



51. ročník
2014/2015

ŠKOLNÍ KOLO
kategorie B

KONTROLNÍ TEST ŠKOLNÍHO KOLA
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 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 1,50 Al Hliník	14 1,70 Si Křemík	15 2,10 P Fosfor	16 2,40 S Síra	17 2,80 Cl Chlor	18 39,948 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

KONTROLNÍ TEST ŠKOLNÍHO KOLA (60 BODŮ)

ANORGANICKÁ CHEMIE

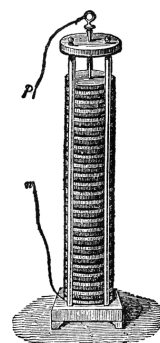
30 BODŮ

Úloha 1 Doplnovačka

10 bodů

Místo teček doplňte vždy **jedno** slovo tak, aby text dával smysl a byl fyzikálně i chemicky správně:

1. První elektrochemický článek, jenž produkoval elektrický proud, sestavil italský učenec Alessandro Po svém objeviteli nese jméno sloup. Byl tvořen sériově zapojenými články, složenými z měděných a plíšků. Mezi nimi byly vloženy plátky kůže navlhčené okyseleným roztokem, který sloužil jako Poslední měděný plíšek tvořil pól této baterie, protože měď je elektro..... kov než Na této elektrodě dochází k a proto ji označujeme jako
2. Chlor je průmyslově vyráběn elektrochemickým procesem zvaným Při tomto procesu je roztok chloridu sodného, triviálně nazývaný, pomocí proudu rozkládán za vzniku dvou plyných produktů. Na aktivované titanové dochází k a vzniká agresivní Druhým plyným produktem je, který se tvoří na elektrodě zvané Dalším významným produktem této výroby je roztok sodného.



Úloha 2 Správná a nesprávná tvrzení

10 bodů

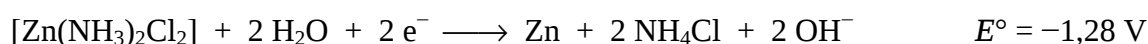
Za správnou odpověď se body přičítají, za špatnou odpověď odečítají.

Tvrzení	Ano	Ne
Při rozpouštění ušlechtilých kovů v roztocích kyselin vzniká vodík.		
Koroze kovů je vždy redoxní děj.		
Redukční potenciál redukce silného oxidačního činidla je záporný.		
Nabitý olověný akumulátor obsahuje PbO ₂ .		
Hydrolýza je druh elektrolýzy prováděný ve vodném prostředí.		
Poloreakce odpovídající E° zapisujeme v redukčním směru.		
Hliník se rozpouští v roztoku hydroxidu sodného.		
Depolarizátor v suchém článku reaguje se vznikajícím vodíkem.		
Akumulátor je totéž co primární článek.		
Ušlechtilé kovy se v přírodě často vyskytují ryzí.		

Úloha 3 Zinko-uhlíkový článek

10 bodů

Zinko-uhlíkový článek je předchůdcem článku zinko-chloridového a přes některé svoje nevýhody byl v minulosti nejrozšířenějším druhem primárního článku. Jednu elektrodu tvoří zinkový obal (kalíšek), druhou elektrodou je oxid manganičitý ve směsi s grafitem (zajišťuje dostatečnou vodivost). Elektrolytem je chlorid amonný nasáklý do této směsi. Elektrody jsou oddělené porézním separátorem, který zabraňuje kontaktu elektrod. Poloreakce probíhající na elektrodách vyjadřují následující rovnice zapsané v redukčním směru:



1. Co je to primární článek?
2. Napište triviální názvy chloridu amonného a oxidu manganičitého.
3. Fungoval by článek, kdyby při jeho konstrukci nebyl použit porézní separátor? Své rozhodnutí zdůvodněte.
4. Napište celkovou chemickou rovnici reakce probíhající při vybíjení článku.
5. Vypočítejte teoretické napětí článku.
6. Pro zinkovou elektrodu uveďte:
 - a) označení probíhajícího děje (oxidace/redukce),
 - b) označení elektrody (anoda/katoda),
 - c) polaritu (+/-).

Důležitým parametrem informujícím o výdrži baterie je kapacita baterie. Je to náboj, který lze z baterie odebrat, v praxi se často uvádí v mAh (miliampérhodinách).

K článku byla připojena žárovka o odporu $R = 16 \, \Omega$, která svítila po dobu 6 h 38 min.

7. Určete kapacitu článku v mAh za předpokladu, že napětí článku bylo konstantní.
8. Popsaný zinko-uhlíkový článek je jedním z nejstarších používaných článků. Jak se jmenuje prototyp patentovaný ve Francii už v roce 1866?



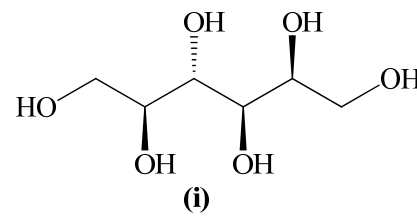
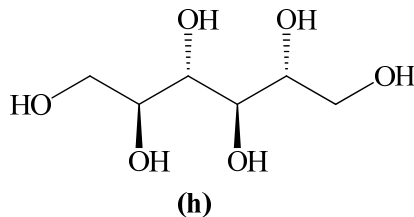
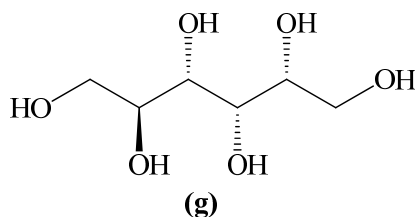
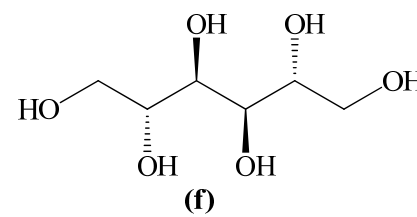
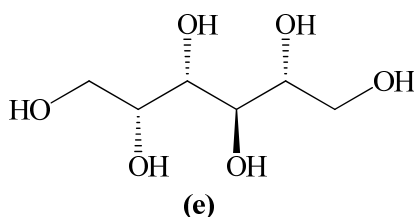
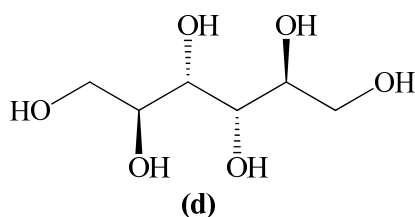
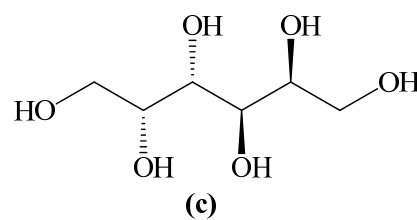
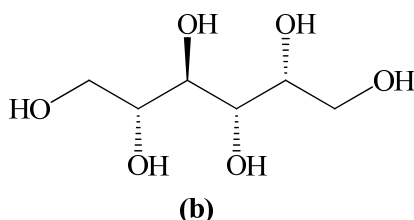
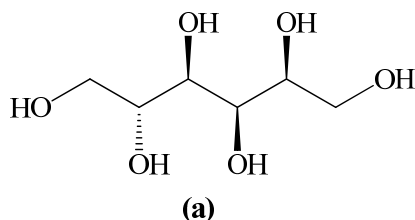
ORGANICKÁ CHEMIE

30 BODŮ

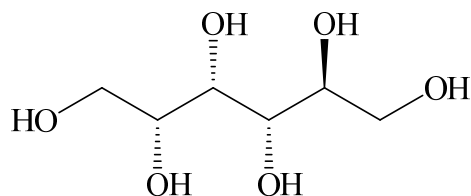
Úloha 1 Sladké a chirální

11 bodů

1. Z následujících devíti molekul cukerných alkoholů vyberte páry enantiomerů.



- Které z nabízených molekul nebudou stáčet rovinu polarizovaného světla a proč? Existují k těmto strukturám enantiomery?
- Ke struktuře, kterou jste nezařadili ani mezi páry enantiomerů (bod 1) ani mezi látky nestáčeující rovinu polarizovaného světla (bod 2) doplňte její enantiomer a všechny její epimery.
- Následující cukerný alkohol, L-glucitol, vykazuje specifickou optickou otáčivost $[\alpha]_D = +3,2^\circ$ ($c = 0,9$, H_2O). Při analýze stejně koncentrovaného roztoku směsi tohoto cukerného alkoholu s jeho enantiomerem (D-glucitolem) byla naměřena specifická optická otáčivost $[\alpha]_D = -1,6^\circ$ ($c = 0,9$, H_2O). Co z toho můžete usoudit o poměrném zastoupení těchto dvou enantiomerů ve směsi?

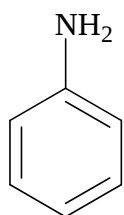


- Jaké je složení směsi dvou enantiomerů, která nestáčí rovinu polarizovaného světla? Jak se taková směs nazývá?

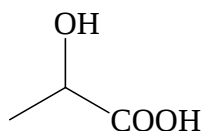
Úloha 2 Kyselé a kyselější

7 bodů

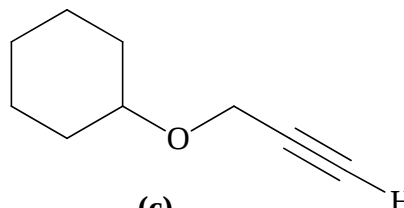
Následující látky jsou podrobeny reakci s *tert*-butoxidem draselným.



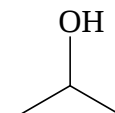
(a)



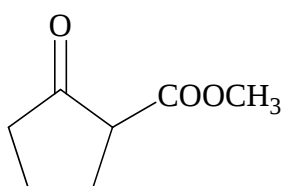
(b)



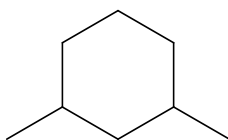
(c)



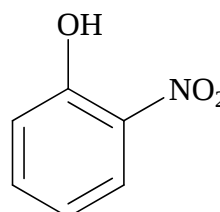
(d)



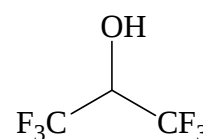
(e)



(f)



(g)



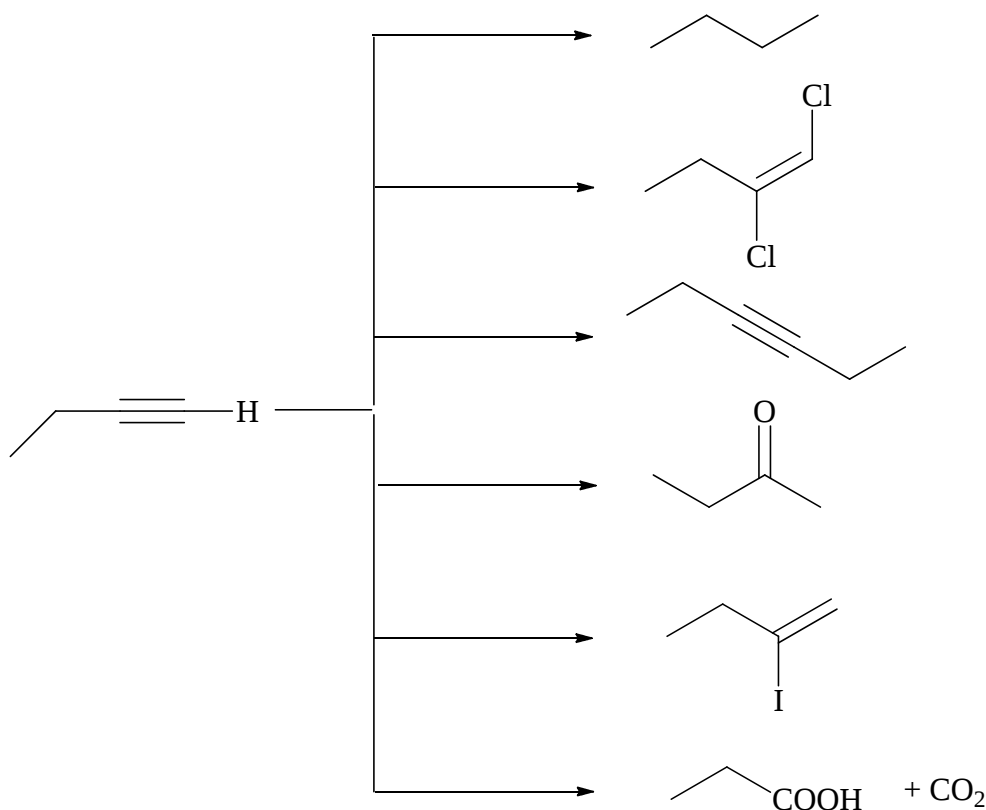
(h)

1. Které z nich nereagují proto, že nemají ve své molekule žádný kyselý atom vodíku ($pK_a > 35$)?
2. Které z nich nereagují proto, že *tert*-butoxid draselný je pro jejich deprotonaci příliš slabou bází, ale reagovaly by s bází silnější (např. s amidem lithným)?
3. Z látek, které s *tert*-butoxidem draselným reagují, vyberte tu, která reaguje nejochotněji a tu, která naopak reaguje nejméně ochotně.
4. Některé z těchto látek mají ve své molekule kromě nejkyselějšího atomu vodíku ještě další kyselé vodíkové atomy ($pK_a < 35$). Vyberte tyto molekuly a další kyselé atomy vodíku v nich označte.

Úloha 3 Variace na butyn a pan Markovnikov

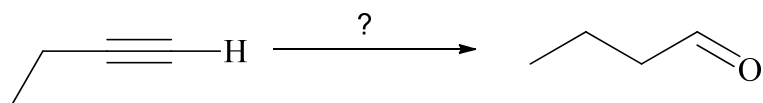
12 bodů

1. Do následujícího schématu doplňte činidla potřebná pro uvedené transformace.



Některé adiční reakce na alkynech probíhají zdánlivě proti Markovnikovovu pravidlu. Pojďme se na ně podívat.

2. Ve čtvrté reakci předchozího schématu z but-1-ynu dostáváme butan-2-on v souladu s Markovnikovovým pravidlem. Jak lze docílit opačné regioselektivity a připravit butanal? Doplňte potřebná činidla a rozepište tuto reakci krok po kroku, včetně všech meziproduktů. Pomocí toho vysvětlíte regioselektivitu této reakce.



3. Ukrajinský vědec Moris Selig Kharasch objevil ve 40. letech 19. století reakci, která rovněž probíhá zdánlivě proti Markovnikovovu pravidlu. Ve skutečnosti tomu tak není, opačná regioselektivita je zde dána jiným reakčním mechanismem.
- Jaké látky lze na alkyny adovat ve smyslu Kharaschovy reakce? Uveďte příklad provedení této reakce na but-1-ynu.
 - Jakým mechanismem probíhají „běžné“ adice na alkyny (např. v 1. části této úlohy)?
 - Jakým mechanismem probíhá Kharaschova reakce? Která částice jako první zde atakuje trojnou vazbu?



51. ročník
2014/2015

ŠKOLNÍ KOLO
kategorie B

ŘEŠENÍ KONTROLNÍHO TESTU ŠKOLNÍHO KOLA

KONTROLNÍ TEST ŠKOLNÍHO KOLA (60 BODŮ)

ANORGANICKÁ CHEMIE

30 BODŮ

Úloha 1 Doplnovačka

10 bodů

1. První elektrochemický článek, jenž produkoval elektrický proud, sestavil italský učenec Alessandro **Volta**. Po svém objeviteli nese jméno **Voltův** sloup. Byl tvořen sériově zapojenými **galvanickými** články, složenými z měděných a **zinkových** plíšků. Mezi nimi byly vloženy plátky kůže navlhčené okyseleným roztokem, který sloužil jako **elektrolyt**. Poslední měděný plíšek tvořil **kladný** pól této baterie, protože měď je **elektropozitivnější** kov než **zinek**. Na této elektrodě dochází k **redukci** a proto ji označujeme jako **katodu**.
2. Chlor je průmyslově vyráběn elektrochemickým procesem zvaným **elektrolýza**. Při tomto procesu je roztok chloridu sodného, triviálně nazývaný **solanka**, pomocí **stejnoseměrného** proudu rozkládán za vzniku dvou plynných produktů. Na aktivované titanové **anodě** dochází k **oxidaci** a vzniká agresivní **chlor**. Druhým plynným produktem je **vodík**, který se tvoří na **záporné** elektrodě zvané **katoda**. Dalším významným produktem této výroby je roztok **hydroxidu** sodného.

za každé správně doplněné slovo 0,5 bodu; celkem tedy $2 \cdot 10 \cdot 0,5 = 10$ bodů

*Uznávat i případná jiná slova, která mohou žáky napadnout a jsou správně, jako např. **elektrického** místo **stejnoseměrného** apod.*

Úloha 2 Správná a nesprávná tvrzení

10 bodů

Tvrzení	Ano	Ne
Ušlechtilé kovy se nerozpouští v roztocích kyselin.		×
Koroze kovů je vždy redoxní děj.	×	
Redukční potenciál redukce silného oxidačního činidla je záporný.		×
Nabitý olověný akumulátor obsahuje PbO_2 .	×	
Hydrolyza je druh elektrolýzy prováděný ve vodném prostředí.		×
Poloreakce odpovídající E° zapisujeme v redukčním směru.	×	
Hliník se rozpouští v roztoku hydroxidu sodného.	×	
Depolarizátor v suchém článku reaguje se vznikajícím vodíkem.	×	
Akumulátor je totéž co primární článek.		×
Ušlechtilé kovy se v přírodě často vyskytují ryzí.	×	

za každou správnou odpověď +0,5 bodu, za každou špatnou odpověď – 0,5 bodu;
v součtu za celou úlohu neudělovat záporné body

Úloha 3 Zinko-uhlíkový článek

10 bodů

1. Primární článek je galvanický článek, který po vybití není možné znovu nabít.

0,5 bodu

2. Chlorid amonný = *salmiak*, oxid manganičitý = *burel*

2 × 0,5 bodu

3. Nefungoval, došlo by ke zkratu elektrod.

0,5 bodu

4. Celková rovnice: $\text{Zn} + 2 \text{NH}_4\text{Cl} + 2 \text{MnO}_2 \longrightarrow [\text{Zn}(\text{NH}_3)_2\text{Cl}_2] + 2 \text{MnO}(\text{OH})$

2 body

5. $U = \Delta E^\circ = 0,18 - (-1,28) = +1,46 \text{ V}$

1 bod

- 6.

a) oxidace

0,5 bodu

b) anoda

0,5 bodu

c) (minus, záporný pól)

0,5 bodu

7. Z Ohmova zákona určíme proud protékající článkem:

$$I = \frac{U}{R} = \frac{1,46 \text{ V}}{16 \Omega} = 91,3 \text{ mA}$$

A následně určíme náboj uložený ve článku, tedy kapacitu článku:

$$Q = It = \frac{Ut}{R} = \frac{1,46 \text{ V} \cdot \left(6 + \frac{38}{60}\right) \text{ h}}{16 \Omega} = 605 \text{ mAh}$$

za jakýkoliv správný způsob výpočtu 3 body

8. Leclanchéův článek

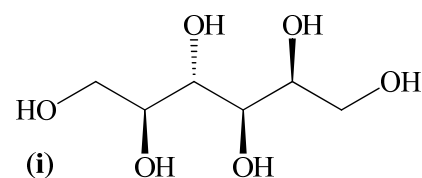
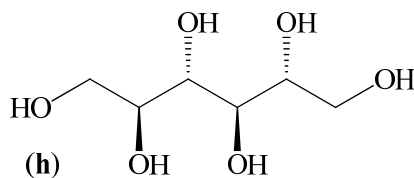
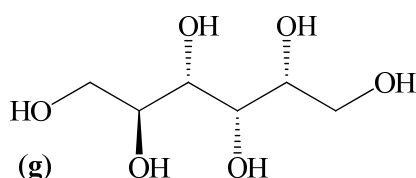
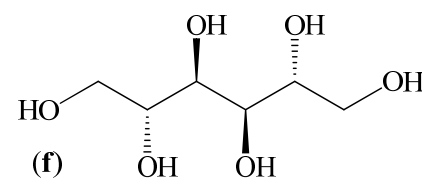
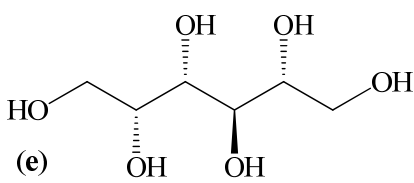
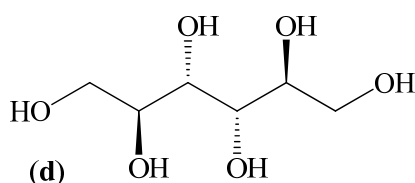
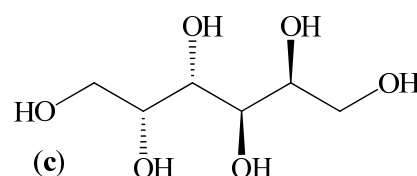
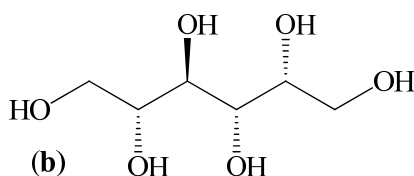
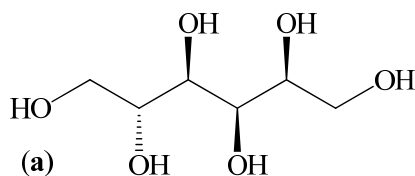
0,5 bodu

ORGANICKÁ CHEMIE

30 BODŮ

Úloha 1 Sladké a chirální

11 bodů



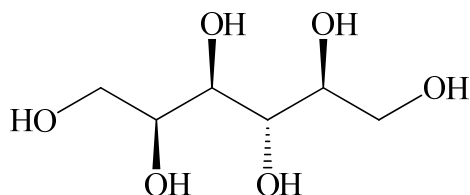
1. Mezi nabízenými molekulami se nachází celkem tři páry enantiomerů. Látka **a** je enantiomerem látky **g**, látka **b** je enantiomerem látky **i** a látka **d** je enantiomerem látky **f**.

3 body (1 bod za každý správně přiřazený pár enantiomerů)

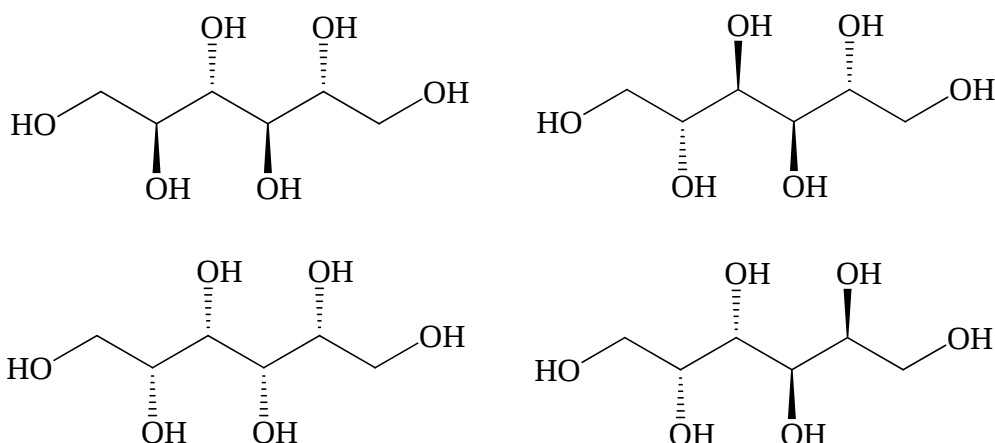
2. Rovinu polarizovaného světla nestáčí látky **c** a **h**, a to proto, že jejich molekula má rovinu symetrie. Hovoříme pak o tzv. mesoformách. Vzhledem k tomu, že mesoforma je totožná se svým zrcadlovým obrazem, neexistuje k ní enantiomer.

3 body (1 bod za označení látek a 2 body za vysvětlení)

3. Zbylou látkou je pouze látka **e**. Její enantiomer bude mít následující strukturu:



Epimery látky **e** existují celkem čtyři:



2,5 bodu (0,5 bodu za enantiomer a za každý epimer)

4. Je-li specifická optická otáčivost L-glucitolu $[\alpha]_D = +3,2^\circ$, pak specifická optická otáčivost jeho enantiomeru (D-glucitolu) by byla $[\alpha]_D = -3,2^\circ$. Specifická optická otáčivost směsi obou enantiomerů je $[\alpha]_D = -1,6^\circ$. Z toho lze jednak určit, že ve směsi převažuje D-glucitol se zápornou optickou otáčivostí. Lze určit rovněž i přibližný poměr enantiomerů ve směsi. Při poměru 1:1 by specifická optická otáčivost byla nulová. Udaná hodnota specifické optické otáčivosti je právě ve čtvrtině celé škály $<-3,2; +3,2>$, a proto je složení směsi enantiomerů v poměru 3:1.

2 body (1 bod za převažující enantiomer a 1 bod za odhad poměru enantiomerů)

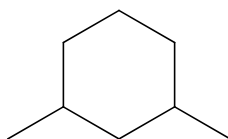
5. Jak již bylo uvedeno výše, nulovou specifickou optickou otáčivost vykazuje směs enantiomerů v poměru 1:1, nazývaná racemát.

0,5 bodu

Úloha 2 Kyselé a kyselejší

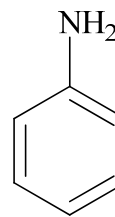
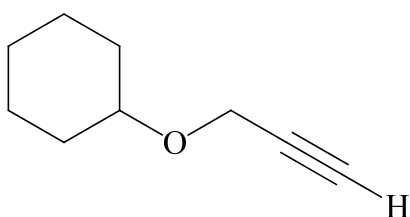
7 bodů

1. Kyselé atom vodíku ve své molekule z nabízených nemá pouze 1,3-dimethylcyklohexan (**f**).



1 bod

2. Terc-butoxid draselný je příliš slabou bazí pro deprotonaci anilinu (**a**) a cyklohexyl(propargyl)etheru (**c**).



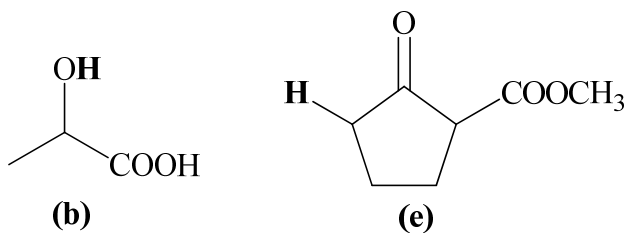
2 body (1 bod za každou správnou látku)

3. Nejochotněji ze všech reaguje s *tert*-butoxidem nejkyselejší látka, v tomto případě kyselina mléčná (**b**). Nejméně ochotně reaguje naopak nejméně kyselá látka, a to propan-2-ol (**d**).



2 body (1 bod za každou správnou látku)

4. Molekuly, obsahující další kyselé vodíkové atomy, jsou látky **b** a **e** a tyto kyselé atomy vodíku jsou tučně zvýrazněny.

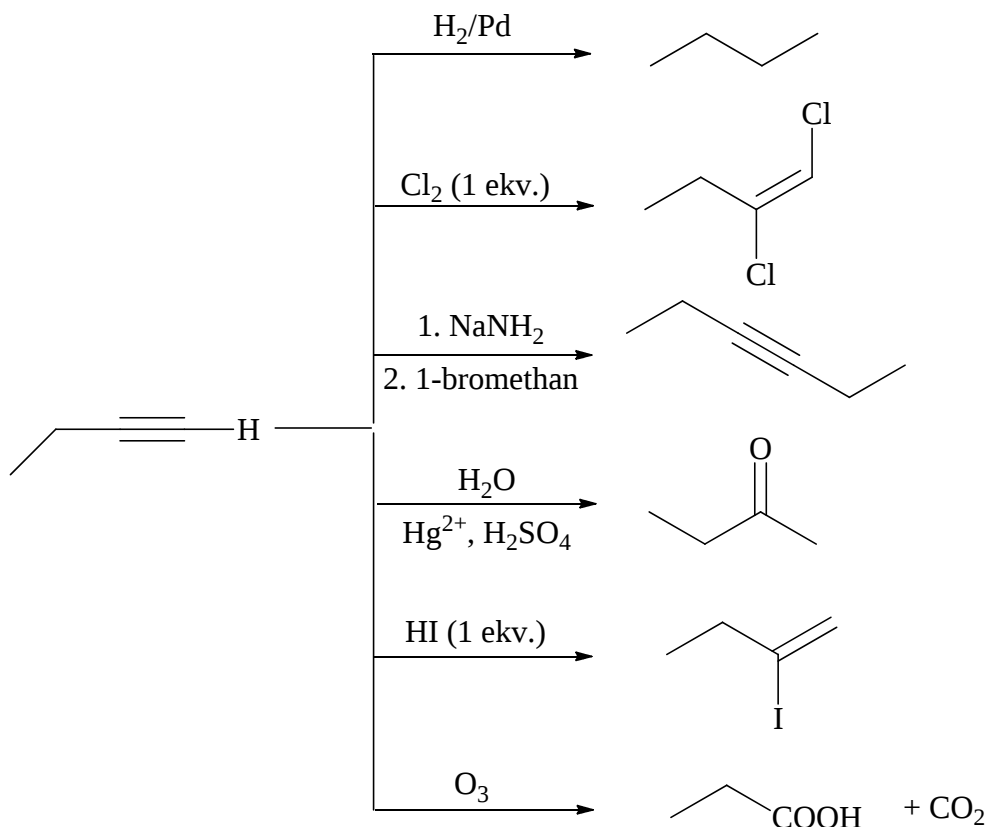


2 body (1 bod za každý správně označený kyselé proton)

Úloha 3 Variace na butyn a pan Markovnikov

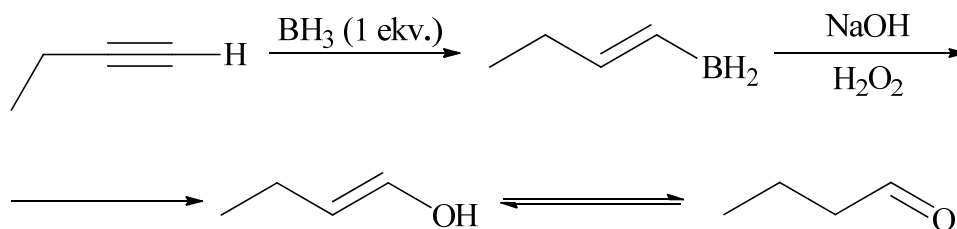
12 bodů

1. Činidla, potřebná pro provedení následujících transformací, jsou doplněna ve schématu. Ve třetí reakci lze pro deprotonaci alkynu použít i jinou silnou bázi (hydrid sodný, butyllithium, methylmagnesium bromid...) a stejně tak lze ve druhém kroku použít i jiný halogenethan. V poslední reakci lze kromě ozonu použít rovněž manganistan draselný v kyselém prostředí.



6 bodů (1 bod za každé činidlo)

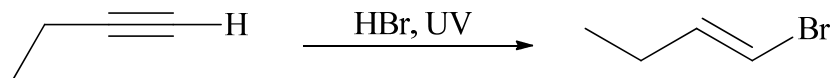
2. Opačné regioselektivity lze dosáhnout hydroborací alkynu a následnou oxidací vzniklého butenylboranu. Boran přistupuje na méně substituovaný konec alkynu a posléze je při oxidaci nahrazen hydroxyskupinou, což vysvětluje regioselektivitu reakce.



2,5 bodu (1 bod za název a činidla, 1,5 bodu za sled dílčích reakcí)

3.

- a) Nejčastějším činidlem v Kharaschově reakci je bromovodík (ostatní halogenovodíky takto adovat nelze). Kromě něj lze reakci provést také s alkanthioly, ovšem toto provedení je mnohem méně časté. V reakční směsi je nutné bromovodík homolyticky rozštěpit, k čemuž se používá UV záření nebo organické peroxidy.



2 body (0,5 bodu za činidlo a 1,5 bodu za správně zapsanou rovnici)

- b) „Běžné“ adice na alkyny probíhají mechanismem elektrofilní adice.

0,5 bodu

- c) Kharaschova reakce probíhá mechanismem radikálové adice. Částicí atakující trojnou vazbu je v tomto případě bromový radikál ($\text{Br}\bullet$).

1 bod (0,5 bodu za mechanismus a 0,5 bodu za atakující částici)