



VŠCHT PRAHA

Ústřední komise
Chemické olympiády



62. ROČNÍK

2025/2026

ŠKOLNÍ KOLO

KATEGORIE A/E

KONTROLNÍ TEST

ZADÁNÍ

240 UNIVERZÁLNÍCH BODŮ, 180 MINUT

60 bodů kategorie A | 40 bodů kategorie E



PERIODICKÁ SOUSTAVA PRVKŮ

1 I. A	2 II. A	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	13 III. A	14 IV. A	15 V. A	16 VI. A	17 VII. A	18 VIII. A
1 1,00794 H 2,20 Vodík																	2 4,0026 He Helium
2 6,941 Li 0,97 Lithium	4 9,0122 Be 1,50 Beryllium											5 10,811 B 2,00 Bor	6 12,011 C 2,50 Uhlík	7 14,007 N 3,10 Dusík	8 15,999 O 3,50 Kyslík	9 18,998 F 4,10 Fluor	10 20,179 Ne Neon
3 22,990 Na 1,00 Sodík	12 24,305 Mg 1,20 Hořčík											13 26,982 Al 1,50 Hliník	14 28,085 Si 1,70 Křemík	15 30,974 P 2,10 Fosfor	16 32,06 S 2,40 Síra	17 35,453 Cl 2,80 Chlor	18 39,948 Ar Argon
4 39,098 K 0,91 Draslík	20 40,078 Ca 1,00 Vápník	21 44,956 Sc 1,30 Skandium	22 47,867 Ti 1,30 Titan	23 50,942 V 1,50 Vanad	24 51,996 Cr 1,60 Chrom	25 54,938 Mn 1,60 Mangan	26 55,845 Fe 1,60 Železo	27 58,933 Co 1,70 Kobalt	28 58,693 Ni 1,70 Nikl	29 63,546 Cu 1,70 Měď	30 65,38 Zn 1,70 Zinek	31 69,723 Ga 1,80 Galium	32 72,61 Ge 2,00 Germanium	33 74,922 As 2,20 Arzen	34 78,971 Se 2,50 Selen	35 79,904 Br 2,70 Brom	36 83,798 Kr Krypton
5 85,468 Rb 0,89 Rubidium	38 87,62 Sr 0,99 Stroncium	39 88,906 Y 1,10 Yttrium	40 91,224 Zr 1,20 Zirkonium	41 92,906 Nb 1,20 Niob	42 95,95 Mo 1,30 Molybden	43 ~98 Tc 1,40 Technecium	44 101,07 Ru 1,40 Ruthenium	45 102,91 Rh 1,40 Rhodium	46 106,42 Pd 1,30 Palladium	47 107,87 Ag 1,40 Stříbro	48 112,41 Cd 1,50 Kadmium	49 114,82 In 1,50 Indium	50 118,71 Sn 1,70 Cín	51 121,75 Sb 1,80 Antimon	52 127,60 Te 2,00 Tellur	53 126,90 I 2,20 Jod	54 131,29 Xe Xenon
6 132,91 Cs 0,86 Cesium	56 137,33 Ba 0,97 Baryum		72 178,49 Hf 1,20 Hafnium	73 180,95 Ta 1,30 Tantal	74 183,84 W 1,30 Wolfram	75 186,21 Re 1,50 Rhenium	76 190,23 Os 1,50 Osmium	77 192,22 Ir 1,50 Iridium	78 195,08 Pt 1,40 Platina	79 196,97 Au 1,40 Zlato	80 200,59 Hg 1,40 Rtuť	81 204,38 Tl 1,40 Thallium	82 207,20 Pb 1,50 Olovo	83 208,98 Bi 1,70 Bismut	84 ~209 Po 1,80 Polonium	85 ~210 At 1,90 Astat	86 ~222 Rn Radon
7 ~223 Fr 0,86 Francium	88 226,03 Ra 0,97 Radium		104 261,11 Rf 1,20 Rutherfordium	105 262,11 Db 1,20 Dubnium	106 263,12 Sg 1,20 Seaborgium	107 262,12 Bh 1,20 Bohrium	108 270 Hs 1,20 Hassium	109 268 Mt 1,20 Meitnerium	110 281 Ds 1,20 Darmstadtium	111 280 Rg 1,20 Roentgenium	112 277 Cn 1,20 Kopernicium	113 ~287 Nh 1,20 Nihonium	114 289 Fl 1,20 Flerovium	115 ~288 Mc 1,20 Moskovium	116 ~289 Lv 1,20 Livermorium	117 ~291 Ts 1,20 Tennessin	118 293 Og 1,20 Oganesson

Diagram illustrating the components of an element box for Vanadium (V):

- Relativní atomová hmotnost: 50,942
- Značka: V
- Elektronegativita: 1,50
- Název: Vanad
- Protonové číslo: 23

6 LANTHANOIDY

57 138,91 La 1,10 Lanthan	58 140,12 Ce 1,10 Cer	59 140,91 Pr 1,10 Praseodym	60 144,24 Nd 1,10 Neodym	61 ~145 Pm 1,10 Promethium	62 150,36 Sm 1,10 Samarium	63 151,96 Eu 1,00 Europium	64 157,25 Gd 1,10 Gadolinium	65 158,93 Tb 1,10 Terbium	66 162,50 Dy 1,10 Dysprosium	67 164,93 Ho 1,10 Holmium	68 167,26 Er 1,10 Erbium	69 168,93 Tm 1,10 Thulium	70 173,04 Yb 1,10 Ytterbium	71 174,97 Lu 1,10 Lutecium
--	--	--	---	---	---	---	---	--	---	--	---	--	--	---

7 AKTINOIDY

89 227,03 Ac 1,00 Aktinium	90 232,04 Th 1,10 Thorium	91 231,04 Pa 1,10 Proaktinium	92 238,03 U 1,20 Uran	93 237,05 Np 1,20 Neptunium	94 {244} Pu 1,20 Plutonium	95 ~243 Am 1,20 Americium	96 ~247 Cm 1,20 Curium	97 ~247 Bk 1,20 Berkelium	98 ~251 Cf 1,20 Kalifornium	99 ~252 Es 1,20 Einsteinium	100 ~257 Fm 1,20 Fermium	101 ~258 Md 1,20 Mendělevium	102 ~259 No 1,20 Nobelium	103 ~260 Lr 1,20 Lawrencium
---	--	--	--	--	---	--	---	--	--	--	---	---	--	--

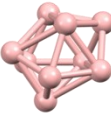
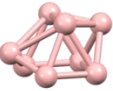
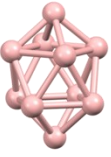
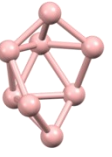
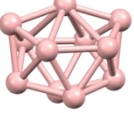
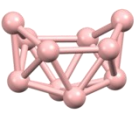
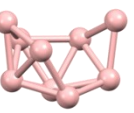
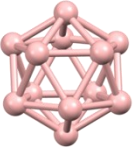
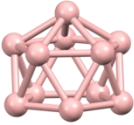
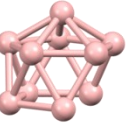
VZOREČKOVNÍK

Rychlost reakce pro $a A + b B \rightarrow c C + d D$	Kinetika 1. řádu
$v = -\frac{1}{a} \frac{d[A]}{dt} = \frac{1}{d} \frac{d[D]}{dt}$	$c_A(t) = c_{A,0} \exp(-kt)$
Arrheniova závislost	Srážková teorie
$k = A \exp\left(-\frac{E_A}{RT}\right)$	$k = \pi r_{AB}^2 N_A P_S \sqrt{\frac{8k_B T}{\pi \mu_{AB}}} \exp\left(-\frac{E_A}{k_B T}\right)$
Boltzmannovo rozdělení	Eyring-Polanyi
$P_i \propto \exp\left(-\frac{E_i}{RT}\right)$	$k = \frac{k_B T}{h} \exp\left(-\frac{\Delta G_{akt}^\ddagger}{k_B T}\right)$
Doba života pro 1. řád	Poločas reakce 1. řádu
$\tau = \frac{1}{k}$	$\tau_{1/2} = \frac{\ln(2)}{k}$
Energie fotonu	Redukovaná hmotnost
$E = \frac{hc}{\lambda}$	$\mu_{AB} = \frac{m_A m_B}{m_A + m_B} = \frac{M_A M_B}{M_A + M_B} m_u$
Rovnovážná konstanta	Kinetika Michaelise a Mentenové
$\Delta G^\circ = -RT \ln K$	$v = \frac{v_{\max}[S]}{K_M + [S]}$
	Maximální rychlost enzymové reakce
	$v_{\max} = k_{\text{cat}}[E]_{\text{tot}}$
Viditelné spektrum	

VYBRANÉ KONSTANTY A PŘEVODNÍ VZTAHY

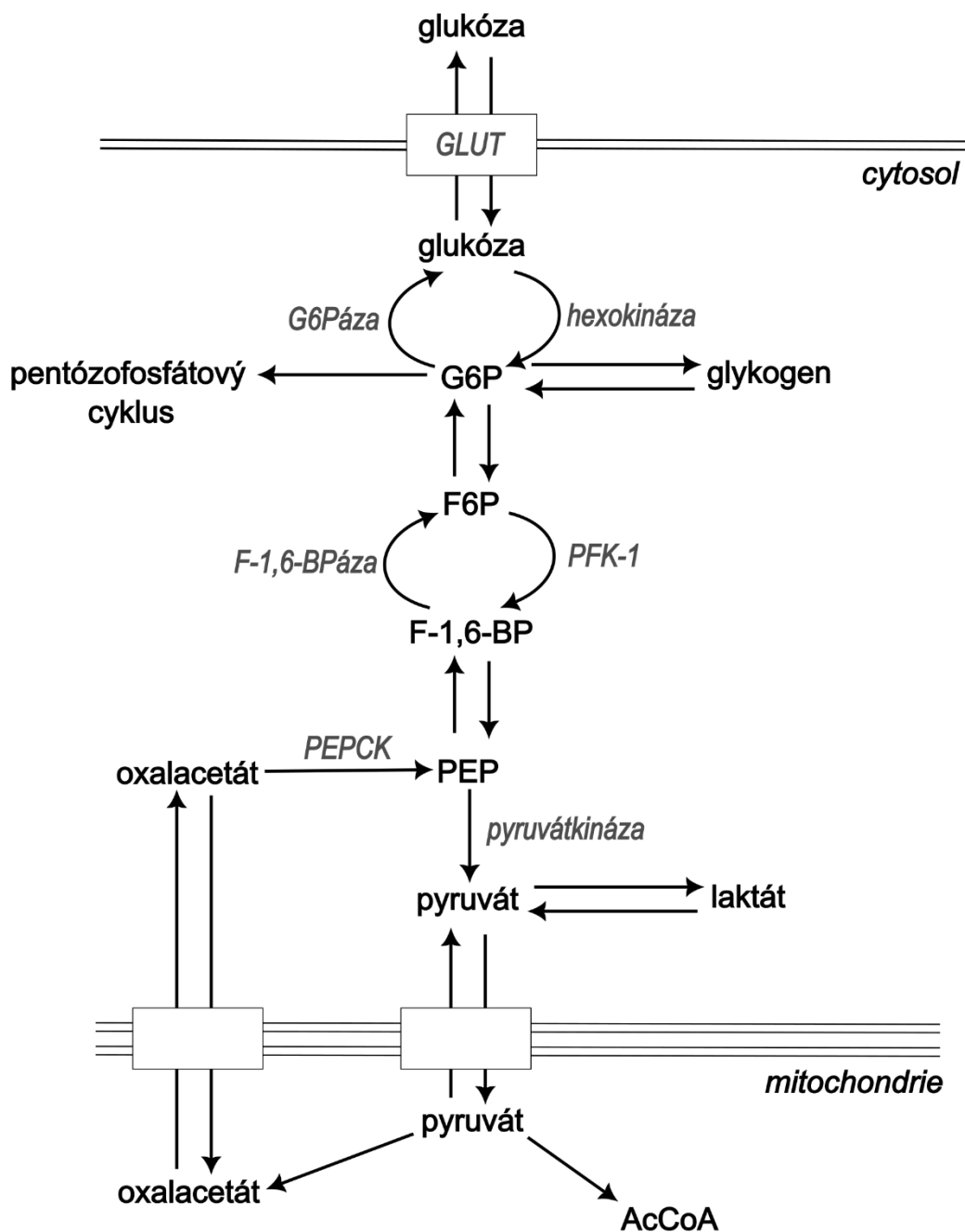
Avogadrova konstanta	Boltzmannova konstanta
$N_A = 6,022 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$	$k_B = 1,3806 \cdot 10^{-23} \text{ J K}^{-1}$
Atomová hmotnostní konstanta	Elektronvolt
$m_u = 1 \text{ amu} = 1,6605 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$	$1 \text{ eV} = 1,602 \cdot 10^{-19} \text{ J}$
Faradayova konstanta	Planckova konstanta
$F = 96485 \text{ C mol}^{-1}$	$h = 6,626 \cdot 10^{-34} \text{ J s}$
Rychlost světla ve vakuu	Molární plynová konstanta
$c = 299\,792\,458 \text{ m s}^{-1}$	$R = 8,314 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$
Termodynamická teplota	Atmosférický tlak
$0^\circ\text{C} = 273,15 \text{ K}$	$p_{\text{atm}} = 101\,325 \text{ Pa} = 1 \text{ atm} = 760 \text{ Torr}$
Standardní tlak	Standardní teplota
$p^\circ = 100\,000 \text{ Pa} = 1 \text{ bar}$	$T^\circ = 298,15 \text{ K}$
Standardní koncentrace	
$c^\circ = 1 \text{ mol dm}^{-3}$	

VZOROVÉ TVARY PRO CLOSO, NIDO A ARACHNO KLASTRY O 4–12 VRCHOLECH

	<i>closo</i>	<i>nido</i>	<i>arachno</i>	Názvy ideálních deltaedrů
4				<i>Tetraedr</i>
5				<i>Trigonální bipyramida</i>
6				<i>Oktaedr</i>
7				<i>Pentagonální bipyramida</i>
8				<i>Dodekaedr</i>
9				<i>Tříkrát očepičkovaný trojboký hranol (tricapped trigonal prism)</i>
10				<i>Dvakrát očepičkované čtvercové antiprisma (bicapped square antiprism)</i>
11				<i>Oktadekaedr</i>
12				<i>Ikosaedr</i>

Zdroj: [Wikimedia Commons](https://commons.wikimedia.org/w/index.php?title=File:Deltahedral-borane-cluster-array-numbered-3D-bs-17.png)<https://commons.wikimedia.org/w/index.php?title=File:Deltahedral-borane-cluster-array-numbered-3D-bs-17.png>

SCHÉMA GLYKOLÝZY



KOLEKTIV AUTORŮ

ANORGANICKÁ CHEMIE

Autoři

Tomáš Heger*University of Cambridge***Karolína Zemene***University College Utrecht*Odborná
recenze**Jan Kotek***Katedra anorganické chemie
Přírodovědecká fakulta,
Univerzita Karlova, Praha*Pedagogická
recenze**Tomáš Mahnel***Gymnázium Rumburk*

ORGANICKÁ CHEMIE

Autor

Filip Bureš*Ústav organické chemie a technologie,
Fakulta chemicko-technologická,
Univerzita Pardubice*Odborná
recenze**Miroslav Ludwig***Ústav organické chemie a technologie,
Fakulta chemicko-technologická,
Univerzita Pardubice***Petra Ménová***Ústav organické chemie,
Ústav učitelství a humanitních věd,
VŠCHT Praha*Pedagogická
recenze**Tomáš Mahnel***Gymnázium Rumburk*

FYZIKÁLNÍ CHEMIE

Autoři

Karolína Fárníková*Ústav fyzikální chemie J. Heyrovského,
VŠCHT Praha***Eva Pluhařová***Ústav fyzikální chemie J. Heyrovského*Odborná
recenze**Karel Berka***Katedra fyzikální chemie,
Přírodovědecká fakulta,
Univerzita Palackého v Olomouci*Pedagogická
recenze**Tomáš Mahnel***Gymnázium Rumburk*

BIOCHEMIE

Autor

Jan Vavřín*University of Cambridge*Odborná
recenze**Tomáš Ovad***Ústav fyzikální chemie,
Fakulta chemicko-inženýrská,
VŠCHT Praha*Pedagogická
recenze**Tomáš Mahnel***Gymnázium Rumburk*

ANORGANICKÁ CHEMIE**60 bodů****Úloha 1 Improvizovaná výroba hliníku****25 bodů**

Naše termití socha z minulého kola měla velký úspěch, a lidé se sjíždějí z daleka, aby si ji mohli prohlédnout. Někteří by si rádi odvezli domů nějakou památku na její návštěvu, a tak jsme se rozhodli, že začneme s produkcí mini-termitích sošek. Vzhledem k jejich sentimentální hodnotě by bylo vhodné, aby dlouho vydržely – místo korodujícího železa jsme se rozhodli použít hliník. Zároveň jsme ve sklepech objevili velké množství tetrahydridohlinitanu lithného, který tam v minulosti uskladnil strýc Ivo...

Při tepelném rozkladu (za teploty cca 200 °C) tetrahydridohlinitanu lithného vzniká pevná binární sloučenina, plyn **A** a kovový hliník (**Reakce 1**).

1) Napište vyčíslenou rovnici Reakce 1**Reakce 1:****body:**

Na barelu s tetrahydridohlinitanem lithným je napsáno, že obsahuje 1 t této látky.

2) Spočítejte, kolik hliníku teoreticky získáme z tohoto množství tetrahydridohlinitanu.

Výpočet:

Získáme _____ kg hliníku.

body:

Oproti teoretickým předpokladům vzniklo jenom 500 kg hliníku. Tento výtěžek uvažujte pro všechny následující otázky. Jelikož sklep je vlhký, máte podezření, že za znehodnocení obsahu sudu může voda.

- 3) **Napište vyčíslenou rovnici reakce tetrahydridohlinitanu lithného s vodou (uvažujte nadbytek vody) a určete, jaký prvek se v této reakci oxidační a jaký se redukuje.**

Rovnice:

Oxidující se prvek:

Redukující se prvek:

body:

- 4) **Spočítejte, kolik procent z původní 1 tuny tetrahydridohlinitanu lithného zreagovalo s vodou.**

Výpočet:

S vodou zreagovalo _____ % tetrahydridohlinitanu lithného.

body:

Při reakci se uvolňuje poměrně velké množství hořlavého plynu **A**. Jelikož zahřívání provádíme v laboratoři o velikosti $3 \times 7 \times 20$ m bez digestoře a zapomněli jsme otevřít okna, může hrozit požár anebo dokonce i výbuch. Plyn **A** tvoří výbušnou směs se vzduchem při objemových koncentracích v rozsahu 18,3–59,0 %. Jelikož místnost není vzduchotěsná a plyn **A** je lehčí než vzduch, uvažujte, že ho v místnosti zůstane pouze jedna čtvrtina.

- 5) Určete, jaký objem plynu **A** vznikne (uvažujte $V_m = 24,46 \text{ dm}^3/\text{mol}$). Je objemová koncentrace plynu **A** dostatečná, aby hrozil výbuch? Své tvrzení doložte výpočtem.

Výpočet:

Vzniklo _____ m^3 plynu **A**

Výbuch **hrozí** / **nehrozí**.

body:

Vedlejší pevný produkt **Reakce 1** jsme se pokusili odstranit pomocí vody. Ukázalo se ale, že to nebyl nejlepší nápad, protože hliník vzniklý při této reakci byl velmi jemný a s vodou reagoval. Reakce hliníku s vodou může mít různé produkty v závislosti na teplotě. Všechny tyto produkty také můžeme nalézt v přírodě jako minerály.

6) Napište 3 možné pevné produkty reakce Al s vodou a seřadte je vzestupně dle teplotní stability.

Produkty seřazené dle teplotní stability:

body:

Ačkoliv jsme v této úloze vyráběli hliník z tetrahydridohlinitanu lithného, v chemickém průmyslu se většinou snažíme o přesný opak – výrobu tetrahydridohlinitanu lithného z hliníku. Jedním ze způsobů výroby je reakce kovového hliníku s kyselinou chlorovodíkovou za vzniku látky **B** a plynu **A** (**Reakce 2**). Při použití dříve vyrobeného kousku hliníku se nejprve prakticky nic neděje, až po chvíli se uvolní několik bublinek plynu **A**, a poté začne hliník reagovat velmi bouřlivě. Tetrahydridohlinitan lithný poté vzniká reakcí mezi látkou **B** a anorganickou pevnou látkou (**Reakce 3**).

7) Napište vyčíslené rovnice Reakcí 2 a 3.

Reakce 2:

Reakce 3:

body:

8) Vysvětlete, proč Reakce 2 na začátku probíhala pomalu.

Vysvětlení:

body:

Úloha 2 Borité obludarium**17 bodů**

Bor je velmi tvrdým, metalicky blýskavým prvkem. Ve své elementární formě se na Zemi prakticky nevyskytuje, a to i přes jeho prakticky absolutní chemickou inertnost. Jinak je ale jeho anorganická chemie velmi bohatá, a vykazuje jistá specifika i přes určitou podobnost s ostatními prvky 13. skupiny. My se v této úloze podíváme na výběr obvyklých i kuriózních sloučenin boru.

Známou sloučeninu **A** široce používanou v organické chemii jako redukční činidlo, která má analogy mezi sloučeninami ostatních prvků 13. skupiny, lze vyrobit reakcí mezi *ortho*-boritanem sodným (NaBO_2) a hydridem hořečnatým (**Reakce 1**). Průmyslově se vyrábí reakcí mezi trimethylboritanem $\text{B}(\text{OCH}_3)_3$ a hydridem sodným (**Reakce 2**).

1) Napište vyčíslené rovnice Reakcí 1 a 2.**Reakce 1:****Reakce 2:****body:**

Větší kuriozitou je anorganická sloučenina $\text{B}_3\text{H}_6\text{N}_3$ označovaná jako borazin, která je izoelektronická s benzenem, proto někdy nazývána jako jeho anorganický analog.

2) Nakreslete strukturní vzorec borazinu.

Strukturní vzorec:

body:

- 3) Vysvětlete, jak může být borazin izoelektronický s benzenem, když v jeho strukturním vzorci nejsou žádné dvojné vazby.

Vysvětlení:

body:

Jedním ze způsobů výroby borazinu je dvoukroková syntéza z chloridu boritého a chloridu amonného, při které vzniká trichloroborazin, ve kterém jsou 3 atomy vodíku nahrazeny chlorem (**Reakce 3**). Následně je trichloroborazin redukován pomocí látky **A** na borazin, bezbarvý toxický plyn a anorganickou sůl (**Reakce 4**).

- 4) Pomocí Lewisovy teorie kyselin a bazí vysvětlete, na který prvek (N nebo B) se váže chlor v trichloroborazinu.

Vysvětlení:

body:

- 5) Napište vyčíslené rovnice Reakcí 3 a 4.

Reakce 3:

Reakce 4:

body:

Borazin není jedinou sloučeninou, která vykazuje isoelektronovou strukturu se sloučeninami uhlíku. Látka **B**, která má velmi velkou tepelnou vodivost, je ve své hexagonální formě analogická grafitu. Lze ji vyrobit mimo jiné reakcí mezi kyselinou boritou a amoniakem za vysoké teploty (**Reakce 5**).

6) Napište název látky **B**.

Název:

body:

7) Napište vyčíslenou rovnici **Reakce 5**.

Reakce 5:

body:

Úloha 3 Nejmenší z malých**18 bodů**

Když se mluví o netradiční chemii boru, látka **A** je asi první sloučenina, která běžnému chemikovi přijde na mysl. Tato binární sloučenina je popisována jako sladce zapáchající bezbarvý plyn, který se vzduchem (konkrétně s kyslíkem) tvoří výbušnou směs. Průmyslově se vyrábí reakcí fluoridu boritého s hydridem sodným, zatímco v laboratoři se dá poměrně snadno připravit reakcí tetrahydridoboritanu (borohydridu) sodného s jódem, při které se mj. uvolňuje vodík.

1) Nakreslete strukturní vzorec látky A. Napište a vyčíslete rovnice průmyslové a laboratorní přípravy látky A.Vzorec látky **A**:

Rovnice:

body:**2) Napište a vyčíslete rovnici hoření látky A v kyslíkové atmosféře.**

Rovnice:

body:

Netradičnost látky **A** vychází částečně z toho, jaké vazby jsou v ní přítomné – z definice se jedná o tzv. třístředové dvouelektronové vazby. Tento typ vazby není úplně běžný, jde spíše o vazbu z nutnosti. Látka **A** jinak nemá dostatek elektronů na vazbu klasickou. Tento nedostatek elektronů ale znamená, že látka **A** bude ochotně reagovat s téměř jakoukoliv Lewisovou bází za tvorby aduktu.

3) Co je to Lewisova báze?

Objasnění pojmu Lewisova báze:

body:

Zajímavé je, že konkrétní mechanismus této reakce záleží na velikosti Lewisovy báze – při reakci **A** se stericky velkou bází dojde k homolytickému štěpení, při kterém vznikají dva moly stejného produktu, zatímco při reakci látky **A** s menší Lewisovou bází, např. amoniakem, dojde k heterolytické reakci, a vzniknou dva různé produkty s opačným nábojem. Jeden produkt je kation obsahující 23 % hm. boru, 58 % hm. dusíku, a 19 % hm. vodíku, a druhý produkt je anion **B**, se kterým se běžně setkáte jako s činidlem sloužícím k redukci ketonů na alkoholy.

4) Nakreslete produkty reakcí látky **A** s následujícími bázemi:

a) Tetrahydrofuran (THF)



b) Dimethylsulfid (DMS)

c) NH_3

a) Produkt(y) reakce látky **A** s tetrahydrofuranem (THF):

b) Produkt(y) reakce látky **A** s dimethylsulfidem (DMS):

c) Produkt(y) reakce látky **A** s amoniakem:

body:

Reakce **A** se sodnou solí aniontu **B** poskytuje nejjednodušší způsob, jak se dostat k syntéze složitějších boranových klastrů. Primární produkt reakce **A** s **B** v poměru 1:1 je negativně nabitý klastř se 3 *exo* vodíky a 5 *endo* vodíky. Jako vedlejší produkt vzniká H_2 .

5) Napište a vyčístele tuto reakci. Nakreslete strukturu vzniklého klastru.

Reakce látky **A** se sodnou solí aniontu **B**:

Struktura vzniklého klastru:

body:

Přestože se sodná sůl **B** většinou používá jakožto redukční činidlo, právě tato reakce ukazuje, že na zredukování molekuly **A** sama o sobě není dost silná. Nicméně – produkt formální redukce látky **A** (tj. její dehydrogenace) lze připravit, a to fotolytickým rozkladem za vývoje dvou molekul vodíku. Produktem je pak látka **C**.

6) Nakreslete strukturní elektronový vzorec molekuly C.

Vzorec látky **C**:

body:

ORGANICKÁ CHEMIE

60 bodů

Úloha 1 Konjugované systémy

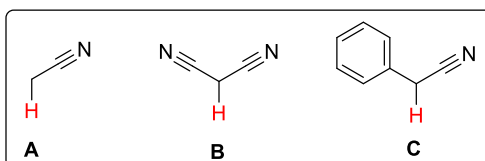
20 bodů

V domácím kole jsme se seznámili se základními pojmy a definicemi z oblasti konjugovaných systémů. Procvičíme si získané znalosti na vybraných příkladech.

- 1) Nakreslete strukturu ethanoátového (acetátového) aniontu, vyznačte náboje a všechny volné elektronové páry. Nakreslete též rezonanční strukturu, rezonanční hybrid a rozhodněte o lokalizaci náboje a délce formálně C-O a C=O vazeb v acetátu.

body:

- 2) Zakreslete struktury karbaniontů vzniklých odtržením červeně označeného vodíku ve formě protonu (H^+) z molekul A-C. Nakreslete rezonanční struktury molekul A-C a posuďte stabilitu jednotlivých konjugovaných bází. Sloučeniny A-C seřadte podle kyselosti od nejkyslejší po nejméně kyslou.



A:

B:

(pokračuje na další straně)

C:

body:

- 3) V roce 1843 objevil francouzský chemik A. Laurent molekulu stilbenu neboli 1,2-difenylethenu. Zakreslete oba jeho stereoizomery (*E/Z*) a na základě efektivity konjugace rozhodněte, který je stabilnější.

body:

- 4) V letech 1971–1972 se stilben stal syntetickým cílem R. F. Hecka a T. Mizorokiho, kteří ho připravili z jodbenzenu a styrenu (ethenylbenzenu) v přítomnosti palladnatého katalyzátoru. Reakci dnes označujeme jako Heckovu–Mizorokiho olefinaci. Zapište ji chemickou rovnicí a nezapomeňte uvést i vhodný Pd-prekatalyzátor a bázi.

body:

- 5) Pro *N*-methylethanamid lze rozlišit dva konformery, *s-cis* a *s-trans*, lišící se orientací obou methylových skupin. Nakreslete oba tyto konformery a prostřednictvím vhodných rezonančních struktur objasněte tento typ izomerie.

body:

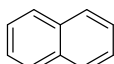
Úloha 2 (Anti)Aromatické a funkcionalizované systémy**20 bodů**

Aromáty jsou podstatnou podskupinou konjugovaných systémů. Pojďme se podívat, co jste se o nich naučili.

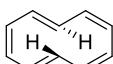
- 1) Zakreslete strukturní vzorec aniontu benzenu a na základě pravidel pro posuzování aromaticity a lokalizace jednotlivých elektronů v atomových orbitalech rozhodněte, zda se jedná o (ne/anti)aromatický systém.

body:

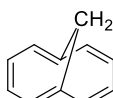
- 2) Na základě pravidel pro posuzování (anti)aromaticity rozhodněte, zda jsou následující molekuly D–G nearomatické, aromatické nebo antiaromatické.



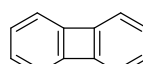
D



E



F



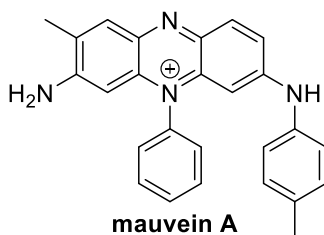
G

body:

- 3) Na rozdíl od jednoduché epoxidace alkenů je analogická reakce na alkynech neschůdná. Vysvětlete tento fakt na základě stability formálních produktů epoxidace ethenu a ethynu – oxiranu a oxirenu.

body:

- 4) Mauvein je označován za první syntetické barvivo připravené W. H. Perkinem již v roce 1856. Jedná se o směsku s převažujícím mauveinem A, který lze připravit oxidací směsi anilinu, 2-methylanilinu (*o*-toluidinu) a 4-methylanilinu (*p*-toluidinu) dichromanem v kyselině sírové. V jakém poměru je nutné uvedené aminy smíchat, aby byl připraven právě mauvein A? Jedná se o aromatickou push-pull sloučeninu; vyznačte všechny elektron donorní a akceptorní část (i) této molekuly.



Poměr aminů:

body:

Úloha 3 Vlastnosti konjugovaných systémů**20 bodů**

Vlastnosti konjugovaných sloučenin jsou převážně diktovány přítomností systému alternujících jednoduchých a násobných vazeb, tzn. překrývajících se p-orbitalů, resp. mraku elektronů, které se v nich nachází. Tento systém vytváří jednak tzv. chromofor (anténu), zodpovědnou za absorpci fotonu, a zároveň je prostředníkem pro přenos elektronů a polovodivé vlastnosti organických konjugovaných molekul. Podívejme se nyní, jaké zákonitosti si z domácího kola pamatujete.

- 1) V domácím kole jsme se naučili, že excitaci ethenu, buta-1,3-dienu a hexa-1,3,5-trienu lze provést absorpcí fotonu s vlnovou délkou 165, 217 a 258 nm. Rozhodněte o vlnové délce fotonu nutného pro excitaci stilbenu:

- a) 150 nm
- b) 310 nm
- c) 270 nm
- d) 205 nm

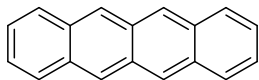
body:

- 2) V domácím kole jsme rovněž zjistili, že rotační bariéra kolem dvojnás vazby alkenů je ca 250 kJ/mol a rovněž že absorpcí fotonu lze ethenu, buta-1,3-dienu a hexa-1,3,5-trienu dodat energii 723, 552 a 456 kJ/mol. Tzn. excitací lze dodat molekule dostatečnou energii na překonání rotační bariéry, a provést tak izomerizaci dvojnás vazby. Chemickou reakcí запиšte fotoizomerizaci (*E*)-stilbenu a následnou cyklizaci vzniklého izomeru na kondenzovaný aromát za současného odštěpení vodíku.

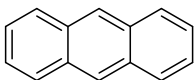
Odpověď:

body:

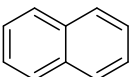
3) Jaké jsou tendence pro hodnoty absorpčních maxim ($\lambda_{\max}^A$) a molárních absorpčních koeficientů (ε) následujících čtyř aromatických systémů? Vyberte správná sdělení.



tetracen



anthracen



naftalen

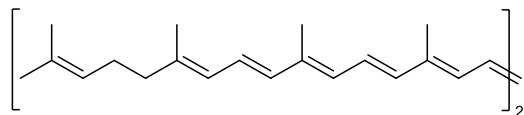


benzen

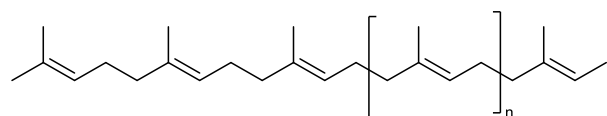
- a) od shora dolů rostoucí obě veličiny
- b) zdola rostoucí $\lambda_{\max}^A$ a od shora klesající ε
- c) od shora klesající obě veličiny
- d) od shora klesající $\lambda_{\max}^A$ a od shora rostoucí ε
- e) zdola nahoru rostoucí obě veličiny
- f) zdola klesající $\lambda_{\max}^A$ a od shora dolu rostoucí ε

body:

- 4) Na obrázku níže je zobrazena struktura přírodních chromoforů lykopenu a latexu. Na základě znalostí o vlivu struktury a délky konjugovaného systému na barevnost se pokuste odhadnout správnou barvu obou molekul.

Lykopen

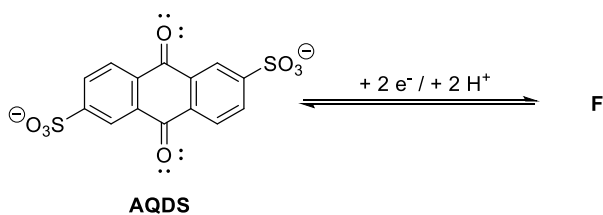
- a) bílá
- b) červená
- c) modrá

Latex

- d) modrá
- e) červená
- f) transparentní

body:

- 5) Anthrachinon-2,6-disulfonát (AQDS) je diketon, který našel uplatnění jako elektrolyt redoxních průtočných baterií. Díky přítomnosti chinonového uspořádání vykazuje reverzibilní redukci, zatímco dvě sulfonátové skupiny zajišťují jeho dostatečnou rozpustnost ve vodném médiu. Doplňte strukturu produktu F vratné dvoustupňové elektrochemické redukce AQDS v kyselém prostředí.



Struktura F:

body:

FYZIKÁLNÍ CHEMIE

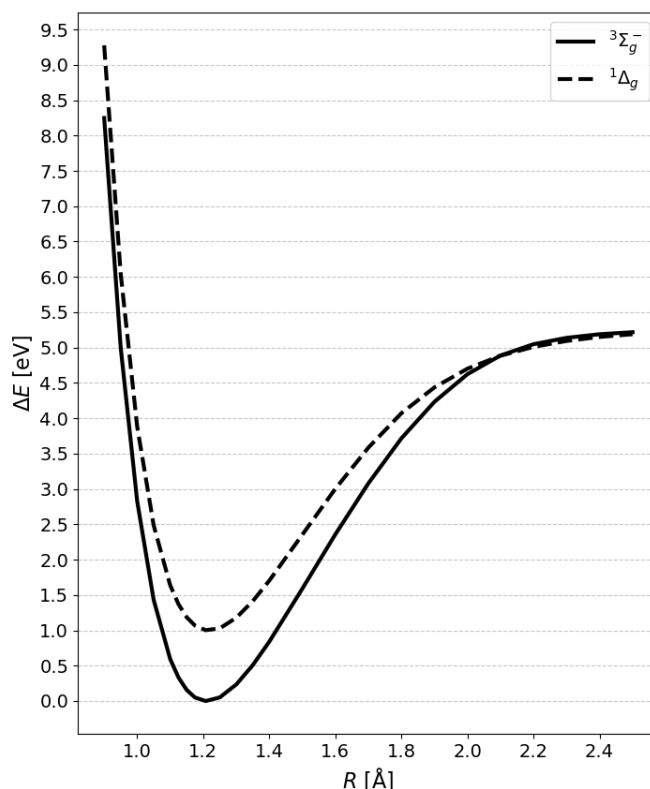
60 bodů

Úloha 1 Polární záře: Excitace

20 bodů

Tématem tohoto kola bude atmosférický fotochemický jev, který učaruje asi každému – polární záře. Co už je méně známé, je mechanismus, kterým k tomuto jevu dochází. Klíčové jsou zde excitované stavy atomů kyslíku a dusíku, jejichž deexcitací dochází k emisi záření. Tyto fotony následně pozorujeme na obloze jako červené, zelené a modré závěsy tvořící polární záři.

Nejprve se podíváme na vznik kyslíkových atomů, a to pomocí profilu potenciální energie, s nimiž pracujeme v teorii tranzitního stavu, ke které se dostaneme v poslední úloze. Níže je zobrazen profil potenciální energie pro molekulový kyslík O_2 a jeden jeho excitovaný stav.



Obrázek 1: Na ose x je vzdálenost mezi atomy kyslíku, na ose y je rozdíl energií od minima základního stavu kyslíku.

[zdroj: <http://dx.doi.org/10.1063/1.3298376>]

- 1) Vyčtěte z grafu, který ze stavů je základní a jaká je rovnovážná vazebná délka molekuly kyslíku O_2 v základním stavu. Odhadněte disociační energii obou stavů.

Rovnovážná vazebná délka O_2 :

Určení základního stavu a jeho disociační energie:

Disociační energie excitovaného stavu:

body:

- 2) Spočítejte poměr molekul O_2 v základním (GS) a prvním excitovaném stavu (ES) pomocí Boltzmannovského rozdělení při 25 °C.

Výpočet

$$\frac{GS}{ES} = \underline{\hspace{2cm}}$$

body:

Deexcitace O_2 z excitovaného stavu do základního probíhá buď zářivě (emise fotonu) nebo pomocí tzv. zhášení (srážky s dalšími molekulami). Pro čistě zářivou deexcitaci je doba života O_2 v excitovaném stavu 44 min. Pokud systém sledujeme při zatmění Slunce, pak poločas úbytku částic v excitovaném stavu je 108 s (rozpad je zde způsoben jak zhášením, tak i emisí fotonu).

3) Jaká je rychlostní konstanta pro deexcitaci O_2 pouze emisí fotonu? Jaká je rychlostní konstanta samotného zhášení?

Výpočet:

$$k_{EMISE} =$$

$$k_{ZHÁŠENÍ} =$$

body:

4) Proč se vyplatí tento děj měřit při zatmění Slunce?

Odpověď:

body:

Úloha 2 Polární záře: Emise

20 bodů

Když jsme si tedy připravili atomy kyslíku, můžeme začít studovat fotochemii polární záře. Její princip je takový, že nabitě částice přicházející z vesmíru do zemské atmosféry se sráží právě například s atomy kyslíku, čímž dochází k jejich excitaci. Následnou emisí spojenou s deexcitací do základního stavu vznikají fotony tvořící polární záři. V tabulce níže můžete vidět excitované stavy atomu kyslíku a jejich energie. Pro správné vyřešení úlohy není potřeba znát přesný význam označení jednotlivých stavů.

Tabulka 1: Excitované stavy atomu kyslíku a jejich relativní energie.

Stav	Energie [eV]
1S_0	4,190
1D_2	1,967
3P_1	0,020
3P_2	0,000

1) Jaká je energie jednotlivých přechodů v eV, jaká je jejich vlnová délka v nm a jakou mají barvu?

a) $^1S_0 \rightarrow ^1D_2$

b) $^1D_2 \rightarrow ^3P_1$

c) $^1D_2 \rightarrow ^3P_2$

Výpočet:

přechod	energie [eV]	vlnová délka [nm]	barva
a)			
b)			
c)			

body:

- 2) Napište rychlostní rovnici pro atom kyslíku ve stavu 1D_2 na základě rovnic a) až c) z předchozí podúlohy. Rovnice a) popisuje vznik stavu 1D_2 a rovnice b) a c) jeho zánik. Dále odvoďte vzorec pro jeho koncentraci, pokud předpokládáme aproximaci stacionárního stavu.

Rovnice:

Koncentrace $O(^1D_2)$:

body:

- 3) Rychlostní konstanta přechodu $^1S_0 \rightarrow ^1D_2$ je $1,250 \text{ s}^{-1}$ a pro zbylé dva přechody je $4,5 \cdot 10^{-3} \text{ s}^{-1}$. Můžeme tedy pro stav 1D_2 použít aproximaci stacionárního stavu? Vysvětlete proč.

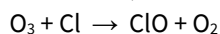
Vysvětlení:

body:

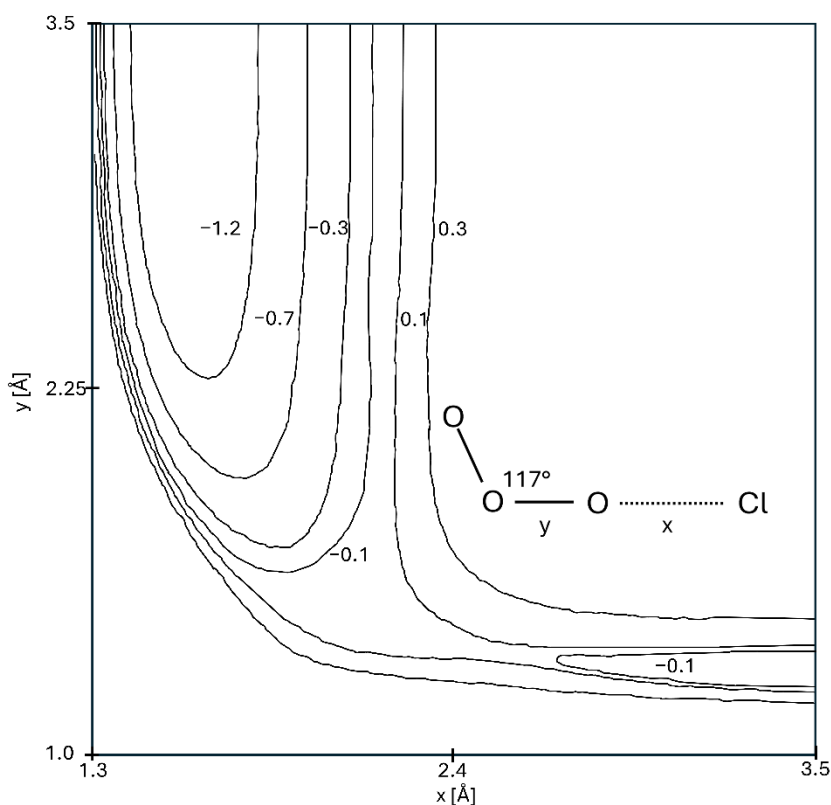
Úloha 3 Ozon a teorie tranzitního stavu

20 bodů

V minulém kole jsme si představili srážkovou teorii, pomocí které se dá aproximovat velikost rychlostní konstanty reakce. V tomto kole se podíváme na teorii tranzitního stavu, a to analýzou následující reakce:



- 1) Podívejte se na 2D povrch potenciální energie níže a zakreslete do něj přibližně údolí reaktantů, produktů a tranzitní stav. Dále zakreslete cestu, kterou se z reaktantů stanou produkty.



Obrázek 2: Plocha potenciální energie pro komplex $\text{O}_3 - \text{Cl}$. Vzdálenost je uvedena v Å a energie je v eV.

[zdroj: <https://doi.org/10.1002/qua.560140513>]

body:

2) Na základě předchozích úvah zodpovězte následující otázky.

- a) Jaká je přibližná geometrie tranzitního stavu? Zajímá nás vzdálenost O–O (y) a O–Cl (x).
- b) Je reakce exo- nebo endoergická? Proč?

a)

b)

body:

3) Podle různých výpočetních metod je hodnota rychlostní konstanty pro tuto reakci řádově $10^{-11} \text{ cm}^3 \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{molekula}^{-1}$ při 298 K. Pomocí Eyring-Polanyiho rovnice spočítejte aktivační Gibbsovu energii reakce v kJ/mol.

Výpočet

$$\Delta G_{akt}^{\ddagger} =$$

body:

BIOCHEMIE**60 bodů****Úloha 1 Glykolýza II****20 bodů**

V této úloze se začneme zamýšlet nad tím, jak je glykolýza regulovaná – konkrétně se podíváme na to, jak jsou některé enzymy řízené alosterickou regulací.

Nejprve se podíváme fosfofruktokinázu 1 (PFK-1), enzym katalyzující přeměnu fruktóza-6-fosfátu na fruktóza-1,6-bisfosfát. Jak jsme viděli v minulém kole, tento krok je jedním ze tří regulovaných kroků glykolýzy.

Ukazuje se, že fosfofruktokináza 1 je alostericky regulovaná „energetickým stavem“ buňky. Vysoká koncentrace ATP znamená, že buňka má dostatek energie, zatímco zvýšená koncentrace ADP nebo AMP znamená opak.

1) Bude AMP alostericky aktivovat, nebo inhibovat fosfofruktokinázu 1?

AMP bude **aktivovat** / **inhibovat**.

Vysvětlení:

body:

Ukazuje se, že [AMP] je citlivý indikátor „energetického stavu“ buňky. To je dané přítomností enzymu adenylátkinázy, který efektivně katalyzuje rovnovážnou reakci:

**2) Odhadněte velikost rovnovážné konstanty této reakce. (Zamyslete se nad počtem makroergických vazeb na obou stranách rovnice.)**

Odhad rovnovážné konstanty reakce:

body:

I bakterie dělají glykolýzu, ale jejich fosfofruktokináza 1 je regulovaná trochu jinak než ta lidská – konkrétně ji alostericky regulují ADP a fosfoenolpyruvát (PEP).

3) Která z těchto dvou látek ji bude inhibovat a která aktivovat? U obou látek vysvětlete.

Nápověda: Najděte PEP na schématu glykolýzy ve vzorečkovníku.

Aktivátor:

Inhibitor:

Vysvětlení:

body:

Regulaci pomocí těchto molekul lze vysvětlit pomocí dvoustavového modelu, který jsme představili v minulém kole.

4) Tuto regulaci lze popsat pomocí R a T stavů enzymu – odpovězte na otázky níže.

Který stav váže ADP? **R / T**

Který stav váže fosfoenolpyruvát? **R / T**

Který stav váže fruktóza-6-fosfát? **R / T**

body:

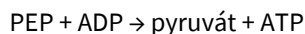
Produkt fosfofruktokinázy 1, fruktóza-1,6-bisfosfát, alostericky aktivuje poslední enzym glykolýzy, pyruvátkinázu.

5) Co je cílem tohoto regulačního kroku?

Odpověď:

body:

Pyruvátkináza katalyzuje reakci fosfoenolpyruvátu (PEP) na pyruvát:



Nemůžeme ji popsat jednoduchou MM kinetikou, protože má dva substráty. Za předpokladu, že se na enzym vážou dva substráty S a S' v náhodném pořadí, můžeme kinetiku ale popsat jednoduchým součinem:

$$v = v_{\max} \cdot \frac{[S]}{K_M + [S]} \cdot \frac{[S']}{K_M' + [S']},$$

kde každý substrát má své vlastní K_M , ale $v_{\max}$ je jen jedna pro celý enzym.

Pro kinetiku pyruvátkinázy musíme ještě uvažovat regulaci pomocí F-1,6-BP, ale to jde popsat následující rovnicí:

$$v = \frac{v_{\max}[\text{PEP}]}{K_{\text{PEP}} + [\text{PEP}] + \frac{\alpha}{K_{\text{FBP}} + [\text{FBP}]}} \cdot \frac{[\text{ADP}]}{K_{\text{ADP}} + [\text{ADP}]}$$

Alosterická aktivace může probíhat dvěma způsoby – buď změnou K_M , nebo změnou $v_{\max}$.

6) Jakým z těchto způsobů aktivuje fruktóza-1,6-bisfosfát pyruvátkinázu?

a) změnou K_M pro PEP

b) změnou K_M pro ADP

c) změnou $v_{\max}$

body:

7) Napište vzorec pro hodnotu K_M nebo $v_{\max}$ (podle odpovědi na otázku 6) pro $[\text{FBP}] = 0$ a $[\text{FBP}] \gg K_{\text{FBP}}$.

Pro $[\text{FBP}] = 0$:

Pro $[\text{FBP}] \gg K_{\text{FBP}}$:

body:

O prvním kroku glykolýzy, fosforylaci glukózy hexokinázou, jsme ještě nemluvili. Hexokináza je silně inhibovaná svým produktem, glukóza-6-fosfátem (G6P).

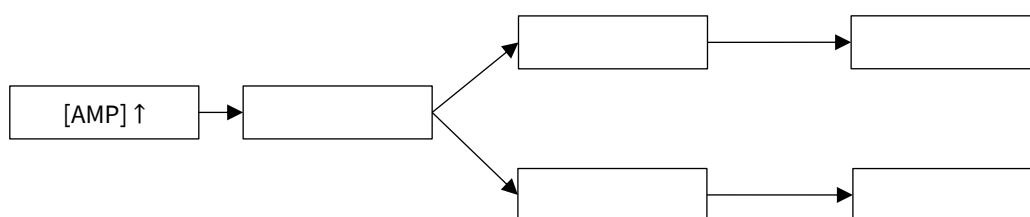
Pokud se buňka ocitne ve stavu, kdy potřebuje zvýšit příjem energie, zvýší aktivitu všech tří regulovaných enzymů glykolýzy. Pojďme si shrnout, jak se to stane.

8) Doplňte diagram – do každého políčka vyberte pojem z nabídky a přiřadte mu šipku nahoru/dolů podle toho, jestli se zvýší/sníží, resp. aktivuje/deaktivuje. (Stačí využívat zkratky; není třeba psát celé názvy.)

Pojmy:

PFK-1 fosfofruktokináza 1
[F-1,6-BP] fruktóza-1,6-bisfosfát
HK hexokináza

[G6P] glukóza-6-fosfát
PK pyruvátkináza

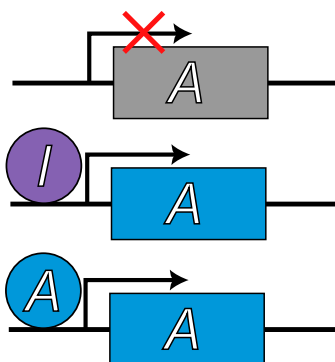


body:

Úloha 2 Pozitivní zpětná vazba

27 bodů

V minulém kole jsme se seznámili s negativní zpětnou vazbou, teď se podíváme na tu pozitivní. Nejjednodušší takový systém je, když transkripční faktor **A** stimuluje svoji vlastní transkripci. Tento systém je ale značně nudný – pokud bychom začali s nulovou koncentrací **A**, zůstala by nulová napořád. Proto do systému přidáme i druhý transkripční faktor – jakýsi induktor **I**. To by v realitě mohl být např. steroidní hormon (a jeho receptor) stimulující transkripci.



Rovnici pro změnu koncentrace **A** v čase můžeme napsat jako:

$$\frac{dA}{dt} = -\gamma A + \alpha \cdot \frac{\frac{A}{K_A} + \frac{I}{K_I}}{1 + \frac{A}{K_A} + \frac{I}{K_I}},$$

kde $I = I(t)$ je externě řízená koncentrace induktoru **I**.

1) Co reprezentuje člen $-\gamma A$?

Odpověď:

body:

2) Druhý člen lze vysvětlit podobnou tabulkou, se kterou jsme se setkali v domácím kole. Doplňte ji. Také napište rovnice reakcí, jejichž rovnovážné konstanty jsou K_A a K_I .

Tři stavy na obrázku výše označíme jako DNA, DNA-I a DNA-A. Můžete je takto psát i v reakcích.

Zamyslete se nad tím, jaké jednotky mají rovnovážné konstanty v rovnici – reakce by tomu měly odpovídat.

Reakce:

 K_A : K_I :

Tabulka:

stav	váha	rychlost transkripce
DNA		
DNA-A		
DNA-I		

body:

Pojďme se nejprve zamyslet nad případem, kdy je koncentrace induktoru nulová. Nejprve najdeme stacionární hodnoty koncentrace **A**. Jedna z nich je, jak už jsme naznačili výše, $A = 0$. Druhá stacionární hodnota je

$$A = \frac{\alpha}{\gamma} - K_A.$$

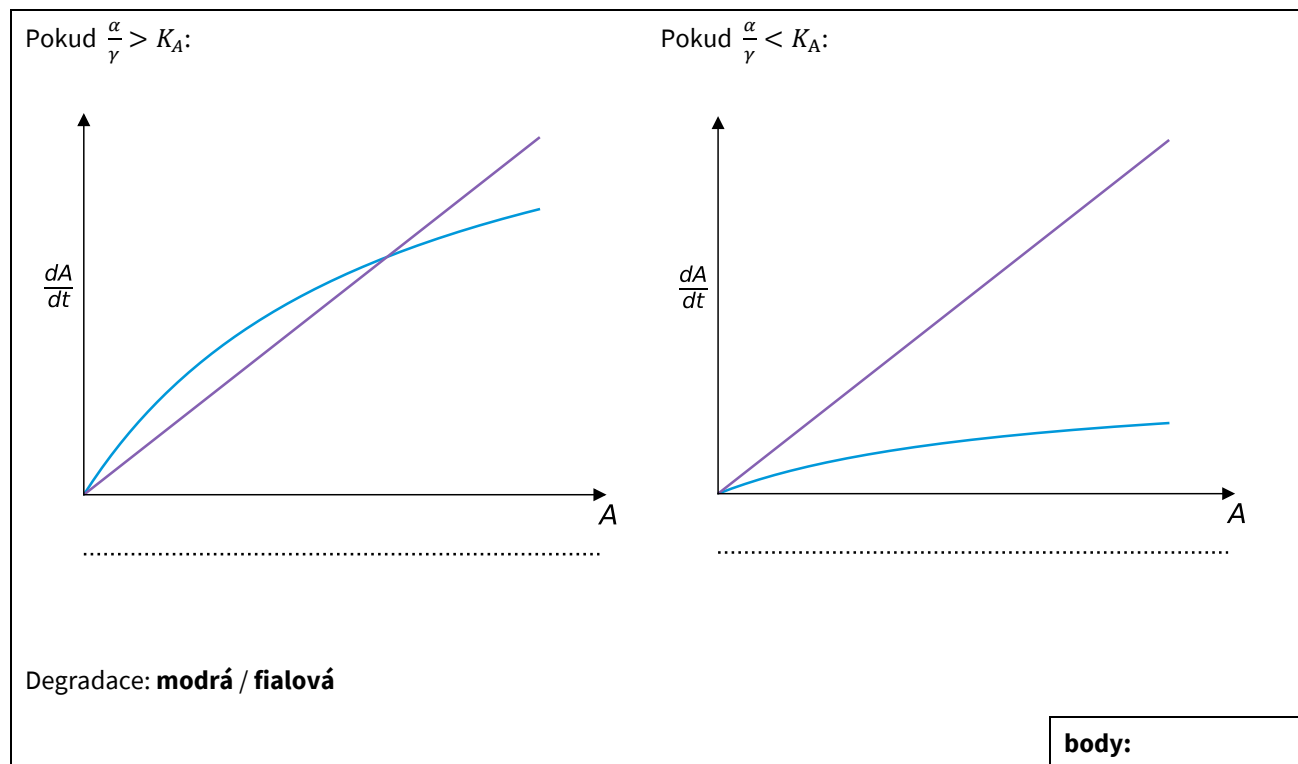
3) Ukažte, že toto jsou opravdu jediné dvě stacionární hodnoty (pro $I = 0$).

Důkaz:

body:

- 4) Na grafech níže je zobrazena rychlost produkce a degradace pro dva různé případy. Pro každý případ pod graf nakreslete fázový portrét – šipky pro směr změny A a kolečka pro stacionární body. Také napište, která křivka popisuje degradaci.

Stabilní body vyznačte plným kolečkem a nestabilní body kolečkem prázdným.



- 5) Pokud přidáme induktor, bude stacionární koncentrace A vyšší nebo nižší než bez něj?

Koncentrace A bude **vyšší** / **nižší**.

body:

Nyní se podíváme, jak se výstup systému, koncentrace **A**, mění v čase v závislosti na vstupní hodnotě, koncentraci **I**. Předpokládejte, že v přítomnosti induktoru trvá 5 s, než **A** dosáhne nové stacionární koncentrace. Zkusíme se podívat na případy různě dlouhých pulzů, kdy koncentrace **I** na nějakou dobu vzroste z nuly na 1 μM (viz grafy níže).

6) Nakreslete do grafů závislosti koncentrace A na čase pro následující případy. Vždy začínáme s nulovou koncentrací A.

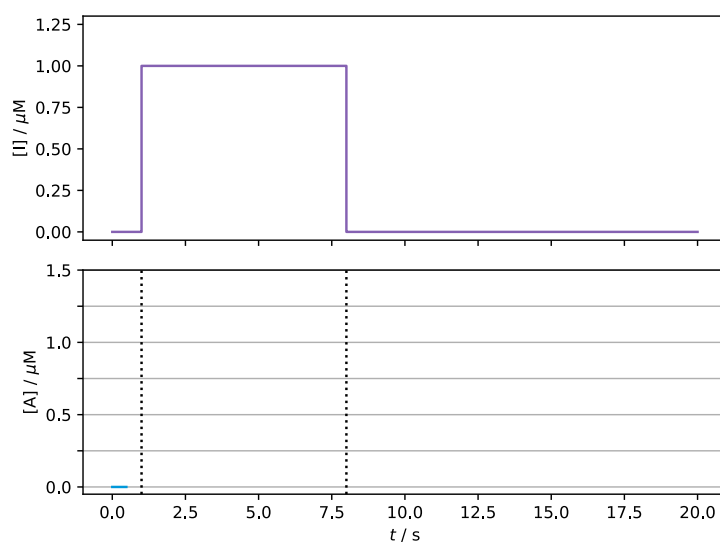
Bude třeba vypočítat stacionární koncentrace bez a za přítomnosti induktoru. Parametry pro a) a b) jsou stejné, v b) tedy není potřeba nic počítat.

Pro vaše pohodlí je počáteční vývoj koncentrace **A** na grafech už vyznačen – stačí tedy jen pokračovat.

a) $\alpha = 2,4 \mu\text{M s}^{-1}$, $\gamma = 1,2 \text{ s}^{-1}$, $K_A = 1 \mu\text{M}$, $K_I = 1 \mu\text{M}$

Výpočet:

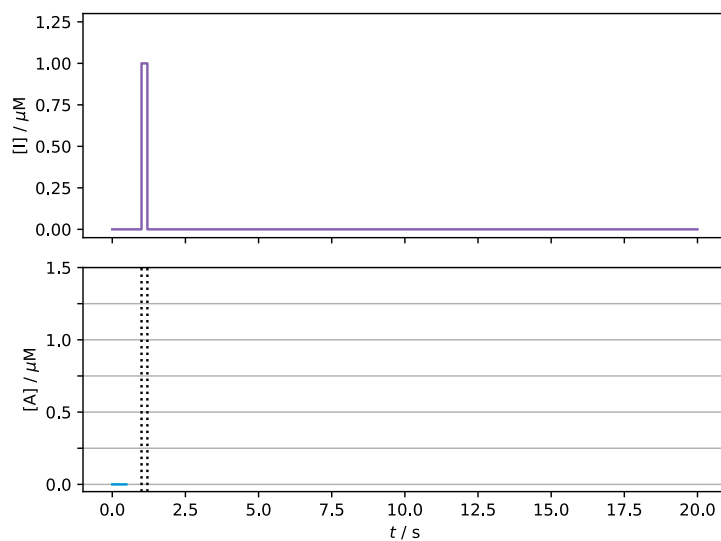
Graf:



body:

b) $\alpha = 2,4 \mu\text{M s}^{-1}$, $\gamma = 1,2 \text{ s}^{-1}$, $K_A = 1 \mu\text{M}$, $K_I = 1 \mu\text{M}$

Graf:

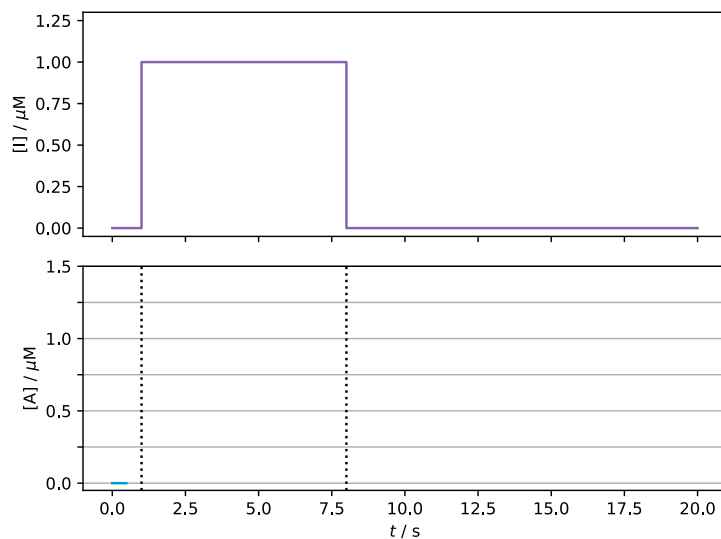


body:

c) $\alpha = 2,4 \mu\text{M s}^{-1}$, $\gamma = 1,2 \text{ s}^{-1}$, $K_A = 3 \mu\text{M}$, $K_I = 3 \mu\text{M}$

Výpočet:

Graf:



body:

Vidíme tedy, že pro vhodné hodnoty parametrů má systém „paměť“ – hodnota koncentrace **A** zůstala jiná, i když koncentrace **I** už je dávno zpět na nule. Příroda ale tento jednoduchý model pozitivní zpětné vazby moc nepoužívá – je to z toho důvodu, že koncentrace **A** reaguje i na velmi krátké nebo malé zvýšení koncentrace induktoru **I**.

7) V čem toto chování může být problematické?

Odpověď:

body:

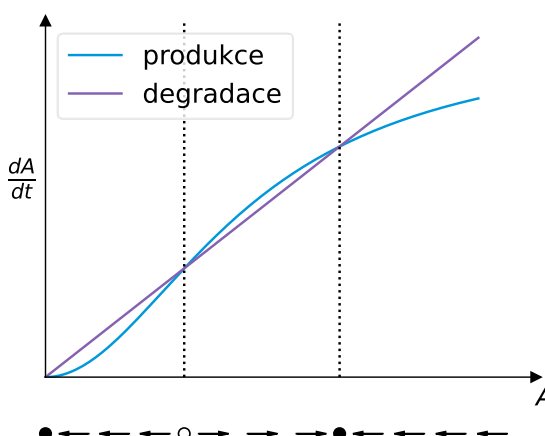
Jednoduchou cestou, jak toto chování „opravit“, je kooperativní vázání **A** na promotor. Předpokládejme, že **A** se na svůj promotor váže jako dimer. Disociační konstantu vazby dimeru na promotor můžeme položit rovnu K_A^2 .

8) Napište rovnici pro změnu koncentrace **A v tomto případě. (Uvažujte situaci $I = 0$.)**

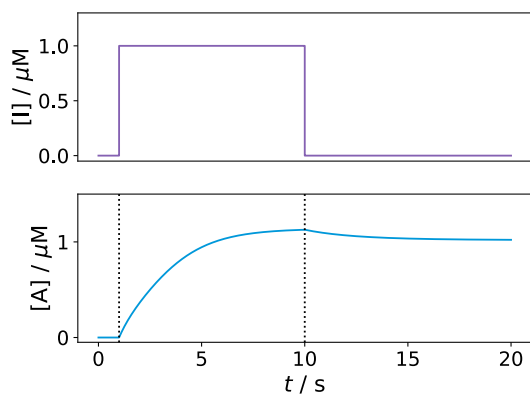
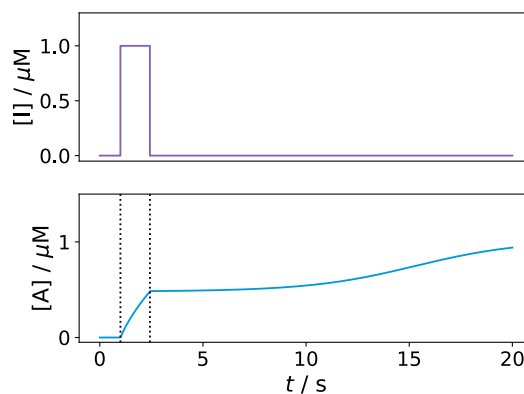
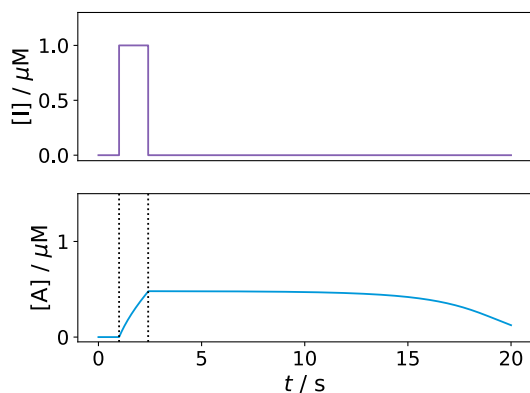
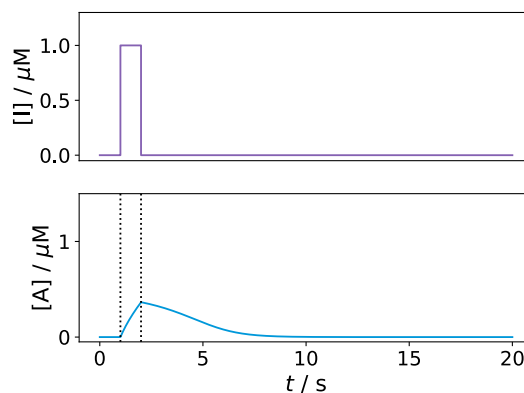
$$\frac{dA}{dt} =$$

body:

Fázový portrét pro tuto situaci vypadá takto:



A zde je příklad odpovědi na různě dlouhé pulzy koncentrace **I** (délka je označena jako Δt v popiscích obrázků). Všimněte si, že někde mezi 1,41s a 1,43s pulzem je „hranice“ – po kratších pulzech se koncentrace **A** vrátí zpátky na nulu, zatímco po delších spěje do „aktivovaného“ stacionárního bodu.

(a) $\Delta t = 9,00$ s(b) $\Delta t = 1,43$ s(c) $\Delta t = 1,41$ s(d) $\Delta t = 1,00$ s

9) Vysvětlete, proč je kooperativní vazba schopná rozpoznat délku pulzu.

Zamyslete se nad stabilitou stacionárních bodů.

Vysvětlení:

body:

Přestože tento systém funguje, příroda pro rozpoznávání délky pulzu často používá jiný motiv, a to tzv. *feedforward loop* (česky asi „smyčka dopředné vazby“, ale zní to poněkud krkolomně). Třeba ji ještě někdy potkáme...

Úloha 3 G proteiny a buněčná signalizace**13 bodů**

Lidé (a další mnohobuněčné organismy) potřebují koordinovat procesy nejen uvnitř buněk, ale napříč celým organismem. K tomuto účelu slouží hormony – chemické látky proudící krví, které ovlivňují chování dalších buněk. Např. slinivka – orgán, který reaguje na množství glukózy v krvi – tak může pomocí hormonu glukagonu říci játrům, aby začala uvolňovat glukózu do krve.

Buňka reaguje na hormony pomocí receptorů v cytoplazmatické membráně. Receptorů je velké množství – v této otázce se budeme věnovat GPCR, receptorům vázaným na G proteiny.

1) Jakým mechanismem se signál dostane dovnitř do buňky, i když hormon zůstane venku?

body:

Aktivovaný GPCR dále aktivuje G protein. Ten je složený ze tří podjednotek (α , β a γ). Po aktivaci se G protein rozdělí na dvě části ($G\alpha$ a $G\beta\gamma$), které mohou aktivovat další enzymy.

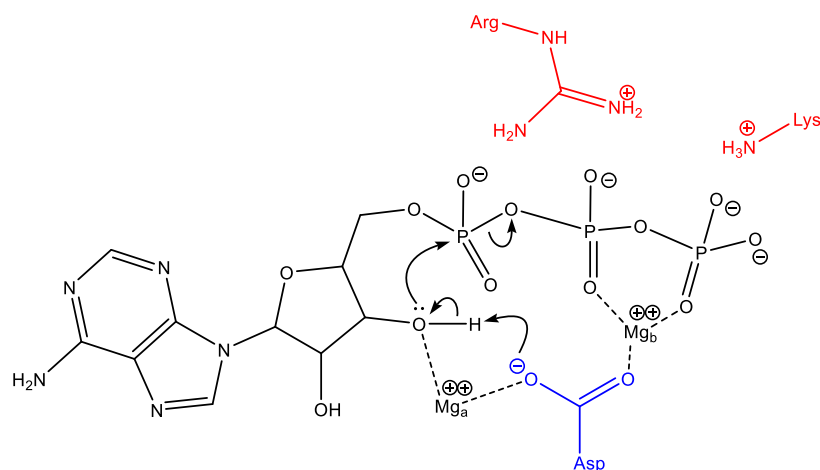
2) Jaký význam má písmeno G v názvu „G proteiny“?

body:

3) Podjednotka $G\alpha$ neplave volně v buňce, nýbrž se drží na membráně. Jaká chemická modifikace jí to umožňuje?

body:

Jedním z proteinů, které mohou G proteiny aktivovat, je adenylátcykláza. Ta katalyzuje tvorbu cAMP z ATP. Mechanismus reakce s aktivním místem enzymu vypadá takto:



4) Nakreslete strukturu produktu cAMP a vysvětlete funkci jednotlivých látek v aktivním místě.

Nápověda 1: Aspartát má dvě různé funkce.

Nápověda 2: pK_a karboxylových kyselin se pohybuje okolo 5, pK_a alkoholů okolo 15 – přenos protonu z alkoholu na karboxylát se tedy sám od sebe neděje.

Struktura cAMP:

Lysin, arginin a Mg_b^{2+} :

Mg_a^{2+} :

Aspartát:

body:

Tato molekula, cAMP, je tzv. druhý posel. Zvýšení její koncentrace pak aktivuje další enzymy v buňce – ale o tom až příště. Nakonec bychom se ale měli zamyslet nad jednou velmi podstatnou věcí – když původní signál (hormon) odezní, měly by se všechny složky signalizační dráhy vrátit zpátky do původního stavu.

5) Pro každou složku stručně napište, jakým mechanismem se deaktivuje.

GPCR:

G protein:

Adenylátcykláza:

cAMP:

body:

6) Proč má buněčná signalizace tolik kroků? Nestačilo by, kdyby GPCR rovnou vyráběl cAMP?

Odpověď:

body: