



51. ročník
2014/2015

KRAJSKÉ KOLO
kategorie B

SOUTĚŽNÍ ÚLOHY TEORETICKÉ ČÁSTI
časová náročnost: 120 minut

Periodická soustava prvků



relativní atomová hmotnost
značka
elektronegativita
název
protonové číslo

1 I. A	2 II. A											13 III. A	14 IV. A	15 V. A	16 VI. A	17 VII. A	18 VIII. A
1 1,00794 H Vodík																	2 4,003 He Helium
2 6,941 Li Lithium	4 9,012 Be Beryllium											5 10,811 B Bor	6 12,011 C Uhlík	7 14,007 N Dusík	8 15,999 O Kyslík	9 18,998 F Fluor	10 20,179 Ne Neon
3 22,990 Na Sodík	12 24,305 Mg Hořčík	3 44,96 Al Hliník	4 47,88 Si Křemík	5 50,94 P Fosfor	6 52,00 S Síra	7 54,94 Cl Chlor	8 55,85 Ar Argon										
4 39,10 K Draslík	20 40,08 Ca Vápník	21 44,96 Sc Skandium	22 47,88 Ti Titan	23 50,94 V Vanad	24 52,00 Cr Chrom	25 54,94 Mn Mangan	26 55,85 Fe Železo	27 58,93 Co Kobalt	28 58,69 Ni Nikl	29 63,55 Cu Měď	30 65,38 Zn Zinek	31 69,72 Ga Gallium	32 72,61 Ge Germanium	33 74,92 As Arsen	34 78,96 Se Selen	35 79,90 Br Brom	36 83,80 Kr Krypton
5 85,47 Rb Rubidium	38 87,62 Sr Stroncium	39 88,91 Y Yttrium	40 91,22 Zr Zirkonium	41 92,91 Nb Niob	42 95,94 Mo Molybden	43 ~98 Tc Technecium	44 101,07 Ru Ruthenium	45 102,91 Rh Rhodium	46 106,42 Pd Palladium	47 107,87 Ag Stříbro	48 112,41 Cd Kadmium	49 114,82 In Indium	50 118,71 Sn Cín	51 121,75 Sb Antimon	52 127,60 Te Tellur	53 126,90 I Jod	54 131,29 Xe Xenon
6 132,91 Cs Cesium	56 137,33 Ba Barium		72 178,49 Hf Hafnium	73 180,95 Ta Tantal	74 183,85 W Wolfram	75 186,21 Re Rhenium	76 190,20 Os Osmium	77 192,22 Ir Iridium	78 195,08 Pt Platina	79 196,97 Au Zlato	80 200,59 Hg Rtuť	81 204,38 Tl Thallium	82 207,20 Pb Olovo	83 208,98 Bi Bismut	84 ~209 Po Polonium	85 ~210 At Astat	86 ~222 Rn Radon
7 ~223 Fr Francium	88 226,03 Ra Radium		104 261,11 Rf Rutherfordium	105 262,11 Db Dubnium	106 263,12 Sg Seaborgium	107 262,12 Bh Bohrium	108 270 Hs Hassium	109 268 Mt Meitnerium	110 281 Ds Darmstadtium	111 280 Rg Roentgenium	112 277 Cn Copernicium	113 ~287 Uut Ununtrium	114 289 Uuq Ununquadium	115 ~288 Uup Ununpentium	116 ~289 Uuh Ununhexium	117 ~291 Uus Ununseptium	118 293 Uuo Ununoctium

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

TEORETICKÁ ČÁST (60 BODŮ)**ANORGANICKÁ CHEMIE****30 BODŮ****Úloha 1 Elektroný****10 bodů**

Elektron je pro chemika klíčovou elementární částicí, protože veškeré chemické děje spjaté se vznikem a zánikem chemických vazeb jsou projevem vzájemného působení valenčních elektronů.

Vypočítejte:

1. počet elektronů v hypotetické skupině elektronů o celkovém náboji $Q = -1$ C,
2. látkové množství elektronů v této skupině v mmol,
3. hmotnost tohoto počtu elektronů v pg,
4. náboj, který by měla skupina o stejném počtu protonů.
5. Odhadněte, jaký má význam hodnota Faradayovy konstanty F , jestliže víte, že činí přibližně $F = 9,65 \cdot 10^4$ C·mol⁻¹.

$$m_e = 9,109 \cdot 10^{-31} \text{ kg}, m_p = 1,673 \cdot 10^{-27} \text{ kg}, e = 1,602 \cdot 10^{-19} \text{ C}, N_A = 6,022 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$$

Úloha 2 Rozpouštění kovů**10 bodů**

Rozpouštění kovů v kyselinách, případně zásadách, bylo oblíbenou činností alchymistů i pana BEKETOVA. Ochota kovů k rozpouštění a druh vznikajících produktů závisí na mnoha parametrech a podmínkách reakce, jako jsou redukční potenciál kovu (jeho „ušlechtilost“), reaktivita kyseliny, její koncentrace a teplota.

Vyčíslenými chemickými rovnicemi запиšte následující chemické děje:

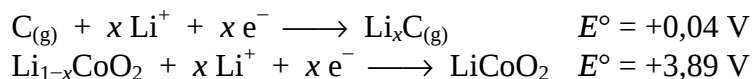
1. Raneyův nikl¹ se připravuje rozpouštěním slitiny AlNi v roztoku hydroxidu sodného. Jedním z produktů je tetrahydroxidohlinitan sodný (1). V kyselině bromovodíkové by se tato slitina rozpustila beze zbytku (2).
2. Plošné spoje se vyrábějí částečným odleptáváním měděné fólie z povrchu sklolaminátové desky. Měď je možné rozpustit v lázni obsahující kyselinu chlorovodíkovou a peroxid vodíku (3). Jinou variantou je použít zředěnou kyselinu dusičnou (4).
3. Měď se v důsledku jeho komplexotvorných vlastností rozpouští i v koncentrovaném roztoku kyanidu sodného. Při této reakci vzniká vodík, dikyanidoměďnan sodný a hydroxid sodný (5).

¹ Kovový, velmi jemně rozptýlený nikl s velikým povrchem pro katalýzu hydrogenačních reakcí.

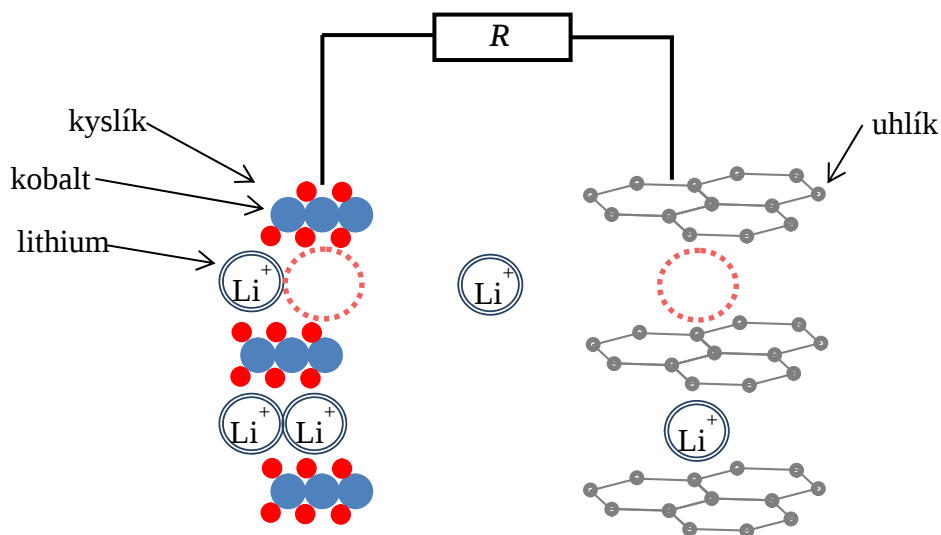
Úloha 3 Lithium-iontový akumulátor

10 bodů

Mobilní telefony, mp3 přehrávače nebo notebooky by nebyly přenosné bez lehké baterie s vysokou *specifickou energií* ($\text{Wh} \cdot \text{kg}^{-1}$). Tyto parametry splňují lithium-iontové (Li-Ion) akumulátory. Princip funkce tohoto akumulátoru je založen na reverzibilním transportu lithných iontů od jedné elektrody, přes elektrolyt (organické rozpouštědlo) do druhé elektrody. Jedna elektroda je tvořena oxidem kovu (např. kobaltu), druhá grafitem ($\text{C}_{(\text{g})}$). Poloreakce probíhající dějů ve směru redukce a příslušné redukční potenciály jsou:



- Na základě uvedených redukčních potenciálů запиšte celkovou rovnici reakce, která probíhá při *vybíjení* článku.
- Jaké je teoretické napětí Li-iontového článku?
- Pro vybíjení článku do schématu:
 - zakreslete šipkou směr pohybu elektronů ve vnějším obvodu,
 - směr elektrického proudu protékajícího spotřebičem,
 - směr pohybu lithných iontů mezi elektrodami,
 - označte kladný a záporný pól článku (+/-),
 - napište, co se na elektrodách oxiduje/redukuje,
 - zapište k elektrodám označení redoxního děje (oxidace/redukce) a označení elektrod.



Označení redoxního děje:

Označení elektrody:

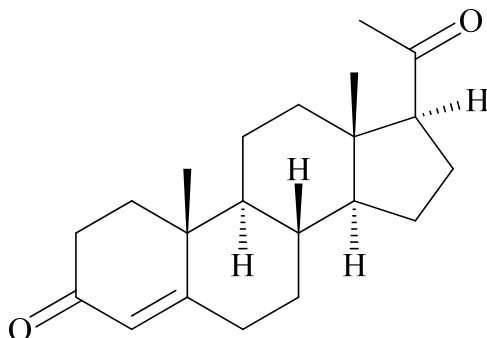
Spotřebič o odporu $R = 20 \, \Omega$ byl po dobu $t = 6 \, \text{h}$ napájen lithium-iontovým článkem o hmotnosti $m = 20 \, \text{g}$.

4. Vypočítejte intenzitu proudu I [A] tekoucího spotřebičem za předpokladu, že napětí článku bylo konstantní.
5. Vypočítejte příkon P [W] spotřebiče.
6. Vypočítejte specifickou energii E_{spec} použitého lithium-iontového článku ve $\text{Wh} \cdot \text{kg}^{-1}$.

Úloha 1 Hormonální

6 bodů

Na následujícím obrázku je molekula hormonu progesteronu.



1. Nakreslete jeho enantiomer, ent-progesteron.
2. Kolik asymetrických atomů uhlíku tato molekula obsahuje? Kolik existuje stereoisomerů odvozených od této molekuly?
3. Kolik z těchto stereoisomerů můžeme zároveň označit jako epimery progesteronu?

Složení směsí dvou enantiomerů se udává pomocí tzv. procentuálního enantiomerního přebytku (e.e.), který lze spočítat podle následujícího vzorce:

$$\text{e.e.} = |w_A - w_B| \cdot 100 \%$$

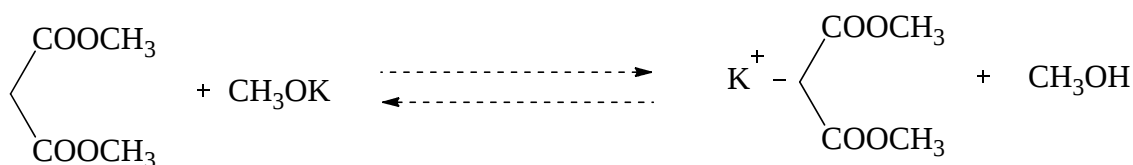
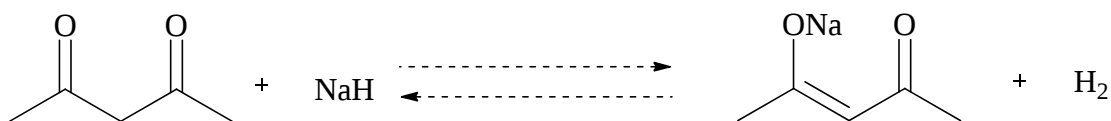
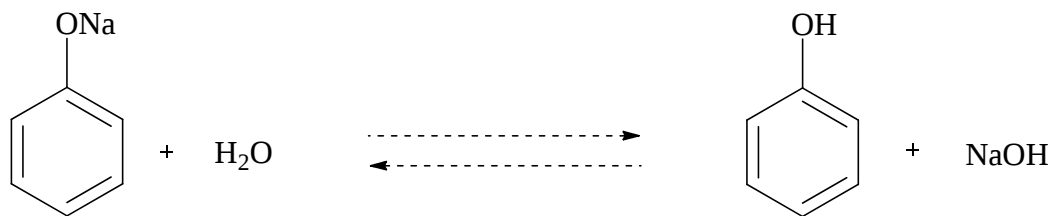
V tomto vzorci w_A značí hmotnostní zlomek jednoho enantiomeru ve směsi a w_B hmotnostní zlomek druhého enantiomeru ve směsi.

4. Směs majoritního progesteronu a minoritního ent-progesteronu má e.e. 62 %. Jaké je složení této směsi?
5. Jaký by byl enantiomerní přebytek racemátu progesteronu?

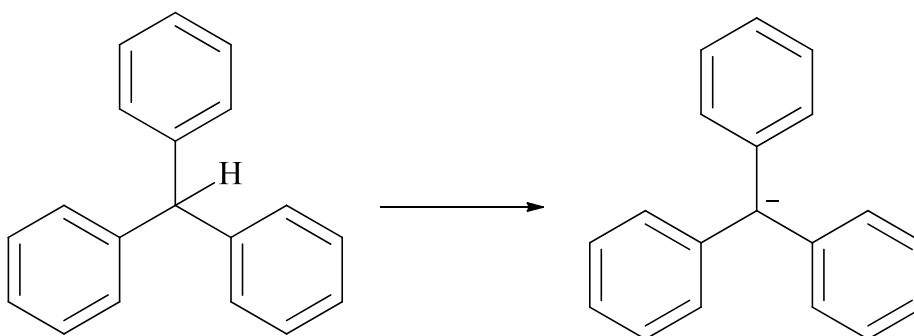
Úloha 2 Rovnovážná

8 bodů

1. Nakreslete u každé rovnice šipku v tom směru, v němž bude posunuta acidobazická rovnováha reakce.



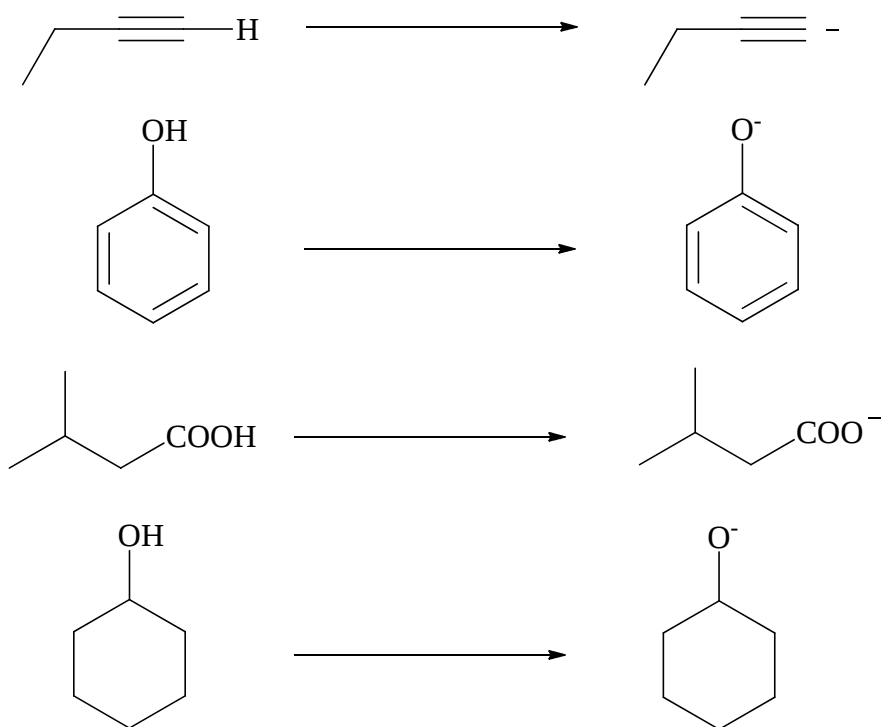
2. Následující reakce popisuje deprotonaci trifenylnmethanu ($pK_a = 30,6$).



- a) Z níže uvedených bazí vyberte všechny ty, které nejsou pro kvantitativní deprotonaci trifenylnmethanu dostatečně silné.
 b) Ze zbývajících, dostatečně silných bazí, vyberte tu nejslabší, dostačující na deprotonaci trifenylnmethanu.

tert-butoxid draselný, uhličitan sodný, methyllithium, hydroxid draselný, amoniak, *tert*-butyllithium

3. Z uvedených deprotonačních reakcí vyberte ty, které lze provádět ve vodě ($pK_a = 14$).



Úloha 3 Tajemství alkynů

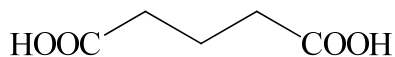
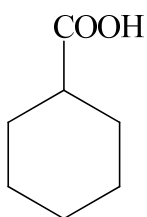
16 bodů

1. Z but-1-ynu byl připraven hex-3-yn. Zapište reakci této transformace.
2. Hex-3-yn lze převést na oba isomery hex-3-enu. Napište, jak z něj připravit jak (*E*)-hex-3-en, tak (*Z*)-hex-3-en.
3. Jak byste chemickou cestou odlišili hex-3-yn a hex-3-en?
4. Jak byste chemickou cestou odlišili hex-3-yn a výchozí but-1-yn?

V dnešní době lze strukturu látek pohodlně analyzovat pomocí spektrálních metod. V dobách dřívějších ovšem lidé tuto možnost neměli a tak bylo nutné strukturu látek analyzovat chemicky. Vaším úkolem nyní bude určit strukturu neznámého alkynu **X** (obsahujícího pouze trojné a jednoduché vazby).

5. 0,5 g neznámého alkynu **X** o molekulové hmotnosti $240,4 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$ právě zreagovalo s 0,6427 ml bromu. Kolik trojných vazeb obsahuje molekula alkynu **X**?
($r(\text{Br}_2) = 3,1028 \text{ g}\cdot\text{cm}^{-3}$)
6. Při reakci alkynu **X** s hydridem sodným byl v reakční směsi pozorován vývoj plynu. Co lze na základě toho usoudit o struktuře alkynu **X**?

7. Alkyn **X** byl dále podroben oxidační reakci manganistanem draselným v kyselém prostředí. V kapalné reakční směsi byla následně detekována kyselina cyklohexankarboxylová a kyselina glutarová. Na základě všech doposud známých informací o alkynu **X** navrhnete jeho strukturu. Lze ji určit jednoznačně?





51. ročník
2014/2015

KRAJSKÉ KOLO
kategorie B

SOUTĚŽNÍ ÚLOHY PRAKTICKÉ ČÁSTI
časová náročnost: 120 minut

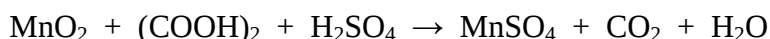
PRAKTICKÁ ČÁST (40 BODŮ)

Úloha 1 Stanovení oxidu manganičitého podle Fresenia

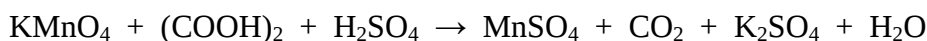
40 bodů

Ve školním kole jste se zabývali rozbořem konstrukce a složení zinko-chloridového článku. V praktické části krajského kola máte za úkol stanovit **množství oxidu manganičitého** (burelu) ve směsi s uhlíkem, která byla získána z rozebraného článku.

Budete provádět stanovení podle FRESENIA. V prvním kroku se nechá veškerý oxid manganičitý zreagovat se známým množstvím (nadbytkem) kyseliny šťavelové:



V druhém kroku se přebytečná kyselina šťavelová titruje odměrným roztokem manganistanu draselného:



Vy budete provádět pouze titrační část stanovení kyseliny šťavelové ve vzorku, který byl připraven následovně:

Ze suchého článku byla získána vysušená směs burelu a uhlíku. Bylo odváženo **2,5715 g** této směsi. Vzorek byl kvantitativně převeden do 50 ml zředěné kyseliny sírové a bylo přidáno **2,4910 g** dihydrátu kyseliny šťavelové. Po skončení reakce byla směs zfiltrována a filtrát byl kvantitativně převeden do odměrné baňky označené **VZ**, kterou máte před sebou.

Úkol:

Stanovte manganometricky přebytek kyseliny šťavelové použité pro redukci burelu ve vzorku. Z výsledku stanovení vypočítejte obsah oxidu manganičitého v hmotnostních procentech v původní pevné směsi.

Pomůcky:

- byreta 25 ml
- titrační baňka 250 ml (3×)
- kádinka 50 ml
- kádinka 100 ml
- stojan s klemou
- pipetovací balonek
- pipeta nedělená 10 ml
- odměrný válec 100 ml
- varná plotýnka či kahan s trojnožkou a sítkou
- gumové prsty
- nálevka
- arch filtračního papíru

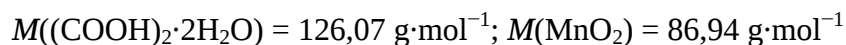
- ochranné rukavice
- ochranné brýle

Chemikálie:

- vzorek ve 100 ml odměrné baňce označený **VZ**
- odměrný roztok KMnO_4 ($c = 0,02 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$, přesnou koncentraci sdělí organizátoři)
- stříčka s destilovanou vodou

Pracovní postup:

1. Postup titrace:
 - a) Vzorek (**VZ**) v odměrné baňce doplňte po rysku destilovanou vodou.
 - b) Do titrační baňky napipetujte 10,0 ml vzorku a odměrným válcem přidejte asi 50 ml vody.
 - c) Směs v titrační baňce zahřejte do vzniku prvních bublinek a okamžitě titrujte odměrným roztokem KMnO_4 do světle fialového zbarvení. V okamžiku, kdy světle fialové zbarvení směsi nemizí, baňkou intenzivně zamíchejte a nechte asi minutu stát. Pokud se směs odbarví, je třeba ji dotitrovat.
 - d) Stanovení proveďte alespoň čtyřikrát, spotřeby запиšte do pracovního listu.
2. Vyčíslete rovnice reakcí probíhajících při stanovení.
3. Vypočítejte obsah oxidu manganičitého v původní suché směsi s grafitem, výsledek uveďte **v hmotnostních procentech**.
4. Zodpovězte doplňující otázky v pracovním listu.



Praktická část krajského kola 51. ročníku ChO kategorie B

PRACOVNÍ LIST

soutěžní číslo:

body celkem:

Úloha 1 Stanovení oxidu manganičitého podle Fresenia

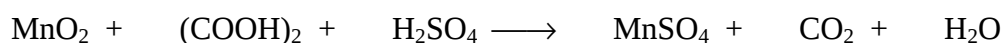
40 bodů

1. Stanovení proved'te alespoň čtyřikrát, spotřeby запиšte do tabulky:

číslo stanovení	1.	2.	3.	4.	5.	Průměr:
spotřeba [ml]						

body:

2. Vyčístele rovnice reakcí probíhajících při stanovení.



body:

3. Výpočty:

Opište přesnou koncentraci odměrného roztoku: $c(\text{KMnO}_4) =$ mol·dm⁻³

Z průměrné spotřeby odměrného roztoku KMnO_4 vypočítejte:

a) látkové množství kyseliny šťavelové v titrační baňce:

$n_{\text{baňka}} =$ mol

body:

b) látkové množství kyseliny šťavelové ve vzorku (**VZ**):

$n_{\text{vzorek}} =$ mol

body:

S využitím údajů z postupu v úvodu (v rámečku) vypočítejte:

c) látkové množství kyseliny šťavelové zreagované s oxidem manganičitým:

$n_{\text{zreagovaná}} =$ mol

body:

d) hmotnost oxidu manganičitého v původním pevném vzorku:

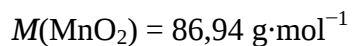
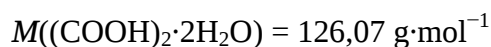
$m_{\text{oxid}} =$ g

body:

e) hmotnostní zlomek [%] oxidu manganičitého v původním pevném vzorku:

$w_{\text{oxid}} =$ %

body:



4. Doplňující otázky:

a) Manganometrické titrace se provádí vždy v kyselém prostředí. Proč jste nemuseli okyselovat obsah titrační baňky?

body:

b) Pro dostatečné urychlení reakce manganistanu a kyseliny šťavelové v kyselém prostředí se směs zahřívá a přidává se malé množství manganaté soli, která reakci katalyzuje. Proč jste nemuseli manganatou sůl přidávat?

body:

TUTO STRÁNKU SI UTRHNI A PŘEČTI!



Milí účastníci krajského kola ChO!

O prázdninách (konkrétně 27. 6. – 11. 7. 2015) se bude opět konat tradiční a populární soustředění mladých chemiků a biologů. Vzhledem k tomu, že od posledního ročníku nastaly některé organizační změny, rádi bychom vás o nich informovali.

- O CO JDE?

Počínaje loňskými prázdninami se konají soustředění dvě – Běstvina pro starší a Běstvinka pro mladší. Motivací bylo umožnit už mladším chemikům z kategorie D účast na letním odborném soustředění. Ale protože by se na tradiční Běstvinu už nevešli, tak vzniklo nové soustředění Běstvinka. Tím došlo také ke změně složení a počtu účastníků. Kapacita Běstviny je 80 chemiků z kategorií A (E), B a C (+ 40 biologů kategorií A a B), kapacita Běstvinky je 40 chemiků z kategorie D (+ 80 biologů kategorií C a D).

- CO TO ZNAMENÁ?

Znamená to hlavně to, že na Běstvinu může jet dohromady víc chemiků – v kategorii C bude otevřen 1 oddíl pro 20 studentů. Podmínkou je pouze účast v krajském kole ChO a přihlášení se na Běstvinu na stránkách www.chemicka-olympiada.cz do 15. 5. 2015.

- JAK PROBÍHÁ VÝBĚR?

Výběr na Běstvinu je založen výhradně na výsledcích v krajském kole ChO. Nezohledňuje se pouze celkový bodový zisk, ale přihlíží se i k dílčím výsledkům v teoretické a praktické části. V kategorii B mají garantovanou účast účastníci krajských kol, kteří se umístili na 1. místě. Znamená to, že s účastí mohou počítat bez ohledu na bodový zisk, tedy pokud se včas přihlásí (po přihlašovacím termínu garantování účasti zaniká). Vítězové ale zdaleka nenaplní kapacitu oddílů, takže se vybírají další účastníci, a to podle bodových zisků. Pokud chceš na Běstvinu jet, určitě stojíš za to se přihlásit, protože nikdo dopředu neví, kolik zájemců a s jakými bodovými zisky se přihlásí z ostatních krajů. V posledních letech se Běstviny v kategorii B účastnilo 80–90 % přihlášených zájemců! Výběr účastníků a náhradníků (skoro vždycky se stane, že někdo odřekne nebo onemocní) v kategorii B bude zveřejněn do 20. 5. 2015, abyste si mohli včas naplánovat prázdniny. Další informace o Běstvině najdete na www.bestvina.cz, a pokud máte jakýkoliv dotaz týkající se organizace nebo výběru – napište (zuzana.kotkova@vscht.cz).

Držíme palce při řešení úloh Chemické olympiády a těšíme se na viděnou na Běstvině!

Organizační tým Běstvina 2015



51. ročník
2014/2015

KRAJSKÉ KOLO
kategorie B

ŘEŠENÍ SOUTĚŽNÍCH ÚLOH

TUTO STRÁNKU SI UTRHNI A PŘEČTI!



Milí účastníci krajského kola ChO!

O prázdninách (konkrétně 27. 6. – 11. 7. 2015) se bude opět konat tradiční a populární soustředění mladých chemiků a biologů. Vzhledem k tomu, že od posledního ročníku nastaly některé organizační změny, rádi bychom vás o nich informovali.

- O CO JDE?

Počínaje loňskými prázdninami se konají soustředění dvě – Běstvina pro starší a Běstvinka pro mladší. Motivací bylo umožnit už mladším chemikům z kategorie D účast na letním odborném soustředění. Ale protože by se na tradiční Běstvinu už nevešli, tak vzniklo nové soustředění Běstvinka. Tím došlo také ke změně složení a počtu účastníků. Kapacita Běstviny je 80 chemiků z kategorií A (E), B a C (+ 40 biologů kategorií A a B), kapacita Běstvinky je 40 chemiků z kategorie D (+ 80 biologů kategorií C a D).

- CO TO ZNAMENÁ?

Znamená to hlavně to, že na Běstvinu může jet dohromady víc chemiků – v kategorii C bude otevřen 1 oddíl pro 20 studentů. Podmínkou je pouze účast v krajském kole ChO a přihlášení se na Běstvinu na stránkách www.chemicka-olympiada.cz do 15. 5. 2015.

- JAK PROBÍHÁ VÝBĚR?

Výběr na Běstvinu je založen výhradně na výsledcích v krajském kole ChO. Nezohledňuje se pouze celkový bodový zisk, ale přihlíží se i k dílčím výsledkům v teoretické a praktické části. V kategorii B mají garantovanou účast účastníci krajských kol, kteří se umístili na 1. místě. Znamená to, že s účastí mohou počítat bez ohledu na bodový zisk, tedy pokud se včas přihlásí (po přihlašovacím termínu garantování účasti zaniká). Vítězové ale zdaleka nenaplní kapacitu oddílů, takže se vybírají další účastníci, a to podle bodových zisků. Pokud chceš na Běstvinu jet, určitě stojíš za to se přihlásit, protože nikdo dopředu neví, kolik zájemců a s jakými bodovými zisky se přihlásí z ostatních krajů. V posledních letech se Běstviny v kategorii B účastnilo 80–90 % přihlášených zájemců! Výběr účastníků a náhradníků (skoro vždycky se stane, že někdo odřekne nebo onemocní) v kategorii B bude zveřejněn do 20. 5. 2015, abyste si mohli včas naplánovat prázdniny. Další informace o Běstvině najdete na www.bestvina.cz, a pokud máte jakýkoliv dotaz týkající se organizace nebo výběru – napište (zuzana.kotkova@vscht.cz).

Držíme palce při řešení úloh Chemické olympiády a těšíme se na viděnou na Běstvině!

Organizační tým Běstvina 2015

TEORETICKÁ ČÁST (60 BODŮ)

I. ANORGANICKÁ CHEMIE

30 BODŮ

Úloha 1 Elektroný

10 bodů

1. Počet elektronů
- n
- :

$$n = \frac{1C}{e} = \frac{1}{1,602 \cdot 10^{-19}} = 6,242 \cdot 10^{18}$$

2 body

2. Počet elektronů
- n_1
- :

$$n_1 = \frac{1C}{e \cdot N_A} = \frac{1}{1,602 \cdot 10^{-19} \cdot 6,022 \cdot 10^{23}} \text{ mol} = 10,37 \text{ } \mu\text{mol}$$

2 body

3. Hmotnost elektronů
- m
- :

$$m = \frac{1C \cdot m_e}{e} = \frac{9,109 \cdot 10^{-31}}{1,602 \cdot 10^{-19}} = 5,686 \text{ pg}$$

2 body

4. Náboj protonů
- q
- :

$$q = -(-1 \text{ C}) = 1 \text{ C}$$

2 body

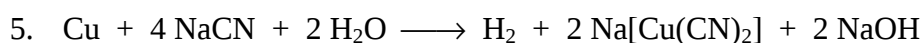
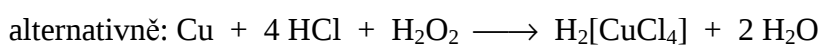
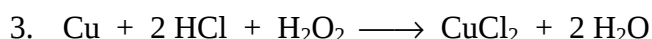
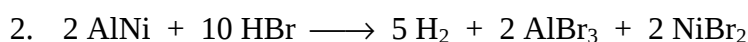
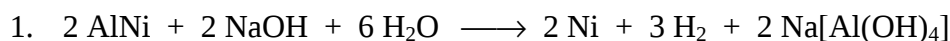
5. Faradayova konstanta je náboj 1 molu částic s elementárním nábojem:

$$F = N_A \cdot e = 6,022 \cdot 10^{23} \cdot 1,602 \cdot 10^{-19} = 96\,472 \text{ C} \cdot \text{mol}^{-1}$$

2 body

Úloha 2 Rozpouštění kovů

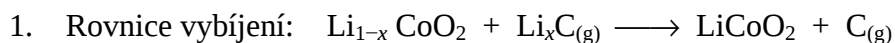
10 bodů



za každou správně vyčíslenou rovnici 2 body; celkem 10 bodů

Úloha 3 Lithium-iontový akumulátor

10 bodů



2 body

2. $U = \Delta E^\circ = 3,89 - 0,04 = +3,85 \text{ V}$

1 bod

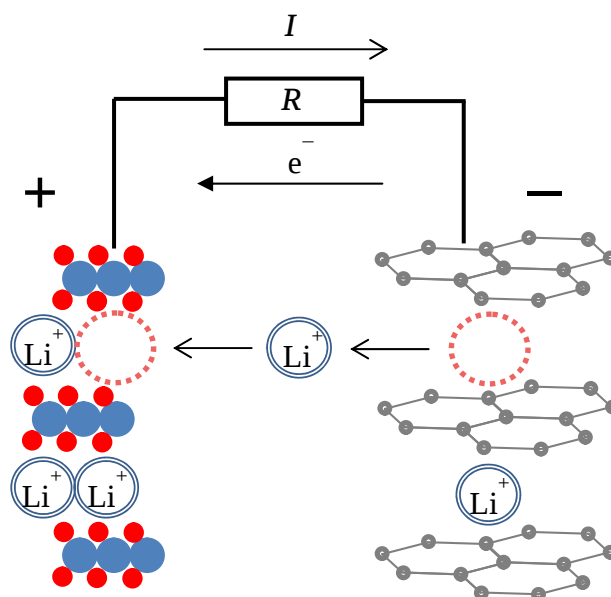
3. a), b) směr elektrického proudu je směr toku kladného náboje, je tedy opačný než směr pohybu elektronů (viz schéma),

c) z rovnice vybíjení je zřejmé, že ionty Li^+ se transportují z grafitu do oxidové struktury,

d) označení pólů odpovídá toku elektronů od záporného ke kladnému pólu,

e) oxiduje se grafitová struktura (grafit), redukuje se oxidická struktura (oxid kobaltu),

f) viz schéma.



Označení redoxního děje: redukce

oxidace

Označení elektrody: katoda

anoda

odpovědi a) a b) po 0,25 bodu, odpovědi c) až f) po 0,5 bodu; celkem 2,5 bodu

4. Intenzitu proudu vypočítáme z Ohmova zákona:

$$I = \frac{U}{R} = \frac{3,85 \text{ V}}{20 \Omega} = 0,193 \text{ A}$$

1,5 bodu

5. Výpočet příkonu spotřebiče:

$$P = UI = \frac{U^2}{R} = \frac{(3,85 \text{ V})^2}{20 \, \Omega} = 0,741 \text{ W}$$

1,5 bodu

6. Výpočet specifické energie:

$$E_{\text{spec}} = \frac{Pt}{m} = \frac{U^2 t}{Rm} = \frac{(3,85 \text{ V})^2 \cdot 6 \text{ h}}{20 \, \Omega \cdot 20 \cdot 10^{-3} \text{ kg}} = 222 \text{ Wh} \cdot \text{kg}^{-1}$$

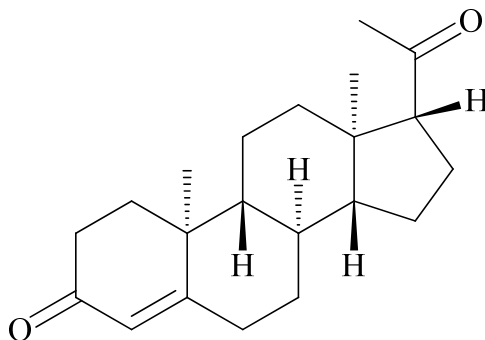
1,5 bodu

Hodnotí se správnost vždy dílčího výpočtu, např. pokud student počítá se špatnou hodnotou napětí, ale další postup je správný, strhávají se body pouze u otázky 2. a za otázky 4., 5. a 6. získává plný počet bodů.

Úloha 1 Hormonální

6 bodů

1. Ent-progesteron se liší od progesteronu konfigurací na všech centrech chiralidy.



1 bod

2. Molekula obsahuje šest asymetrických atomů uhlíku (jsou to všechny ty, z nichž vychází klínové či čárkované vazby). Vzhledem k tomu od této molekuly existuje celkem $2^6 = 64$ stereoisomerů.

1,5 bodu (0,5 bodu za počet center chiralidy a 1 bod za počet stereoisomerů)

3. Jako epimery označujeme ty struktury, které se liší v konfiguraci pouze na jediném asymetrickém atomu uhlíku. Vzhledem k tomu, že molekula progesteronu obsahuje těchto atomů šest, existuje od ní šest epimerů.

1 bod

4. Problém lze převést na soustavu dvou rovnic o dvou neznámých. První vychází z definice enantiomerního přebytku, druhá z předpokladu, že součet hmotnostních zlomků složek směsi je roven jedné.

$$w_A - w_B = 0,62$$

$$w_A + w_B = 1$$

Vyřešením soustavy rovnic (např. sčítací metodou) dostáváme $w_A = 0,81$ a $w_B = 0,19$. V zadání je dále uvedeno, že majoritní složkou směsi je progesteron. Směs se tedy skládá z 81 % progesteronu a 19 % ent-progesteronu.

2 body

5. Racemát obsahuje dva enantiomery v poměru 1:1 ($w_A = w_B = 0,5$). Dosazením do rovnice pro výpočet enantiomerního přebytku tedy dostaneme:

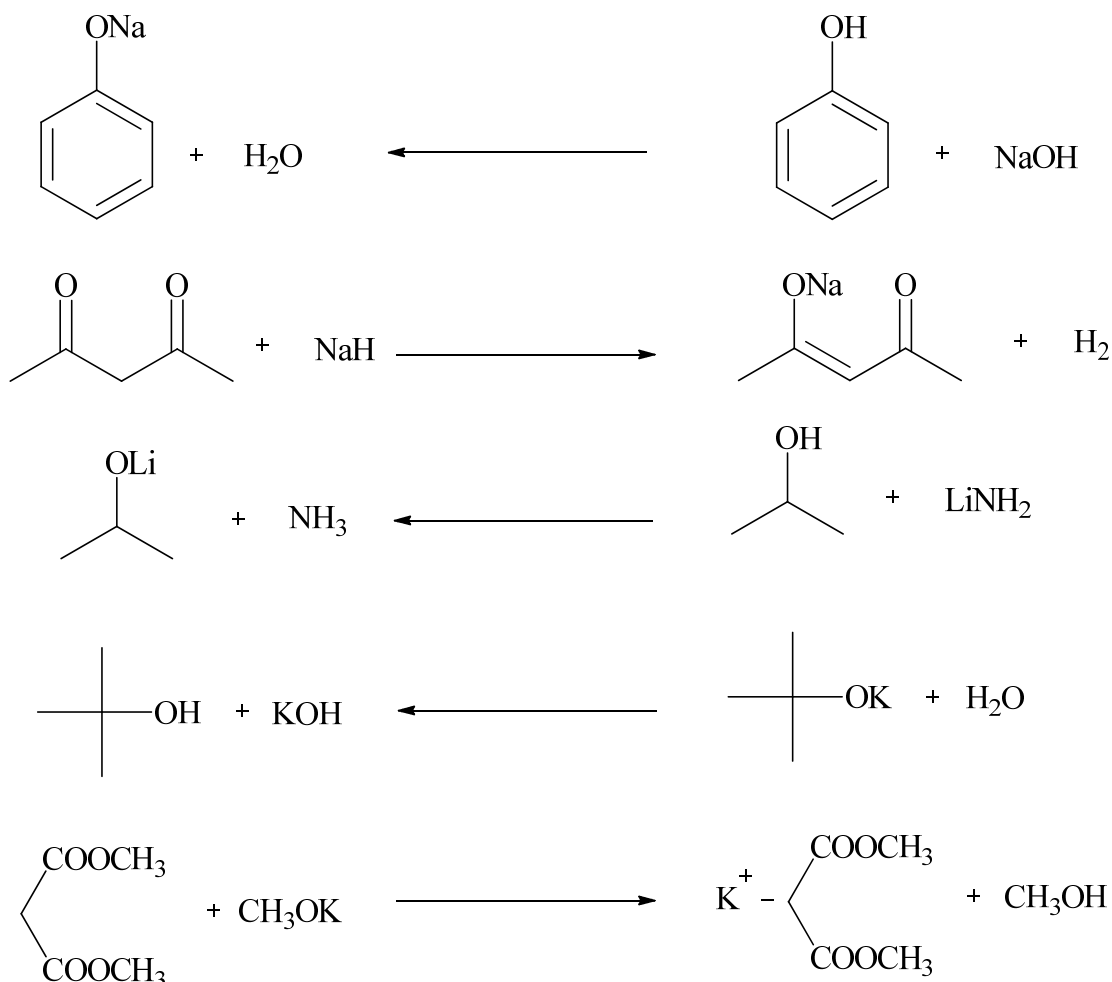
$$e.e. = |0,5 - 0,5| \cdot 100 \% = 0 \%$$

Enantiomerní přebytek racemátů je tedy 0 %.

Úloha 2 Rovnovážná

8 bodů

1. Směr posunu rovnováhy je znázorněn plnou šipkou.



3 body (0,6 bodu za každou správně zapsanou rovnováhu)

2. Bázemi, které nejsou dostatečně silné pro deprotonaci trifenylmethanu, jsou amoniak, uhličitán sodný, hydroxid draselný a *tert*-butoxid draselný.

2 body (0,5 bodu za každou správně zařazenou bázi)

3. Nejslabší možnou bází, dostačující pro kvantitativní deprotonaci trifenylmethanu, je methylithium.

1 bod

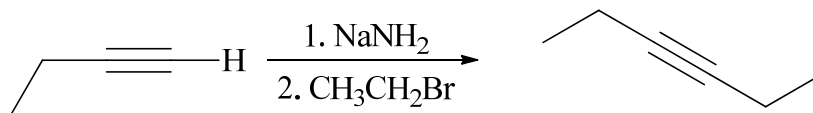
4. Ve vodě lze provádět deprotonace látek, které jsou kyslejší než voda (tj. jejichž $\text{p}K_a$ je nižší než 14). Při pokusu o deprotonaci látek méně kyselých ve vodném prostředí by přednostně docházelo k deprotonaci vody. Vzhledem k tomu lze ve vodě deprotonovat fenol (druhá reakce) a kyselinu isovalerovou (třetí reakce). Naopak but-1-yn a cyklohexanol ve vodě kvantitativně deprotonovat nelze.

2 body (1 bod za každou správně vybranou reakci)

Úloha 3 Tajemství alkynů

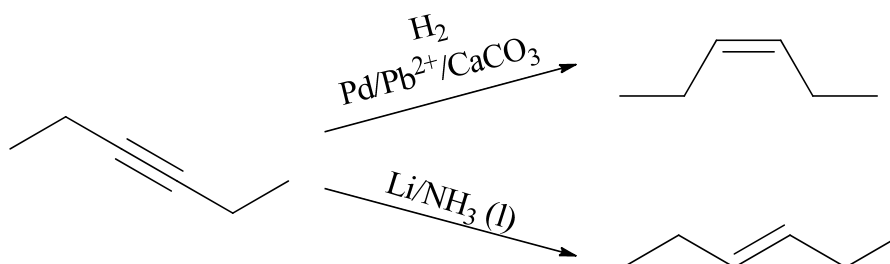
16 bodů

1. Hex-3-yn se z but-1-ynu nejsnáze připraví jeho deprotonací silnou bází a následnou alkylací vzniklého acetylidu vhodným halogenethanem.



1 bod

2. Pro převedení hex-3-ynu na (Z)-hex-2-en je nutné jej zredukovat vodíkem na deaktivovaném palladiovém katalyzátoru (Lindlarově). (E)-Hex-2-en z něj lze připravit reakcí s lithiem v kapalném amoniaku.



2 body (1 bod za každou správně uvedenou redukci)

3. Alkyny se od alkenů nejsnáze rozliší reakcí s roztokem bromu. Zatímco hex-3-yn zreaguje se dvěma ekvivalenty roztoku bromu, hex-3-en zreaguje pouze s jedním. Reakce je snadno vizuálně indikovatelná – brom je hnědooranžový, zatímco produkty reakce jsou bezbarvé. Jako správné lze uznat i další odpovědi, prokazatelně rozlišující stupeň nenasycenosti uhlovodíků pouze chemickou cestou.

2 body

4. Alkyny koncové a vnitřní lze odlišit různými způsoby, například:

- Reakcí s manganistanem draselným v kyselém prostředí. Zatímco vnitřní alkyny poskytují pouze kapalné produkty oxidace, koncové alkyny poskytují mj. i oxid uhličitý, který uniká z reakční směsi.
- Probubláváním alkynu roztokem měďné soli. Zatímco vnitřní alkyny nereagují, koncové alkyny tvoří odpovídající acetylid měďný, který se v roztoku sráží.

Jako správné lze uznat i další odpovědi, prokazatelně rozlišující vnitřní a koncové alkyny pouze chemickou cestou.

2 body

5. Počet trojných vazeb v molekule alkynu **X** lze určit porovnáním látkového množství tohoto alkynu a látkového množství bromu. Látkové množství alkynu **X** lze vypočítat vydělením jeho hmotnosti jeho molární hmotností. U bromu je postup stejný, pouze je nejprve nutné přepočítat objem bromu na hmotnost.

$$n(\mathbf{X}) = m(\mathbf{X})/M(\mathbf{X}) = 0,5/240,4 = 2,0799 \text{ mmol}$$

$$m(\text{Br}_2) = V(\text{Br}_2) \cdot \rho(\text{Br}_2) = 0,6427 \cdot 3,1028 = 1,9942 \text{ g}$$

$$n(\text{Br}_2) = m(\text{Br}_2)/M(\text{Br}_2) = 1,9942:159,8 = 12,4793 \text{ mmol}$$

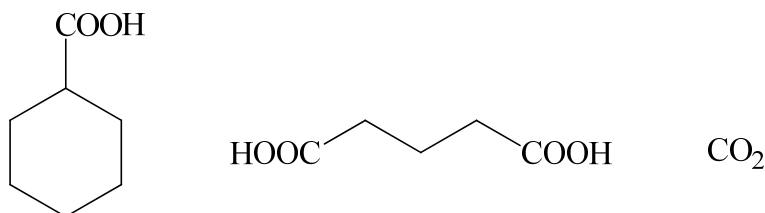
Vydělením látkového množství bromu látkovým množstvím alkynu dostáváme číslo 6; bylo tedy použito 6 ekvivalentů bromu. Na trojnou vazbu se adují vždy dva ekvivalenty bromu – alkyň **X** tedy obsahuje tři trojné vazby.

3 body

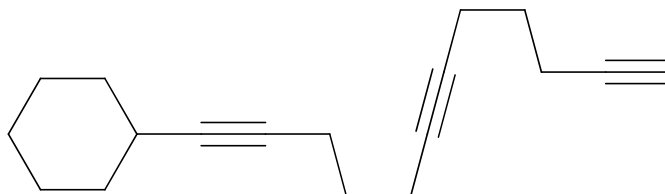
6. Vývoj plynu při reakci alkynu **X** s hydridem sodným svědčí o přítomnosti koncové trojné vazby. Protony na koncových trojných vazbách jsou kyselé, a proto při reakci s hydridem sodným dochází k jejich deprotonaci. Vedlejším produktem této reakce je plynný vodík, který ze směsi uniká.

2 body

7. Z předchozích bodů již víme, že alkyň **X** obsahuje ve své molekule tři trojné vazby, z nichž alespoň jedna je koncová. Oxidací alkynů manganistanem draselným v kyselém prostředí dochází ke štěpení trojných vazeb za vzniku odpovídajících karboxylových kyselin, koncové trojné vazby se štěpí za vzniku karboxylové kyseliny a oxidu uhličitého. Je tedy patrné, že kromě uvedených karboxylových kyselin musí štěpením alkynu **X** vznikat ještě oxid uhličitý, který ze směsi uniká.



Zpětným spojením těchto látek do molekuly původního alkynu bychom ovšem dostali alkyň pouze se dvěma dvojnými vazbami. Proto musíme pětiuhlíkatý fragment, poskytující při oxidačním štěpení kyselinu glutarovou, zapojit do struktury alkynů dvakrát. Tím dostáváme výchozí alkyň **X**. Jeho molekulová hmotnost je $240,4 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$, což odpovídá zadání úlohy.



4 body

PRAKTICKÁ ČÁST (40 BODŮ)

Úloha 1 Stanovení oxidu manganického podle Fresenia

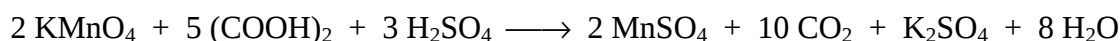
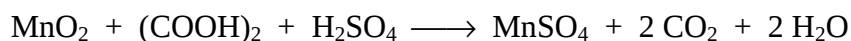
40 bodů

1. Hodnocení spotřeby:

odchylka:	počet bodů:
0,0 – 0,3 ml	20
0,3 – 1,3 ml	$20 \times (1,3 - \text{odchylka [ml]})$
$\geq 1,3$ ml	0

odchylka se udává v absolutní hodnotě v ml od hodnoty **experimentálně** zjištěné organizátory soutěže, body se uvádí s přesností na 0,25 bodu; celkem nejvýše 20 bodů

2. Vyčíslené rovnice:



za vyčíslení každé rovnice 2 body; celkem 4 body

3. Koncentrace odměrného roztoku: $c(\text{KMnO}_4) = 0,02 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$

Vypočítané hodnoty:

a) látkové množství kyseliny šťavelové v titrační baňce:

$$\frac{n(\text{C}_2\text{H}_2\text{O}_4)}{n(\text{KMnO}_4)} = \frac{5}{2}$$

$$n(\text{C}_2\text{H}_2\text{O}_4) = \frac{5}{2} \cdot n(\text{KMnO}_4) = \frac{5}{2} \cdot c(\text{KMnO}_4) \cdot V(\text{KMnO}_4)$$

$$n(\text{C}_2\text{H}_2\text{O}_4) = \frac{5}{2} \cdot 0,02 \cdot 0,012 = 6 \cdot 10^{-4} \text{ mol}$$

3 body

b) látkové množství kyseliny šťavelové ve vzorku (VZ):

$$n_{\text{vzorek}}(\text{C}_2\text{H}_2\text{O}_4) = n(\text{C}_2\text{H}_2\text{O}_4) \cdot \frac{V_{\text{vzorek}}}{V_{\text{pipetovaný}}}$$

$$n_{\text{vzorek}}(\text{C}_2\text{H}_2\text{O}_4) = 6 \cdot 10^{-4} \cdot \frac{0,1}{0,01} = 6 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$$

2 body

- c) látkové množství kyseliny šťavelové zreagované s oxidem manganičitým:

$$n_{\text{zreagované}}(\text{C}_2\text{H}_2\text{O}_4) = n_{\text{celkové}}(\text{C}_2\text{H}_2\text{O}_4) - n_{\text{vzorek}}(\text{C}_2\text{H}_2\text{O}_4)$$

$$n_{\text{zreagované}}(\text{C}_2\text{H}_2\text{O}_4) = \frac{m_{\text{celkové}}(\text{C}_2\text{H}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O})}{M(\text{C}_2\text{H}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O})} - n_{\text{vzorek}}(\text{C}_2\text{H}_2\text{O}_4)$$

$$n_{\text{zreagované}}(\text{C}_2\text{H}_2\text{O}_4) = \frac{2,4910}{126,07} - 6 \cdot 10^{-3} \approx 1,376 \cdot 10^{-2} \text{ mol}$$

4 body

- d) hmotnost oxidu manganičitého v původním pevném vzorku:

$$n(\text{MnO}_2) = n_{\text{zreagované}}(\text{C}_2\text{H}_2\text{O}_4)$$

$$\frac{m(\text{MnO}_2)}{M(\text{MnO}_2)} = n_{\text{zreagované}}(\text{C}_2\text{H}_2\text{O}_4)$$

$$m(\text{MnO}_2) = n_{\text{zreagované}}(\text{C}_2\text{H}_2\text{O}_4) \cdot M(\text{MnO}_2)$$

$$m(\text{MnO}_2) = 1,376 \cdot 10^{-2} \cdot 86,94 = 1,1963 \text{ g}$$

3 body

- e) hmotnostní zlomek [%] oxidu manganičitého v původním pevném vzorku:

$$w(\text{MnO}_2) = \frac{m(\text{MnO}_2)}{m_{\text{směs}}}$$

$$w(\text{MnO}_2) = \frac{1,1963}{2,5715} = 0,465 \Rightarrow w(\text{MnO}_2) \approx 47 \%$$

2 body

4. Doplnující otázky:

- a) Protože je vzorek již dostatečně kyselý po rozpouštění původního pevného vzorku v nadbytku kyseliny sírové.

1 bod

- b) Protože ve vzorku už jsou přítomné ionty Mn^{2+} , které vznikly redukcí MnO_2 .
Protože při titraci ionty Mn^{2+} vznikají redukcí KMnO_4 .

stačí uvést jednu z těchto odpovědí – 1 bod

POKYNY PRO PŘÍPRAVU PRAKTICKÉ ČÁSTI

Úloha 1 Stanovení oxidu manganického podle Fresenia

40 bodů

Pomůcky:

- byreta 25 ml
- titrační baňka 250 ml (3×)
- kádinka 50 ml
- kádinka 100 ml
- stojan s klemou
- pipetovací balonek
- pipeta nedělená 10 ml
- odměrný válec 100 ml
- varná plotýnka či kahan s trojnožkou a sítkou
- gumové prsty
- nálevka
- arch filtračního papíru
- ochranné rukavice
- ochranné brýle

Chemikálie:

- vzorek ve 100 ml odměrné baňce označený **VZ**
- odměrný roztok KMnO_4 ($c = 0,02 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$)
- stříčka s destilovanou vodou

Odměrný roztok KMnO_4 – 1000 ml $0,02 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$ (pro 10 studentů, tedy 100 ml na studenta)

Navážíme 3,1606 g manganistanu draselného a převedeme do 1000 ml odměrné baňky, rozpustíme v destilované vodě a doplníme po rysku. Manganistan draselný se rozpouští pomalu, je tedy lepší navážené množství rozpustit v kádince asi v 750 ml destilované vody, roztok kvantitativně převést do odměrné baňky a doplnit po rysku. Roztok je třeba připravit **týden předem**, aby se ustálila jeho koncentrace.

Vzhledem k tomu, že se hodnotí odchylka od spotřeby experimentálně zjištěné organizátory, **není třeba roztok standardizovat**. Pouze je třeba studentům uvést nějakou hodnotu „přesné koncentrace“, se kterou budou provádět výpočty (např. $c(\text{KMnO}_4) = 0,02015 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$).

Těsně před začátkem soutěže je třeba přesně podle postupu stanovit **správnou hodnotu spotřeby**, která je základem hodnocení přesnosti experimentální práce.

Příprava vzorku:

Roztok A: 250 ml 0,60M $H_2C_2O_4$

Navážíme 18,9 g dihydrátu kyseliny šťavelové a převedeme do 250ml odměrné baňky. Kyselinu rozpustíme v asi 200 ml destilované vody a doplníme po rysku.

Roztok B: 1 000 ml ~2M H_2SO_4 a ~0,03M $MnSO_4$

Navážíme 5,0 g monohydrátu síranu manganatého a spláchneme destilovanou vodou do 1000ml baňky. Do baňky nalijeme asi 500 ml destilované vody a za stálého míchání přidáme 100 ml koncentrované kyseliny sírové. Doplníme destilovanou vodou na 1000 ml.

Vzorek (VZ):

Každému studentovi do 100ml odměrné baňky odpipetujeme 10,0 ml roztoku **A** a odměrným válcem přidáme 50 ml roztoku **B**.