

6. Veselá a zábavná chemie

Poslední část je věnována pokusům zábavným, veselým, ale i poučným. Pokusy jsou určeny především pro motivaci studentů k praktické „výzkumné“ činnosti v chemii, ale poslouží též pro pobavení či rozveselení diváků při různých chemických besídkách a hrátkách. Podle toho získaly pokusy i své speciální názvy:

„Akumulátor I“, „Kuřák“ a „Alkoholik“, „Konec gumového medvídka“, „Faraonovi hadi“, „Antimon kreslíř“, „Sloní zubní pasta“, „Hořící gel“, „Kouzelné baňky“ a další.

1. „Akumulátor I“

Katalytická oxidace alkoholu na aldehyd vzdušným kyslíkem

Zadání: Proveďte katalytickou oxidaci ethanolu vzdušným kyslíkem a dokažte vzniklý produkt.

Chemikálie: ethanol, Schiffovo činidlo (tj. 0,1% roztok fuchsinu/rosanilinu odbarvený oxidem siřičitým)

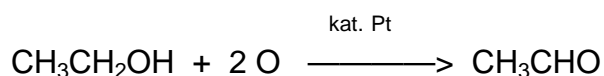
Pomůcky: kádinka na 200 ml, skleněná tyčinka, platinový drátek, Petriho miska nebo hodinové sklo, třínožka a keramická síťka, kahan

Postup:

Do menší kádinky odlijte alkohol asi do jedné čtvrtiny její výšky. Kádinku mírně zahřejte a přiklopte hodinovým sklem. Potom pod sklo položte přes kádinku skleněnou tyčinku se zavěšenou spirálkou z tenkého Pt drátku tak, aby spirálka sahala asi 1-2 cm nad hladinu alkoholu (což si předem vyzkoušejte). Pt drátek předem vyžehajte v plameni do červeného žáru. Po umístění rozžhavené spirály do par zahřátého alkoholu **pozorujte** katalyzovanou oxidaci par alkoholu na povrchu drátku, což se projeví žhnutím a zhášením vlákna (jako ve filmu *Akumulátor I*). V případě, že se páry alkoholu v kádince vznítí, přikryjte okamžitě kádinku hodinovým sklem nebo Petriho miskou.

Pozorování a vysvětlení:

Páry alkoholu se na povrchu platiny oxidují na acetaldehyd, který se částečně vrací do roztoku. Po určité době zkusíme dokázat přítomnost aldehydu přidáním Schiffova činidla – pokud je v roztoku přítomen acetaldehyd, projeví se růžověním, až červenáním roztoku, způsobeným uvolněným fuchsinem ze Schiffova činidla.





Žhnutí platinového drátku v parách



Důkaz vzniklého produktu

2. „Kuřák“

Škodlivé látky v cigaretovém dýmu

Zadání: Proveďte katalytickou oxidaci ethanolu vzdušným kyslíkem a dokažte vzniklý produkt.

Chemikálie: Schiffovo činidlo*, činidlo: roztok 1,2-dinitrofenylhydrazinu v HCl (tzv. Bradyho činidlo*), 1% roztok manganistanu nebo dichromanu draselného, roztoky vápenné vody, případně roztok síranu železnatého a koncentrovaná H_2SO_4 , chlorid sodný

* viz kap. 4, pokus č. 2 – činidla pro důkaz formaldehydu:

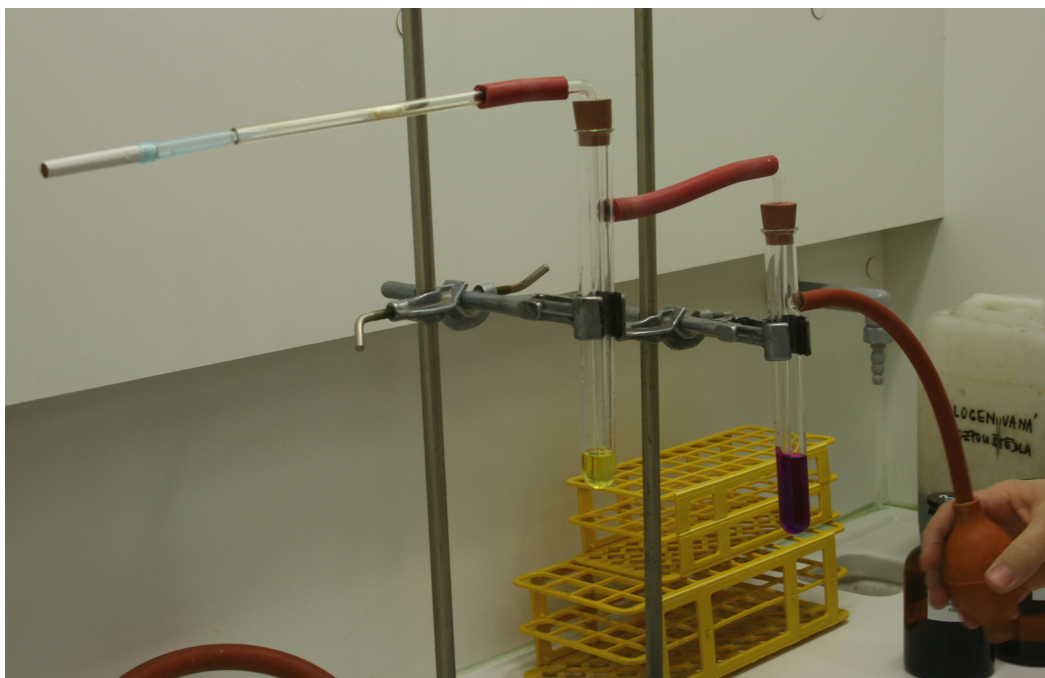
Schiffovo činidlo: 0,1% roztok fuchsínu odbarvený oxidem siřičitým;

Bradyho činidlo: roztok 2,4-dinitrofenylhydrazinu v koncentrované kyselině chlorovodíkové (1,2 g 2,4-dinitrofenylhydrazinu se rozpustí ve 12 cm³ koncentrované HCl. Vzniká světle žlutý roztok, který se míchá do zhoustnutí. Potom se přilije 600 cm³ zředěné HCl ($c = 2\text{ mol}\cdot\text{cm}^{-3}$) za neustálého míchání.)

Pomůcky: Zkumavky s bočním vývodem, stojany, svorky, držáky, kádinka, gumové hadice, skleněné trubičky zahnuté + vrtané zátky, rovná skleněná trubička, plastový nástavec na automatickou pipetu, vata, větší injekční stříkačka, balónek, cigareta

Postup:

Dvě zkumavky s bočním vývodem připevněte ke stojanům pomocí svorek. Do první nalijte do třetiny výšky Schiffovo činidlo (nebo roztok 1,2-dinitrofenylhydrazinu), do druhé roztok manganistanu draselného (nebo dichromanu draselného). Zahnutou skleněnou trubičku se zátkou nasadte na zkumavku tak, aby trubička zasahovala co nehlouběji do reagenčního roztoku. Druhý konec trubičky připojte krátkou hadičkou k rovné skleněné trubičce, která je naplněná cigaretovým filtrem (nebo malým množstvím jiného absorbentu, např. chloridu sodného a z obou stran uzavřená malým kouskem vaty). Na volný konec skleněné trubičky pomocí krátké hadičky (nebo plastovým nástavcem na automatickou pipetu) připojte cigaretu. Na boční vývod zkumavky připojte větší injekční stříkačku nebo balónek. Cigaretu zapalte a pomocí stříkačky nebo balónku protahujte činidly cigaretový dým. (Aparatura musí dobře těsnit!)



Aparatura před zahájením reakce roztoků na „kouření“

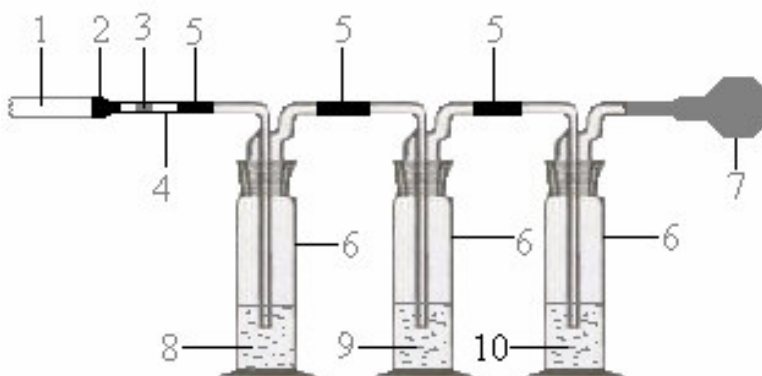
Pozorování a vysvětlení:

Pozorujte postupné zčervenání roztoku Schiffova činidla (v případě Bradyho činidla zakalení a tmavnutí až do oranžové barvy – vznik krystalků hydrazonů), což ukazuje na přítomnost aldehydů v cigaretovém dýmu, především **formaldehydu**. Dále pozorujte postupné zhřdnutí roztoku manganistanu – přítomnost **redukčních činidel** v cigaretovém dýmu. Žloutnutí až hnědnutí použitého absorbentu (filtru) a usazování tmavých kapiček na stěnách trubičky okolo indikuje **dehet**. Po vyjmutí filtru a vymytí

kapiček kondenzátu (ve vodě nerozpustného) v minimálním množství vody můžeme sesbírat na dně kádinky jeho kapičky.

Variace: Pokus lze uspořádat do promývacích lahví připojených k vývěvě. Jestliže použijete nasycený roztok síranu železnatého opatrně podvrstvený koncentrovanou kyselinou sírovou, vzniká hnědnoucí fialový prstenec - zbarvení roztoku ukazuje na přítomnost oxidů dusíku (NO, NO₂). Zaváděním dýmu do zkumavky s vápennou vodou lze prokázat oxid uhličitý. Ve slabých roztocích KMnO₄ se hnědnutím až odbarvováním detekují redukující látky jako primární a sekundární alkoholy a amidy, zbytkové aldehydy, hydrazin, kyanidy a další.

Nákres:



1. cigareta bez filtru
2. náústek
3. vata, filtr
4. skleněná trubička
5. spojovací hadička
6. promývačka
7. balónek
8. Schiffovo činidlo
9. konc. roztok FeSO₄
podvrstvený H₂SO₄
10. roztok KMnO₄

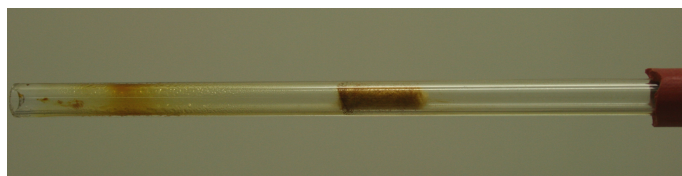
Látky přítomné v cigaretovém dýmu dle Mezinárodní agentury pro výzkum rakoviny (IARC): <http://monographs.iarc.fr/ENG/Monographs/vol38/volume38.pdf>

Acetaldehyde Acetone Acrolein Acrylonitrile and methyl acrylate Ammonia Benzene Benzo[a]pyrene Bicyclohexyl Crotonaldehyde Cyclopentane Cyclohexane Ethylamine	Dimethylamine Formaldehyde Furfural Hydrazine Hydrogen cyanide Methylamine Methyl chloride Methylpyrazines and 2,5-dimethylpyrazine 2-, 3- and 4-Methylpyridines 1-Methylpyrrolidine Nicotine	Nitric oxide Nitrogen dioxide 2-Nitropropane N-Nitrosamines PAH Propionaldehyde Pyridine Pyrrolidine Tar (=dehet) Trimethylamine Urethane Vinyl chloride
--	--	---

Pozn.: Za modifikaci pokusu děkujeme RNDr. V. Martínkovi, Ph.D.



Kuřák v akci ...



Výsledky po vykouření jedné cigarety: uvolnění oxidujících látek, aldehydů, kapičky dehtu zachycené v trubičce a na filtru



Přítomnost formaldehydu: změna barvy u Schiffova činidla a vznikem barevné sraženiny u Bradyho činidla

3. „Alkoholik“

Dechová zkouška alkoholu

Zadání: Detekujte alkohol pomocí „dýchacích“ trubiček.

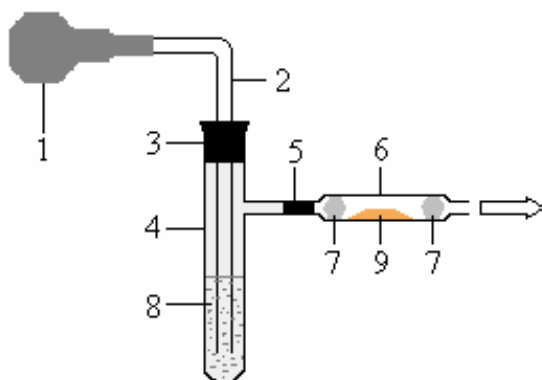
Chemikálie: ethanol, krystalky a roztoky $K_2Cr_2O_7$, $KMnO_4$, koncentrovaná H_2SO_4

Pomůcky: odsávací zkumavka, skleněná L-trubice, skleněná trubička (rovná, ke koncům zúžená), zátka s otvorem, skelná vata, silikagel, balónek

Postup:

Sestavte aparaturu podle nákresu a pomocí balónku pohánějte páry ethanolu přes práškový silikagel napuštěný okyseleným koncentrovaným roztokem $K_2Cr_2O_7$.

Nákres:

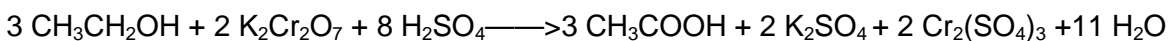
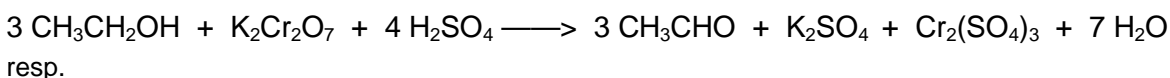


1. balónek
2. skleněná L-trubice
3. zátka s otvorem
4. odsávací zkumavka
5. spojovací hadička
6. skleněná trubička na koncích zúžená
7. skelná vata
8. ethanol
9. silikagel + $K_2Cr_2O_7$ + H_2SO_4

Pozorování a vysvětlení:

Oranžově zbarvený dichroman začne měnit barvu, postupně zelená. Páry ethanolu redukuje oranžový roztok dichromanu draselného (okyselený H_2SO_4), napuštěný v silikagelu, na zelený síran chromitý. Přítomnost chromitých kationtů v roztoku se projeví výrazně zelenou barvou.

Princip úlohy – rovnice reakcí probíhající v trubičce:



Didaktické poznámky:

Pokus lze zařadit jako demonstrační i jako žákovský při probírání tematického celku „Alkoholy“ nebo „Prvky skupiny chromu“.

Pokus velice dobře vychází, použijeme-li originálních profesionálních trubiček na detekci alkoholu - profesionální „dýchací trubičky“, kterých používá dopravní policie.

Trubička
pro detekci
alkoholu v dechu



4. „Smutný konec gumového medvídká“

Chování sacharidů k oxidačním činidlům

Zadání: Vyzkoušejte reakci sacharidu s prudce oxidačním činidlem.

Chemikálie: krystalický chlorečnan draselný, gumový medvídek

Pomůcky: zkumavka, stojan s držákem na zkumavky, kahan

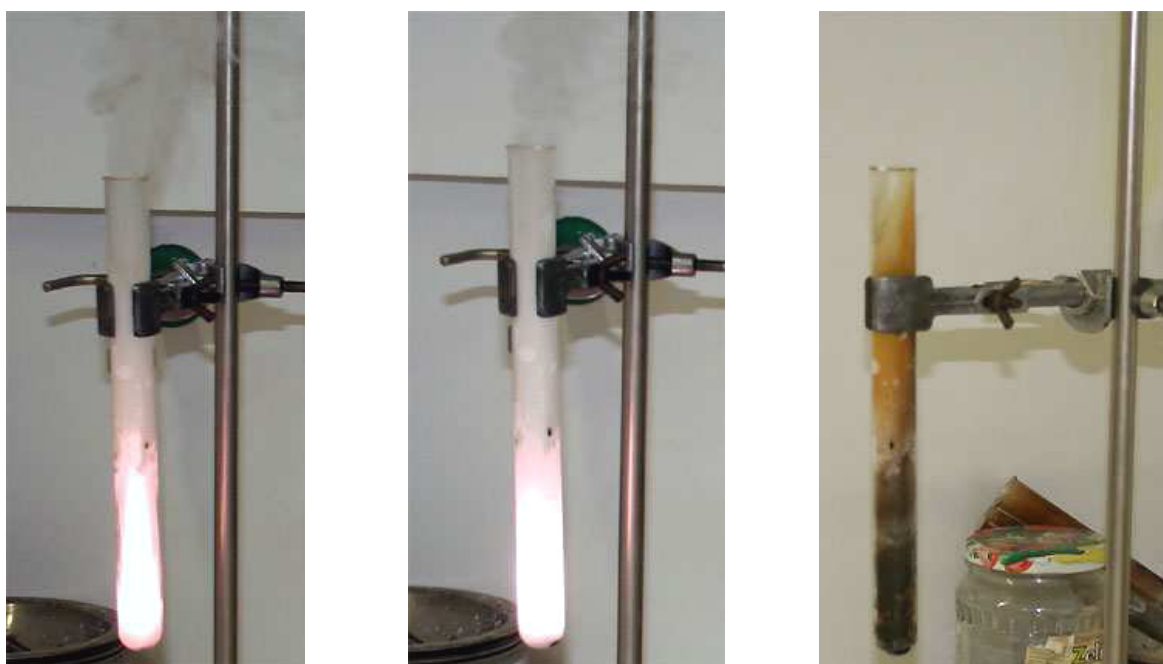
Postup:

Do zkumavky v držáku na stojanu vpravte asi 2 - 3 g chlorečnanu draselného, který roztavte v plameni kahanu. Do taveniny chlorečnanu draselného vhodte želatinového medvídká (postačí půlka), kterého kupujeme jako sladkost pro děti. Pokus provádějte v digestoři, dodržujte pravidla bezpečnosti práce.

Pozorování a vysvětlení:

Dojde k prudké oxidační reakci se světelným efektem. Jedná se o prudké hoření sacharidů v silně oxidačním činidle.

Pozn.: Za námět děkujeme RNDr. Petru Kolorosovi



Smutný konec gumového medvídká a co po něm zbylo...

5. „Faraónovi hadí“

Chování sacharosy za vysoké teploty

Zadání: Vyzkoušejte chování sacharosy za vysoké teploty v přítomnosti hydrogenuhličitanu.

Chemikálie: sacharosa (cukr krupice), hydrogenuhličitan sodný (jedlá soda), ethanol

Pomůcky: větší porcelánová miska, třecí miska s tloučkem, kádinka, arch filtračního papíru, špejle, inertní nehořlavý materiál (např. popel z ohniště, cigaretový popel, písek, silikagel, prášková skořice)

Postup:

1. Do porcelánové misky nasypete nehořlavý sypký inertní materiál (popel, písek, silikagel, skořicový prášek nebo oxid chromitý - např. z pokusu „sopka na stole“, tj. konečný produkt termického rozkladu $(\text{NH}_4)_2\text{Cr}_2\text{O}_7$, apod.) a vytvořte v něm důlek.
2. Na papíru promíchejte sacharosu a hydrogenuhličitan sodný v objemovém poměru 10 : 1 (malé lžičky), asi 3 lžičky směsi vsypte do důlku.
3. Inertní materiál (např. oxid chromitý) v misce kolem směsi sacharosu a sody důkladně rovnoměrně ovlhčete asi 10-15 cm³ ethanolu a celou takto připravenou směs špejlí zapalte – v digestoři nebo volně větraném prostoru.
4. Sledujte průběh reakce. Který prvek tvoří černou složku „těla hada“? Zkuste vysvětlit, proč „had roste“.

Pozorování a vysvětlení:

CO₂ uvolněný z jedlé sody vyplňuje vznikající karamel, který vytváří různé útvary podobné hadům.



Didaktická poznámka: použitý písek, silikagel či oxid chromitý vrátíme do prachovnice, lze ho opakovaně používat!



Faraónovi hadi

6. „Antimon kreslíř“

Chování roztaveného antimonu

Zadání: Vyzkoušejte chování a účinky roztaveného prvku antimonu

Chemikálie: antimon

Pomůcky: malý porcelánový kelímek (výška asi 2 cm - kónický), chemické kleště, lžička, plynový kahan, velká fotografická miska (víko od krabice min. 30 x 60 x 5 cm), filtrační papír, ochranný štít nebo brýle

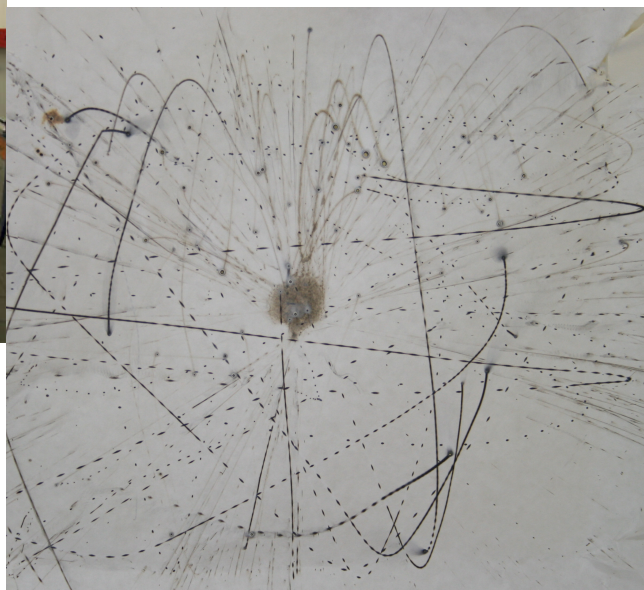
Postup:

1. Velkou fotografickou misku nebo víko krabice vyložte filtračním papírem (papír tvoří rovnou plochu s ohnutými okraji).
2. Do porcelánového kelímku vložte kousek antimonu (velikost 2 hrášky).
3. Kelímek uchopte do kleští a nad plamenem kahanu antimon roztavte (až se vytvoří stříbrolesklá kulička).
4. Roztavený antimon z výšky 40 – 50 cm rychle vylijte na filtrační papír.
5. Pozorujte „rejdění“ kuliček antimonu po papíře.

Didaktická poznámka:

! POZOR! kousky roztaveného antimonu mohou „vyskočit“ z misky! Použijte ochranný štít nebo brýle! Kuličky vychladlého antimonu sesypejte zpět do zásobní prachovnice!

Pozn.: Za náměty k pokusům č. 5 a 6 děkujeme doc. RNDr. M. Klečkové, CSc.



Abstraktní obrázek:
stopy po řádění kuliček antimonu

7. „Sloní pasta“

Ukázka účinků prudce uvolněného plynu

Zadání: Dejte se překvapit účinky uvolněného plynu.

Chemikálie: roztok peroxidu vodíku 10% (30%), saponát, potravinářské barvivo, nasycený roztok jodidu draselného

Pomůcky: odměrný válec, kádinky, skleněná tyčinka, filtrační papír

Postup:

Do odměrného válce vlijte 4 cm³ 10% (30%) H₂O₂, 2 cm³ saponátu a promíchejte. Přidejte pár kapek potravinářského barviva, které necháte stékat po stěně válce. Potom opatrně vlijte rychle z kádinky do válce 4 cm³ nasyceného roztoku KI.

Válec ještě před pokusem umístěte na filtrační papír (nebo do průhledné široké skleněné vany), aby nedošlo ke znečištění demonstračního stolu.



Sloní zubní pasta?

Pozorování:

Po vlití nasyceného roztoku KI dojde k překvapivému bouřlivému růstu vznikající pěny, způsobené přítomností dobře pěnivého saponátu v reakční směsi – uvolněný plyn tvoří množství bublinek. Pro větší efekt přidejte ještě potravinářské barvivo – vzniklá pěna připomíná „zubní pastu pro slony“.

Didaktická poznámka:

Pokus je překvapivě rychlý a efektní v demonstračním provedení učitelem za použití 30% peroxidu vodíku. Pokud jej budou provádět žáci sami, doporučujeme práci se zředěným peroxidem vodíku.

8. „Hořící gel“

Rozpustnost látek v závislosti na rozpouštědle

Zadání: Připravte si „gelovou svíčku.“

Chemikálie: ethanol $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$, octan vápenatý $(\text{CH}_3\text{COO})_2\text{Ca}$, roztok fenolftaleinu, zředěný roztok NaOH , H_2O

Pomůcky: trojnožka, síťka, kádinky, zápalky, skleněná tyčinka, filtrační papír, špejle

Postup:

1. V kádinkách si připravte následující roztoky:

A: Ve 150 cm^3 kádince rozpustíte 4 g octanu vápenatého v 13 cm^3 vody. Vzniká nasycený roztok. Přidejte několik kapek zředěného roztoku hydroxidu sodného.

B: Do druhé kádinky nalijte 100 cm^3 ethanolu a 1 cm^3 indikátorového roztoku fenolftaleinu.

2. Roztok **B** prudce nalijte do roztoku **A** a pozorujte. Po chvíli gel na povrchu zapalte hořící špejlí.

Pozorování a vysvětlení:

Octan vápenatý je látka málo rozpustná v ethanolu. Proto přilitím ethanolu do nasyceného roztoku octanu vápenatého vzniká gel. Růžovou barvu gelu způsobí fenolftalein v zásaditém prostředí hydroxidu sodného.

Plamen uhasíte přiložením síťky nebo hodinového skla na kádinku. Gel je možno zapálit znovu i po několika dnech.

Kádinka se během hoření gelu zahřívá. **Pozor na popálení!**



Příprava gelu





Zapalování gelu špejlí

Pozn.:

Za náměty k pokusům č. 7 a 8 děkujeme

doc. RNDr. Marii Solárové, Ph.D.



Hoření „gelové svíčky“

9. „Modrá a duhová baňka“**Barevné přechody redoxních indikátorů**

Zadání: Vyzkoušejte si „kouzelnou“ baňku.

Chemikálie: hydroxid sodný, glukosa, indikátory: roztok methylenové modři v ethanolu, indigokarmín.

Pomůcky: Kulatá nebo Erlenmayerova baňka (250 nebo 500 cm³), zátka

Postup:

A: 10 g hydroxidu sodného rozpustíte ve 500 cm³ vody. Ve vzniklém roztoku rozpustíte 10 g glukosy a přidejte několik kapek indikátoru – methylenové modři. Baňku zazátkujte, roztok dobře promíchejte a ponechte v klidu. Po chvíli se modrý roztok odbarví. Opět jej intenzívně protřepejte a nechte v klidu – dochází k pravidelným změnám barev.

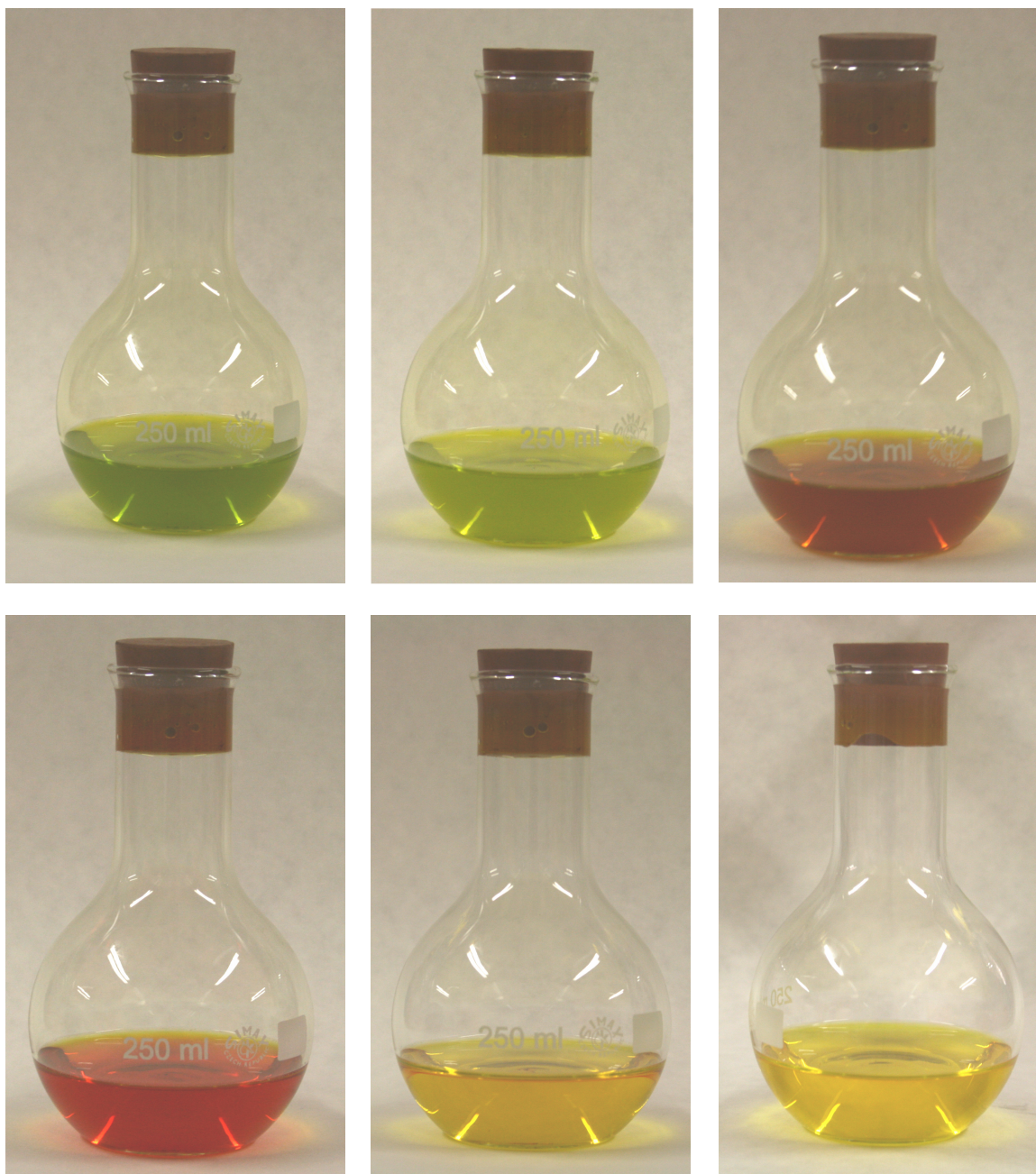
B: 4 g hydroxidu sodného nebo draselného rozpustíte asi v 150-200 cm³ vody a nechte ochladit. Do vzniklého roztoku přidejte 4,5 g glukosy a po jejím rozpuštění vlijte 0,5% roztok indigokarmínu ve vodě (popř. vsypte pevný indikátor – asi 0,03g). Baňku zazátkujte, dobře promíchejte, protřepejte a nechte stát v klidu. Po určité době získá čirý roztok v baňce světle žlutou barvu. Poté promíchejte roztok krouživým pohybem – barva se změní na temně červenou. Jakmile tento roztok intenzívně silně protřepejte, roztok zezelená. Pozorujte změny barev ze zelené na hnědou až bordó, červenou, oranžovou až světle žlutou. Celý cyklus lze vícekrát zopakovat.

Princip a vysvětlení:

Pokusy jsou založeny na různě barevných (nebo bezbarvých) redukovaných formách jednotlivých indikátorů v roztoku, které se tvoří působením glukosy na ně v alkalickém prostředí, a na postupné zpětné oxidaci indikátorových barviv vzdušným kyslíkem přítomným v rozpouštědle po protřepání na jinou barevnou formu. Indigokarmín vykazuje dokonce několik barevných přechodů. Celý děj se opakuje tak dlouho, dokud není glukosa vyčerpána.

Didaktická poznámka:

Úspěšnou realizaci pokusů podmiňuje použití čerstvě připravených roztoků.



Barevné přechody v duhové baňce

10. A nakonec: „Zapálený učitel chemie“

**Co dokáže profesionál !
(lampový olej a zapalovač)**

Další zajímavé náměty na jednoduché pokusy lze najít také na internetové adrese:

www.natur.cuni.cz/~kudch/main/JPD3