



54. ročník

2017/2018

TEST ŠKOLNÍHO KOLA
kategorie A

ZADÁNÍ (60 BODŮ)

časová náročnost: 120 minut

ANORGANICKÁ CHEMIE

16 BODŮ

Úloha 1 Vzduch

2,5 bodu

Ionty kovů alkalických zemin tvoří řadu nerozpustných sloučenin, z nichž některé lze využít při vázkové analýze. Jednou z možností je stanovení CO_2 probubláváním analyzovaného plynu roztokem nadbytku hydroxidu a zvážením vyloučeného uhličitanu MCO_3 ; pro tento způsob analýzy lze využít $\text{Ca}(\text{OH})_2$, $\text{Sr}(\text{OH})_2$ nebo $\text{Ba}(\text{OH})_2$.

Sportovec Petr dělal pokus. Nejprve udělal 10 dřepů, a poté po každém dalším dřepu vydechl vzduch do pouťového balónku. Vzorek vydechovaného vzduchu o objemu $5,000 \text{ dm}^3$ (teplota $25 \text{ }^\circ\text{C}$, tlak $100\,500 \text{ Pa}$) poté zavedl trubičkou do roztoku $\text{M}(\text{OH})_2$. Vyloučenou sraženinu odfiltroval a pečlivě vysušil v sušárně při $60 \text{ }^\circ\text{C}$. Získal $2,11 \text{ g}$ bílé látky, kterou dále vyžíhal nad kahanem. Tím získal $1,63 \text{ g}$ bílého prášku.

- 1) Který ze zmíněných hydroxidů kovů je pro provedení analýzy nejvýhodnější? Odpověď zdůvodněte.

Hydroxid:

Zdůvodnění:

body:

- 2) Zapište rovnici reakce, ke které by docházelo, kdyby bylo látkové množství CO_2 větší než látkové množství použitého $\text{M}(\text{OH})_2$.

Rovnice:

body:

- 3) Zapište rovnici reakce rozkladu MCO_3 při žhání.

Rovnice:

body:

- 4) Výpočtem určete, který z hydroxidů kovů byl ve skutečnosti použit?

Výpočet:

Hydroxid:

body:

- 5) Určete obsah (molární zlomek) CO_2 ve vzorku vydechaného vzduchu. Uvažujte ideální chování plynného vzorku.

Výpočet:

Obsah CO_2 ve vzorku: %

body:

Úloha 2 Kape vám na karbid?

7,5 bodu

Karbidka je plynová lampa v minulosti používaná horníky. Její funkce je založena na principu hydrolytické reakce „karbidu“ za vzniku vysoce hořlavého plynu **A (reakce 1)**, který po zapálení hoří svítivým plamenem. Hoření tohoto plynu v atmosféře čistého kyslíku je dosud využíváno pro svou vysokou teplotu (přes 3000 K) při svařování. Při takovém hoření vzniká kromě vody i plynný oxid **B**, avšak právě kvůli vysoké teplotě reakce nedojde ke vzniku běžného oxidu daného prvku s maximálním oxidačním číslem, ale vzniká oxid v nižším oxidačním stavu (**reakce 2**). Směs plynů pak difuzí dojde do chladnější části plamene, kde se plyn **B** dále dooxiduje vzdušným kyslíkem na oxid **C (reakce 3)**. Plyn **A** je velmi reaktivní vůči halogenům i halogenvodíkům. Reakcí s jedním ekvivalentem chlorovodíku poskytuje sloučeninu **D (reakce 4)**, která je klíčovou surovinou v chemickém průmyslu. Reakcí látky **A** se dvěma molekulami chloru pak vzniká látka **E (reakce 5)**, která se používá v organické chemii jako výševroucí rozpouštědlo ($t_v = 147\text{ °C}$). Pokud je plyn **A** zaváděn do amoniakálního roztoku dusičnanu stříbrného, dojde k vyloučení tmavé sloučeniny **F (reakce 6)**, která je v suchém stavu třaskavá. Nebezpečí vzniku výbušné směsi plynu **A** se vzduchem se dostalo do hlavy jako úsloví „Kape ti na karbid!“.

- 1) Napište vzorec a systematický název „karbidu“ z úlohy, který byl používán horníky.

Vzorec:

Název:

body:

2) Určete látky A-F (napište jejich názvy i vzorce).

	Název	Vzorec
A:
B:
C:
D:
E:
F:
		body:

3) Napište vyčíslené rovnice reakcí 1-6.

1:	
2:	
3:	
4:	
5:	
6:	
body:	

4) Co znamená úsloví „kape mu na karbid“?

Vysvětlení úsloví:
body:

Úloha 3 Molekulové diagramy: dilithium**6 bodů**

Molekula dilithia je jednou z velice důležitých molekul pro teoretické chemiky. Výsledky měření této zdánlivě exotické molekuly, která je hned po vodíku nejlehčí existující homonukleární diatomickou molekulou, vedly k vytvoření mnoha kvantově chemických modelů, které nám umožňují lépe předpovídat například spektroskopické vlastnosti látek.

- 1) **Sestrojte diagram molekulových orbitalů, ve kterém uvažujte všechny obsazené atomové orbitály (tj. i „vnitřní“ orbitály 1s). Označte symetrii vzniklých molekulových orbitalů. Hvězdičkou u symbolu symetrie pak označte, které orbitály jsou tzv. protivazebné.**

Diagram MO:

body:

- 2) **Z diagramu vyčtěte a doplňte, případně škrtněte nevhodící se:**

a) Řád vazby dilithia je	body:
b) Délka vazby Li_2 je větší než/stejná jako/menší než délka vazby v iontu Li_2^+ .	body:
c) Kovalentně vázaná molekula Li_2^{2-} může/nemůže existovat.	body:
d) Kovalentně vázaná molekula He_2 neexistuje, protože:	body:

Dilithium se objevuje i ve vědecko-fantastické literatuře, v seriálech i ve filmech. Zejména pak ve světě *Star Trek*, kde jsou této molekule přisuzovány spíše fantastické vlastnosti.

- 3) Dokáže poručík Montgomery „Scotty“ Scott, hlavní inženýr lodi USS Enterprise v seriálu *Star Trek The Original Series*, stlačit molekuly dilithia k sobě pomocí magnetického pole? Proč?

Odpověď:

Vysvětlení:

body:

- 4) Rozmyslete si, jak by vypadalo obsazení MO v prvním elektronově excitovaném stavu molekuly Li_2 . Byla by molekula dilithia ve svém prvním elektronově excitovaném stavu odpuzována magnetickým polem? Vysvětlete.

Odpověď:

Vysvětlení:

body:

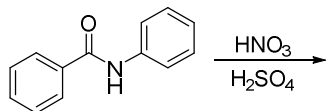
ORGANICKÁ CHEMIE

16 BODŮ

Úloha 1 Rozcvička

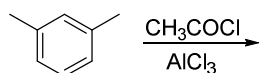
5 bodů

- 1) Doplňte produkty následujících reakcí. Vysvětlete též u každé reakce způsob, jakým sloučeniny pod šipkou (katalyzátory) napomáhají průběhu reakce, a napište strukturu elektrofilní částice, která reaguje s aromatickým jádrem.



Struktura elektrofilní částice:

Role katalyzátoru:



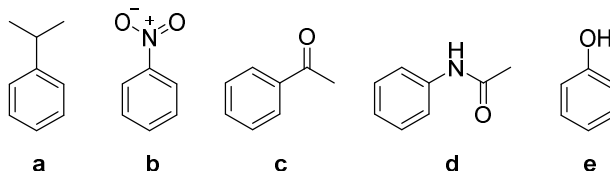
Struktura elektrofilní částice:

Role katalyzátoru:

body:

Pokud ovšem na benzenovém jádře už nějaká skupina je, může nám podstatně zkomplikovat naše syntetické plány. Některé elektrofilní aromatické substituce ($S_{\text{E}}\text{Ar}$) nemusí při přítomnosti některých skupin reagovat vůbec, u jiných substitucí je třeba reakční směs zahřívat na vysoké teploty, aby reakce vůbec začala probíhat.

- 2) Určete, které z následujících látek budou při $S_{\text{E}}\text{Ar}$ reagovat více ochotně a které méně ochotně než benzen.



Reaktivnější než benzen (uvedte jen písmena):

Méně reaktivní než benzen (uvedte jen písmena):

body:

Reaktivita jednotlivých monosubstituovaných benzenů se dá vysvětlit pomocí rezonančních struktur.

3) Nakreslete alespoň 4 rezonanční struktury fenolu. Do jakých poloh bude probíhat další elektrofilní aromatická substituce?

Rezonanční struktury fenolu:

Polohy:

body:

Úloha 2 Kondenzovaná chemie

6,5 bodu

Chemie aromatických sloučenin se netýká jenom benzenu. Existuje celá řada mono- i polycyklických sloučenin, které rovněž označujeme jako aromatické.

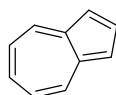
1) Určete, které z následujících sloučenin jsou aromatické a které ne.



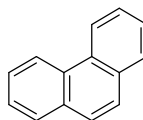
a



b



c



d



e

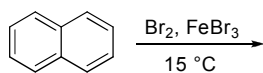
Aromatické jsou částice (uvedte jen písmena):

Aromatické nejsou částice (uvedte jen písmena):

body:

Naftalen je nejjednodušší kondenzovaný aromát. Jako většina aromátů může i naftalen podstupovat S_EAr . Oproti benzenu však při elektrofilní substituci vzniká směs produktů.

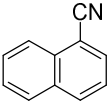
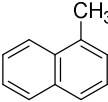
2) Napište a pojmenujte všechny produkty bromace naftalenu do prvního stupně.



body:

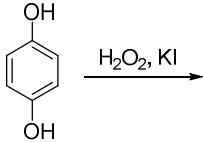
Ještě překérnější situace nastane, budeme-li chtít naftalen substituovat do druhého stupně. Nabízí se zde totiž podstatně více možností než u benzenu. Jako úplně první je třeba správně určit jádro, na které bude elektrofilní aromatická substituce probíhat.

- 3) Určete jádro, na kterém bude probíhat elektrofilní aromatická substituce u těchto monosubstituovaných naftalenů. Budou tyto sloučeniny méně či více reaktivní než naftalen? Svoje rozhodnutí odůvodněte.

 f	Reaktivita látky f:
 g	Reaktivita látky g:
body:	

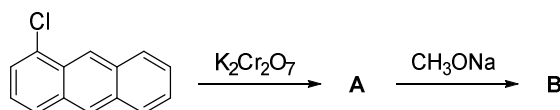
Dalším v řadě kondenzovaných aromátů je anthracen (sumární vzorec $C_{14}H_{14}$). Než se ale vrhneme na anthracen, uděláme si malou odbočku zpět k benzenu. Benzenové jádro může kromě substitučních reakcí podléhat též oxidacím.

- 4) Napište vzorec látky, která vzniká oxidací benzen-1,4-diolu peroxidem vodíku v prostředí jodidu.

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

Anthracen těmto typům oxidací podléhá, i když není nijak substituovaný. Produkty oxidace anthracenu patří mezi významné chemické suroviny, jsou často používané jako barviva, své využití si ale najdou i jako katalyzátory při výrobě peroxidu vodíku.

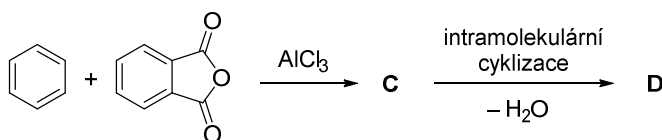
- 5) Doplňte následující reakční schéma. Napište též, jak se nazývá mechanismus, kterým vzniká z látky A látka B.



Strukturní vzorec látky A:	Strukturní vzorec látky B:
Název mechanismu:	
body:	

Tuto skupinu sloučenin lze ale připravit i jinak než oxidací. Jeden z dostupných způsobů spočívá v reakci poměrně snadno dostupného ftalanhydridu s benzenem. Jedná se o analogii Friedelovy-Craftsovy reakce. Meziproduktem této reakce (látkou C) je látka s COOH skupinou. Tato metoda je používaná především pro substituované sloučeniny, jejichž funkční skupiny by v oxidačním prostředí nepřežily.

6) Doplňte reakční schéma. Pojmenujte též látku C.



Strukturní vzorec látky C:

Strukturní vzorec látky D:

Název látky C:

body:**Úloha 3 Hlava bolí****4,5 bodu**

Jedním z nejpoužívanějších léků proti bolesti je paracetamol, v obchodech prodáváný pod různými názvy (Paralen, Panadol, atp.).

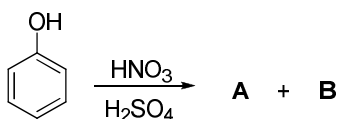
1) **Systematický název paracetamolu je N-(4-hydroxyfenyl)ethanamid. Nakreslete jeho strukturní vzorec.**

Strukturní vzorec paracetamolu:

body:

Jeho syntéza se skládá z několika kroků. Prvním z nich je nitrace fenolu do prvního stupně. Při této nitraci ale kromě požadovaného isomeru A vzniká i isomer B. Tyto dva isomery mají významně odlišnou teplotu tání, isomer B taje při 44–45 °C, kdežto isomer A až při 113–114 °C. Oba dva isomery lze od sebe oddělit destilací s vodní parou.

2) **Doplňte produkty nitrační reakce níže. U obou produktů uveďte strukturní vzorce a názvy**



Strukturní vzorec látky A:

Strukturní vzorec látky B:

Název látky A:

Název látky B:

.....

.....

body:

3) Vysvětlete, proč mají látky A a B tolik odlišné teploty tání.

Nápověda: Atomy vodíku z OH skupin mohou tvořit vodíkové můstky.

Vysvětlení:

body:

Dalším krokem syntézy paracetamolu je redukce nitroskupiny.

4) Vyberte z následující nabídky činidel ta, která se dají použít pro redukci nitroskupiny v látce A a která ne.

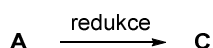
- LiAlH₄
- „fialový benzen“ (roztok KMnO₄ a 18-crown-6-etheru v benzenu)
- Zn/HCl
- AlCl₃
- H₂/Pd/C

Pro redukci lze použít:

Pro redukci nelze použít:

body:

5) Doplňte strukturu a pojmenujte produkt C reakce:



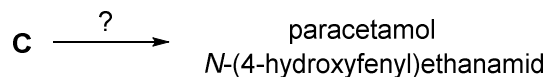
Strukturní vzorec látky C:

Název látky C:

body:

Z látky C lze získat paracetamol jednou reakcí.

6) Doplňte chybějící údaje u této reakce:



?:

body:

FYZIKÁLNÍ CHEMIE

16 BODŮ

Úloha 1 Fritz Haber a Carl Bosch se vrací

6 bodů

Vzhledem k důležitosti Haberova-Boschova procesu si dovoluujeme tento problém zařadit znovu. Vždyť tato jednoduchá reakce, která umožnila průmyslovou výrobu dusíkatých hnojiv, zachránila na počátku 20. století miliony lidí před hrozcí potravinnou krizí. Výrobu výbušnin založených na dusičnanech a podíl Fritze Habera na vývoji chemických zbraní v první světové válce v této úloze ponecháme stranou.

Rovnice Haberovy-Boschovy syntézy můžeme zapsat jako



kde ΔG_r° značí změnu standardní reakční Gibbsovy energie a ΔH_r° změnu standardní reakční entalpie, oboje pro 400 °C.

1) **Vyberte vždy u následujících změn podmínek, co se stane s rovnovážným složením, pokud se ostatní faktory nezmění (nehodící se škrtněte):**

a) **zvýšení teploty:**

posun k reaktantům	nezmění se	posun k produktům	body:
--------------------	------------	-------------------	--------------

b) **zvýšením tlaku:**

posun k reaktantům	nezmění se	posun k produktům	body:
--------------------	------------	-------------------	--------------

c) **zvýšení množství dusíku na molární poměr 1:1 ze stechiometrického poměru při zachování celkového tlaku:**

posun k reaktantům	nezmění se	posun k produktům	body:
--------------------	------------	-------------------	--------------

d) **zvětšení objemu reaktoru při stejných látkových množstvích vstupujících plynů:**

posun k reaktantům	nezmění se	posun k produktům	body:
--------------------	------------	-------------------	--------------

e) **použití účinnějšího katalyzátoru:**

posun k reaktantům	nezmění se	posun k produktům	body:
--------------------	------------	-------------------	--------------

Haberova-Boschova syntéza probíhá obvykle se stupněm přeměny vůči dusíku 0,15. Uvažujme teď její provedení v uzavřeném izotermním reaktoru, kdy na počátku byl tlak stechiometrické směsi dusíku a vodíku 20 MPa při teplotě 400 °C. Všechny plyny se chovají ideálně.

2) Vypočítejte celkový tlak v reaktoru po proběhnutí reakce.

Výpočet:

Tlak po proběhnutí reakce: MPa

body:

3) V domácím zadání i nyní ve školním testu jste se několikrát setkali se jmény Fritz Haber a Carl Bosch. Poznáte, jak oba pánové vypadali? Označte, na které z předložených fotografií je který z nich.



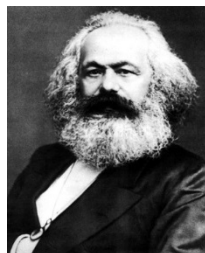
a)



b)



c)



d)



e)



f)

Fritz Haber: Carl Bosch:

body:

Úloha 2 Bitva**10 bodů**

Přesuňme se nyní do fiktivního světa, kde proti sobě vedou válku Severní republika a Jižní říše. Severní republika při své ofenzivě na jih dospěla k velké pevnosti Jižní říše. Chování vojsk Severní republiky při obléhání pevnosti můžeme modelovat pomocí jednoduchého procesního schématu s jedním uzlem a několika proudy. Uvažujme, že armáda Severní republiky se skládá pouze z vojinů a důstojníků. Pevnost Jižní říše pro armádu Severní republiky představuje systém s nulovou akumulací. Z území Severní republiky přijíždějí do města každý den čtyři vlaky, v každém 2000 vojáků (vojíni i důstojníci). V bojích s armádou jihu umírá každý den 44 důstojníků. Každý den jsou z města odváženi ranění. Mezi raněnými vojáky je podíl vojinů 92,4 %. Dlouhodobý podíl počtů padlých vojáků a těch, kteří jsou odvezeni ranění, je 15. Aby počet důstojníků zůstal stejný, tak jsou každý den 2 vojíni povýšeni na důstojníky (pro potřebu procesního schématu si představte „chemickou reakci“ vojin \rightarrow důstojník).

- 1) **Zakreslete procesní schéma armády Severní republiky jako schéma s jedním uzlem. Označte reálné i fiktivní proudy. Vojáci se z města nedostanou jinak, než ranění nebo mrtví; Jižní říše zajatce nebere.**

Schéma:

body:

- 2) **Vypočítejte podíl důstojníků mezi raněnými vojáky.**

Výpočet:

Podíl důstojníků: %

body:

3) **Vypočítejte množství vojáků Severní republiky, kteří denně přijdou o život.**

Výpočet:

Počet vojáků:

body:

4) **Vypočítejte množství důstojníků v jednom vlaku ze Severní republiky na frontu, pokud se počet vojáků a důstojníků mezi jednotlivými vlaky neliší.**

Výpočet:

Počet důstojníků:

body:

V průběhu obléhání se do bitvy na straně Jižní říše zapojil nejlepší odstřelovač Jižní říše. Ten dokázal každý den připravit o život 12 důstojníků Severní republiky (žádné vojíny). Velení Severní republiky na to reaguje navýšením počtu vojáků v každém vlaku o tři; další nové rozkazy nejsou vydány a počty raněných vojáků ani důstojníků Severní republiky se nemění.

5) **Vypočítejte, kolik vojáků musí být každý den povýšeno na důstojníky, aby akumulace systému zůstala nulová.**

Výpočet:

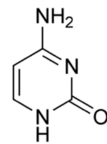
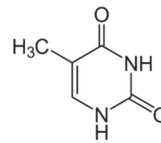
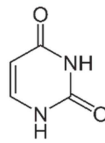
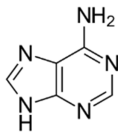
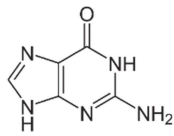
Počet vojáků:

body:

Úloha 1 Jak prosté, milý Watsone!**12 bodů**

V roce 1962 byli James Dewey Watson, Francis Crick a Maurice Wilkins oceněni Nobelovou cenou za medicínu za objasnění molekulární struktury DNA. Modelem DNA se zabýval i Linus Pauling, který sestrojil trojšroubovicový model. Na rozdíl od něj však měli Watson, Crick a Wilkins výsledky rentgenové krystalografie, provedenou Rosalind Franklinovou s Mauricem Wilkinsem, které jim umožnily učinit přelomový objev v oblasti struktury DNA - odhalili dvojitou antiparalelní šroubovici. Svůj objev prezentovali v časopise Nature článkem „A Structure for Deoxyribose Nucleic Acid“ a vzhledem k významu objevu stojí za to, abychom se u struktury DNA trochu zdrželi.

- 1) Pojmenujte jednotlivé nukleové báze. Uveďte báze, které se standardně vyskytují v DNA. Nakreslete, jak se spolu báze v DNA standardně párují.**



.....

Báze v DNA (Uveďte pouze názvy):

Párování bází:

body:

4) Je fascinující, že se 2 metry DNA v buňce nezamotají. Jak je DNA v rámci jádra organizována?

body:

5) Doplňte komplementární vlákno k sekvenci a označte konce jednotlivých vláken. V jakém směru probíhá replikace (doplňte)? Vyberte restriční endonukleasu, která štěpí tuto sekvenci DNA, a vyznačte v sekvenci místo štěpení.

konec	5'	C	G	T	T	A	G	T	C	T	G	C	G	C	T	konec

Replikace probíhá od (doplňte)

Název restriční endonukleasy:	BstUI	EcoRI	HhaI	SexAI*
Štěpení:	5'...CG↓CG... ...GCGC...	5'...G↓AATTC... ...CTTAAG...	5'...GCG↓C... ...C↓GCG...	5'...A↓CCWGGT... ...TGGWCC↓A...

* W = A nebo T

body:

Nejjednodušší rovnice pro odhad teploty tání (T_m) úseku dvouřetězcové DNA je:

$$T_m = 2^\circ\text{C} \cdot \sum(A + T) + 4^\circ\text{C} \cdot \sum(G + C),$$

kde A, T, G, C je počet příslušných bází v libovolném jednom vlákně dvouřetězcové DNA.

6) Vypočítejte dle rovnice teoretickou T_m úseku DNA z otázky 5). Jaký druh interakcí v DNA nejvíce ovlivňuje T_m ? Jedná se o kovalentní, nebo nekovalentní interakce?

Výpočet:

$T_m =$ °C

Druh interakce:

Jedná se o kovalentní/nekovalentní interakci. (Nehodící se škrtněte.)

body:



PERIODICKÁ SOUSTAVA PRVKŮ

1 I. A											13 III. A	14 IV. A	15 V. A	16 VI. A	17 VII. A	18 VIII. A											
1 H 1 1,00794 Vodík											5 B 10,811 2,00 Bor	6 C 12,011 2,50 Uhlík	7 N 14,007 3,10 Dusík	8 O 15,999 3,50 Kyslík	9 F 18,998 4,10 Fluor	10 Ne 20,179 Helium											
2 II. A	3 Li 6,941 0,97 Lithium	4 Be 9,0122 1,50 Beryllium											13 Al 26,982 1,50 Hliník	14 Si 28,085 1,70 Křemík	15 P 30,974 2,10 Fosfor	16 S 32,06 2,40 Síra	17 Cl 35,453 2,80 Chlor	18 Ar 39,948 Argon									
3	11 Na 22,990 1,00 Sodík	12 Mg 24,305 1,20 Hořečík	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 Al 26,982 1,50 Hliník	14 Si 28,085 1,70 Křemík	15 P 30,974 2,10 Fosfor	16 S 32,06 2,40 Síra	17 Cl 35,453 2,80 Chlor	18 Ar 39,948 Argon									
4	19 K 39,098 0,91 Draslík	20 Ca 40,078 1,00 Vápník	21 Sc 44,956 1,30 Skandium	22 Ti 47,867 1,30 Titan	23 V 50,942 1,50 Vanad	24 Cr 51,996 1,60 Chrom	25 Mn 54,938 1,60 Mangan	26 Fe 55,845 1,60 Želeno	27 Co 58,933 1,70 Kobalt	28 Ni 58,693 1,70 Nikl	29 Cu 63,546 1,70 Měď	30 Zn 65,38 1,70 Zinek	31 Ga 69,723 1,80 Gallium	32 Ge 72,61 2,00 Germanium	33 As 74,922 2,20 Arzen	34 Se 78,971 2,50 Selen	35 Br 79,904 2,70 Brom	36 Kr 83,798 Krypton									
5	37 Rb 85,468 0,89 Rubidium	38 Sr 87,62 0,99 Stroncium	39 Y 88,906 1,70 Yttrium	40 Zr 91,224 1,20 Zirkonium	41 Nb 92,906 1,20 Niob	42 Mo 95,95 1,30 Molybden	43 Tc -98 1,40 Technecium	44 Ru 101,07 1,40 Ruthenium	45 Rh 102,91 1,40 Rhodium	46 Pd 106,42 1,30 Palladium	47 Ag 107,87 1,40 Stříbro	48 Cd 112,41 1,50 Kadmium	49 In 114,82 1,50 Indium	50 Sn 118,71 1,70 Cín	51 Sb 121,75 1,80 Antimon	52 Te 127,60 2,00 Tellur	53 I 126,90 2,20 Jod	54 Xe 131,29 Xenon									
6	55 Cs 132,91 0,86 Cesium	56 Ba 137,33 0,97 Baryum											72 Hf 178,49 1,20 Hafnium	73 Ta 180,95 1,30 Tantal	74 W 183,84 1,30 Wolfram	75 Re 186,21 1,50 Rhenium	76 Os 190,23 1,50 Osmium	77 Ir 192,22 1,50 Iridium	78 Pt 195,08 1,40 Platina	79 Au 196,97 1,40 Zlato	80 Hg 200,59 1,40 Rtuť	81 Tl 204,38 1,40 Thallium	82 Pb 207,20 1,50 Olovo	83 Bi 208,98 1,70 Bismut	84 Po -209 1,80 Polonium	85 At -210 1,90 Astat	86 Rn -222 Radon
7	87 Fr -223 0,86 Francium	88 Ra 226,03 0,97 Radium											104 Rf 261,11 Rutherfordium	105 Db 262,11 Dubnium	106 Sg 263,12 Seaborgium	107 Bh 262,12 Bohrium	108 Hs 270 Hassium	109 Mt 268 Meitnerium	110 Ds 281 Darmstadtium	111 Rg 280 Roentgenium	112 Cn 277 Kopernicium	113 Nh -287 Nihonium	114 Fl 289 Flerovium	115 Mc -288 Moskovium	116 Lv -289 Livermorium	117 Ts -291 Tennessin	118 Og 293 Oganesson

Diagram illustrating the structure of a periodic table element cell (Vanadium, V):

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

6	LANTHANOIDY														
	57 La 138,91 1,70 Lanthan	58 Ce 140,12 1,70 Cer	59 Pr 140,91 1,70 Praseodym	60 Nd 144,24 1,70 Neodym	61 Pm -145 1,70 Promethium	62 Sm 150,36 1,70 Samarium	63 Eu 151,96 1,00 Europium	64 Gd 157,25 1,70 Gadolinium	65 Tb 158,93 1,70 Terbium	66 Dy 162,50 1,70 Dysprosium	67 Ho 164,93 1,70 Holmium	68 Er 167,26 1,70 Erbium	69 Tm 168,93 1,70 Thulium	70 Yb 173,04 1,70 Ytterbium	71 Lu 174,97 1,70 Lutecium
7	AKTINOIDY														
	89 Ac 227,03 1,00 Aktinium	90 Th 232,04 1,70 Thorium	91 Pa 231,04 1,70 Proaktinium	92 U 238,03 1,20 Uran	93 Np 237,05 1,20 Neptunium	94 Pu {244} 1,20 Plutonium	95 Am -243 1,20 Americium	96 Cm -247 1,20 Curium	97 Bk -247 1,20 Berkelium	98 Cf -251 1,20 Kalifornium	99 Es -252 1,20 Einsteinium	100 Fm -257 1,20 Fermium	101 Md -258 1,20 Mendělevium	102 No -259 1,20 Nobelium	103 Lr -260 1,20 Lawrencium



54. ročník

2017/2018

TEST ŠKOLNÍHO KOLA
kategorie A

ŘEŠENÍ (60 BODŮ)

ANORGANICKÁ CHEMIE

16 BODŮ

Úloha 1 Vzduch

2,5 bodu

- 1)
- Hydroxid:**
- Hydroxid barnatý

Zdůvodnění: Má největší molární hmotnost, takže vyloučený uhličitán váží více než v případě ostatních nabízených prvků a stanovení jeho hmotnosti je tak přesnější.

Za určení barya 0,25 bodu, za zdůvodnění 0,25 bodu, celkem 0,5 bodu.

Jako zdůvodnění nelze akceptovat spekulace o různé rozpustnosti jednotlivých uhličitánů, neboť součiny rozpustnosti jsou pro všechny uhličitany iontů kovů alkalických zemin srovnatelné.

- 2)
- Rovnice:**
- $\text{MCO}_3 + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{M}(\text{HCO}_3)_2$
- , (lze též uzнат
- $\text{M}(\text{OH})_2 + 2 \text{CO}_2 \rightarrow \text{M}(\text{HCO}_3)_2$
-)

0,25 bodu

- 3)
- Rovnice:**
- $\text{MCO}_3 \rightarrow \text{MO} + \text{CO}_2$

0,25 bodu

- 4)
- Výpočet:**
- Z popisu provedení analýzy plyne, že vyloučenou látkou byl uhličitán
- MCO_3
- , který byl dalším žíháním rozložen na oxid MO. Obsah MO v
- MCO_3
- je pro jednotlivé prvky:

$$M_r(\text{CaO})/M_r(\text{CaCO}_3) = 56,08 / 100,09 = 0,560.$$

$$M_r(\text{SrO})/M_r(\text{SrCO}_3) = 103,62 / 147,63 = 0,702.$$

$$M_r(\text{BaO})/M_r(\text{BaCO}_3) = 153,33 / 197,34 = 0,777.$$

Pozorovaný poměr hmotností 1,63 g / 2,11 g = 0,773 odpovídá použití hydroxidu barnatého.

Hydroxid: Hydroxid barnatý

0,5 bodu

- 5)
- Výpočet:**
- Látkové množství vyloučeného uhličitánu je:

$$n(\text{BaCO}_3) = m(\text{BaCO}_3)/M(\text{BaCO}_3) = 2,11 \text{ g} / 197,34 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1} = 1,07\cdot 10^{-2} \text{ mol}.$$

Toto látkové množství je vzhledem ke stechiometrii srážecí reakce rovno též látkovému množství oxidu uhličitého, $n(\text{CO}_2)$.

(Velmi podobnou hodnotu poskytne i výpočet látkového množství oxidu barnatého

$$n(\text{BaO}) = m(\text{BaO})/M(\text{BaO}) = 1,63 \text{ g} / 153,33 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1} = 1,06\cdot 10^{-2} \text{ mol}$$

nebo přímý výpočet látkového množství oxidu uhličitého

$$n(\text{CO}_2) = m(\text{CO}_2)/M(\text{CO}_2) = (2,11 \text{ g} - 1,63 \text{ g}) / 44,01 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1} = 1,09\cdot 10^{-2} \text{ mol};$$

pro další výpočet je jedno, kterou z hodnot studenti použijí.)

Celkové látkové množství plynného vzorku je:

$$n(\text{vzorek}) = p\cdot V/(R\cdot T) = 100500 \text{ Pa} \cdot 5\cdot 10^{-3} \text{ m}^3 / (8,314 \text{ J}\cdot\text{mol}^{-1}\cdot\text{K}^{-1} \cdot 298,15 \text{ K}) = 0,2027 \text{ mol}.$$

$$X(\text{CO}_2) = 0,0106 \text{ mol} / 0,2027 \text{ mol} = 0,0523 = 5,23 \text{ \%}.$$

Obsah CO_2 ve vzorku: 5,23 %

Za výpočet $n(\text{CO}_2)$ 0,25 bodu, za výpočet $n(\text{vzorku})$ 0,5 bodu, za výpočet molárního poměru 0,25 bodu, celkem 1 bod.

Úloha 2 Kape vám na karbid?

7,5 bodu

- 1)
- Vzorec:**
- CaC_2

Název: acetylid vápenatý

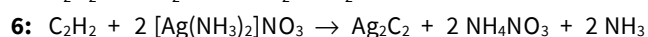
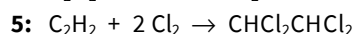
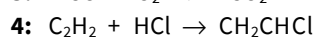
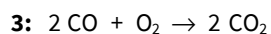
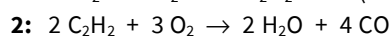
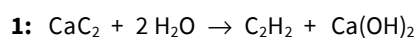
Za vzorec 0,5 bodu, Za název 0,5 bodu, celkem 1 bod.

2)

	název	vzorec
A:	acetylen	C ₂ H ₂
B:	oxid uhelnatý	CO
C:	oxid uhličitý	CO ₂
D:	vinylchlorid, chlorethen	CH ₂ CHCl
E:	1,1,2,2-tetrachlorethan	CHCl ₂ CHCl ₂
F:	acetylid stříbrný (dikarbid distříbrný)	Ag ₂ C ₂

Za každou správně určenou sloučeninu 0,5 bodu (0,25 bodu za název a 0,25 bodu za vzorec), celkem 3 body.

3)



(lze též uznat např. $\text{C}_2\text{H}_2 + 2 \text{AgNO}_3 + 2 \text{NH}_3 \rightarrow \text{Ag}_2\text{C}_2 + 2 \text{NH}_4\text{NO}_3$ atp.)

Za každou správně vyčíslenu rovnici 0,5 bodu, celkem 3 body.

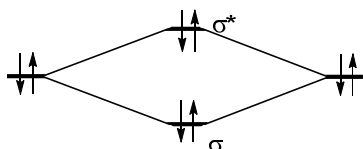
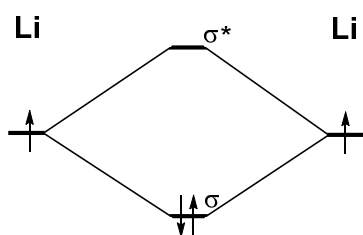
4) **Vysvětlení úsloví:** Tímto úslovím se označuje nevypočitatelný citově nevyrovnaný jedinec, cholerik, který občas agresivně vybuchuje podobně jako nahromaděný acetylen. Přeneseně též blázen, idiot atp.

Honorovat jakoukoliv smysluplnou odpověď, 0,5 bodu.

Úloha 3 Molekulové diagramy: dilithium

6 bodů

1) Diagram MO:



Za sestavení diagramu 0,5 bodu, za správné zapsání symetrie překryvu σ a jeho vazebnosti/antivazebnosti 4x0,25 bodu, za zaplnění elektrony 0,5 bodu, celkem 2 body.

2)

- a) Řád vazby v Li_2 je 1.
- b) Délka vazby v Li_2 je menší než délka vazby v iontu Li_2^- .
- c) Kovalentně vázaná molekula Li_2^{2-} nemůže existovat.
- d) Kovalentně vázaná molekula He_2 neexistuje, protože řád vazby by byl 0. (Pozn. samozřejmě lze rozšířit popis molekuly i mimo definici zahrnující čistě kovalentní vazbu. Dimer helia, který je vázán dispersními silami, byl experimentálně pozorován.)

Za každé správné doplnění 0,5 bodu, celkem 2 body.

3) **Odpověď:** Dokáže.

Vysvětlení: Molekula vykazuje diamagnetické vlastnosti, a proto je z magnetického pole vypuzována do oblasti s jeho nižší intenzitou, kde se – při vhodné konstrukci daného zařízení – budou molekuly Li_2 hromadit.

Za správné zodpovězení otázky 0,25 bodu, za důvod 0,75 bodu, celkem 1 bod.

4) **Odpověď:** Nebyla.

Vysvětlení: Molekula ve svém prvním excitovaném stavu nebude existovat, řád vazby by byl 0, a tudíž dojde k rozpadu na atomy. Ty jsou paramagnetické a budou naopak přitahovány magnetickým polem.

Za správné zodpovězení otázky 0,25 bodu, za důvod 0,75 bodu, celkem 1 bod.

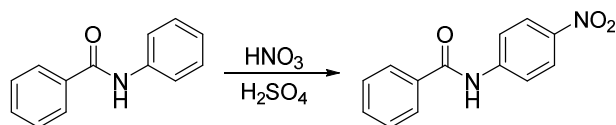
ORGANICKÁ CHEMIE

16 BODŮ

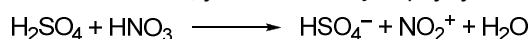
Úloha 1 Rozcvička

5 bodů

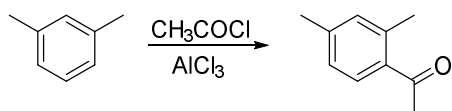
1)



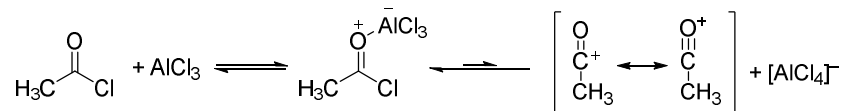
Role katalyzátoru: Při reakci kyseliny sírové a dusičné dochází k protonaci HNO_3 , která poté odštěpuje vodu za vzniku nitroniového kationtu NO_2^+ , jenž v reakci vystupuje jako elektrofil.



Struktura elektrofilní částice: NO_2^+



Role katalyzátoru: Friedelovy-Craftsovy acylace s chloridem hlinitým – chlorid hlinitý zde váže chlor z acetylchloridu za vzniku elektrofilního acyliového kationtu.

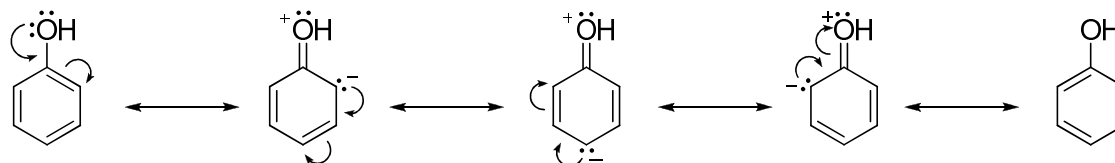


Struktura elektrofilní částice: Jedna z rezonančních struktur v hranaté závorce v rovnici výše.

Za každý produkt 0,5 bodu, za mechanismus každého katalyzátoru 0,5 bodu, za určení elektrofilní částice 0,25 bodu, celkem 2,5 bodu.

- 2) **Reaktivnější než benzen:** a, d, e (mají na jádře skupiny, které zvyšují elektronovou hustotu na jádře)
Méně reaktivní než benzen: b, c (mají na jádře skupiny, které snižují elektronovou hustotu na jádře)
 Za každou správně určenou strukturu 0,2 bodu, celkem 1 bod.

3) **Resonanční struktury fenolu:**



Polohy: *ortho-* a *para-* (Elektrofilní aromatická substituce probíhá do poloh, kde je více záporného náboje, tedy do poloh *ortho-* a *para-*.)

Za každou rezonanční strukturu 0,25 bodu, za správné určení poloh 0,5 bodu, celkem 1,5 bodu.

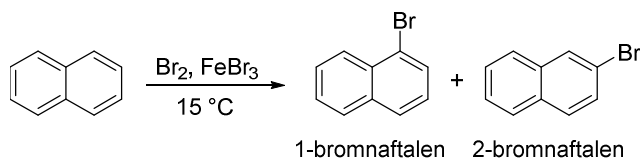
Úloha 2 Kondenzovaná chemie

6,5 bodu

- 1) **Aromatické jsou částice:** c, d, e.
Aromatické nejsou částice: a, b.

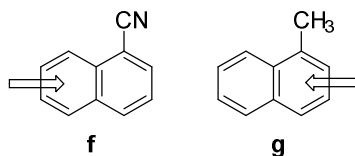
Za každé správné určení 0,25 bodu, celkem 1,25 bodu.

2)



Za každý produkt 0,3 bodu, za každý název 0,2 bodu, celkem 1 bod.

3)

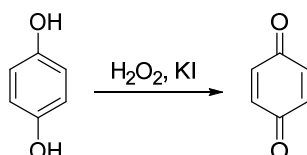


Reaktivita látky f: Kyanoskupina (-CN) deaktivuje dané jádro, proto bude elektrofilní aromatická substituce probíhat na sousedním jádře, a to pomaleji než u naftalenu.

Reaktivita látky g: U 1-methylnaftalenu je tomu naopak, aktivující methylová skupina usnadní substituci na stejné aromatické jádro, reakce bude rychlejší než na naftalenu.

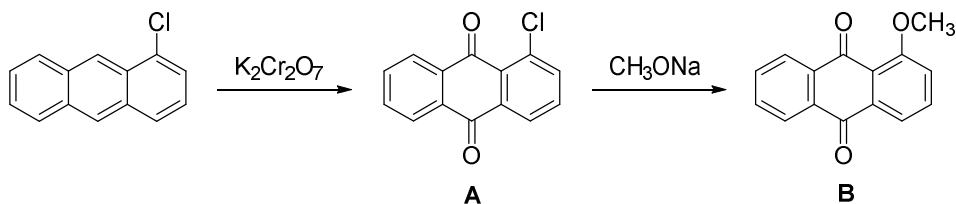
Za každé určení 0,25 bodu, za zdůvodnění 0,25 bodu, celkem 1 bod.

4) Oxidací benzen-1,4-diolu vzniká *p*-benzochinon.



Za vzorec produktu 0,5 bodu.

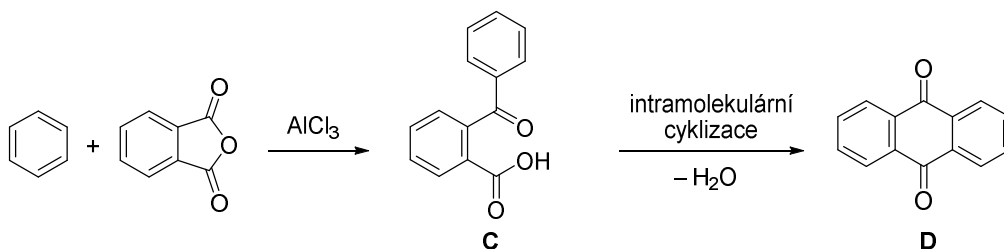
5) **Strukturální vzorce látek A a B** (viz schéma):



Název mechanismu: nukleofilní aromatická substituce

Za každý produkt 0,5 bodu, za název mechanismu 0,5 bodu, celkem 1,5 bodu.

6) **Strukturální vzorce látek C a D** (viz schéma):



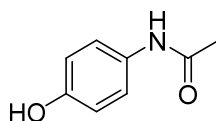
Název látky C: 2-benzoylbenzoová kyselina

Za každý produkt 0,5 bodu, za pojmenování 0,25 bodu, celkem 1,25 bodu.

Úloha 3 Hlava bolí

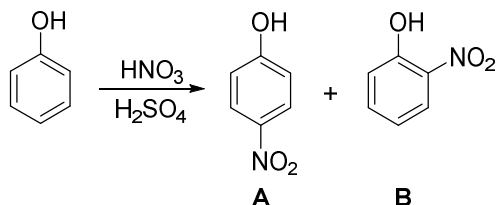
4,5 bodu

1) Struktura paracetamolu:



0,25 bodu

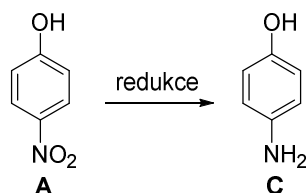
2) Strukturální vzorce látek A a B (viz schéma):

**Název látky A:** 4-nitrofenol (isomer s teplotou tání 113–114 °C)**Název látky B:** 2-nitrofenol (isomer s teplotou tání 44–45 °C)*Za každou látku 0,5 bodu, za každý název 0,25 bodu, celkem 1,5 bodu.*3) **Vysvětlení:** 4-Nitrofenol může dobře tvořit intermolekulární vodíkové můstky mezi OH a NO₂ skupinou, ty zapříčiňují zvýšení bodu tání. 2-Nitrofenol tyto můstky může tvořit také, většinou však vznikají v rámci jedné molekuly (intramolekulárně), protože funkční skupiny jsou k sobě blízko.

0,5 bodu

4) **Pro redukci lze použít:** LiAlH₄, Zn/HCl a H₂/Pd/C**Pro redukci nelze použít:** „fialový benzen“ (roztok KMnO₄ a 18-crown-6-etheru v benzenu), AlCl₃*Za každé správně posouzené činidlo (ano-ne) 0,2 bodu, celkem 1 bod.*

5) Strukturální vzorec látky C (viz schéma):

**Název látky C:** 4-aminofenol*Za látku C 0,5 bodu, za název 0,25 bodu, celkem 0,75 bodu.*6) **?:** (CH₃CO)₂O

Paracetamol získáme acetylací 4-aminofenolu například acetanhydridem.

0,5 bodu

FYZIKÁLNÍ CHEMIE

16 BODŮ

Úloha 1 Fritz Haber a Carl Bosch se vrací

6 bodů

1)

- a) zvýšení teploty: posun k reaktantům ~~nezmění se~~ ~~posun k produktům~~
- b) zvýšením tlaku: ~~posun k reaktantům~~ ~~nezmění se~~ posun k produktům
- c) zvýšení množství dusíku na molární poměr 1:1 ze stechiometrického poměru při zachování celkového tlaku:
posun k reaktantům ~~nezmění se~~ ~~posun k produktům~~
- d) zvětšení objemu reaktoru při stejných látkových množstvích vstupujících plynů:
posun k reaktantům ~~nezmění se~~ ~~posun k produktům~~
- e) použití účinnějšího katalyzátoru:
~~posun k reaktantům~~ ~~nezmění se~~ ~~posun k produktům~~

Za každou otázku 0,5 bodu, celkem 2,5 bodu.

- 2) **Výpočet:** Na počátku reakce je v reaktoru přítomno neznámé množství plynné směsi o celkovém tlaku 20 MPa. Při konstantním objemu a teplotě (uzavřený izotermní reaktor) je tlak v systému přímo úměrný celkovému látkovému množství, což vyplývá ze stavové rovnice ideálního plynu:

$$p = n \frac{RT}{V} \Rightarrow p \sim n$$

Je zadán stupeň přeměny vůči dusíku 0,15, tzn. zreagovalo 15 % přítomného N₂.

$$\zeta = \frac{n_{\text{N}_2}^0 - n_{\text{N}_2}}{n_{\text{N}_2}^0} = 0,15$$

Vyjádříme tlaky všech plynů v reakci na počátku a konci.

	N ₂	H ₂	NH ₃	Celkem
Počátek vsádky	1	3	0	4
Konec vsádky	1 - ζ	3 - 3ζ	2ζ	4 - 2ζ

Ze znalosti tlaku na počátku reakce vypočteme tlak na konci vsádky.

$$p = \frac{p^0}{4} (4 - 2\zeta) = \frac{20 \text{ MPa}}{4} (4 - 2 \cdot 0,15) = 18,5 \text{ MPa}$$

Tlak po proběhnutí reakce: 18,5 MPa

3 body

- 3) **Fritz Haber** (1868 – 1934): c)

Carl Bosch (1874 – 1940): a)

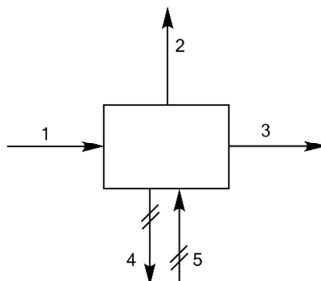
Dále vyobrazení jsou: b) Jacobus Henricus van 't Hoff (1852 – 1911), nizozemský chemik, nositel první Nobelovy za chemii (1901); d) Karl Marx (1852 – 1911), filosof a ekonom pruského původu; e) Bernhard Christian Gottfried Tollens (1841 – 1918), německý chemik; významně přispěl k rozvoji chemie sacharidů; f) Richard Phillips Feynman (1918 – 1988), americký teoretický fyzik, nositel Nobelovy ceny za fyziku (1965).

Za každého správně přiřazeného vědce 0,25 bodu, celkem 0,5 bodu.

Úloha 2 Bitva

10 bodů

- 1) **Schéma:** Při zvoleném zjednodušení je bitva reprezentována jedním uzlem s celkem pěti proudy: 1: nově přichozí posily, 2: ranění, 3: padlí (tyto dva proudy jsou ve schématu nerozlišitelné), 4: fiktivní proud povyšovaných vojáků, 5: fiktivní proud právě povýšených důstojníků.



Na základě dostupných údajů sestavíme matici zadání:

proud \ složka	1	2	3	4	5
počet vojáků	$N_{V,1}$	$N_{V,2}$	$N_{V,3}$	2	0
počet důstojníků	$N_{D,1}$	$N_{D,2}$	44	0	2
celkový počet	8 000	N_2	N_3	2	2

Dále víme, že: $x_{V,2} = \frac{N_{V,2}}{N_2} = 0,924$, $\frac{N_3}{N_2} = 15$

Za nakreslení schématu s 1 uzlem a 5 proudy 1 bod.

- 2) **Výpočet:** Pro každý proud platí, že suma molárních nebo početních zlomků všech složek v něm obsažených je rovna 1:

$$\sum_i x_{i,j} = 1$$

V tomto případě: $0,924 + x_{D,2} = 1$, tedy podíl důstojníků mezi raněnými je $x_{D,2} = 0,076 = 7,6\%$.

Podíl důstojníků: 7,6 %

Za správný výsledek 1 bod (nelze dále dělit).

- 3) **Výpočet:** Doplníme bilanční matici o získané údaje:

proud \ složka	1	2	3	4	5
počet vojáků	$N_{V,1}$	$0,924 \cdot N_2$	$N_{V,3}$	2	0
počet důstojníků	$N_{D,1}$	$0,076 \cdot N_2$	44	0	2
celkový počet	8 000	N_2	$15 \cdot N_2$	2	2

Akumulace vojáků i důstojníků je nulová, celkovou bilanci tedy můžeme zapsat jako

$$N_1 + N_5 - N_2 - N_3 - N_4 = 0$$

$$8\,000 + 2 = N_2 + 15 \cdot N_2 + 2$$

$$N_2 = 500$$

Víme, že padlých vojáků je patnáctkrát více než raněných, tedy $N_3 = 15 \cdot N_2 = 7\,500$.

Počet vojáků: 7 500

Za sestavení bilance 1 bod, za správný výsledek 2 body, celkem 3 body.

- 4) **Výpočet:** Zapišeme bilanci pro důstojníky:

$$N_{D,1} + 2 - 0,076 \cdot 500 - 44 - 0 = 0$$

$$N_{D,1} = 80$$

Za den přijedou čtyři vlaky, v každém z nich tedy přijede 20 důstojníků.

Počet důstojníků: 20

Za bilanci důstojníků 1 bod, za správný výsledek 2 body, celkem 3 body.

- 5) **Výpočet:** Pokud odstřelovač za den připraví o život 12 důstojníků a zároveň přijede ze zázemí o $3 \cdot 4 = 12$ vojáků více, vyplývá ze zachování nulové akumulace nutnost zároveň povýšit na důstojníky o 12 vojáků více, tj. celkem 14. Výsledná bilanční matice pak vypadá následovně:

proud složka	1	2	3	4	5
celkový počet	8 012	500	7 512	14	14
počet vojáků	7 932	462	7 456	14	0
počet důstojníků	80	38	56	0	14

Počet vojáků: 14

Celkem za správný výsledek 2 body (nelze dále dělit.).

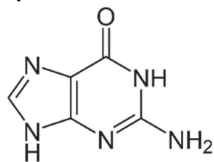
BIOCHEMIE

12 BODŮ

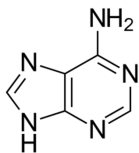
Úloha 1 Jak prostě, milý Watsone!

12 bodů

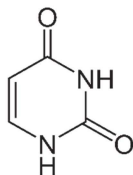
1)



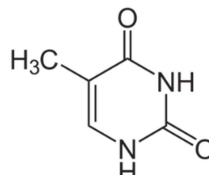
guanin



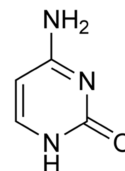
adenin



uracil



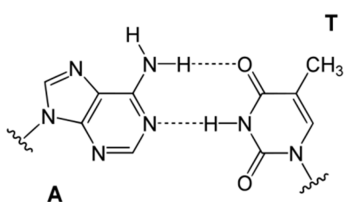
thymin



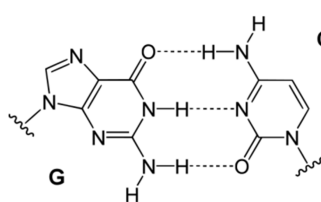
cytosin

Báze v DNA: guanin, adenin, thymin, cytosin

Párování bází:



A-T párování



G-C párování

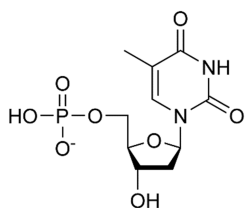
Za každou pojmenovanou bázi 0,2 bodu, za určení bází, které se v DNA vyskytují 0,5 bodu, za každé správné párování 0,75 bodu, celkem 3 body.

2)

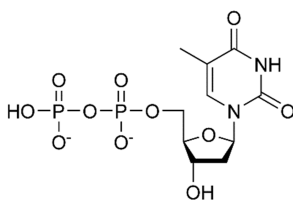


Za správné zvolení 0,75 bodu, za očíslování 0,75 bodu, celkem 1,5 bodu.

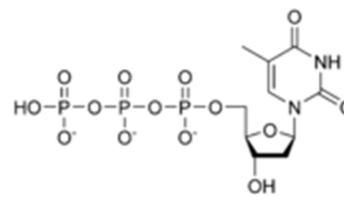
3) **Vzorec a název:** Jako pyrimidinový deoxynukleotid lze uznat jeden z následujících vzorců a názvů:



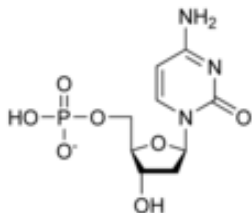
dTMP - 2'-deoxythymidinmonofosfát
nebo TMP - thymidinmonofosfát



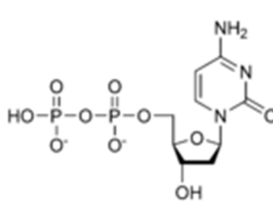
dTDP - 2'-deoxythymidindifosfát
nebo TDP - thymidindifosfát



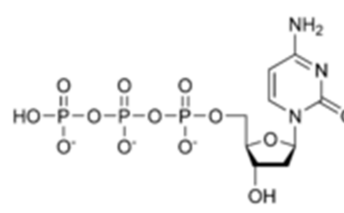
dTTP - 2'-deoxythymidintrifosfát
nebo TTP - thymidintrifosfát



dCMP - 2'-deoxycytidinmonofosfát



dCDP - 2'-deoxycytidindifosfát



dCTP - 2'-deoxycytidintrifosfát

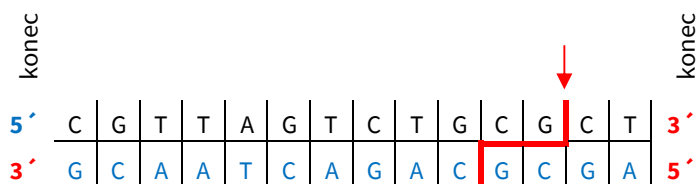
Rozdíl mezi nukleotidem a nukleosidem: Nukleotid je složený z nukleové báze, pětiuhlíkatého monosacharidu (ribosa či deoxyribosa) a jedné či více fosfátových skupin, kdežto nukleosid je složený z nukleové báze a pětiuhlíkatého monosacharidu (ribosa či deoxyribosa). Nukleotid obsahuje alespoň jeden zbytek kyseliny fosforečné, kdežto nukleosid nikoli.

Za nakreslení jednoho libovolného nukleotidu z výše uvedených 0,5 bodu, za pojmenování (slovy nebo zkratkou názvu) 0,5 bodu, za vysvětlení rozdílu mezi pojmy nukleosid-nukleotid 1 bod, celkem 2 body.

- 4) Dvoušroubovice DNA se nejprve obtáčí okolo bílkovin (histonů) = perlový náhrdelník, poté se formuje „tlusté vlákno“ (30 nm), dále dochází ke kondenzaci chromatinu až do podoby chromosomů.

1 bod

5)



Replikace probíhá od 5' k 3' konci.

Název restriční endonukleasy	BstUI	EcoRI	HhaI	SexAI [†]
Štěpení	5'... C G C G G C G C ...	5'... G A A T T C C T T A A G ...	5'... G C G C C G C G ...	5'... A C C W G G T T G G W C C A ...

Za doplnění komplementárního vlákna 1 bod, za označení konců 0,5 bodu, za správný směr replikace 0,5 bodu, za výběr restriční endonukleasy a vyznačení štěpení 0,5 bodu, celkem 2,5 bodu.

6) **Výpočet:**

$$\Sigma A = 1; \Sigma T = 5; \Sigma C = 4; \Sigma G = 4$$

$$T_m = 2^\circ\text{C} \cdot 6 + 4^\circ\text{C} \cdot 8 = 44^\circ\text{C}$$

$$T_m = 44^\circ\text{C}$$

Druh interakce: Vodíkové vazby

Jedná se o kovalentní/nekovalentní interakce.

Za výpočet T_m dle rovnice 1 bod, za vodíkové interakce 0,5 bodu, za nekovalentní interakce 0,5 bodu, celkem 2 body.