



60. ročník

2023/2024

KRAJSKÉ KOLO

Kategorie A/E

Teoretická část – Zadání

240 univerzálních bodů (60 bodů kat. A, 40 bodů kat. E)

180 minut

**Vzorečkovník, důležité konstanty a převody jednotek**

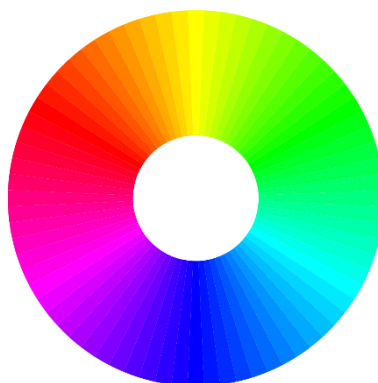
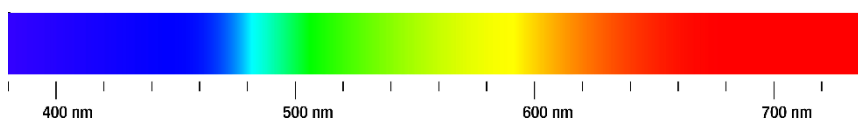
1. Energie fotonu $E = h\nu = \frac{hc}{\lambda}$
2. Definice absorbance $A = -\log \tau = -\log \frac{I}{I_0}$
3. Lambertův–Beerův zákon $A_\lambda = \varepsilon_\lambda \cdot c \cdot l$
4. Aditivita absorbance $A = \sum A_i = A_1 + A_2 + A_3 + \dots$
5. Rovnice fotoelektrického jevu $h\nu = W + E_k$
6. Počet vibračních módů lineárních molekul $3N - 5$
7. Počet vibračních módů nelineárních molekul $3N - 6$
8. Frekvence fundamentálního vibračního přechodu $\nu = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{k}{\mu}}$
9. Redukovaná hmotnost $\mu = \frac{m_a \cdot m_b}{m_a + m_b}$
10. Energetické hladiny harmonického oscilátoru $E = \left(n + \frac{1}{2}\right) \cdot h\nu, n = 0, 1, 2, \dots$
11. Kinetická energie $E_k = \frac{1}{2}mv^2$
12. Definice pH $\text{pH} = -\log[\text{H}^+]$
13. Stavová rovnice ideálního plynu $p \cdot V = n \cdot R \cdot T$
14. Rovnovážná konstanta reakce $rR \rightarrow pP$ $K = \frac{a_P^p}{a_R^r} \approx \frac{[P]^p}{[R]^r}$
15. Přenesené teplo $\Delta Q = c_m \cdot n \cdot \Delta T$
16. Obvod a obsah kruhu $o = 2\pi r \quad S = \pi r^2$
17. Povrch a objem koule $S = 4\pi r^2 \quad V = \frac{4}{3}\pi r^3$
18. Avogadrova konstanta $N_A = 6,022 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$
19. Atomová hmotnostní konstanta $m_u = 1 \text{ amu} = 1,6605 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$



20. Elektronvolt $1 \text{ eV} = 1,602 \cdot 10^{-19} \text{ J}$
21. Planckova konstanta $h = 6,626 \cdot 10^{-34} \text{ J s}$
22. Rychlost světla ve vakuu $c = 299\,792\,458 \text{ m s}^{-1}$
23. Molární plynová konstanta $R = 8,314 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$
24. Termodynamická teplota $0 \text{ }^\circ\text{C} = 273,15 \text{ K}$
25. Standardní tlak $p_{\text{std}} = 101\,325 \text{ Pa} = 1 \text{ atm} = 760 \text{ Torr}$
26. Standardní teplota $T_{\text{std}} = 298,15 \text{ K}$

Tabulka: Oblasti vlnových délek viditelného záření a komplementární barvy.

Vlnová délka (nm)	Barva	Komplementární barva
380–460	fialová	žlutá
460–495	modrá	oranžová
495–570	zelená	červená
570–590	žlutá	fialová
590–620	oranžová	modrá
620–750	červená	zelená



**ANORGANICKÁ CHEMIE****60 BODŮ****Úloha 1 Jod****17 bodů**

Chemie jodu je na první pohled velmi podobná chemii chloru a bromu. Jod se však díky svému atomovému poloměru některým trendům ve skupině může vymykat. Příkladem může být stechiometrické složení jeho sloučenin.

- 1) **Vysvětlete, proč kyselina jodistá může existovat běžně ve formě HIO_4 a H_5IO_6 , ale analogické oxokyseliny chloru a bromu pouze jako HXO_4 .**

Odpověď:	body:
----------	--------------

Velká část chemie jodu však zůstává totožná s chemií lehčích halogenů. Typickým příkladem mohou být přípravy elementárních halogenů.

Níže máte uvedeny reakce, z nichž některé probíhají, jiné nikoliv.

- (1) $2 \text{KI} + \text{Cl}_2 \rightarrow 2 \text{KCl} + \text{I}_2$
- (2) $2 \text{KCl} + \text{I}_2 \rightarrow 2 \text{KI} + \text{Cl}_2$
- (3) $2 \text{KCl} + \text{Br}_2 \rightarrow 2 \text{KBr} + \text{Cl}_2$
- (4) $2 \text{KBr} + \text{Cl}_2 \rightarrow 2 \text{KCl} + \text{Br}_2$
- (5) $2 \text{KF} + \text{Cl}_2 \rightarrow 2 \text{KCl} + \text{F}_2$

- 2) **Ze všech uvedených reakcí vyberte z jakékoliv strany rovnice jednu látku, která je vůbec a) nejsilnějším oxidačním činidlem; b) nejsilnějším redukčním činidlem.**

Nejsilnější oxidační činidlo: Nejsilnější redukční činidlo:	body:
--	--------------

- 3) **Napište čísla těch reakcí, které probíhají.**

Čísla reakcí:	body:
---------------	--------------

--

4) Která z pěti reakcí bude probíhat vůbec nejochotněji?

Reakce:	
	body:

Stejně jako chlor, může i jod vytvářet interhalogeny. Než se k nim dostaneme, zastavme se na chvíli u polyaniontu, který vzniká reakcí elementárního jodu s jodidovým aniontem.

5) Napište vzorec a název popsané částice. Dále nakreslete její strukturní elektronový vzorec a určete její tvar.

Vzorec: Název: Strukturní elektronový vzorec: Tvar:	
	body:

6) Bude částice z otázky 5) lépe nebo hůře rozpustná ve vodě?

Odpověď:	
	body:

Některé z halogenů jsou navíc schopny vytvářet homonukleární kationty X_2^+ .

7) Seřadte halogeny podle vzrůstající ochoty vytvářet tyto homonukleární kationty.

Odpověď:	
	body:

**Úloha 2 Nerozlučná dvojka – oxid jodičný & kyselina jodičná****24 bodů**

Nejstabilnějším a nejrozšířenějším oxidem jodu je bezesporu oxid jodičný I_2O_5 . Jedná se o pevnou, termicky stabilní bílou látku, což jej zároveň značně odlišuje od všech ostatních oxidů halogenů. Kromě toho tvoří jod ještě další „oxidy“, které mají marginální význam.

Oxid jodičný je možné připravit zahříváním kyseliny jodičné v proudu suchého vzduchu (**reakce 1**). Samotná příprava kyseliny jodičné v laboratoři je většinou realizována oxidací jodu kyselinou dusičnou (**reakce 2**), peroxidem vodíku (**reakce 3**) nebo chlorem ve vodě (**reakce 4**).

1) Napište vyčíslené chemické rovnice reakcí 1 až 4.

Rovnice reakce 1 :
Rovnice reakce 2 :
Rovnice reakce 3 :
Rovnice reakce 4 :
body:

(Za bodovou ztrátu odpovídající ¼ zisku otázky 1) lze obdržet vyčíslenou chemickou rovnicí **reakce 4**).

V případě oxidace jodu chlorem se do reakční směsi musí přidávat značné množství oxidu stříbrného, jinak je výtěžek kyseliny jodičné značně ohrožen (**reakce 5**).

2) Pokuste se zdůvodnit, proč je nutné do reakce jodu s chlorem přidávat Ag_2O . Upravte a vyčíslete reakci přípravy kyseliny jodičné z chloru a jodu s využitím Ag_2O – reakci 5.

Zdůvodnění přídavku Ag_2O :
Rovnice reakce 5 :
body:

(Za bodovou ztrátu odpovídající otázce 2) lze obdržet vyčíslenou chemickou rovnicí **reakce 5**).



3) Vypočítejte, jaký musí být hmotnostní poměr I_2 a Ag_2O v reaktoru, aby nedošlo k plýtvání reaktanty.

Výpočty:

Optimální poměr $m(I_2)/m(Ag_2O) =$

body:

4) Jakým způsobem byste prakticky izolovali čistou kyselinu jodičnou z reakční směsi reakce 5? Popište tento postup.

Návrh postupu:

body:

5) Nakreslete strukturní elektronový vzorec a pojmenujte korektně tvar molekuly kyseliny jodičné na základě teorie VSEPR.

Strukturní elektronový vzorec:

Název tvaru:

body:



Nyní se vraťme zpět k oxidu jodičnému. Jedná se totiž o látku, která má velmi zajímavou strukturu. Ani jedna vazba I–O v jeho struktuře nemá stejnou vazebnou délku. Konkrétně mají jednotlivé vazby vazebné délky 195 pm, 192 pm, 183 pm, 179 pm, 178 pm a 177 pm.

6) Nakreslete strukturní elektronový vzorec oxidu jodičného a pokuste se přiřadit jednotlivé vazebné délky vazbám jod–kyslík ve svém vzorci. Své přiřazení zdůvodněte.

<p>Strukturní elektronový vzorec s uvedením vazebných délek:</p> <p>Zdůvodnění přiřazení vazebných délek:</p>	<p>body:</p>
--	---------------------

Oxid jodičný je cenným reagentem při stanovení množství oxidu uhelnatého ve spalinách, neboť rychle a kvantitativně oxiduje oxid uhelnatý na oxid uhličitý za vzniku jodu (**reakce 6**). Vzniklý jod je pak možné titrovat thiosíranem sodným (**reakce 7**).

7) Zapište vyčíslené chemické rovnice reakcí 6 a 7.

<p>Rovnice reakce 6:</p> <p>Rovnice reakce 7:</p>	<p>body:</p>
--	---------------------

Detekční trubička pro stanovení CO je naplněna 0,1000 g I₂O₅. Trubičkou bylo prohnáno celkem 50,00 dm³ vzduchu (za standardních podmínek, tj. 298 K a 101 325 Pa) ze spalin, které obsahují CO, čímž došlo k redukci části přítomného I₂O₅ na jod. Obsah detekční trubičky byl rozpuštěn ve vodě (**reakce 8**) a vzniklá kyselina jodičná byla převedena na jod přidáním nadbytku KI v prostředí kyseliny sírové (**reakce 9**). Takto vzniklý roztok jodu byl titrován 0,1000M roztokem thiosíranu sodného, přičemž jeho spotřeba činila 27,36 ml.

8) Napište vyčíslené chemické rovnice reakcí 8 a 9.

<p>Rovnice reakce 8:</p> <p>Rovnice reakce 9:</p>	<p>body:</p>
--	---------------------

9) Vypočítejte obsah oxidu uhelnatého ve spalinách v ppm obj.

Výpočty:

Objemový zlomek CO ve spalinách = ppm

body:

**Úloha 3 Struktura a reaktivita interhalogenů jodu****19 bodů**

Jod s fluorem dokáže vytvářet širokou paletu interhalogenů, kde je jod, pochopitelně, centrálním atomem. Z dobře prostudovaných neutrálních interhalogenů jsou to např. IF, IF₃, IF₅, IF₇.

1) Proč je u interhalogenů jodu obvyklý lichý počet atomů fluoru?

Odpověď:	body:
----------	--------------

2) Určete tvary molekul IF₃, IF₅ a IF₇ dle teorie VSEPR.

IF ₃ : IF ₅ : IF ₇ :	body:
---	--------------

Fluorid joditý je žlutá krystalická látka, která se připravuje syntézou z prvků, případně působením fluoračního činidla fluoridu xenonového na jod (**reakce 1**). Zároveň může vytvářet v nadbytku fluoridů komplexní částici [IF₄]⁻ (**reakce 2**).

3) Zapište vyčíslené chemické rovnice reakcí 1 a 2. Pojmenujte částici [IF₄]⁻. Určete její tvar dle teorie VSEPR.

Rovnice reakce 1 : Rovnice reakce 2 : Název částice: Tvar částice:	body:
---	--------------



Fluorid jodičný je z fyzikálního hlediska bezbarvá kapalina, která v kapalném stavu autoionizuje (**reakce 3**). S vodou poskytuje příslušné kyseliny (**reakce 4**).

4) Zapište vyčíslené chemické rovnice reakcí 3 a 4.

Rovnice reakce 3 :
Rovnice reakce 4 :
body:

Jediný interhalogen, který je v neutrálním stavu složen z 8 atomů, je IF₇.

5) Proč neexistuje ClF₇, ale IF₇ ano?

Odpověď:
body:

Srovnáme-li interhalogeny IF₃ a ICl₃, zjistíme, že se strukturně dost liší. V pevném stavu má ICl₃ sklon k dimerizaci, podobně jako AlCl₃. IF₃ však existuje výlučně v monomerní formě.

6) Nakreslete strukturu dimeru ICl₃ a vyznačte volné elektronové páry v molekule. Jaké je prostorové uspořádání v okolí centrálního atomu v monomerní a dimerní formě?

Struktura dimeru:
Tvar okolí centrálního atomu v monomeru:
Tvar okolí centrálního atomu v dimeru:
body:



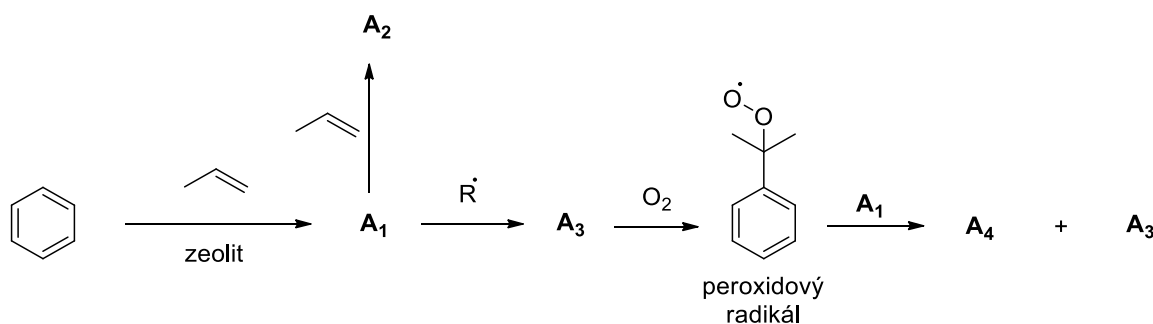
ORGANICKÁ CHEMIE

60 BODŮ

Úloha 1 Zvyšujeme hodnotu

21 bodů

Technologický postup, který produkuje pouze žádané a cenné chemické produkty z levných a dostupných surovin, je svatým grálem. Když takový postup navíc neprodukuje žádné vedlejší produkty, považujeme ho za tzv. zelenou chemii. Vymyslet takovou technologii není jednoduché, ale není to nemožné. Od 40. let 20. století se jednou takovou technologií můžeme inspirovat. Popisovaná technologie vychází z propenu a benzenu. Jako katalyzátor se využívají zeolity. Na kyselých centrech zeolitu vzniká z alkenů karbokation, obdobně jako při využití Lewisovy nebo minerální kyseliny.



1) Nakreslete hlavní produkt A_1 a vedlejší produkt A_2 .

body:

Pokud bychom se s vedlejším produktem A_2 nechtěli potýkat, můžeme reaktanty pro reakci přivádět tak, aby vedlejší produkt A_2 vznikal v minimálním množství.

2) Navrhněte, jak omezit množství vznikajícího vedlejšího produktu A_2 .

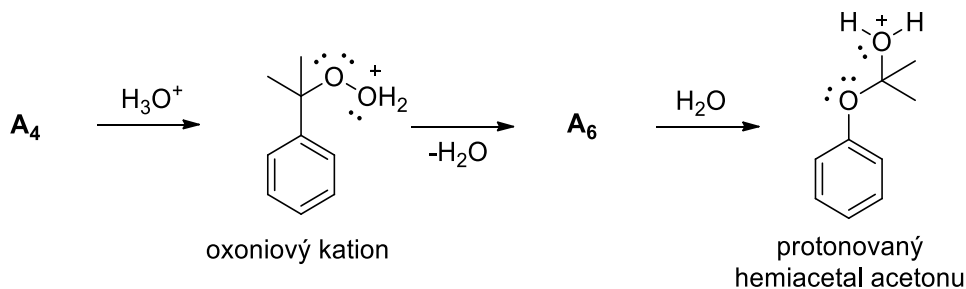
Návrh:

body:



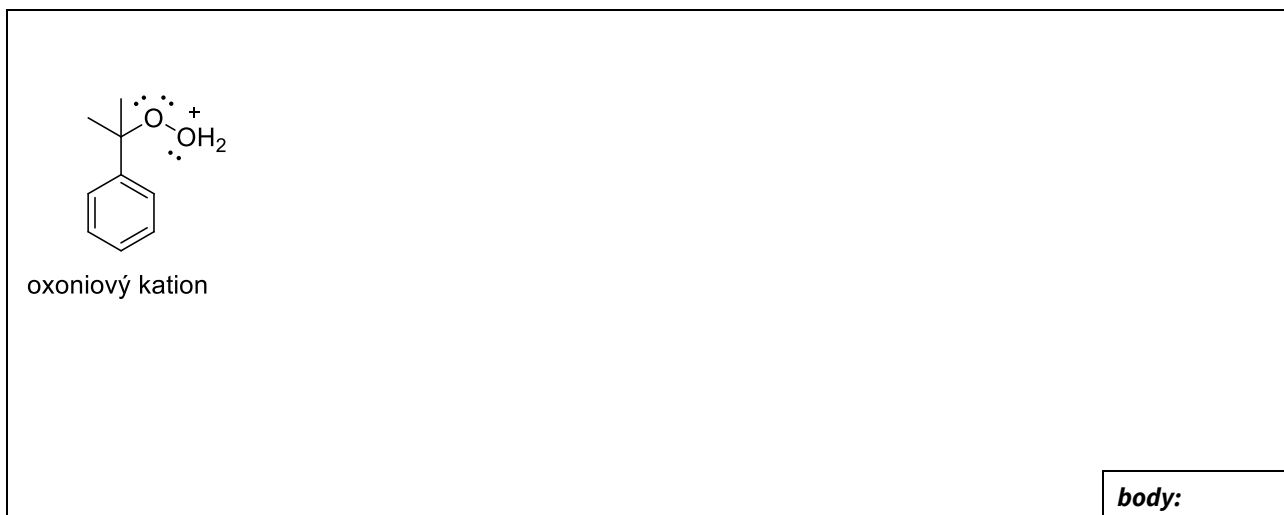
Hlavní produkt **A₁** následně reaguje s volným radikálem R· za vzniku radikálu **A₃**. Radikál **A₃** pak reaguje s kyslíkem a vzniklý peroxidový radikál reaguje s **A₁** na radikál **A₃** a neutrální molekulu **A₄** (viz reakční schéma na předchozí straně).

3) Nakreslete struktury **A₃** a **A₄**.



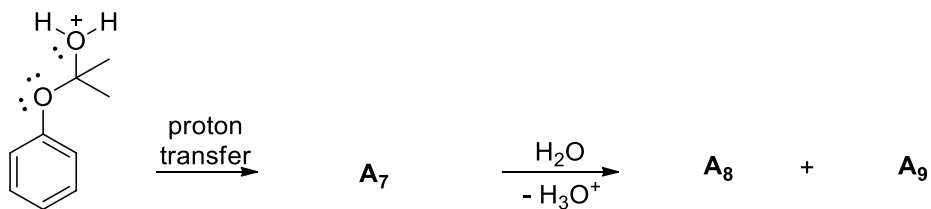
Molekula **A₄** následně reaguje v kyselém prostředí za vzniku oxoniového kationu, který přesmykuje na ion **A₆**. Ion **A₆** poté reaguje s vodou za vzniku protonovaného hemiacetalu acetonu.

4) Zakreslete pohyb elektronových párů na oxoniovém kationtu vedoucí ke vzniku molekuly **A₆** a strukturu molekuly **A₆**.

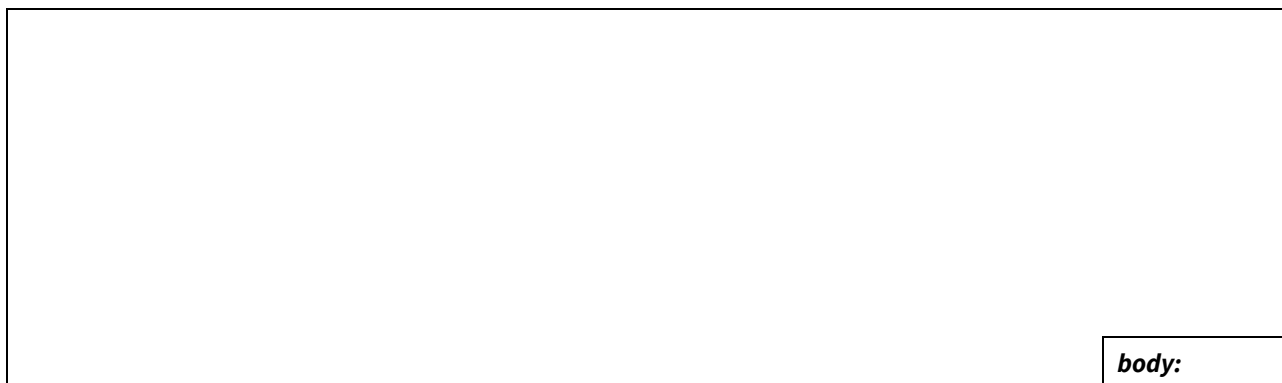




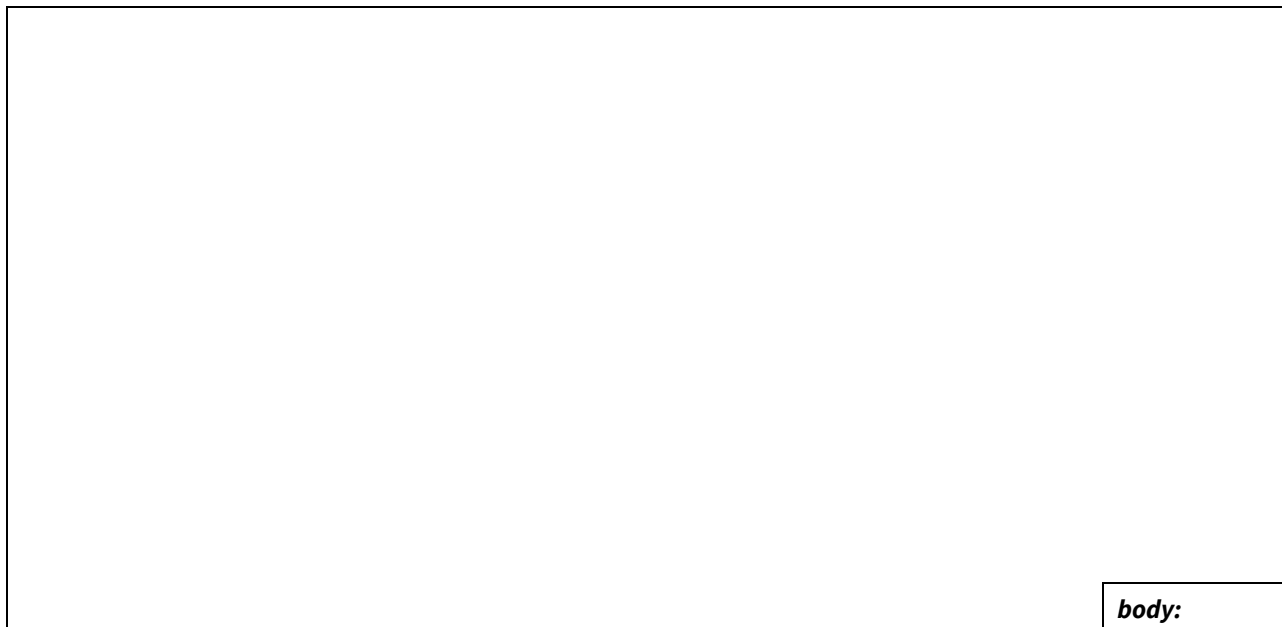
Přenosem protonu na neprotonovaný kyslík dochází ke vzniku protonovaného hemiketalu **A**₇. Ten následně reakcí s vodou za ztráty protonu poskytuje hlavní produkty celého procesu, keton **A**₈ a látku **A**₉.



5) Zakreslete strukturu protonovaného hemiketalu **A**₇.



6) Napište reakci protonovaného hemiketalu **A**₇ s vodou a naznačte šipkami pohyby elektronů.

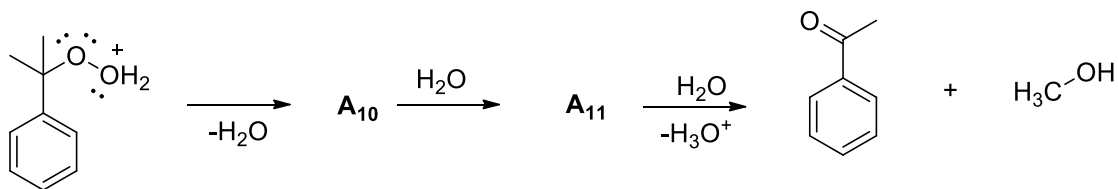




7) Zakreslete hlavní produkty reakce A_8 a A_9 tak, aby A_8 byl keton.

body:

Přesmykem oxoniového kationu může vznikat méně preferovaný ion A_{10} , který stejným postupem vyústí v tvorbu acetofenonu (fenyl(methyl)ketonu) a methanolu.



oxoniový kation

8) Zakreslete ionty A_{10} a A_{11} .

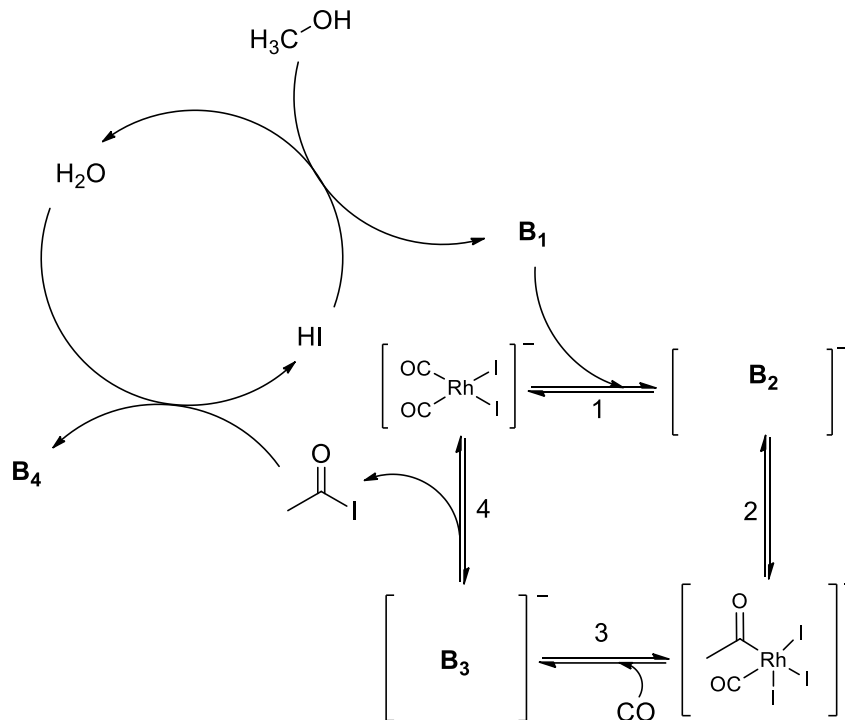
body:



Úloha 2 Katalytický cyklus potřetí

18 bodů

Výroba látky za použití tohoto katalytického cyklu je obecně známá pod názvem Monsanto proces. Vychází z methanolu a oxidu uhelnatého a jeho hlavní výhodou je získ prakticky čistého produktu **B₄**.



1) Nakreslete molekulu **B₁**.

body:

2) Přiřaďte níže uvedené reakční mechanismy k reakcím v katalytického cyklu. Nemusíte použít všechny a některé můžete použít vícekrát.

Reduktivní eliminace, disociace, β -eliminace, inserce, oxidativní adice, koordiance, transmetalace.

Reakce č. 1	
Reakce č. 2	
Reakce č. 3	
Reakce č. 4	

body:

--

3) Zakreslete strukturu komplexu B₂.

<i>body:</i>

4) Zakreslete strukturu komplexu B₃.

<i>body:</i>

5) Zakreslete strukturální vzorec molekuly B₄.

<i>body:</i>

6) Zapište sumární rovnici reakce vycházející z methanolu.

<i>body:</i>

--

Úloha 3 Epichlorhydrin

20 bodů

Důležitý průmyslový meziprodukt zvaný epichlorhydrin (1,2-epoxy-3-chlorpropan) získáme sérií reakcí uvedených níže. Produkt nám bude výborně sloužit v následných nejen polymeračních reakcích. Výroba epichlorhydrinu začíná radikálovou chlorací propenu.

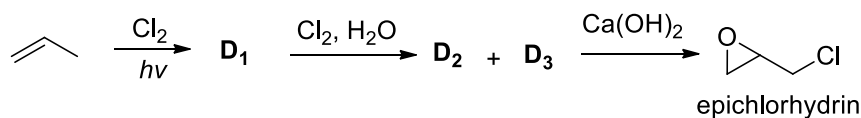
1) Zakreslete všechny radikály, jež mohou vzniknout z propenu.

	body:
--	--------------

2) Nakreslete nejstabilnější z radikálů a napište, co způsobuje vyšší stabilitu oproti ostatním radikálům.

Zdůvodnění:

	body:
--	--------------



3) Zakreslete převládající produkt (D₁) radikálové chlorace propenu.

	body:
--	--------------

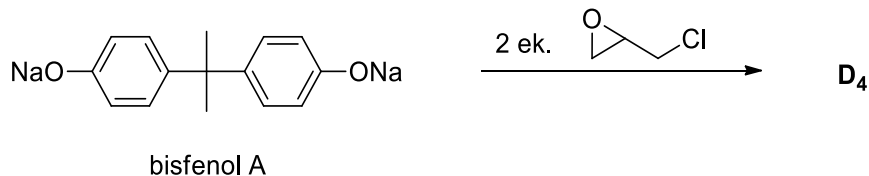
Hlavní produkt radikálové chlorace **D₁** je vystaven působení chloru a vody. Při adiční reakci vzniká zejména symetrický produkt **D₂** a malé množství vedlejšího produkt **D₃**. Směs je následně vystavena působení báze, při čemž vzniká z obou molekul **D₂** i **D₃** pouze epichlorhydrin.

4) Zakreslete molekuly **D₂** a **D₃**.

	body:
--	--------------



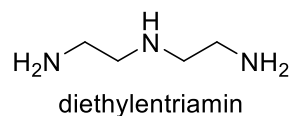
Epichlorhydrin nachází uplatnění zejména při výrobě epoxidových pryskyřic. Reakcí se sodnou solí bisfenolu A dochází ke vzniku prepolymeru **D₄**. Při vzniku prepolymeru **D₄** ještě nedochází k otevření epoxidového kruhu.



5) Nakreslete prepolymer **D₄**.

body:

Prepolymer **D₄** můžeme zesíťovat například diethylentriaminem (*N*-(2-aminoethyl)ethan-1,2-diamin) na molekulu **D₅**.



6) Na všechna reakční centra diethylentriaminu navažte reaktivní konec molekuly **D₄**. Z molekuly **D₄** stačí uvést dva uhlíky a zbytek označit jako R. Vámi zakreslená molekula je molekula **D₅**.

body:

--

Je nově vzniklá molekula D_5 vůči původní molekule D_4 nereaktivní, nebo se v molekule D_5 stále nachází reakční centra pro D_4 ?

7) **Napište nebo zakreslete, která funkční skupina (skupiny) v molekule D_5 mohou být stále reaktivní vůči původní molekule D_4 .**

Reaktivní části molekuly D_5 :
Reaktivní část molekuly D_4 :
body:

**FYZIKÁLNÍ CHEMIE****60 BODŮ****Úloha 1 Fotoelektronová spektroskopie a molekulové orbitály****24 bodů**

Vzorek plynného kyslíku byl zkoumán pomocí fotoelektronové spektroskopie za použití synchrotronového záření o energii 90 eV. Během měření byly na detektoru zaznamenány elektrony o rychlostech $5,204 \cdot 10^6 \text{ m s}^{-1}$, $5,067 \cdot 10^6 \text{ m s}^{-1}$, $4,962 \cdot 10^6 \text{ m s}^{-1}$, $4,744 \cdot 10^6 \text{ m s}^{-1}$ a $4,193 \cdot 10^6 \text{ m s}^{-1}$, přičemž signál s rychlostí $5,067 \cdot 10^6 \text{ m s}^{-1}$ měl dvojnásobnou intenzitu oproti ostatním signálům.

- 1) Z naměřených rychlostí elektronů spočítejte vazebné energie (v eV) molekuly kyslíku. Schematicky nakreslete získané fotoelektronové spektrum.

Výpočet:

Schéma:

body:



- 2) Nakreslete diagram molekulových orbitalů (včetně atomových orbitalů) pro O_2 a přiřadte získané vazebné energie jednotlivým molekulovým orbitalům na diagramu, pokud víte, že vazebné energie atomu kyslíku jsou 15 eV, 34 eV a 563 eV a že molekulový orbital s nejvyšší vazebnou energií nebyl během experimentu změřen.

Schéma:

body:

- 3) Vysvětlete, proč má signál odpovídající rychlosti elektronu $5,067 \cdot 10^6 \text{ m s}^{-1}$ dvojnásobnou intenzitu.

Zdůvodnění:

body:

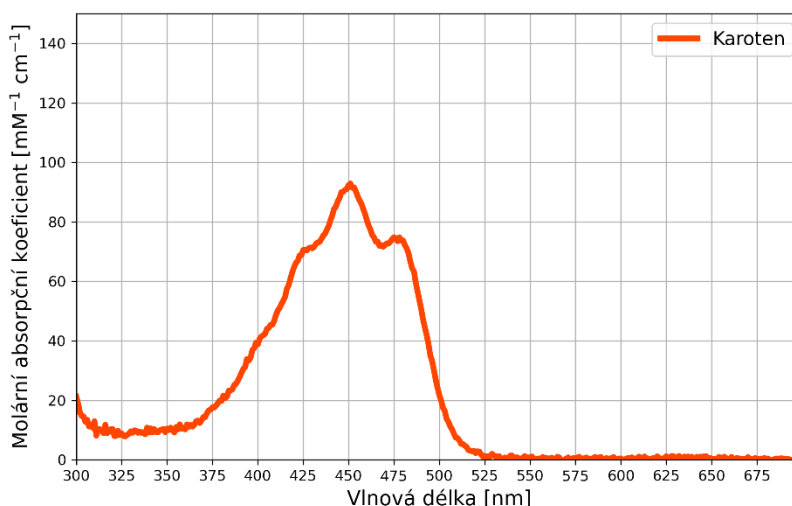
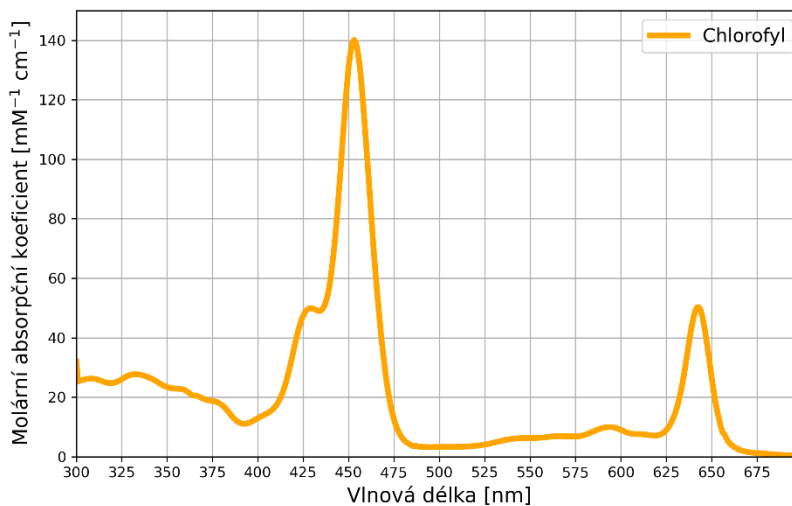
- 4) Vysvětlete, proč v takto uspořádaném experimentu chybí signál odpovídající molekulovému orbitalu s nejvyšší vazebnou energií. Jak byste změnili uspořádání experimentu, abyste získali tento signál?

Zdůvodnění:

body:

**Úloha 2 Absorbance směsi****8 bodů**

Po zpracování rostlinného vzorku v analytické laboratoři byl získán roztok obsahující směs chlorofylu a karotenu. V literatuře byly nalezeny závislosti molárních absorpčních koeficientů těchto látek na vlnové délce.



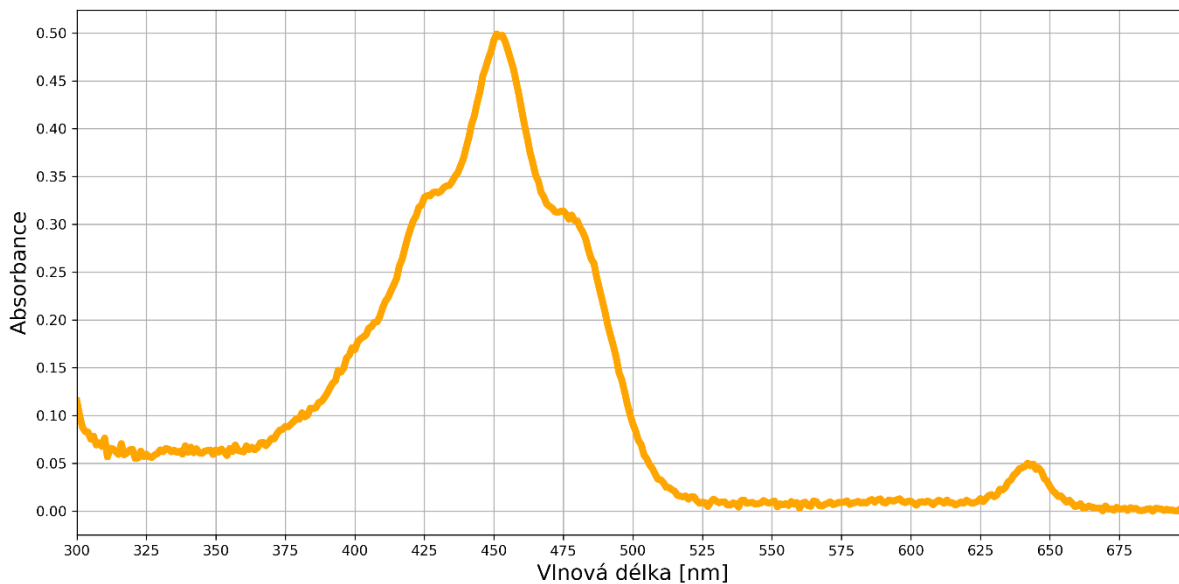
- 1) Odečtěte z grafu hodnoty molárních absorpčních koeficientů chlorofylu a karotenu při absorpčním maximu každé látky s přesností na celé desítky $\text{mM}^{-1} \text{cm}^{-1}$.

Molární absorpční koeficient chlorofylu:

Molární absorpční koeficient karotenu:

body:

Změřením ve standardních květech o tloušťce 1 cm vzorku pomocí UV-Vis spektrometru jsme získali spektrum uvedené níže. Nyní chceme určit, v jakém množství se ve vzorku vyskytují jednotlivé složky.



- 2) Určete vlnovou délku, při níž budete odečítat absorbanci, kterou využijete k jednoznačnému určení koncentrace chlorofylu. Odpověď zdůvodněte.

Vlnová délka: _____ nm

Odůvodnění:

body:

- 3) Vypočítejte koncentraci chlorofylu a karotenu, pokud víte, že absorbance jednotlivých složek vzorku se sčítají. Pokud nezvládnete spočítat koncentraci chlorofylu, počítejte, že $c_{\text{chlorofyl}} = 0,002 \text{ mmol dm}^{-3}$.

Výpočet:

Koncentrace chlorofylu:

Koncentrace karotenu:

body:

**Úloha 3 Vibrující chemická vazba****28 bodů**

Silová konstanta k valenční vibrace dvou atomů je vlastností chemické vazby mezi nimi.

- 1) Využijte svoje znalosti z organické chemie o relativní síle C–C, C=C a C≡C vazeb a přiřadte následující silové konstanty daným vazbám: 1560 N m^{-1} , 509 N m^{-1} a 905 N m^{-1} . Spočítejte vlnčet (v cm^{-1}) fundamentální vibrace pro každou z těchto vazeb.

Výpočet:

Silová konstanta a fundamentální vibrace C–C:

Silová konstanta a fundamentální vibrace C=C:

Silová konstanta a fundamentální vibrace C≡C:

body:

- 2) Spočítejte redukovanou hmotnost μ (v kg) pro molekuly H_2 , Cl_2 a HCl .

Výpočet:

Redukovaná hmotnost H_2 :

Redukovaná hmotnost Cl_2 :

Redukovaná hmotnost HCl :

body:



- 3) Spočítejte silové konstanty k vazeb H–H, H–Cl a Cl–Cl, pokud víte, že jejich vlnočty vibrací jsou 4342 cm^{-1} , 2676 cm^{-1} a 789 cm^{-1} . Kterou z těchto vazeb půjde nejnáze rozštěpit a proč?

Výpočet:	
Silová konstanta H–H:	
Silová konstanta H–Cl:	
Silová konstanta Cl–Cl:	
Nejnáze rozštěpitelná vazba:	
	body:

I při teplotě absolutní nuly lze u molekul pozorovat nenulovou vibrační frekvenci charakterizovanou tzv. energií nulového bodu – frekvenci vibrace základní vibrační hladiny.

- 4) Z rovnice (10) ve vzorečkovníku odvoďte rovnici pro energii nulového bodu.

Rovnice energie nulového bodu:	
	body:

- 5) Spočítejte energii nulového bodu (v J) pro molekulu H_2 (experimentální vlnočty vibrace molekuly H_2 najdete v otázce 3).

Výpočet:	
Energie nulového bodu:	
	body:



- 6) Schematicky nakreslete vibrační hladiny v modelu harmonického oscilátoru. Vyznačte na diagramu energii nulového bodu a fundamentální vibrační přechod.

Schéma:

body:

- 7) Spočítejte energii fundamentálního přechodu (v J) pro molekulu H_2 .

Výpočet:

Energie přechodu:

body:

- 8) Spočítejte vlnovou délku světla odpovídající tomuto procesu. Do které části elektromagnetického spektra patří?

Výpočet:

Část spektra:

body:

**BIOCHEMIE****60 BODŮ****Úloha 1 Reaktivní formy kyslíku****60 bodů**

Hlavním mechanismem poškození živočišných buněk zářením γ je indukovaná tvorba reaktivních forem kyslíku, které pak poškozují DNA. Buňky mají mechanismy, jak se tomuto oxidačnímu stresu bránit, a to především tvorbou tzv. zhášeců volných radikálů. Smrtelná dávka záření γ pro člověka při celotělovém ozáření je kolem 5 Gy (Gray; jednotka odpovídá 1 J energie absorbované v 1 kg hmotnosti organismu). Některé druhy živočichů, především štíři, jsou však schopny přežít bez větší újmy i dávky přes 1000 Gy. Štíry před radiačně generovaným oxidačním stresem chrání především jejich krevní barvivo hemocyanin. Hemocyanin má podobnou funkci jako hemoglobin, tj. přenos kyslíku, a obsahuje místo iontů Fe^{2+} ionty Cu^+ , takže v oxidovaném stavu je krev štírů modrá a v odkysličeném stavu bezbarvá. A právě hemocyanin má kromě schopnosti přenášet kyslík i silnou peroxidasovou, katalasovou a superoxidodismutasovou aktivitu a je tak schopen zhášet $\cdot\text{OH}$ radikály (tj. deaktivovat je na biologicky neaktivní produkty), které jsou nejdůležitějším činidlem poškozujícím DNA při oxidačním a radiačním stresu.

1) Samotné ionty Cu^+ v roztoku mohou zhášet $\cdot\text{OH}$ radikály. Napište rovnici této reakce.

Rovnice:	body:
----------	--------------

Role mědi však není tak jednoznačná. Ionty Cu^+ a Cu^{2+} v roztoku jsou schopny v přítomnosti peroxidu vodíku (který při oxidačním a radiačním stresu rovněž vzniká) reaktivní formy kyslíku naopak generovat.

2) Napište rovnici tvorby $\cdot\text{OOH}$ radikálů pomocí Cu^{2+} (rovnice A) a rovnici tvorby $\cdot\text{OH}$ radikálů pomocí Cu^+ (rovnice B).

Rovnice A:	body:
Rovnice B:	

V organické syntéze se i při dekontaminaci odpadních vod od organických polutantů užívá tzv. Fentonova reakce, tj. oxidace peroxidem vodíku v přítomnosti iontů Fe^{2+} (a dalších, například právě Cu^{2+} či Mn^{2+}). Vlastním činidlem jsou zde opět radikály $\cdot\text{OH}$.

**3) Napište rovnici vzniku $\cdot\text{OH}$ radikálů z peroxidu vodíku a Fe^{2+} .**

Rovnice:
body:

Mořští plži rodu *Pinna* používají jako krevní barvivo pinnaglobin, který je strukturně příbuzný hemocyyaninu, ale obsahuje dva ionty manganu místo mědi.

4) Proč pravděpodobně neexistuje (respektive zatím nebyl popsán, i když dokázat, že něco není, je vždy ošemetné) organismus, který by v dýchacím pigmentu měl ionty kobaltu, jehož některé komplexy jsou jinak excelentní přenašeče kyslíku? Nápověda: Porovnejte, jak běžně zastoupené v přírodě jsou zmíněné prvky.

Odpověď:
body:

Pojďme se nyní podívat na roli záření γ na organismy.

5) O kolik stupňů by se ohřála tkáň dávkou 5 Gy? Předpokládejte, že veškerá energie pohlceného záření se přemění na teplo. Zaokrouhlete na dvě platné číslice. Tepelnou kapacitu tkáně považujte za stejnou jako tepelnou kapacitu vody, tj. $4,2 \text{ kJ kg}^{-1} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$.

Výpočet:
Rozdíl teploty $^\circ\text{C}$
body:

Jednou z metod sterilizace je vystavení záření γ v dávkách kolem 25 000 Gy.



- 6) Proč je snazší radiačně sterilizovat materiál v přítomnosti vzduchu než materiál neobsahující volný kyslík, např. masové konzervy?

Odpověď:

body:

- 7) Při výbuchu jaderné bomby, stejně jako při úderu blesku nebo ve starých laserových tiskárnách, vzniká plyn s tříatomovou molekulou se zvláštním, štiplavým zápachem. Napište vzorec tohoto plynu a vysvětlete stručně mechanismus jeho vzniku ve výše uvedených případech.

Odpověď:

body:

Jaderná energetika je jednou z klíčových alternativ k fosilním palivům. Na Zemi je vznik fosilních paliv pevně svázán s fotosyntézou, kdy byl přítomný oxid uhličitý redukován na uhlíkatá fosilní paliva za uvolnění kyslíku. Za několika zjednodušujících předpokladů (např. že veškerá fosilní paliva jsou biogenního původu, což zejména u zemního plynu, ale i u ropy není jisté, nebo že kyslík se z atmosféry neztrácel odvádím slunečním větrem v průběhu věků a že se nespotřebovával při oxidaci např. sloučenin železa) lze říci, že podle množství kyslíku v atmosféře (odhadovaného podle hmotnosti atmosféry a obsahu kyslíku v ní na $1,18 \cdot 10^{18}$ kg) lze odhadnout celkové zásoby fosilních paliv na Zemi. Daleko nejvíce je černého uhlí, méně hnědého a pak je s velkým odstupem ropa a zemní plyn.



- 8) Předpokládejme, že všechna fosilní paliva jsou černé uhlí, které považujeme za čistý uhlík. Jaké jsou odhadované zásoby fosilních paliv na Zemi v tunách? Výsledek zaokrouhlete na dvě platné číslice.

Výpočet:

Hmotnost t

body:

- 9) Solární konstanta (světelný příkon dopadající ze Slunce na plochu 1 m^2 kolmou na osvětlení) je 1360 W m^{-2} . Poloměr Země je 6371 km. Kdybychom chtěli nahradit energii dopadající na Zemi (bez ohledu na to, zda se absorbuje nebo odrazí a co se s ní stane dále) ze Slunce spalováním všech fosilních paliv (a tím i spálili všechnen atmosférický kyslík), jejichž odhad množství jsme si vypočetli v otázce 8), na jak dlouho by nám zásoby fosilních paliv vystačily? Zaokrouhlete na celé dny. Výhřevnost uhlíku je $32,8 \text{ MJ kg}^{-1}$. Pokud jste otázku 8) nespočetali, uvažujte hodnotu $1,0 \cdot 10^{12}$ tuny.

Výpočet:

Čas dny

body: