

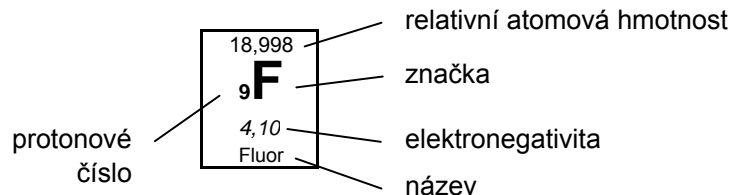


51. ročník
2014/2015

ŠKOLNÍ KOLO
kategorie A a E

KONTROLNÍ TEST ŠKOLNÍHO KOLA
časová náročnost: 120 minut

Periodická soustava prvků



1 I. A	1,00794 1 H 2,20 Vodík	2 II. A											13 III. A	14 IV. A	15 V. A	16 VI. A	17 VII. A	18 VIII. A									
2	6,941 3 Li 0,97 Lithium	9,012 4 Be 1,50 Beryllium											10,811 5 B 2,00 Bor	12,011 6 C 2,50 Uhlík	14,007 7 N 3,10 Dusík	15,999 8 O 3,50 Kyslík	18,998 9 F 4,10 Fluor	20,179 10 Ne Neon									
3	22,990 11 Na 1,00 Sodík	24,305 12 Mg 1,20 Hořčík	3 III. B	4 IV. B	5 V. B	6 VI. B	7 VII. B	8 VIII. B	9 VIII. B	10 VIII. B	11 I. B	12 II. B	26,982 13 Al 1,50 Hliník	28,086 14 Si 1,70 Křemík	30,974 15 P 2,10 Fosfor	32,060 16 S 2,40 Síra	35,453 17 Cl 2,80 Chlor	39,948 18 Ar Argon									
4	39,10 19 K 0,91 Draslík	40,08 20 Ca 1,00 Vápník	44,96 21 Sc 1,20 Skandium	47,88 22 Ti 1,30 Titan	50,94 23 V 1,50 Vanad	52,00 24 Cr 1,60 Chrom	54,94 25 Mn 1,60 Mangan	55,85 26 Fe 1,60 Železo	58,93 27 Co 1,70 Kobalt	58,69 28 Ni 1,70 Nikl	63,55 29 Cu 1,70 Měď	65,38 30 Zn 1,70 Zinek	69,72 31 Ga 1,80 Gallium	72,61 32 Ge 2,00 Germanium	74,92 33 As 2,20 Arsen	78,96 34 Se 2,50 Selen	79,90 35 Br 2,70 Brom	83,80 36 Kr Krypton									
5	85,47 37 Rb 0,89 Rubidium	87,62 38 Sr 0,99 Stroncium	88,91 39 Y 1,10 Yttrium	91,22 40 Zr 1,20 Zirkonium	92,91 41 Nb 1,20 Niob	95,94 42 Mo 1,30 Molybden	~98 43 Tc 1,40 Technecium	101,07 44 Ru 1,40 Ruthenium	102,91 45 Rh 1,40 Rhodium	106,42 46 Pd 1,30 Palladium	107,87 47 Ag 1,40 Stříbro	112,41 48 Cd 1,50 Kadmium	114,82 49 In 1,50 Indium	118,71 50 Sn 1,70 Cín	121,75 51 Sb 1,80 Antimon	127,60 52 Te 2,00 Tellur	126,90 53 I 2,20 Jod	131,29 54 Xe Xenon									
6	132,91 55 Cs 0,86 Cesium	137,33 56 Ba 0,97 Barium											178,49 72 Hf 1,20 Hafnium	180,95 73 Ta 1,30 Tantal	183,85 74 W 1,30 Wolfram	186,21 75 Re 1,50 Rhenium	190,20 76 Os 1,50 Osmium	192,22 77 Ir 1,50 Iridium	195,08 78 Pt 1,40 Platina	196,97 79 Au 1,40 Zlato	200,59 80 Hg 1,40 Rtuť	204,38 81 Tl 1,40 Thallium	207,20 82 Pb 1,50 Olovo	208,98 83 Bi 1,70 Bismut	~209 84 Po 1,80 Polonium	~210 85 At 1,90 Astat	~222 86 Rn Radon
7	~223 87 Fr 0,86 Francium	226,03 88 Ra 0,97 Radium											261,11 104 Rf	262,11 105 Db	263,12 106 Sg	262,12 107 Bh	270 108 Hs	268 109 Mt	281 110 Ds	280 111 Rg	277 112 Cn	~287 113 Uut	289 114 Uuq	~288 115 Uup	~289 116 Uuh	~291 117 Uus	293 118 Uuo

6	Lanthanoidy	138,91 57 La 1,10 Lanthan	140,12 58 Ce 1,10 Cer	140,91 59 Pr 1,10 Praseodym	144,24 60 Nd 1,10 Neodym	~145 61 Pm 1,10 Promethium	150,36 62 Sm 1,10 Samarium	151,96 63 Eu 1,00 Europium	157,25 64 Gd 1,10 Gadolinium	158,93 65 Tb 1,10 Terbium	162,50 66 Dy 1,10 Dysprosium	164,93 67 Ho 1,10 Holmium	167,26 68 Er 1,10 Erbium	168,93 69 Tm 1,10 Thulium	173,04 70 Yb 1,10 Ytterbium	174,04 71 Lu 1,10 Lutecium
7	Aktinoidy	227,03 89 Ac	232,04 90 Th	231,04 91 Pa	238,03 92 U	237,05 93 Np	{244} 94 Pu	~243 95 Am	~247 96 Cm	~247 97 Bk	~251 98 Cf	~252 99 Es	~257 100 Fm	~258 101 Md	~259 102 No	~260 103 Lr

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

Sulfid olovnatý (mineralogicky galenit) je významnou olovenou rudou. Jedním ze způsobů zpracování galenitu na olovo je *pražně-reakční* pochod. Nejprve se ruda *praží* v proudu 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 rozežhátá směs nezreagovaného sulfidu a vzniklého oxidu olovnatého reaguje za vzniku olova (2).

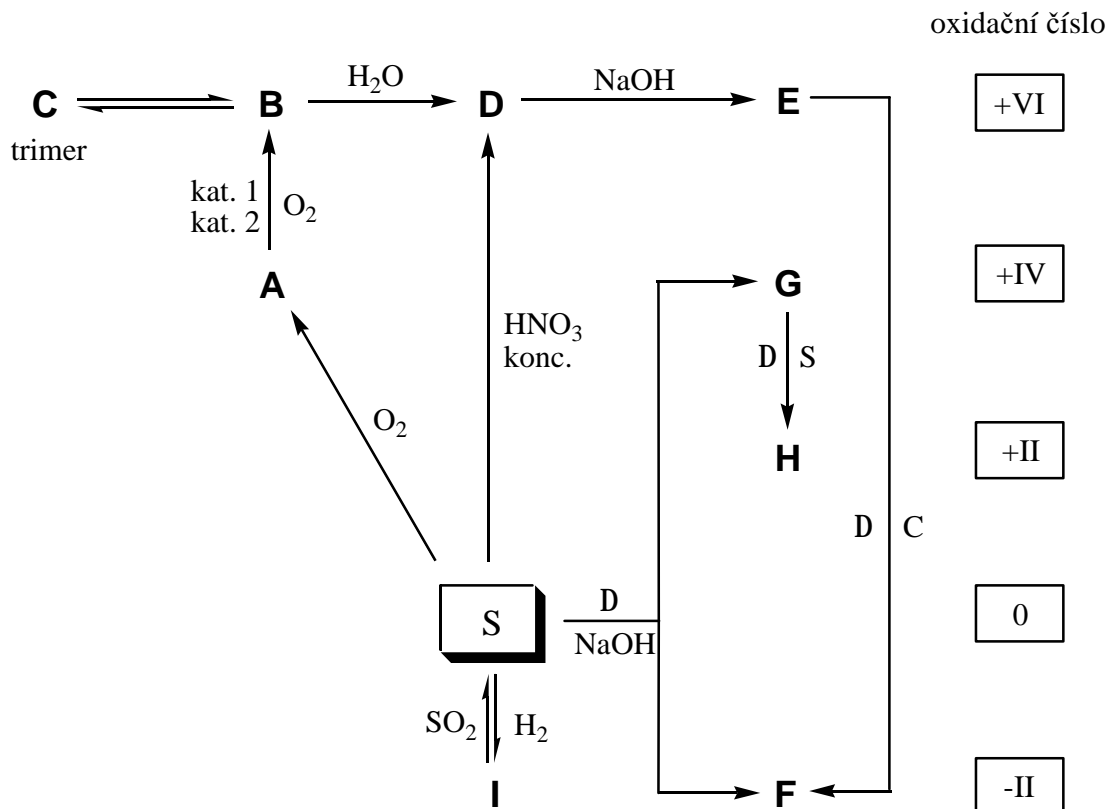


1. Která sloučenina vzniká jako vedlejší produkt v obou krocích?
2. Napište vyčíslené rovnice reakcí (1) a (2).
3. Galenit krystaluje v krychlové soustavě a má strukturu NaCl. Vypočítejte délku hrany elementární buňky v pikometrech, pokud je hustota galenitu $7,58 \text{ g}\cdot\text{cm}^{-3}$.
 $A(\text{Pb})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

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 strukturální 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 $\mathbf{G'_2}$?

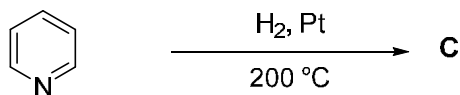
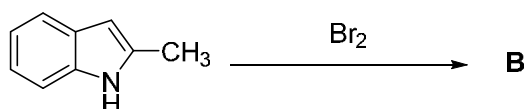
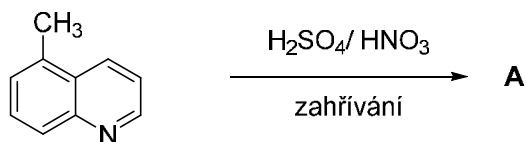
ORGANICKÁ CHEMIE

16 BODŮ

Úloha 1 Reaktivita heterocyklických sloučenin

4 body

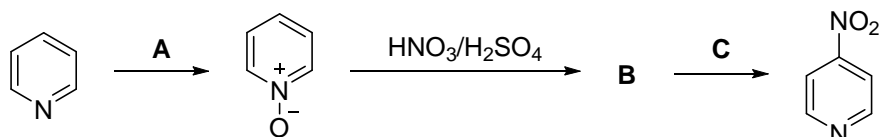
Na rozcvičení doplňte produkty **A**, **B**, **C** níže uvedených reakcí a sloučeninu **C** pojmenujte.

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**.



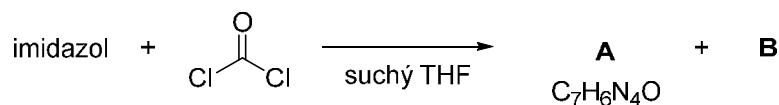
Úloha 3 Užiteční pomocníci I

5 bodů

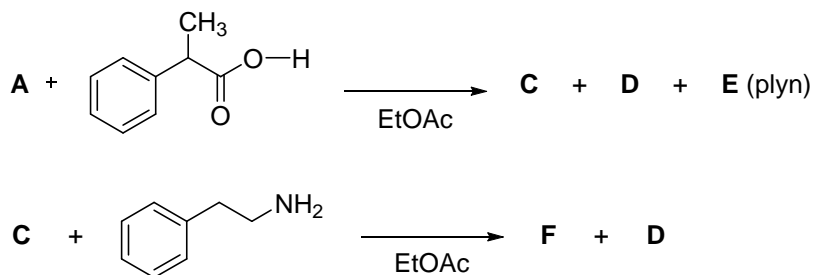
Díky svým zajímavým chemickým vlastnostem nachází řada heterocyklických sloučenin uplatnění jako činidla v organické syntéze. Příkladem takového užitečného heterocyklu je imidazol, kterým se budeme zabývat v této úloze.

- 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 hydrolyze za vzniku dvou produktů. Zapište chemickou rovnici této hydrolyzy.
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.

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.

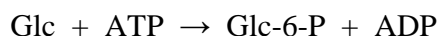
1. Napište rovnici spalování glukosy.
2. Napište rovnici, jakou je definován příkon.
3. Vypočítejte z uvedených dat příkon vašeho mozku při řešení kontrolního testu po celou dobu jeho trvání za předpokladu, že u něj intenzivně myslíte.
4. Kolik litrů kyslíku z okolního vzduchu spotřebuje za dvě hodiny 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. Vypočtete 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?

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 TACCGCCTCTTGCTCCACATTTGCTGCCCTCAACAAATCAACGATATTGTGCATCGCAC 120
121 AATTACCCCGCTTATAGAGCAACAAAAGATCCCGGTATGGCGGTGGCGGTAATTTATCA 180
181 GGGTAAACCTTATTACTTTACCTGGGGCTATGCGGACATCGCCAAAAAGCAGCCCGTCAC 240
241 ACAGCAAACGTTGTTTGTAGTTAGGTTTCGGTCAGCAAAACATTTACTGGCGTGCTTGGTGG 300
301 CGACGCTATTGCTCGAGGGGAAATCAAGTTAAGCGATCCACAAACAAAATACTGGCCTGA 360
361 ACTTACCGCTAAACAGTGGAAATGGGATCACACTATTACATCTCGCAACCTACACTGCTTA 420
421 AGGCCTGCCATTGCAGGTGCCGGATGAGGT 450

```

-3'

ORF 1:

PVCLRRLKLN VHGMPLRLIN YRLLHICCP STNQRVCASH NYPAYRATKD PGYGGGGNLS G*TL LLYLGL
 CGHRQKAARH TANVV*VRFG QQNIYRAWW RRYCSRGNQV KRSHNKILA* TYR*TVEWDH TITSRNLHCL
 RPAIAGAG*G

ORF 2:

LYA*GG*S*M FMGCLCALLI TASCSTFAAP QQINDIVHRT ITPLIEQQKI PGMAVAVIYQ GKPYFTWGY
 ADIAKKQPVT QQTLFELGSV SKTFTGVLGG DAIARGEIKL SDPTTKYWPE LTAKQWNGIT LLHLATYTA*
 GLPLQVPDEV

ORF 3:

CMPEEVEVEC SWDASAPY*L PPLAPHL LPL NKSTILCIAQ LPRL*SNKRS RVWRWR*FIR VNLITLPGAM
 RTSPKSSPSH SKRCLS*VRS AKHLLACLVA TLLLEGKSS* AIPQQNTGLN LPLNSGMGSH YYISQPTLLK
 ACHCRMRM

1. Určete a slovně zdůvodněte, v kterém čtecím rámcí 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 započítí 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.