Pokusy z organické chemie

Iveta Turková, Jiří Šibor

1. HALOGENACE ALKANŮ A CYKLOALKANŮ

Pomůcky: 3 zkumavky se zátkami, indikátorový papírek, stojánek na zkumavky
Chemikálie: hexan, cyklohexan, benzin, bromová voda

Postup: Jednotlivé zkumavky postupně naplníme hexanem, cyklohexanem a benzinem do jedné třetiny jejich objemu. Pak přidáme stejný objem bromové vody. Ta vytvoří spodní barevnou vrstvu. Nyní zkumavky uzátkujeme a jejich obsah protřepeme. Pak s e lehce uzátkují (ke snížení výparnosti), okrajem zátky se uchytí proužek navlhčeného indikátorového papírku, sahajícího do zkumavky, a vystavíme je osvitu. Po 15-20 minutách je zřetelné odbarvování horní vrstvy s alkanem, do které byl vytřepán brom z bromové vody. Indikátorový papírek ukazuje přítomnost unikajícího bromovodíku jako vedlejšího produktu reakce.

Reakce:

$C_6H_{14} + Br_2 \rightarrow C_6H_{13}Br + HBr$
hexan bromhexan

$C_6H_{12} + Br_2 \rightarrow C_6H_{11}Br + HBr$
cyklohexan bromcyklohexan

$C_6H_{12} + Br_2 \rightarrow C_6H_{12}Br_2$
cyklohexan 1,6-dibromhexan

2. PŘÍPRAVA A HOŘENÍ ETHYNU

Pomůcky: zkumavka, zátka, kterou prochází trubička na jednom konci zúžená
Chemikálie: karbid vápenatý, nasycený roztok NaCl, zápalky

Postup: Do zkumavky dáme kousek karbidu vápenatého a přilijeme nasycený roztok NaCl. Zkumavku uzavřeme zátkou, kterou prochází trubička na jednom konci zúžená. Po chvíli unikající ethyn zapálíme.

Reakce:

$CaC_2 + 2\ H_2O \rightarrow Ca\ (OH)_2 + C_2H_2$
$2\ C_2\ H_2 + O_2 \rightarrow 4\ C + 2\ H_2O$
$2\ C_2\ H_2 + 5\ O_2 \rightarrow 4\ C\ O_2 + 2\ H_2O$

3. DŮKAZOVÉ REKCE NA PŘÍTOMNOST NÁSOBNÉ VAZBY

Pomůcky: 4 zkumavky, zátka s odvodnou trubičkou, stojánek na zkumavky, držák do stojanu
Chemikálie: karbid vápenatý, nasycený roztok NaCl, bromová voda, alkoholický roztok jodu, 1% roztok manganistanu draselného (mírně zalkalizovaný uhličitanem sodným)

Postup: Do zkumavky dáme kousek karbidu vápenatého a přilijeme nasycený roztok NaCl. Zkumavku uzavřeme zátkou s odvodnou trubičkou, kterou postupně (po opláchnutí) ponoříme do roztoku bromové vody, alkoholického roztoku jodu a do roztoku manganistanu

draselného, které jsou nality ve zbývajících zkumavkách. Sledujeme odbarvování roztoků v jednotlivých zkumavkách.

Reakce: $CaC_2 + 2\ H_2O \rightarrow Ca(OH)_2 + C_2H_2$

$C_2\ H_2 + Br_2 \rightarrow HBrC{=}CBrH$

1,2-dibromethen

$HBrC{=}CBrH + Br_2 \rightarrow HBr_2C\text{-}CBr_2H$

1,1,2,2-tetrabromethan

$C_2\ H_2 + I_2 \rightarrow HIC{=}CIH$

1,2-dijodethen

$HIC{=}CIH + I_2 \rightarrow HI_2C\text{-}CI_2H$

1,1,2,2-tetrajodethan

$3\ C_2\ H_2 + 8\ KMnO_4 + 12\ H_2O \rightarrow 3\ H_2C_2O_4 + 8\ MnO(OH)_2 + 8\ KOH$

4. PŘÍPRAVA ACETYLIDŮ

Pomůcky: 4 zkumavky, zátka s odvodnou trubičkou, střička, malá nálevka, filtrační papír, nůžky, stojánek na zkumavky, kovová deska (miska), držák do stojanu
Chemikálie: karbid vápenatý, nasycený roztok NaCl, kyselina chlorovodíková (1:1), Tollensovo činidlo (Před použitím smícháme stejné objemy (2-4 ml) 5% dusičnanu stříbrného a 10% hydroxidu sodného. Vzniklou sraženinu rozpustíme přikapáváním 2% roztoku amoniaku. Přebytek amoniaku není vhodný, protože snižuje citlivost činidla.), Ilosvayovo činidlo (1,5 g CuCl2·3H2O a 3 g NH4Cl rozpustíme v malém množství vody, přidáme 6 ml koncentrovaného roztoku amoniaku, 5 g hydroxylaminhydrochloridu a po promíchání zředíme na 100 ml)

Postup: Do zkumavky dáme kousek karbidu vápenatého a přilijeme nasycený roztok NaCl. Zkumavku uzavřeme zátkou s odvodnou trubičkou, kterou ponoříme do roztoku Ilosvayova činidla. Vzniká červenofialová sraženina acetylidu měďného. Po opláchnutí odvodné trubičky zavedeme ethyn do roztoku Tollensova činidla. Vzniká žlutobílá sraženina acetylidu stříbrného.
Ke sraženině acetylidu měďného přidáme roztok kyseliny chlorovodíkové. Zahříváním se uvolní ethyn.
Sraženinu acetylidu stříbrného zachytíme na filtru a s papírem začneme vysoušet na kovové desce, kterou zespodu mírně zahříváme. Po chvíli dojde k explozím pevných kousků acetylidu.

Reakce: $CaC_2 + 2\ H_2O \rightarrow Ca(OH)_2 + C_2H_2$

$C_2H_2 + 2\ [Cu(NH_3)_4]OH \rightarrow Cu_2C_2 + 8\ NH_3 + 2\ H_2O$

hydroxid tetraamminměďný

$Cu_2C_2 + 2\ HCl \rightarrow Cu_2Cl_2 + C_2H_2$

$C_2H_2 + 2\ [Ag(NH_3)_2]OH \rightarrow Ag_2C_2 + 4\ NH_3 + 2\ H_2O$

hydroxid diamminstříbrný

5. REAKCE ETHYNU S CHLOREM

Pomůcky: válec (250 ml), hodinové sklíčko, lžička, odměrný válec (50 ml)
Chemikálie: karbid vápenatý, kyselina chlorovodíková (1:1), manganistan draselný

Postup: Na malou lžičku manganistanu draselného ve válci (250 ml) nalijeme 40 ml kyseliny chlorovodíkové (1:1) a válec zakryjeme hodinovým sklíčkem. Vyčkáme než se válec neplní vznikajícím chlorem. Poté vhodíme do válce malý kousek karbidu vápenatého . reakce je provázena světelným, případně i zvukovým efektem a vývinem sazí, je proto vhodné provádět pokus v digestoři.

Reakce: $2\ KMnO_4 + 16\ HCl \rightarrow 2\ KCl + 2\ MnCl_2 + 8\ H_2O + 5\ Cl_2$
$CaC_2 + 2\ H_2O \rightarrow Ca(OH)_2 + C_2H_2$
$C_2H_2 + Cl_2 \rightarrow 2\ C + 2\ HCl$

6. PŘÍPRAVA CHLORETHANU

Pomůcky: varná baňka (50 ml), držák, odměrný válec (10 ml), lžíce, předvážky
Chemikálie: ethanol, koncentrovaná H_2SO_4, NaCl

Postup: Do suché baňky obsahující 10 ml ethanolu opatrně přilijeme 5 ml koncentrované H_2SO_4. po ochlazení tekoucí vodou přidáme 5 g chloridu sodného. Držákem baňku připevníme na stojan a přímým ohřevem malým plamenem uvedeme do slabého varu. Unikající páry zapálené v hrdle baňky hoří zeleně ohraničeným plamenem. Barva plamene hořícího chlorethanu se liší od hořících par ethanolu.

Reakce: $CH_3CH_2OH + NaCl + H_2SO_4 \rightarrow CH_3CH_2Cl + Na\ HSO_4 + H_2O$
$CH_3CH_2Cl + 3\ O_2 \rightarrow 2\ CO_2 + 2\ H_2O + HCl$

7. VLASTNOSTI AMINŮ

Pomůcky: zkumavka, odměrný válec (10 ml), odměrný válec (50 ml), Erlenmayerova baňka (50 ml), kapátko, střička, stojánek na zkumavky
Chemikálie: anilín, koncentrovaná HCl, NaOH (40%), bromová voda

Postup: Ve zkumavce smícháme 0,5 ml anilínu s 5 ml vody. Utvoří se dvě fáze. Po přidání několika kapek HCl vznikne čirý roztok. Jeho zalkalizováním vzniknou opět dvě vrstvy – anilín a vodný roztok NaCl.
V Erlemnayerově baňce rozpustíme 0,5 ml anilínu v 30 ml vody. Vznikne tak roztok anilínu ve vodě (anilínová voda). 10 ml anilínové vody smícháme ve zkumavce s 10 kapkami bromové vody. Vznikne tak ve vodě nerozpustná žlutobílá sraženina 2,4,6-tribromanilinu.

Reakce: $C_6H_5NH_2 + HCl \rightarrow C_6H_5NH_3Cl$
$C_6H_5NH_3Cl + NaOH \rightarrow C_6H_5NH_2 + NaCl + H_2O$
$C_6H_5NH_2 + 3\ Br_2 \rightarrow C_6H_5NH_2Br_2 + 3\ HBr$

8. ZAPÁLENÍ ALKOHOLU

Pomůcky: 2 porcelánové misky, odměrný válec (10 ml), skleněná tyčinka, lžička
Chemikálie: manganistan draselný, koncentrovaná H_2SO_4, ethanol

Postup: V porcelánové misce přidáme k několika krystalkům KMnO4 0,5 ml koncentrované kyseliny sírové a promícháme. Vznikne hustá hmota. Do druhé porcelánové misky nalijeme asi 10 ml ethanolu. Smočíme tyčinku v první misce a smočeným koncem se dotkneme ethanolu. Dojde k okamžitému vzplanutí. Tímto způsobem lze efektivně zapálit lihový kahan.

Reakce: $2\ KMnO_4 + H_2SO_4 \rightarrow K_2SO_4 + H_2O + Mn_2O_7$
$Mn_2O_7 \rightarrow 4\ MnO_2 + 3\ O_2$

9. BAREVNÉ REAKCE FENOLŮ

Pomůcky: 4 zkumavky, stojánek na zkumavky
Chemikálie: 10% vodné roztoky fenolu, pyrokatechinu, resorcinu, hydrochinonu, 5% $FeCl_3$

Postup: Do jednotlivých zkumavek nalijeme postupně roztoky výše uvedených fenolů. Po kapkách pak přidáváme roztok chloridu železitého a pozorujeme vznikající zbarvení. S fenolem vzniká fialové zbarvené, s pyrokatechinem zelené, s resorcinem fialové, s hydrochinonem nejdříve modrozelené (rychle se ztrácí), další přísadou $FeCl_3$ se znovu objeví a opět zmizí a další přísadou se změní na žlutohnědý roztok, který se potom zakalí v důsledku vzniku krystalků chinhydronu.

Reakce: $6\ C_6H_5OH + FeCl_3 \rightarrow [Fe(O\ C_6H_5)_6]^{3-} + 6\ H^+$

10. REDUKČNÍ ÚČINKY ALDEHYDŮ

Pomůcky: 3 zkumavky, 2 odměrné válce (10 ml), kapátko, kádinka (250 ml)
Chemikálie: Fehlingovo činidlo (roztok I + II), Tollensovo činidlo, formaldehyd, NaOH (40%)

Postup: Smícháme stejné objemy Fehlingova roztoku I a II (2ml). Ke vzniklému činidlu přidáme stejný objem zředěného roztoku formaldehydu (1:1) a povaříme. Po chvíli se v roztoku vyredukuje červená sraženina oxidu měďného.
Nejprve zkumavku důkladně vyčistíme koncentrovaným roztokem NaOH a promyjeme vodou, pak do ní nalijeme čerstvě připravené Tollensovo činidlo (5 ml), přidáme několik kapek roztoku formaldehydu, dobře promícháme a zahřejeme ve vodní lázni. Po několika minutách se na stěnách vyloučí stříbro v podobě zrcátka. Když se vyloučí jen tmavá sraženina nebo není zrcátko souvislé, nebyla zkumavka dostatečně vyčištěna. Po vysrážení kovového stříbra kapalinu odlijeme a stříbrné zrcátko propláchneme vodou.

Reakce: $2\ [Ag(NH_3)_2]OH + HCHO \rightarrow 2\ Ag + HCOONH_4 + 3\ NH_3 + H_2O$

11. POKUSY SE SACHAROSOU

Pomůcky: varná baňka (50ml), 2 odměrné válce (10 ml), odměrný válec (25 ml), 5 zkumavek, kapátko, indikátorový papírek, předvážky
Chemikálie: Fehlingovo činidlo (roztok I + II), Tollensovo činidlo, sacharosa, koncentrovaná HCl, 10% Na_2CO_3

Postup: Připravíme si ca 10% roztoku sacharosy a provedeme reakci s Fehlingovým a Tollensovým činidlem. Výsledky jsou negativní.
Ve varné baňce rozpustíme 10 g sacharosy v 15 ml vody, přidáme 4 kapky koncentrované HCl nebo H_2SO_4 a 5 minut vaříme. Po ochlazení zneutralizujeme sodou a provedeme zkoušky s Fehlingovým a Tollensovým činidlem. Jsou pozitivní, neboť hydrolýzou vznikl invertní cukr (směs glukosy a fruktosy).

Reakce: $\underset{\text{sacharosa}}{C_{12}H_{22}O_{11}} + H_2O \rightarrow \underset{\text{glukosa}}{C_6H_{12}O_6} + \underset{\text{fruktosa}}{C_6H_{12}O_6}$

12. PŘÍPRAVA KYSELINY BENZOOVÉ (BENZENKARBOXYLOVÉ)

Pomůcky: velká zkumavka, kádinka (250 ml), 2 kádinky (50 ml), 4 odměrné válce (10 ml), nálevka, filtrační papír, mikroskop
Chemikálie: toluen, 5% $KMnO_4$, 10% NaOH, 5% HCl

Postup: Do velké zkumavky nalijeme 5 ml toluene, přidáme 3 ml 10% NaOH a dále 5 ml 5% $KMnO_4$. reakční směs zahříváme 15 minut ve vodní lázni. Pak ji ochladíme a vzniklý MnO_2 odfiltrujeme. Do filtrátu přilijeme 5 ml 5% HCl, čímž vytěsníme benzenkarboxylovou kyselinu z kalium-benzenkarboxylátu (benzoanu draselného). Jemné bezbarvé krystalky benzenkarboxylové kyseliny odfiltrujeme a jejich charakteristický tvar si prohlédneme pod mikroskopem.

Reakce: $C_6H_5CH_3 + 2\ KMnO_4 \rightarrow C_6H_5CO_2K + H_2O + 2\ MnO_2 + KOH$
$C_6H_5CO_2K + HCl \rightarrow C_6H_5CO_2H + KCl$

13. PŘÍPRAVA VÁPENATÉ SOLI KYSELINY CITRONOVÉ

Pomůcky: 3 kádinky (50 ml), 2 odměrné válce (10 ml), indikátorový papírek, kapátko, nálevka, filtrační papír, střička, lžička
Chemikálie: 5% kyselina citronová, 10% NH_3, nasycený roztok $CaCl_2$

Postup: Do kádinky připravíme roztok kyseliny citronové – 10 ml – (případně citronové šťávy, mírně zředěné destilovanou vodou a přefiltrované). Do roztoku přidáme amoniak do alkalické reakce (pH = 9) a pak přidáme 5 ml nasyceného roztoku $CaCl_2$. Zahřejeme k varu. Vzniklá sraženina se pak za horka přefiltruje, potom se přenese z filtru do kádinky a nechá se zchladnout. Po ochlazení se sraženina rozpustí ve vodě.
Z pokusu vyplývá, že vápenatá sůl kyseliny citronové je za horka ve vodě nerozpustná, za studena rozpustná.

Reakce: $CH_2COOHCOHCOOHCH_2COOH + CaCl_2 \rightarrow (CH_2COO)_2CaCOHCOOH + 2\ HCl$

14. PŘÍPRAVA 3-METHYLBUTYL-ACETÁTU (OCTANU ISOAMYLNATÉHO)

Pomůcky: Erlenmayerova baňka (50 ml), 3 odměrné válce (10 ml), kádinka (150 ml), 2 kádinky (50 ml)
Chemikálie: koncentrovaná H2SO4, 3-methylbutan-1-ol (isoamylalkohol), ledová kyselina octová

Postup: Do Erlenmayerovy baňkly se 4 ml koncentrované kyseliny sírové přidávejte opatrně (po dávkách) 4 ml 3-methylbutan-1-olu. Pak přidejte 5 ml ledové kyseliny octové a slabě zahřejte, až ucítíte vůni esteru po zralých hruškách nebo banánech. Po vlití obsahu baňky do kádinky s vodou zůstávají na povrchu olejové kapky.

Reakce: $(CH_3)_2CHCH_2CH_2OH + CH_3COOH \rightarrow CH_3COOCH_2CH_2CH(CH_3)_2 + H_2O$

15. PŘÍPRAVA FLURESCEINU

Pomůcky: zkumavka, vysoká kádinka (250 ml), předvážky
Chemikálie: ftalanhydrid (nebo kyselina ftalová), resorcin, bezvodý chlorid zinečnatý (nebo koncentrovaná H_2SO_4), 10% NaOH

Postup: Ve zkumavce smícháme 0,1 g ftalanhydridu, 0,2 g resorcinu a 0,2 g bezvodého chloridu zinečnatého (nebo 0,1 g koncentrované H_2SO_4). Směs zahříváme do vzniku tmavě červené taveniny. Po vychladnutí přilijeme několik mililitrů 10% NaOH a chvíli směs protřepáváme. Získaný roztok se pomalu vlije do ca 100 ml destilované vody v kádince. Má žlutozelenou barvu a v zastínění jeví fluorescenci.

16. JINOVATKA

Pomůcky: kádinka (600 ml), síťka s porcelánovou vložkou, malé větvičky či jiné rostliny, drát, lžička
Chemikálie: kyselina benzoová

Postup: Přímo na síťku s porcelánovou vložkou umístíme malou lžičku kyseliny benzoové a drátem uchytíme malou větvičku, kousek trávy apod. kádinku překlopíme na síťku dnem vzhůru a začneme zvolna zahřívat. Kyselina sublimuje a usazuje se v podobě jinovatky na větvičkách.

17. SIMULACE DĚJE VE VÁLCI MOTORU

Pomůcky: piezoelektrický zapalovač, krabička od kinofilmu, Pasteurova pipeta
Chemikálie: methanol (může být i ethanol, benzin)

Postup: K simulaci děje, který probíhá ve válci motoru, si sestavíme zařízení, které se skládá z piezoelektrického zapalovače a krabičky od kinofilmu. Do krabičky kápneme 2-3 kapky methanolu a krabičku uzavřeme víčkem, které je nasazené na piezoelektrickém zapalovači. Celé zařízení protřepeme. Spuštěním zapalovače vzniknou jiskry, které zapálí páry methanolu a krabička vystřelí směre od víčka.