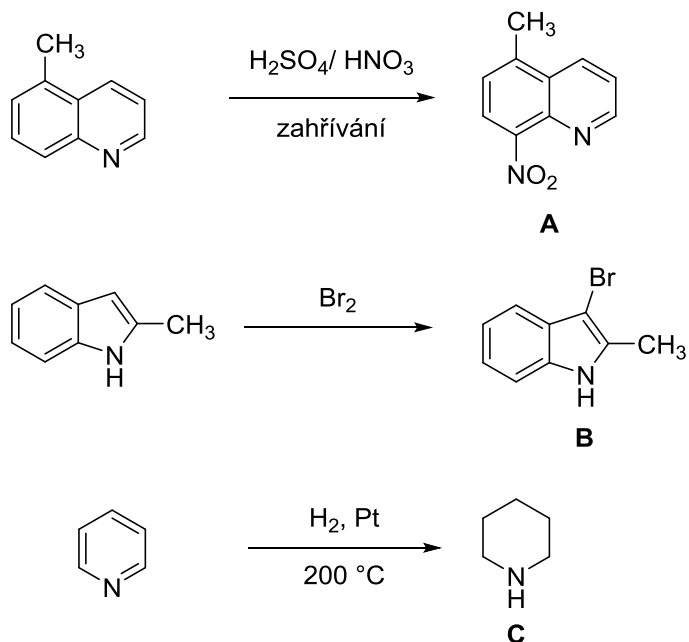
0,75 bodu

ORGANICKÁ CHEMIE

16 BODŮ

Úloha 1 Reaktivita heterocyklických sloučenin

4 body



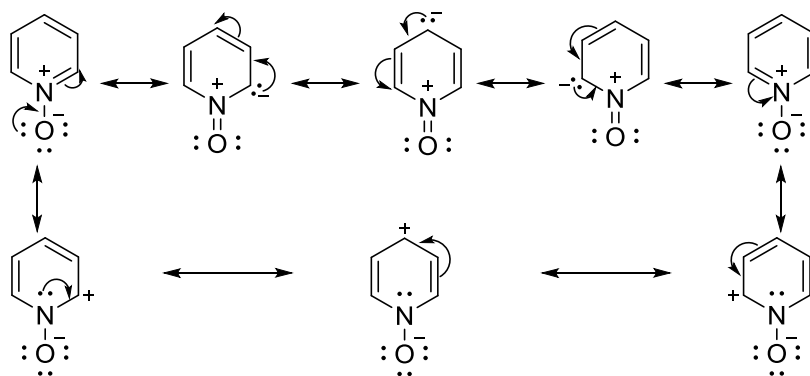
C = piperidin

za správný produkt po 1 bodu, za správný název 1 bod; celkem 4 body

Úloha 2 Pyridin-N-oxid

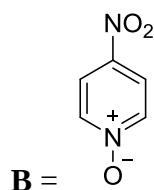
4 body

1.



Do celkového počtu rezonančních struktur mohou studenti zahrnout i výchozí molekulu.
za každou rezonanční strukturu 0,25 bodu; celkem max. 1 bod

2. **A** = H₂O₂ v kyselém prostředí, případně *m*-chlorperoxybenzoová kyselina (*m*CPBA) či jiná peroxykyselina.



C = PCl₃ nebo P(OMe)₃

za uvedení správného činidla či struktury 1 bod; celkem 3 body

Úloha 3 Užiteční pomocníci I

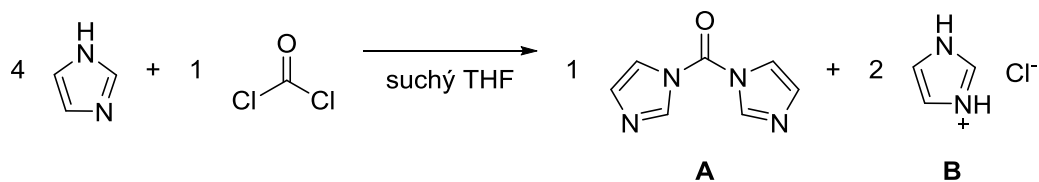
5 bodů

1.



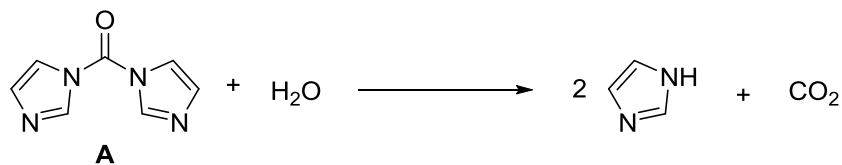
celkem 0,5 bodu

2.



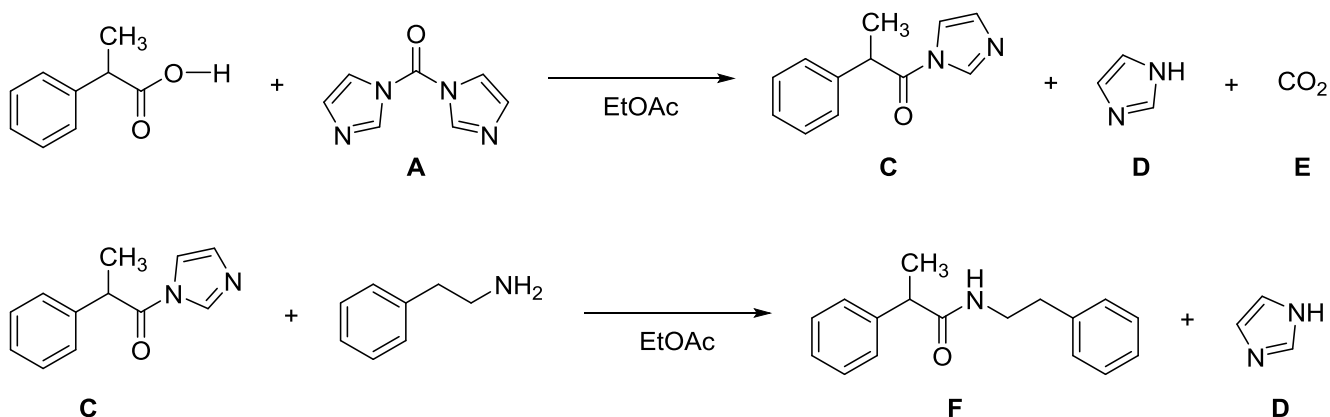
0,5 bodu za strukturu **A** i **B**, 0,5 bodu za správný mol. poměr; celkem 1,5 bodu

3.



celkem 1 bod

4.

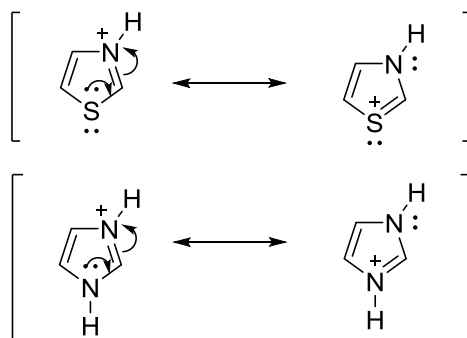


za struktury C, D, E, F 0,5 bodu; celkem 2 body

Úloha 4 Bratři thiazol a imidazol

3 body

Imidazol (jeho konjugovaná kyselina má pK_a 6,95) je silnější báze než thiazol (jeho konjugovaná kyselina má pK_a 2,44).



Sloučenina je tím silnější bází, čím stabilnější kation (protonizovaná forma) vznikne po přijetí protonu. Kationty vznikající z imidazolu a thiazolu mohou být stabilizovány rezonancí (viz obrázek). Tato stabilizace je tím účinnější, čím je dosaženo lepšího překryvu zapojených orbitalů. V případě imidazolu dojde k překryvu 2p orbitalu atomu dusíku s 2p orbitalem atomu uhlíku (N i C jsou prvky druhé periody v periodické tabulce prvků). V případě thiazolu dojde k překryvu 3p orbitalu atomu síry s 2p orbitalem atomu uhlíku (S je prvek třetí periody v periodické tabulce prvků), protože se tyto orbitály podstatně liší svojí velikostí, je jejich překryv horší.

za uvedení správných protonizovaných forem po 0,5 bodech za jejich rezonanční struktury po 0,5 bodech, za správné určení bazičtější látky 0,5 bodu, za správné zdůvodnění 0,5 bodu;
celkem 3 body

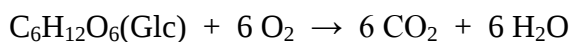
FYZIKÁLNÍ CHEMIE

16 BODŮ

Úloha 1 Spotřeba mozku při řešení kontrolního testu

5 bodů

1. Rovnice spalování glukosy zní:



za rovnici spalování glukosy 0,5 bodu

2. Příkon je definován jako rychlost konání práce, resp. rychlost spotřeby energie, tedy:

$$P = \frac{\Delta E}{\Delta t}$$

3. Mozek spotřebuje 80 g glukosy za den, tedy za 24 hodin. Za dvě hodiny, které trvá kontrolní test, to činí $80 / 12 = 6,67$ g. Při zvýšené kognitivní aktivitě je to ale $12 \times$ více, tedy $12 \cdot 6,67 = 80$ g glukosy. Odpovídající spalná enthalpie a tedy i energie, kterou mozek potřebuje je tedy:

$$\Delta E = n_{\text{Glc}} \cdot \Delta_c H_{\text{Glc}}^\circ = \frac{m_{\text{Glc}}}{M_{\text{Glc}}} \cdot \Delta_c H_{\text{Glc}}^\circ = \frac{80}{180,2} \cdot (-2880 \cdot 10^3) = -1,28 \text{ MJ}$$

Příkon je pak dán jako:

$$P = \frac{\Delta E}{\Delta t} = \frac{1,28 \cdot 10^6}{2 \cdot 3600} = 178 \text{ W}$$

za přepočet spotřeby glukosy na aktuální aktivitu mozku 1 bod
za vztah mezi energií, spalným teplem a výkonem 1 bod
za numericky správné řešení 0,5 bodu
celkem 2,5 bodu

4. Na spálení glukosy je třeba za standardních podmínek šestinásobné molární množství kyslíku, tedy:

$$n_{\text{O}_2} = 6n_{\text{Glc}} \rightarrow \frac{pV_{\text{O}_2}}{RT} = 6 \cdot \frac{m_{\text{Glc}}}{M_{\text{Glc}}} \rightarrow V_{\text{O}_2} = \frac{RT}{p} \cdot 6 \cdot \frac{m_{\text{Glc}}}{M_{\text{Glc}}} = \frac{8,314 \cdot 298}{101325} \cdot 6 \cdot \frac{80}{180,2} = 65,2 \text{ dm}^3$$

za správný postup výpočtu 1,5 bodu
za numericky správné řešení 0,5 bodu
celkem 2 body

Úloha 2 Regulace glykolysy a energetický náboj buňky

11 bodů

1. Vzhledem k hodnotě $\Delta_r G'^\circ = -17,4 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$, která je záporná, probíhá reakce od reaktantů k produktům, tedy zleva doprava.

za správnou identifikaci směru reakce 1 bod

2. Rovnovážná konstanta této reakce je dána jako:

$$\Delta_r G^{\circ'} = -RT \ln K \rightarrow K = \exp\left(-\frac{\Delta_r G^{\circ'}}{RT}\right) = \exp\left(-\frac{-17,4 \cdot 10^3}{8,314 \cdot 310}\right) = \underline{855}$$

za výpočet rovnovážné konstanty 2 body
za numericky správné řešení 0,5 bodu
celkem 2,5 bodu

3. Koncentraci ADP získáme prostým vyjádřením z energetického náboje buňky a dosazením:

$$Q_{EC} = \frac{[ATP] + \frac{1}{2}[ADP]}{[ATP] + [ADP] + [AMP]} \rightarrow [ADP] = \frac{Q_{EC} \cdot ([ATP] + [AMP]) - [ATP]}{\frac{1}{2} - Q_{EC}} =$$

$$= \frac{0,82 \cdot (372 \cdot 10^{-6} + 70 \cdot 10^{-6}) - 372 \cdot 10^{-6}}{0,5 - 0,82} = \underline{29,9 \mu M}$$

za výpočet koncentrace ADP z energetického náboje 1 bod
za numericky správné řešení 0,5 bodu
celkem 1,5 bodu

4. Energetický náboj buňky může nabývat hodnot $Q_{EC} = [0;1]$, přičemž hodnota 0 znamená nenulovou koncentraci pouze [AMP] a hodnota 1 znamená nenulovou koncentraci pouze [ATP].

za identifikaci intervalu 1 bod
za identifikaci koncentrací ATP a AMP v mezních bodech intervalu po 0,5 bodu
celkem tedy 2 body

5. Gibbsova funkce pro fosforylaci glukosy má tvar:

$$\Delta_r G' = \Delta_r G^{\circ'} + RT \ln Q = \Delta_r G^{\circ'} + RT \ln \frac{[Glc6P][ADP]}{[Glc][ATP]}$$

Předpokládáme konstantní koncentraci ATP a ADP, jakož i glukosy a ptáme se, jaká koncentrace glukosy-6-fosfátu je třeba ke splnění podmínky $\Delta_r G' = 0$. Pro tuto podmínku plyne z Gibbsovy funkce následující vztah pro koncentraci Glc6P:

$$\Delta_r G' = \Delta_r G^{\circ'} + RT \ln \frac{[Glc6P][ADP]}{[Glc][ATP]} = 0 \rightarrow \exp\left(-\frac{\Delta_r G^{\circ'}}{RT}\right) = \frac{[Glc6P]}{[Glc]} \cdot \frac{[ADP]}{[ATP]} \rightarrow$$

$$\rightarrow [Glc6P] = [Glc] \cdot \frac{[ATP]}{[ADP]} \cdot \exp\left(-\frac{\Delta_r G^{\circ'}}{RT}\right) = 5 \cdot 10^{-3} \cdot \frac{372 \cdot 10^{-6}}{29,9 \cdot 10^{-6}} \exp\left(-\frac{-17,4 \cdot 10^3}{8,314 \cdot 310}\right) = \underline{53,2 \text{ mol dm}^{-3}}$$

za výpočet koncentrace glukosa-6-fosfátu jakýmkoliv způsobem 2,5 bodu
za numericky správné řešení 0,5 bodu
celkem tedy 3 body

6. Taková koncentrace glukosa-6-fosfátu je naprosto nereálná. Tělo by se prakticky skládalo pouze z glukosa-6-fosfátu, a první krok glykolysy ve fyziologických podmínkách tedy vždy běží ve směru fosforylace glukosy. Tento krok je tedy v zásadě neregulovatelný z hlediska chemické rovnováhy. Regulaci tak zajišťují skrze regulaci rychlosti reakce enzymy, které se fosforylace účastní.

za smysluplný komentář 1 bod

BIOCHEMIE

12 BODŮ

Úloha 1

8 bodů

Sekvence DNA a její překlady do jednotlivých čtecích rámců (ORF).

Hvězdička (*) označuje stop kodon.

Sekvence DNA:

5' -

```

1 CCTGTATGCCTGAGGAGGTGAAGTTGAATGTTTCATGGGATGCCTCTGCGCCTTATTAAT 60
61 TACCGCCTCTTGCTCCACATTTGCTGCCCTCAACAAATCAACGATATTGTGCATCGCAC 120
121 AATTACCCGCTTATAGAGCAACAAAAGATCCCGGTATGGCGGTGGCGGTAATTTATCA 180
181 GGGTAAACCTTATTACTTTACCTGGGGCTATGCGGACATCGCCAAAAAGCAGCCCGTCAC 240
241 ACAGCAAACGTTGTTTGAGTTAGGTTTCGGTCAGCAAAACATTTACTGGCGTGCTTGGTGG 300
301 CGACGCTATTGCTCGAGGGGAAATCAAGTTAAGCGATCCCACAACAAAATACTGGCCTGA 360
361 ACTTACCGCTAAACAGTGGAATGGGATCACACTATTACATCTCGCAACCTACACTGCTTA 420
421 AGGCCTGCCATTGCAGGTGCCGGATGAGGT 450

```

-3'

ORF 1:

```

PVCLRRLLKLN VHGMPLRLIN YRLLHICCP STNQRYCASH NYPAYRATKD PGYGGGGNLS G*TLLLYLGL
CGHRQKAARH TANVV*VRFG QQNIYWRAWW RRYCSRGNQV KRSHNKILA* TYR*TVEWDH TITSRLHLCL
RPAIAGAG*G

```

ORF 2:

```

LYA*GG*S*M FMGCLCALLI TASCSTFAAP QQINDIVHRT ITPLIEQQKI PGMAVAVIYQ GKPYYFTWGY
ADIAKKQPVV QOTLFELGSV SKTFTGVLLG DAIARGEIKL SDPTTKYWPE LTAKQWNGIT LLHLATYTA*
GLPLQVPDEV

```

ORF 3:

```

CMPEEVEVEC SWDASAPY*L PPLAPHLLPL NKSTILCIAQ LPRL*SNKRS RVWRWR*FIR VNLITLPGAM
RTSPKSSPSH SKRCLS*VRS AKHLLACLVA TLLLEGKSS* AIPQONTGLN LPLNSGMGSH YYISQPTLLK
ACHCRCRM

```

1. Správné a jednoznačné grafické označení druhého čtecího rámce, tedy ORF 2.

1 bod

Čtecí rámec, v němž se vyskytuje gen kódující protein, poznáme podle toho, že obsahuje výrazně méně stop kodonů, než by odpovídalo průměrnému statistickému zastoupení. To je rovno 3/64, protože mezi 64 kodony jsou 3 stop kodony. Stop kodonů je tedy v náhodné sekvenci asi 1/20. Na první pohled je vidět, že nejdelší úsek bez stop kodonu se nachází ve druhém čtecím rámci.

1 bod

2. Správné a jednoznačné grafické vyznačení kodonů a míst v sekvenci, délka proteinu 130 AMK.

1 bod

Podmínku, zda je délka úseku dostatečná pro zadaný protein, ověříme na základě předpokladu, že průměrná AMK má rel. molekulovou hmotnost o něco vyšší než 100, proto se jejich počet musí blížit číslu 140. Nejdelší úsek ve čtecím rámci 2 má délku 130, což je vyhovující, jakékoli úseky mezi stop kodony v ostatních čtecích rámcích jsou naopak podstatně kratší.

1 bod

3. Správné a jednoznačné grafické vyznačení úseku odpovídajícího Shine-Dalgarnově sekvenci
1 bod

Tato sekvence je u prokaryot klíčová pro správné rozpoznání iniciačního kodonu v mRNA během translace na ribozomu.

1 bod

4. Jedná se o antibiotika

1 bod

a konkrétním příkladem je např. penicilin, ampicilin či jakékoli jiné antibiotikum s β -laktamovým kruhem.

1 bod

Úloha 2

4 body

1. Věta by správně mohla znít např. takto: „Okazakiho fragmenty vznikají za replikační vidličkou na nově syntetizovaném opožděném vlákně DNA.“ – či jakýkoli jiný správný popis vzniku Okazakiho fragmentů během replikace DNA (DNA polymerasa dokáže syntetizovat vlákno DNA vždy pouze ve směru od 5' - k 3'-konci, proto na jednom vlákně nevzniká nepřerušovaný nový řetězec, ale pouze fragmenty, tak, jak je dvoušroubovice po částech rozvíjena; tyto fragmenty jsou následně spojeny do jednoho řetězce DNA ligasou).
1 bod
2. Správně by to bylo: „DNA polymerasa vyžaduje při replikaci pro započítí syntézy nového vlákna primer **RNA**, který je syntetizován DNA **primasou**.“; DNA gyrasa se účastní rozplétání dvoušroubovice DNA.
1 bod
3. Ano, tento výrok je pravdivý. Většina genů totiž obsahuje introny, které by se pomocí PCR reakce amplifikovaly také. Je proto vhodnější nechat buňku udělat špinavou práci za nás a izolovat až výslednou mRNA, která představuje již čistě kódující sekvenci genu.
1 bod
4. Není pravda, že se jedná o jednosměrný proces – enzym reverzní transkriptasa dokáže přepsat sekvenci RNA zpět do DNA (tzv. komplementární DNA, cDNA, což se používá např. při přepisu izolované mRNA, viz bod c). Rovněž není pravda, že RNA nemůže sloužit k uchování genetické informace – viz např. dsRNA viry obsahující dvouvláknovou RNA jakožto nositelku své genetické informace.
1 bod