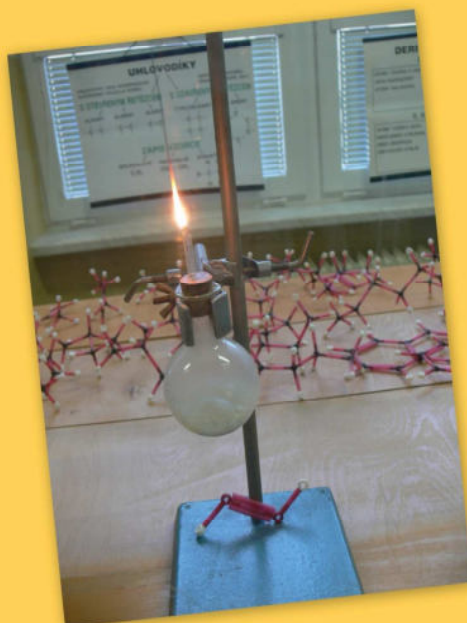


Vladimír Hůlka, Zdenka Kőnigsmarkov

# Organick chemie v pokusech



Autor: PaedDr. Vladimír Hůlka  
Koordinátorka projektu: PaedDr. Zdenka Kőnigsmarkov  
Fotodokumentace: Vanda Bočková, akyn IX.B



**Projekt: Přispějme k ještě kvalitnější a modernější výuce na ZŠ Chotěboř Buttulova**

Registrační číslo projektu CZ.01.07/1.1.01/01.0004

Tento projekt je spolufinancován Evropským sociálním fondem a státním rozpočtem České republiky.

## **Organická chemie v pokusech**

Tato příručka vznikla v rámci projektu realizovaného v době od února 2009 do června 2010  
Základní školou Chotěboř, Buttulova 74, okres Havlíčkův Brod

**Autor příručky: PaedDr. Vladimír Hůlka**  
**Koordinátorka projektu: PaedDr. Zdenka Kónigsmarková**  
**Fotodokumentace: Vanda Bočková, žákyně IX.B**  
**Poděkování: PaedDr. Martině Hejdukové za jazykové úpravy**

# Obsah

<b>1. Důkaz složení organických látek</b>	<b>8</b>
Tepelný rozklad přírodních organických sloučenin	8
Tepelný rozklad cukru	8
Tepelný rozklad dřeva	9
Tepelný rozklad buničiny	9
Tepelný rozklad papíru	9
Tepelný rozklad vaty	10
Tepelný rozklad vlny	10
Tepelný rozklad vlasů	11
Tepelný rozklad nehtů	11
Tepelný rozklad masa	12
Důkaz oxidu uhličitého uvolněného při zahřívání org.látky	12
Důkaz fosforu v biologickém materiálu	13
<b>2. Uhlovodíky</b>	<b>15</b>
Modely nejjednoduššího uhlovodíku methanu	15
Kalotové modely – alkanů, alkenů, alkinů, izomerů	16
<b>3. Rozmanitost organických sloučenin – homologické řady uhlovodíků</b>	<b>17</b>
Homologická řada alkanů	17
Homologická řada alkenů	18
Homologická řada alkinů	18
Cykloalkany	18
Uhlovodíky aromatické	18
<b>4. Uhlovodíky nasycené</b>	<b>19</b>
Vlastnosti propanu, butanu	19
<b>5. Příprava chloru</b>	<b>20</b>
<b>6. Příprava bromu</b>	<b>21</b>
<b>7. Reakce nasycených uhlovodíků</b>	<b>22</b>
Reakce butanu s kovy	22
Reakce butanu s nekovy	22
<b>8. Reakce cykloalkanů s bromem a jodem</b>	<b>23</b>
Reakce cyklohexanu s bromem a jodem	25
Hoření cyklohexanu	25
<b>9. Uhlovodíky nenasycené</b>	<b>26</b>
Příprava ethinu	26
Reakce ethinu s bromem – adice	26
Adice	26
Důkaz hydroxidu vápenatého	26
Příprava a hoření ethinu	27
Důkaz hydroxidu vápenatého po reakci acetylidu vápenatého s vodou	28
<b>10. Uhlovodíky aromatické</b>	<b>29</b>
Benzen, naftalen, antracen	29
<b>11. Vlastnosti aromatických uhlovodíků</b>	<b>30</b>
Hoření benzenu, naftalenu, antracenu	30
Reakce benzenu, naftalenu a antracenu a bromovou vodou	31
Sublimace směsi naftalenu s bromovou vodou	32
<b>12. Deriváty uhlovodíků – molekulové modely</b>	<b>33</b>
Komponenty modelů	33
Druhy derivátů uhlovodíků odvozené od methanu	34
Halogenderivát, hydroxyderivát, nitroderivát, aminoderivát	34
Druhy derivátů uhlovodíků odvozené od benzenu	35
Chlorbenzen, fenol, nitrobenzen, aminobenzen	35
Monochlormethan, dichlormethan, trichlormethan, tetrachlormethan	35
Homologická řada halogenderivátů	36
Homologická řada alkoholů	37
Homologická řada aldehydů	38
Homologická řada organických, karboxylových kyselin	39
Aminokyseliny	40

Peptidická vazba	40
<b>13. Alkoholy – hydroxyderiváty</b>	<b>41</b>
Destilace vína	41
Hoření ethanolu	41
Rozpouštění jodu v ethanolu	41
Sublimace jodu	41
Důkaz mírné kyselosti piva	42
Důkaz alkoholu v pivu	42
Reakce ethanolu s kovy	43
Extrakce kmínové silice	44
Jodoformová zkouška na alkohol	45
<b>14. Aldehydy – kyslíkaté deriváty</b>	<b>46</b>
Oxidace ethanolu za vzniku ethanal	46
Příprava derivátů uhlovodíků substitucí – příprava brombenzenu	47
<b>15. Organické kyseliny</b>	<b>48</b>
Důkaz, že organické kyseliny reagují obdobně jako kyseliny anorganické	48
Reakce kyseliny ethanové se zinkem	48
Rozklad uhličitanu vápenatého	49
Neutralizace kyseliny octové hydroxidem sodným	49
Esterifikace	50
Příprava rumové esence	50
Ukázka přípravy rumu	51
<b>16. Fenoly – hydroxyderiváty</b>	<b>52</b>
Barevné reakce fenolů	52
Redukční účinky hydrochinonu	53
Princip fotografických vývojek	53
Redukční účinky aldehydů	54
Redukční účinky aldehydů při působení na soli stříbrné	55
<b>17. Přírodní látky</b>	<b>56</b>
<b>18. Cukry</b>	<b>56</b>
Monosacharidy	56
Fotosyntéza	56
Disacharidy	56
Polysacharidy	56
Příklady celulózy	57
Hoření sacharózy	57
Důkaz škrobu	59
Štěpení škrobu kyselinami	59
Hydrolyza sacharózy	60
Důkaz produktů hydrolyzy sacharózy	60
<b>19. Tuky</b>	<b>61</b>
Extrakce oleje z máku	61
Rozpouštění tuků	61
<b>20. Mýdla</b>	<b>62</b>
Zmýdelňování tuků	62
Mýdlový roztok reaguje zásaditě	62
Důkaz vyšších mastných kyselin v mýdle	62
Rozpouštění mýdla v měkké a tvrdé vodě	63
<b>21. Bílkoviny</b>	<b>64</b>
Složení vejce	64
Rozpouštění bílkovin ve vodě	64
Chování bílkovin při zahřívání	64
Srážení bílkovin fenolem	65
Působení ethanolu na bílkovinu	66
Působení formaldehydu na bílkovinu	66
Působení minerálních kyselin na bílkovinu	67
Působení solí těžkých kovů na bílkovinu	67
Xantoproteinová reakce	68
Biuretova reakce	68
Působení louhů na bílkovinu	69



<b>22. Difúze chemických látek v hustém prostředí</b>	<b>69</b>
Příprava chemické zahrádky	69
<b>23. Chromatografie</b>	<b>70</b>
Oddělování složek směsí potravinářských barviv	70
<b>24. Babský recept – železné hřebíky a jablko</b>	<b>70</b>
<b>25. Elektrochemie</b>	<b>71</b>
Oxidace a redukce	71
Řada elektrochemického napětí kovů	71
Chemické zdroje energie	71
Elektrolýza	71
Elektrolýza roztoku chloridu sodného	71
Elektrolýza s uhlíkovými elektrodami	72
Elektrolýza s kovovými elektrodami	73
Jednoduché chemické zdroje elektrické energie	73
Ověření účinnosti jednoduchého chemického zdroje	74

## Předmluva

Příručka **Organická chemie v pokusech** navazuje na **Malou příručku chemie pro žáky ZŠ – Chemické látky v domácnosti**. V první příručce jsme se ve školním roce 2008 – 2009 pokusili společně se žáky IX. ročníků přiblížit chemii především běžné každodenní praxi. Hlavně proto, že sice část žáků (zhruba 1/3) tuto vědní disciplínu na úrovni ZŠ vcelku dobře zvládala a pochopila její význam, ale pro přibližně 1/3 žáků byla chemie předmětem velmi náročným, abstraktním, těžko uchopitelným, a tudíž jakýmsi nutným „zlem“, které musí absolvovat jen kvůli určité úrovni školních známek v návaznosti a přímé souvislosti s volbou budoucího povolání (přijetí na SŠ). Proto jsme se zaměřili na chemické látky v domácnosti tak, aby každý žák, dle svého zaměření, mohl uplatnit své vědomosti, dovednosti a hlavně praktické zkušenosti. Úkolem žáků bylo tyto látky vyhledat a dle svých možností analyzovat – tj. určovat jejich chemické složení, názvy, vzorce, použití a označit je příslušnými symboly nebezpečnosti. Této problematice jsme věnovali mimořádnou pozornost, a proto jsme žákům poskytli tzv. **Bezpečnostní listy** chemických látek a prostředků dostupných v maloobchodní síti ČR. V průběhu této fáze projektu jsme zjistili, že se žáci o chemické látky v domácnosti začali skutečně zajímat a s narůstající informovaností a znalostí problematiky zjišťovali jejich nezastupitelnost a velký přínos, ale zároveň si začali uvědomovat i jejich nebezpečnost při špatném – nevhodném - využití, či dokonce zneužití.

Za nejdůležitější výsledek však považujeme skutečnost, že si naprostá většina žáků uvědomila, jakým způsobem chemie a její produkty ovlivňují jejich život a že alespoň **elementární teoretické vědomosti a získané praktické dovednosti z výuky chemie ze ZŠ nutně potřebují**.

Vzhledem k tomu, že naprostá většina chemických látek používaných v domácnosti, patří do kategorie **Organické chemie**, jsme se rozhodli, za aktivní účasti žáků současných IX. ročníků, vypracovat příručku č. 2 **Organická chemie v pokusech**. Tato příručka vychází z náplně výuky chemie pro IX. ročník ZŠ. Použili jsme tři základní metody každé exaktní přírodní vědy: 1. pokus, 2. pozorování, 3. měření, s důrazem na metodu první.

Příručka je souborem základních experimentů zařazených a doporučených pro výuku organické chemie v IX. ročníku ZŠ. V závěru příručky jsme zařadili i pokusy z elektrochemie – průřezové téma chemie- fyzika ... stavba atomů, prvky elektropozitivní, prvky elektronegativní, elektrochemická řada napětí kovů, chemické zdroje energie, elektrolýza.

Všechny experimenty jsou chronologicky rozfázovány, zdokumentovány fotografiemi a deklarovány chemickým zdůvodněním, včetně chemických vzorců a rovnic. Na většině experimentů se podíleli přímo žáci, některé byly provedeny žáky za asistence učitele, náročnější pokusy (např. hoření ethinu, příprava chloru a pokusy s látkami obecně nebezpečnými), byly provedeny učitelem v učebně chemie, výjimečně jen v laboratoři (ethin, chlor, benzen ...).

**Příručka Organická chemie v pokusech** je určena především žákům IX. ročníku ZŠ. Náznorným způsobem ukazuje chemické látky nejen z hlediska jejich vzhledu, složení, případně struktury, ale především prostřednictvím pokusů tyto látky a jejich přeměny na látky jiné – nové, žákům výrazným způsobem přibližuje.

**Příručka Organická chemie v pokusech** může být určena i učitelům chemie pro ZŠ, protože je souborem návodů a praktických pokusů vysvětlujících složení, strukturu, vlastnosti látek a jejich proměny při chemických reakcích.

# Úvod

**Organická chemie** je nauka o sloučeninách uhlíku. Zpočátku bylo úkolem tohoto odvětví chemie studovat pouze složení a vlastnosti látek vyskytujících se pouze v rostlinných a živočišných tělech organismů. Protože se je dlouho nedařilo připravit uměle (synteticky), vznikla hypotéza, že se organické látky mohou vytvořit jen v živém organismu působením jakési „živé síly“. Tato domněnka se uplatňovala ještě na počátku 19. století. Zlom nastal v roce 1828, kdy se podařilo německému chemikovi Friedrichu Wöhlerovi poprvé připravit z anorganické (neústrojné) látky kyananu amonného typický produkt látkového metabolismu savců – organickou sloučeninu močovinu. Následovaly další syntézy a za téměř dvě staletí, která od té doby uplynula, se podařilo uměle připravit obrovské množství látek, které po miliony let vyráběly pouze organizmy, ale i látek, které umí připravit pouze člověk (např. umělá barviva, léčiva, desinfekční prostředky, výbušniny, plastické hmoty, umělá vlákna....).

V čem spočívá obrovské množství a rozmanitost organických sloučenin, které jsou navíc tvořeny jen několika prvky (C, H, O, N ve větším množství, Mg, K, Ca, P, Na, S, Cl, Fe v množstvích daleko menších)?

1. Zvláštní postavení uhlíku vůči ostatním prvkům, které se projevuje ve fyzikálních a chemických vlastnostech jeho sloučenin.
2. Atom uhlíku je v organických sloučeninách čtyřvazný (čtyřmocný), a proto se může slučovat (vázat) se čtyřmi jednovaznými atomy nebo skupinami atomů (uhlovodíky, deriváty uhlovodíků, cukry, tuky, bílkoviny, nukleové kyseliny).
3. Všechny čtyři vazby uhlíku jsou rovnocenné.
4. Atomy uhlíku se mohou vázat nejen s jinými atomy prvků (skupinami prvků), ale také vzájemně, a vytvářet řetězce s vazbami jednoduchými, dvojnými, trojnými. Řetězce mohou být otevřené (lineární – přímé, izomerické – rozvětvené) nebo uzavřené (cyklické).

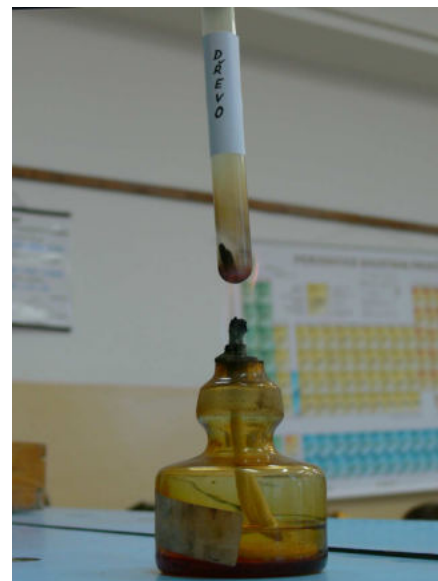
## 1. Důkaz složení organických látek

Tepelný rozklad přírodních organických sloučenin – cukr (sacharóza  $C_{12}H_{22}O_{11}$ ) dřevo (celulóza  $(C_6H_{10}O_5)_n$ ), buničina  $(C_6H_{10}O_5)_n$ , papír  $(C_6H_{10}O_5)_n$ , vata  $(C_6H_{10}O_5)_n$ , vlna  $(C_6H_{10}O_5)_n$ , vlasy, nehty (keratiny – bílkoviny), maso (bílkoviny –  $NH_2-CH_2-COOH$ ).



Tepelný rozklad cukru – disacharid (sacharóza  $C_{12}H_{22}O_{11}$ ) - cukr při zahřívání taje, žlutne, hnědne, karamelizuje, černá ... zkumavka se orosuje ... uvolňuje se voda ... důkaz složení cukru: **C, H, O**







Tepelný rozklad dřeva – polysacharid (celulóza  $(C_6H_{10}O_5)_n$ ) – dřevo při zahřívání hnědne, černá ...zkumavka se orosuje ... uvolňuje se voda ... důkaz složení dřeva: **C, H, O**

Dřevo jehličnatých a listnatých stromů obsahuje 40 – 50 % buničiny, 25 – 30 % hemicelulózy (přechod mezi rezervními polysacharidy a celulózu, 30 % ligninu.

Tepelný rozklad buničiny, která obsahuje 85 – 90 % celulózy  $(C_6H_{10}O_5)_n$  - při zahřívání hnědne, černá ... zkumavka se orosuje ... uvolňuje se voda ... důkaz složení buničiny: **C, H, O**

Tepelný rozklad papíru – polysacharid (celulóza  $(C_6H_{10}O_5)_n$ ) – papír při zahřívání žlutne, hnědne, černá ... zkumavka se orosuje ... uvolňuje se voda ... důkaz složení papíru: **C, H, O**

Tepelný rozklad vaty – téměř čistá celulóza  $(C_6H_{10}O_5)_n$  – při zahřívání hnědne, černá ... zkumavka se orosuje ... uvolňuje se voda ... důkaz složení vaty: **C, H, O**

Tepelný rozklad vlny – téměř čistá celulóza  $(C_6H_{10}O_5)_n$  - při zahřívání hnědne, černá ... zkumavka se orosuje ... uvolňuje se voda ... důkaz složení vlny: **C, H, O**

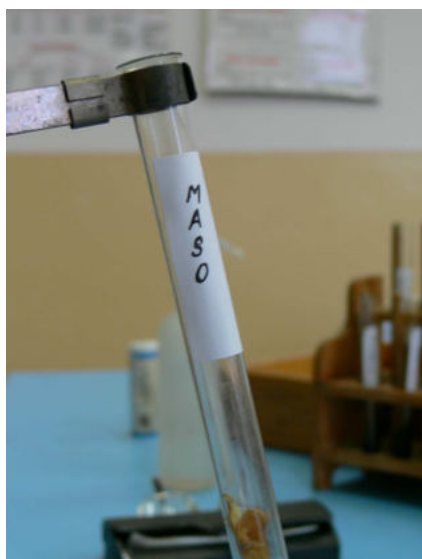
Tepelný rozklad vlasů – bílkoviny **keratiny** (kolem molekul bílkovin se váže málo molekul vody) – při zahřívání vlasy černají, zkumavka se orosuje ... uvolňuje se voda, amoniak  $\text{NH}_3$  – důkaz indikátorem, univerzální pH papírek modrá –  $\text{NH}_3 + \text{HOH} \longrightarrow \text{NH}_4\text{OH}$  (hydroxid amonný), dále se uvolňuje výrazně zapáchající sirovodík  $\text{H}_2\text{S}$  ... důkaz složení vlasů: C, H, O, N, S



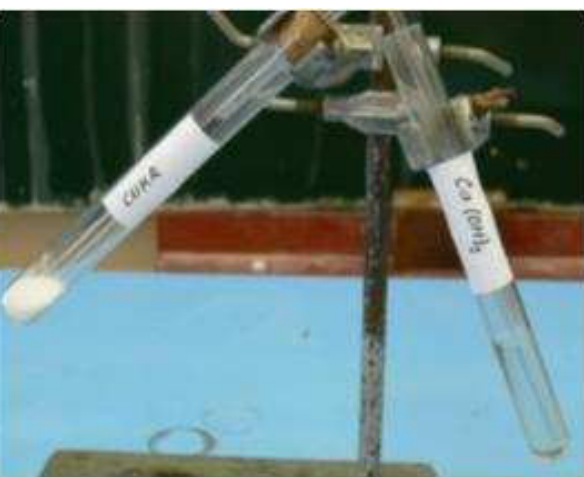
Tepelný rozklad nehtů – tvrdé bílkoviny (**keratiny**) – při zahřívání tmavnou, černají a uniká hustý hnědý dým ... zkumavka se orosuje ... pronikavý zápach sirovodíku  $\text{H}_2\text{S}$  a amoniaku  $\text{NH}_3$ , který jsme dokázali univerzálním pH papírkem – modré zbarvení indikuje hydroxid amonný  $\text{NH}_4\text{OH}$ . Důkaz složení nehtů: C, H, O, N, S



Tepelný rozklad masa – bílkoviny (např. glycin, kyselina aminoethanová  $\text{NH}_2\text{CH}_2\text{COOH}$ ) – při zahřívání postupně hnědne až černá a uniká hustý hnědý až černý dým ... zkumavka se orosuje ... zápach po sirovodíku  $\text{H}_2\text{S}$  a amoniaku  $\text{NH}_3$ , který jsme dokázali univerzálním pH papírkem – modré zbarvení dokazuje přítomnost vzniklého hydroxidu amonného  $\text{NH}_4\text{OH}$ . Důkaz složení masa: C, H, O, N, S.



Důkaz, že se při zahřívání přírodních organických látek uvolňuje oxid uhličitý  $\text{CO}_2$ .  
Cukr ... zahřívání ...  $\text{CO}_2$  ... zavádění do vápenné vody ( $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ) ...  $\text{CO}_2 + \text{Ca}(\text{OH})_2 \longrightarrow \text{CaCO}_3 + \text{H}_2\text{O}$  ...  
zákal ... vzniká nerozpustný uhličitán vápenatý  $\text{CaCO}_3$ .





## Důkaz fosforu v biologickém materiálu



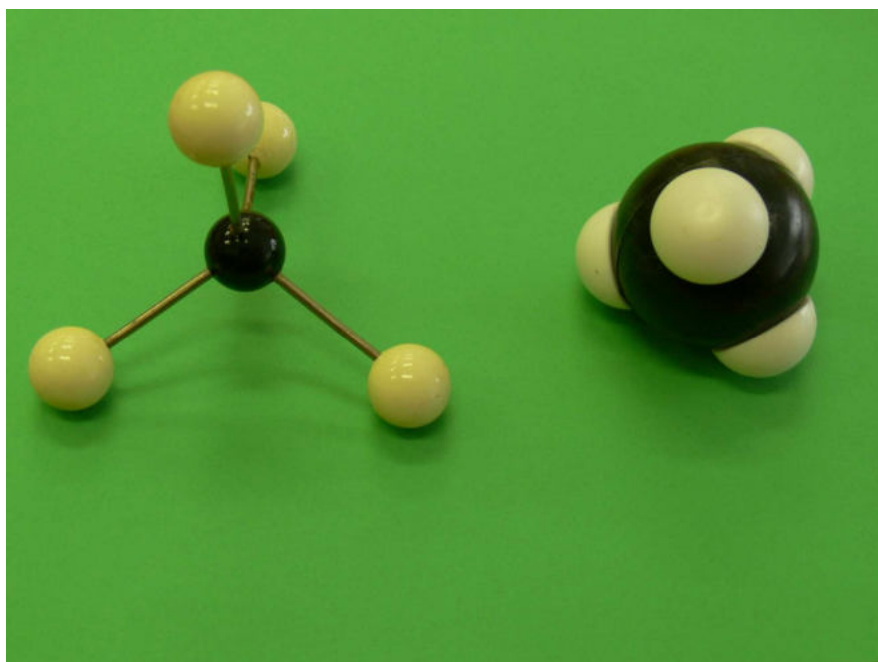
V porcelánovém kelímku vyžeháme jádra ořechů (tabáku apod.) až na bílý popel. Po ochlazení přidáme několik kapek octa  $\text{CH}_3\text{COOH}$  a destilované vody. Provedeme filtraci a dusičnanem stříbrným  $\text{AgNO}_3$  provedeme důkaz fosforu. Vzniká bílá sraženina – fosfor ve formě kyseliny fosforečné  $\text{H}_3\text{PO}_4$ .







## 2. Uhlovodíky

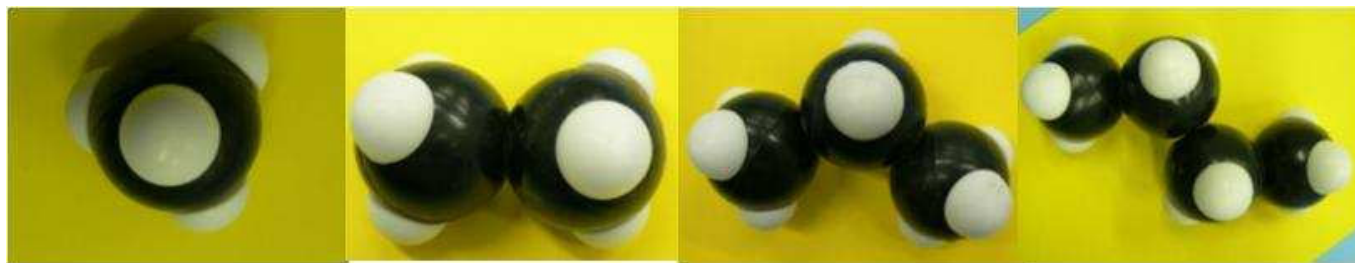


Model nejjednoduššího uhlovodíku alifatického – alkanu - parafinu methanu  $\text{CH}_4$

Prvek	Tvar	Barva
H		bílá
O	a	červená
hal.		žlutá
C	b	černá
S	c	žlutá
O	d	červená
N	j	modrá
C		černá
N		modrá
O		červená
S	k	žlutá
P		červená
hal.		žlutá
C		černá
hal.		žlutá
kov	l	šedá
P	m	červená
centrál. atom	p'	šedá
	p	
	p'	
pomocný prvek nás.vazby	y	čirá

## Kalotvé modely

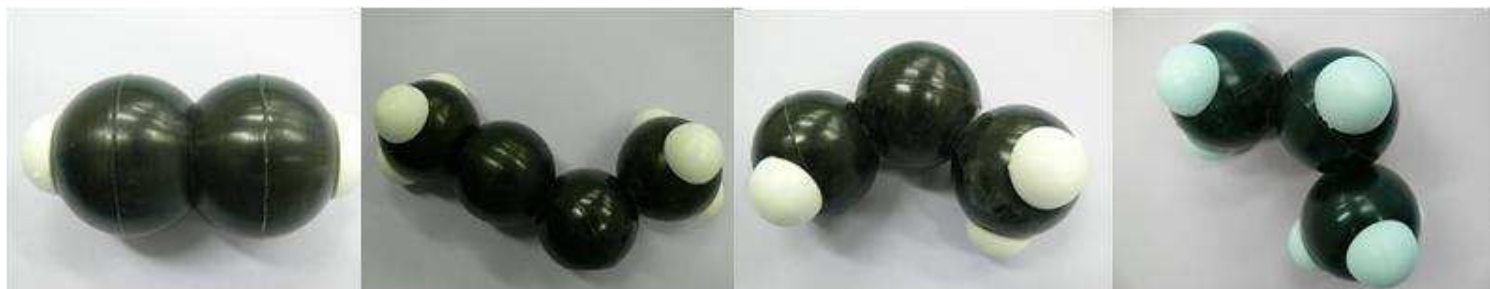
### Alkany, parafíny $C_nH_{2n+2}$

methan  $CH_4$ ethan  $C_2H_6$ propan  $C_3H_8$ butan  $C_4H_{10}$ 

### Alkeny, olefiny $C_nH_{2n}$

ethen  $C_2H_4$ propen  $C_3H_6$ buten  $C_4H_8$ 

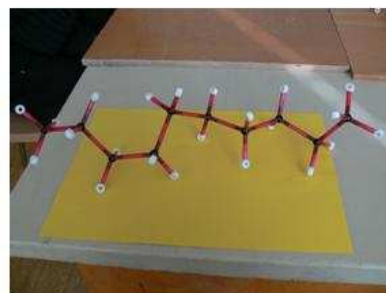
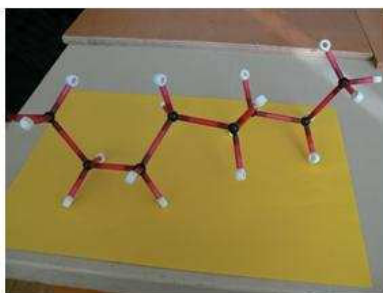
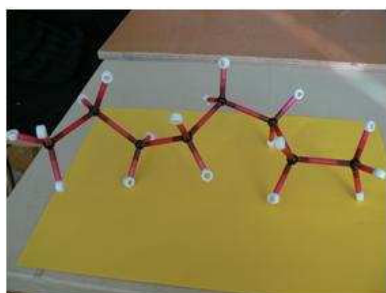
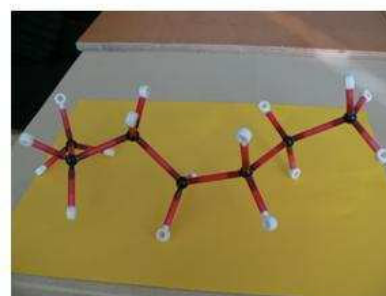
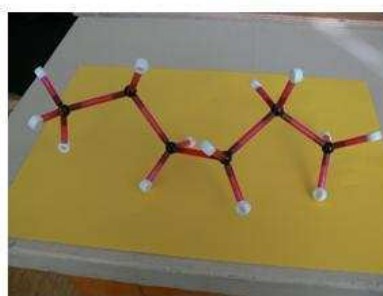
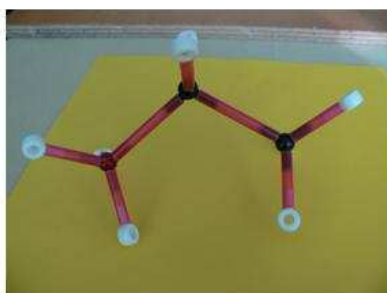
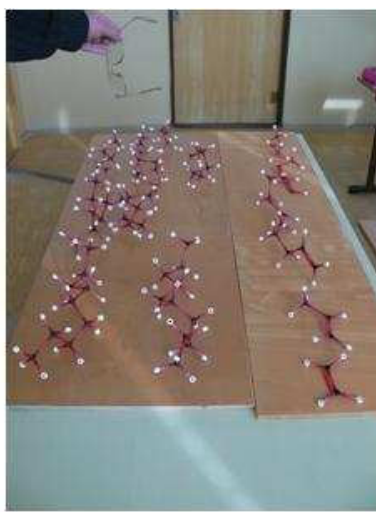
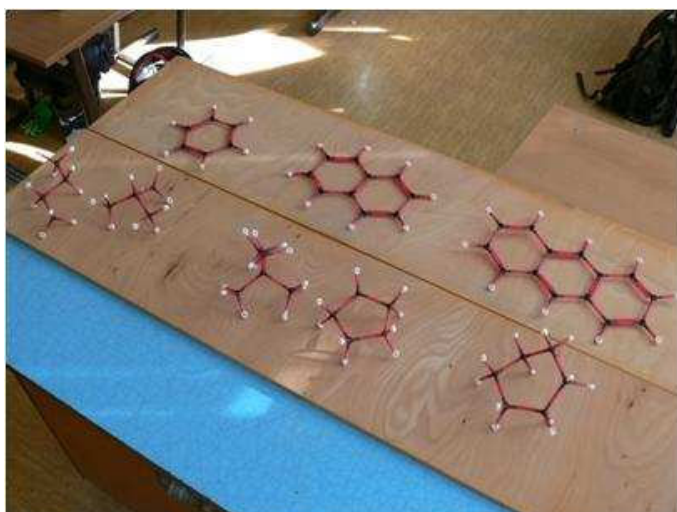
### Alkiny, acetyleny $C_nH_{2n-2}$

ethin  $C_2H_2$ butin  $C_4H_6$ propin  $C_3H_4$  v porovnání s propanem  $C_3H_8$ 

Izomery – uhlovodíky s rozvětveným řetězcem – př. izopentan  $C_5H_{12}$  a porovnání s butanem.

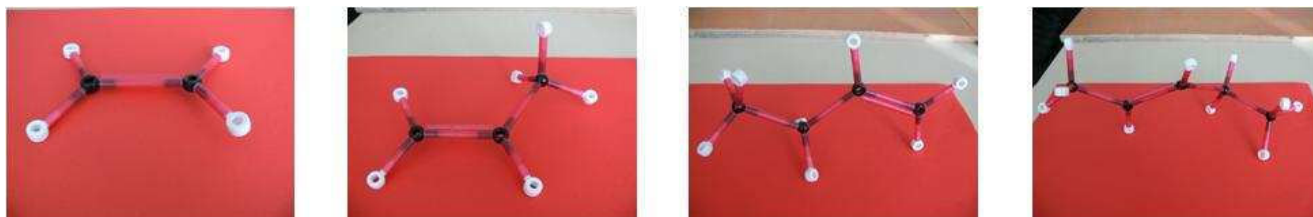


### 3. Rozmanitost organických sloučenin – homologické řady uhlovodíků

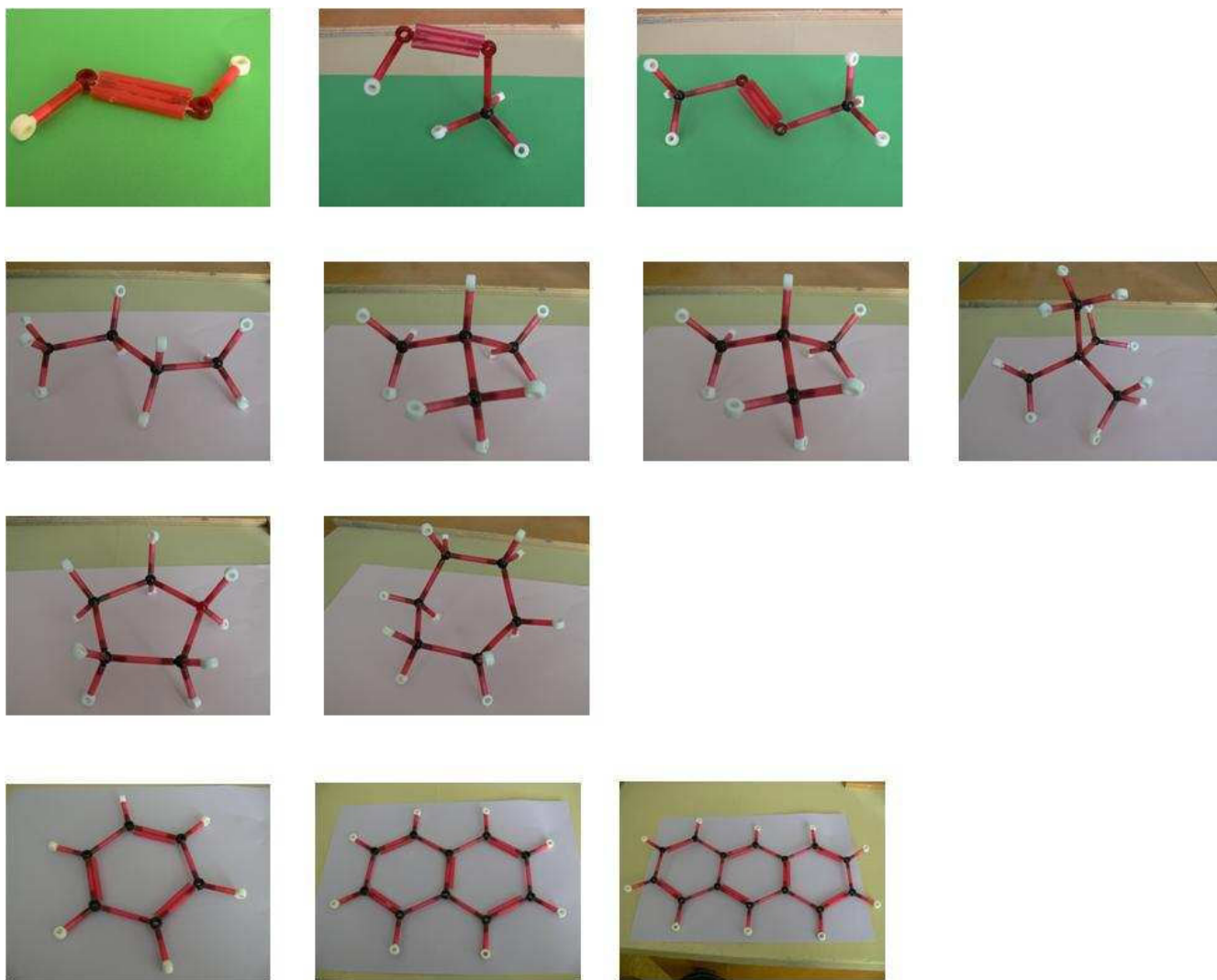


Homologická řada alkanů, uhlovodíků nasycených, parafinických, málo reaktivních, které mají v molekule otevřený nebo rozvětvený řetězec uhlíkových atomů poutaných jednoduchými vazbami.

Homologická řada alkenů, uhlovdíků nenasycených s jednou dvojnou vazbou, vykazují adiční reakce, při kterých se ruší dvojná vazba ... hodně reaktivní.



Homologická řada alkinů, uhlovdíků nenasycených s jednou trojnou vazbou, vykazují adiční reakce, při kterých se ruší trojná vazba ... velmi reaktivní – ethin, propin, butin. Následují modely butanu, izobutanu, izopentanu (izo - uhlovdíky s rozvětveným řetězcem), dále pak cyklopentanu a cyklohexanu (uhlovdíky, jejichž uhlíkové atomy jsou spojeny jednoduchými vazbami v kruh (cyklus)). Na závěr tohoto přehledu uvádíme modely uhlovdíků aromatických.

benzen  $C_6H_6$ naftalen  $C_{10}H_8$ antracen  $C_{14}H_{10}$

#### 4. Uhlovodíky nasycené

Uhlovodíky nasycené – alkany – důkaz teploty varu propan – butanové směsi. Teplota varu propanu  $C_3H_8$  je  $-42,1^{\circ}C$ , teplota varu butanu je  $-0,5^{\circ}C$ . V našem případě byla teplota varu  $-7^{\circ}C$ , důkaz, že se nejedná pouze o butanový plyn, ale že jde o směs propanu (menší zastoupení) a butanu (podstatně větší zastoupení).



Parafiny jsou hořlavé a při dokonalém hoření se spalují na  $CO_2$  a  $H_2O$ . Hoří nečadivým, nesvítivým, namodralým plamenem, značné zastoupení vodíku v molekulách nasycených uhlovodíků. (w) C v  $C_3H_8 = 0,816$  tj. 81,6 % , (w) C v  $C_4H_{10} = 0,82,6$  tj. 82,6 %.



## 5. Příprava chloru

Příprava chloru reakcí koncentrované kyseliny chlorovodíkové  $\text{HCl}$  s buřem  $\text{MnO}_2$ . Uvolňuje se žlutozelený, štiplavě páchnoucí plyn, který silně leptá sliznici. Vdechování v malých množstvích může vyvolat smrtelný zánět plic – příprava provedena pouze v laboroři.



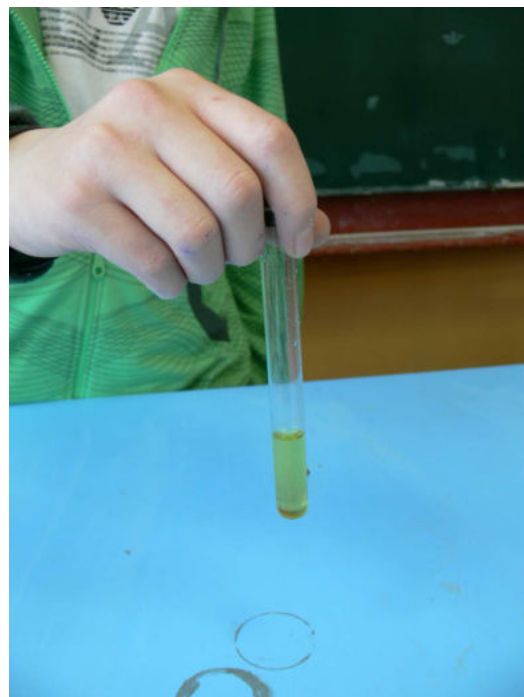
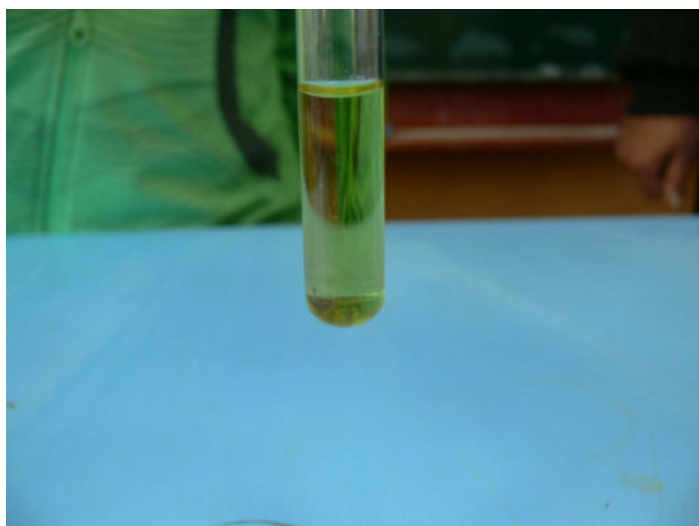
Chlor jsme zaváděli do vody a připravili roztok chloru ve vodě ... chlorovou vodu.

K oxidaci chlorovodíku  $\text{HCl}$  lze rovněž použít manganistan draselný  $\text{KMnO}_4$ .



## 6. Příprava bromu

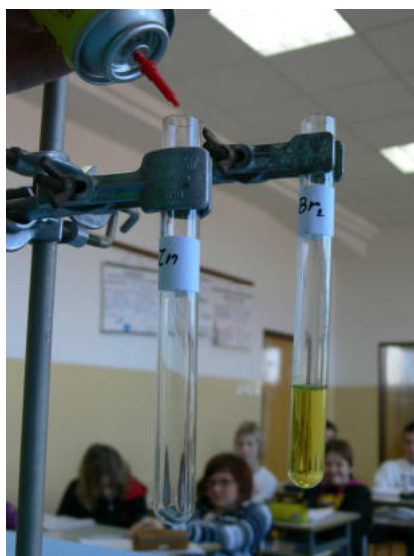
Příprava bromu vytěšňováním bromu z bromidů chlorem. K bromidu draselnému  $\text{KBr}$  žáci přidávali chlorovou vodu  $\text{Cl}_2$ . Uvolněný brom  $\text{Br}_2$  vytvořil s vodou žlutý roztok bromové vody.



## 7. Reakce nasycených uhlovodíků

Důkaz malé reaktivity nasycených uhlovodíků.

Reakce butanu  $C_4H_{10}$  s kovy – zinek  $Zn$  a s nekovy  $Br_2$ .



$Zn + C_4H_{10} \longrightarrow$  nereaguje, butan se rychle odpařil, zinek zůstal nenarušen

$Br_2 + C_4H_{10} \longrightarrow$  nereaguje, bromová voda se neodbarvuje, butan nevykazuje adiční ani substituční reakci, brom zůstal nenarušen, což jsme dokázali další reakcí tohoto bromu s dusičnanem stříbrným  $AgNO_3$

$Br_2 + AgNO_3 \longrightarrow$  nažloutlá sraženina  $AgBr$



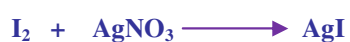


## 8. Reakce nasycených uhlovodíků cykloalkanů s bromem a s jodem

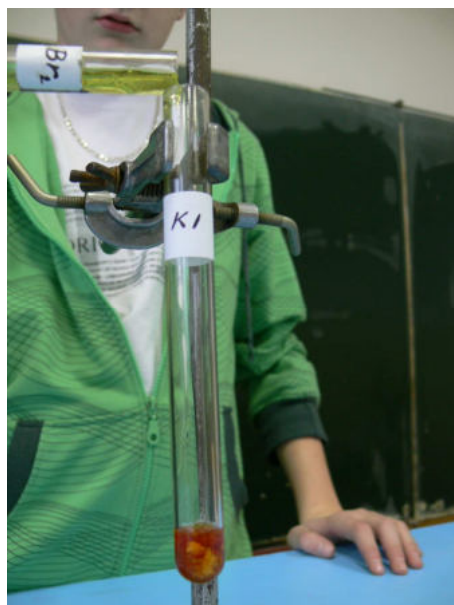
Příprava jodu vytěsňováním jodu z jodidů bromem (byl použit brom z předchozích pokusů, ze kterých jasně vyplynulo, že alkyany nevykazují adiční reakci). Žáci přidávali k jodidu draselnému  $KI$  bromovou vodu  $Br_2$  a vznikal červenohnědý (žlutohnědý) roztok **jodové vody**  $I_2$ .



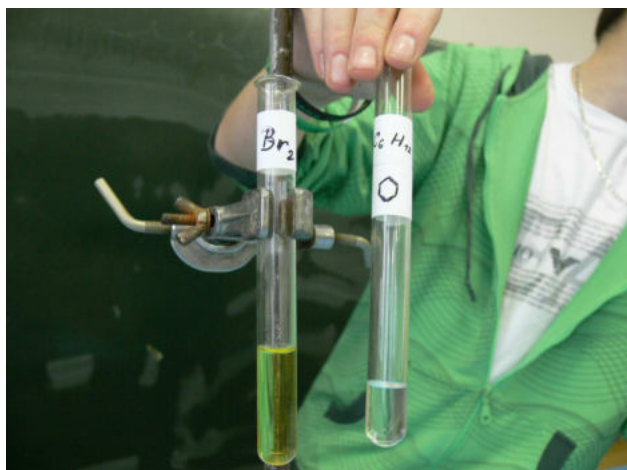
Část jodové vody jsme dokázali dusičnanem stříbrným  $AgNO_3$  – vzniká **žlutá sraženina jodidu stříbrného**.







Bromid stříbrný  $\text{AgBr}$  a jodid stříbrný  $\text{AgI}$  při osvětlení vylučují tmavé stříbro  $\text{Ag}$ . Těto vlastnosti se využívá ve fotografii. Na fotografickém materiálu je vrstva bromidu (jodidu) stříbrného. Pomocí vývojky (hydrochinon  $\text{C}_6\text{H}_4(\text{OH})_2$  – silné redukční účinky) se vyloučí právě tolik stříbra, kolik světla dopadlo na citlivou vrstvu.



Reakce cyklohexanu  $C_6H_{12}$  s bromem a jodem.

$C_6H_{12} + Br_2$  -- nereaguje,  $Br_2$  voda se neodbarvuje

$C_6H_{12} + I_2$  ---- nereaguje,  $I_2$  voda se neodbarvuje

Hoření cyklohexanu – hoří poměrně svítivým a čadivým plamenem – důkaz menšího podílu vodíku - poměr C : H  
1 : 2

obecný vzorec cykloalkanů  $C_nH_{2n}$

hmotnostní zlomek  $w(C)$  v  $C_6H_{12} = 0,856$  tj. 85,6 %

..



## 9. Uhlovodíky nenasycené



Příprava ethinu, acetylenu  $C_2H_2$ , reakcí karbidu vápenatého (acetylidu vápenatého)  $CaC_2$  s vodou



Ethin jsme zaváděli do bromové vody, která se začala postupně odbarvovat za vzniku bezbarvého tetrabromethanu.



Adice je reakce nenasycených organických sloučenin, při které se ruší násobné vazby a na volné valence se váží jiné atomy, či skupiny atomů.

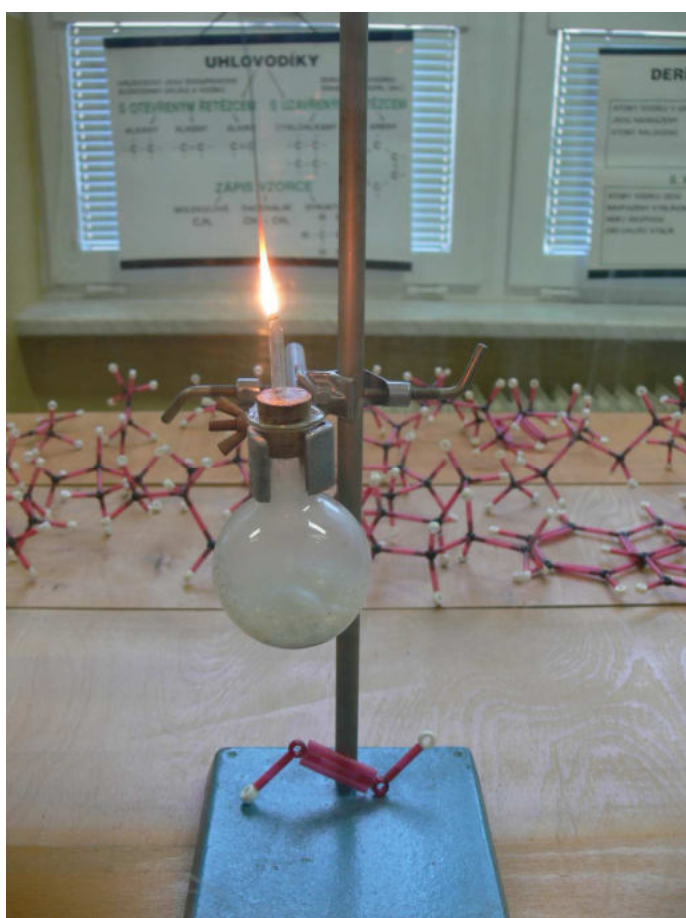
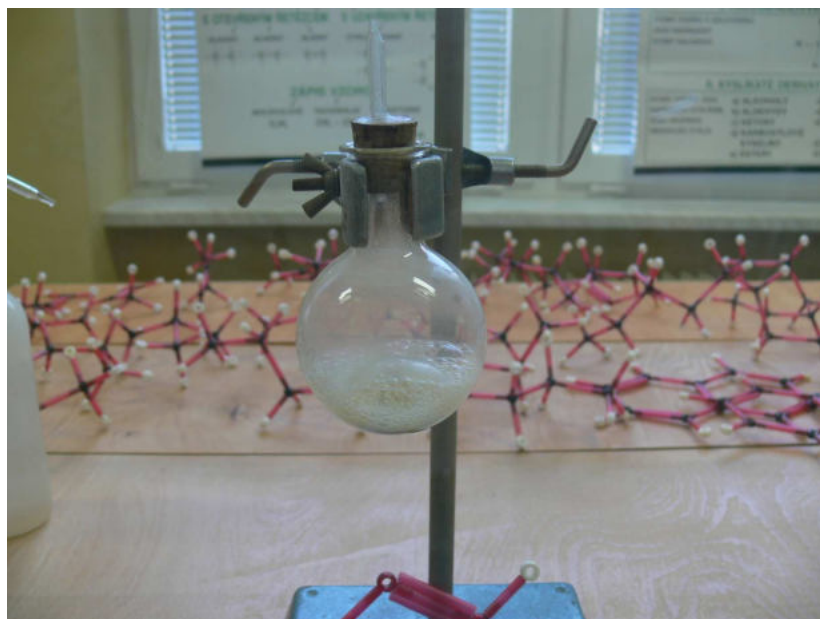
Dvojná (trojná) vazba je nejcitlivějším místem molekuly, neboť násobnou vazbou spojené uhlíkové atomy jeví neustále snahu přibírat atomy nebo skupiny atomů a měnit násobnou vazbu za jednoduchou a tím přeměnit sloučeninu nenasycenou v nasycenou.

**Proto jsou nenasycené uhlovodíky velmi reaktivní.**



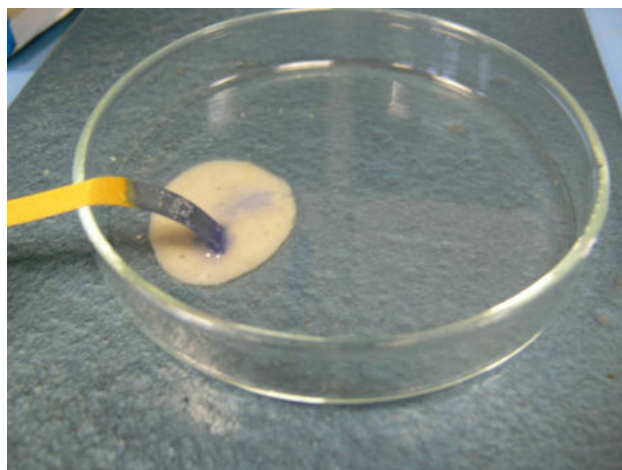
Důkaz hydroxidu vápenatého  $Ca(OH)_2$  indikátorem fenolftaleinem – červeno-fialové zbarvení.

## Příprava a hoření ethinu

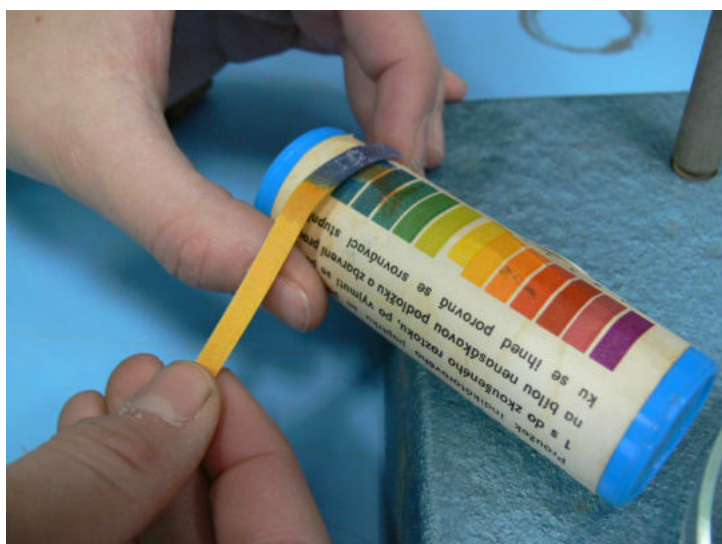


Hoření ethinu – hoří svítivým, čadivým plamenem,  
 $w(\text{C})$  v  $\text{C}_2\text{H}_2 = 0,922$  tj. 92,2 %





Důkaz hydroxidu vápenatého  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  univerzálním pH papírkem – v uvedeném pokusu  $\text{pH} = 12$ .

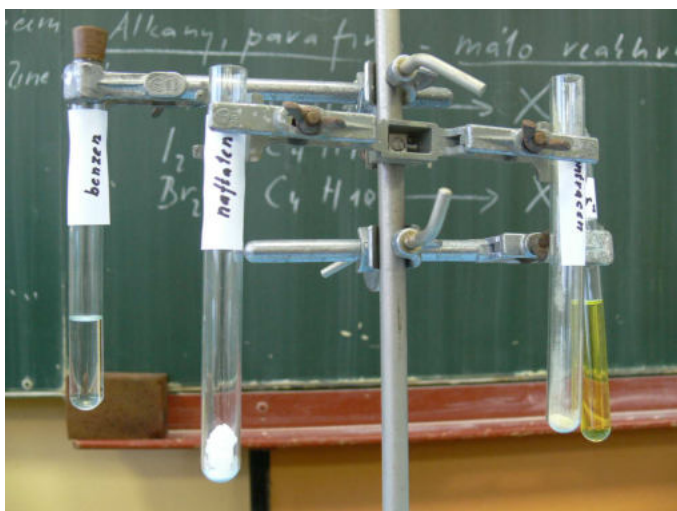


Důkaz hydroxidu vápenatého  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  indikátorem fenolftaleinem – červenofialové zbarvení.

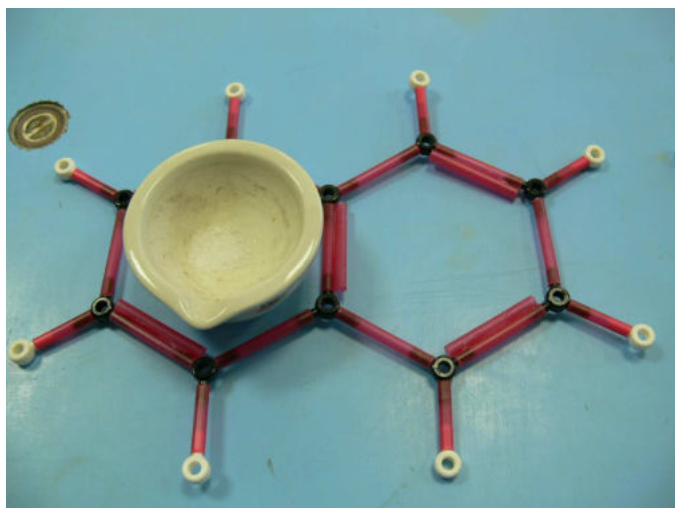


## 10. Uhlovodíky aromatické, ARENY

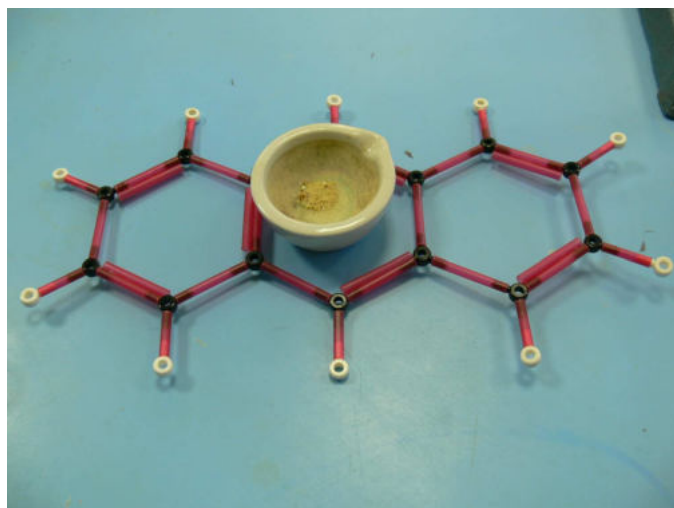
Benzen  $C_6H_6$   $w(C) = 0,922$  tj. 92,2 %



Naftalen  $C_{10}H_8$   $w(C) = 0,936$  tj. 93,6 %



Antracen  $C_{14}H_{10}$   $w(C) = 0,943$  tj. 94,3 %

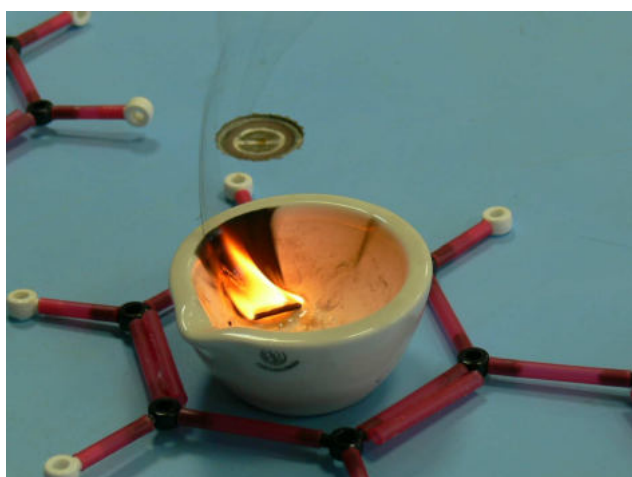


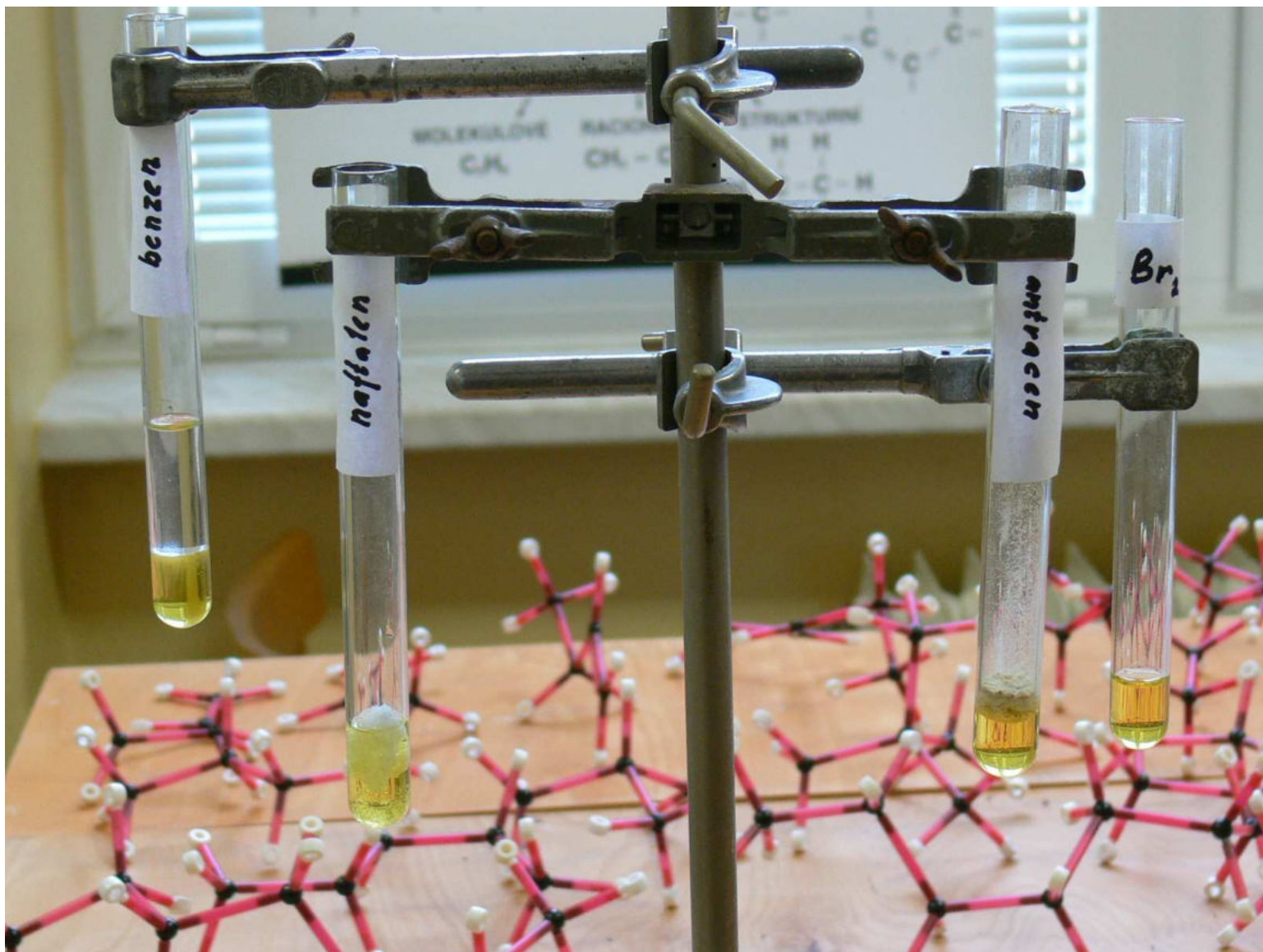


## 11. Vlastnosti aromatických uhlovodíků

### Hoření benzenu, naftalenu, antracenu

Všechny tyto aromatické uhlovodíky hoří svítivým, čadivým plamenem – podobně jako uhlovodíky nenasycené – mají značné zastoupení atomů **C** v poměru k počtu atomů **H** – viz. Hmotnostní zlomky – důsledek jejich složení a struktury – přítomnost dvojných vazeb.



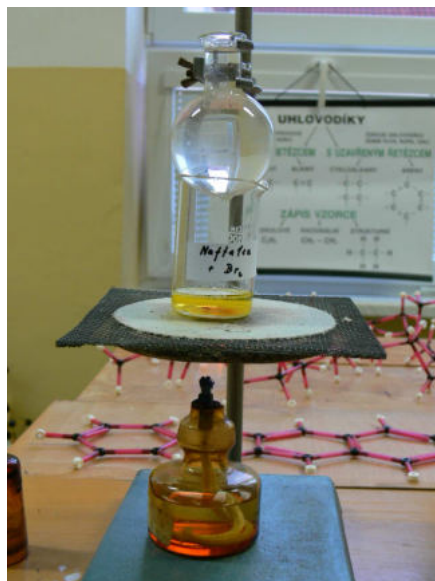
**Reakce benzenu, naftalenu a antracenu s bromovou vodou  $\text{Br}_2$** 

Dle složení by měly reagovat jako sloučeniny silně nenasycené (např. jako alkeny nebo alkiny). Ve skutečnosti to jsou poměrně stálé sloučeniny a ve většině případů dávají reakce substituční (jako uhlovodíky nasycené) a reakce adiční (typické pro uhlovodíky nenasycené) nevykazují, nebo jen za zvláštních okolností. Pokus jasně ukazuje, že benzen, naftalen a antracen s  $\text{Br}_2$  nereagují, bromová voda se neodbarvuje, k adici nedochází.



### Reakce naftalenu $C_{10}H_8$ s $Br_2$

K reakci nedošlo ani při zahřívání směsi naftalenu s bromovou vodou – bromová voda se neodbarvuje a sublimací jsme získali zpět chemicky čistý naftalen.



### Sublimace naftalenu





## 12. Deriváty uhlovodíků – molekulové modely

### Komponenty

uhlík C



vodík H



kyslík O



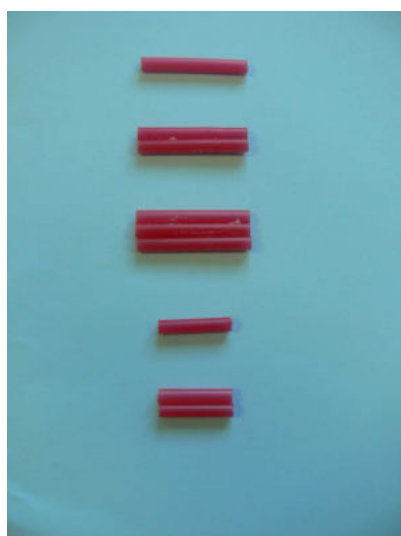
dusík N



chlor Cl



síra S



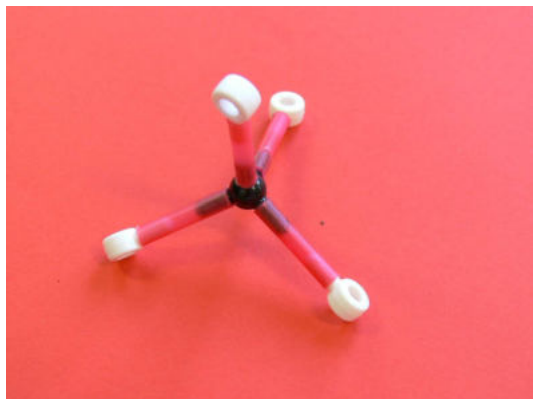
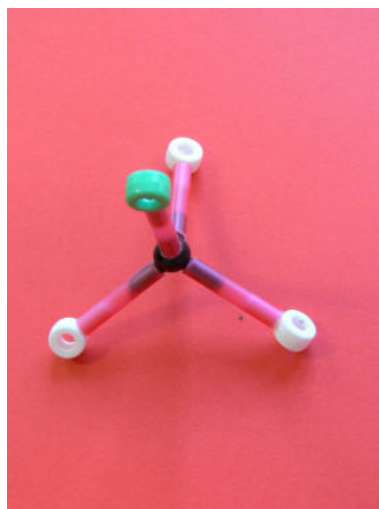
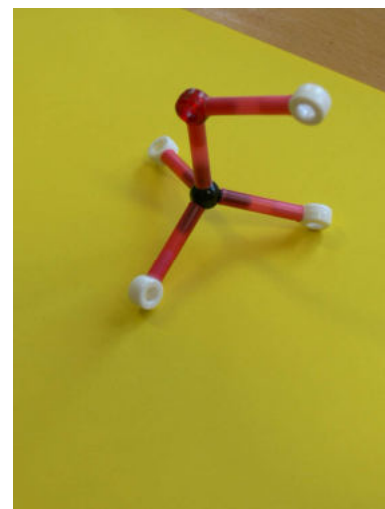
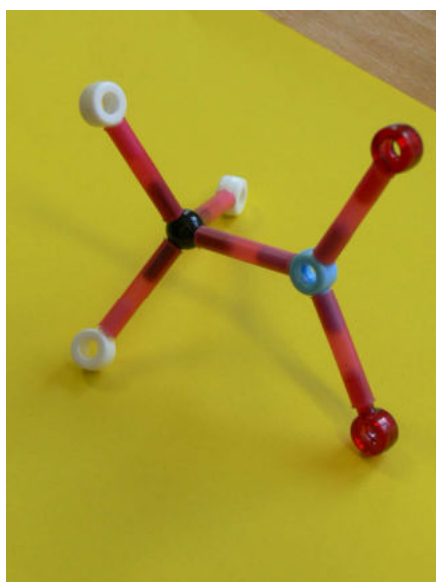
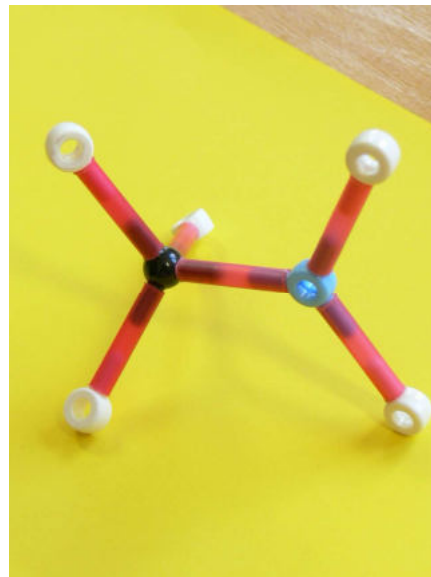
vazba jednoduchá mezi atomy uhlíku

vazba dvojná mezi atomy uhlíku

vazba trojná mezi atomy uhlíku

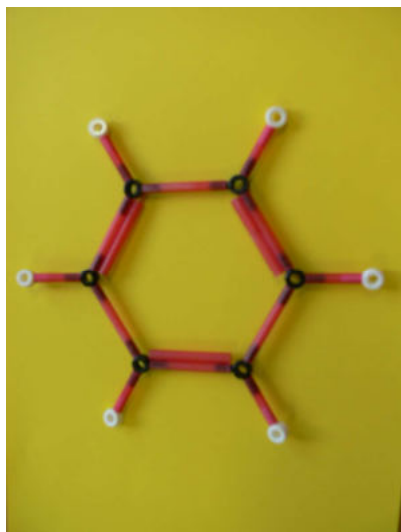
vazba jednoduchá mezi atomy uhlíku a jinými atomy či skupinami atomů

vazba dvojná mezi atomy uhlíku a jinými atomy (O)

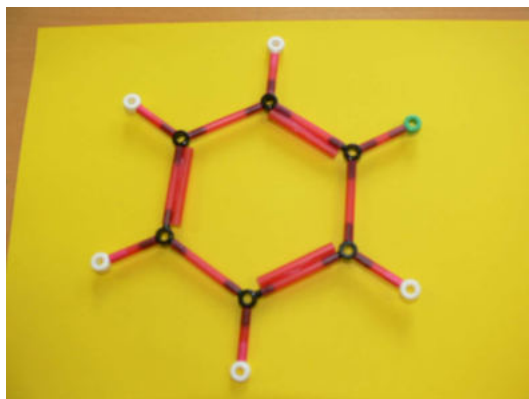
**Druhy derivátů uhlovodíků odvozené od alkanu methanu  $\text{CH}_4$** **Halogenderivát****uhlovodík methan  $\text{CH}_4$** **monochlormethan  $\text{CH}_3\text{Cl}$   
methylchlorid****Hydroxyderivát****methanol  $\text{CH}_3\text{OH}$   
methylalkohol****Nitroderivát****Nitromethan  $\text{CH}_3\text{NO}_2$** **Aminoderivát****Aminomethan  $\text{CH}_3\text{NH}_2$**

Druhy derivátů uhlovodíků odvozené od aromatického uhlovodíku benzenu  $C_6H_6$

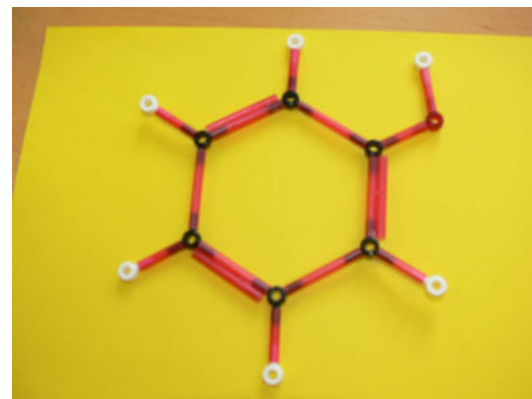
benzen  $C_6H_6$



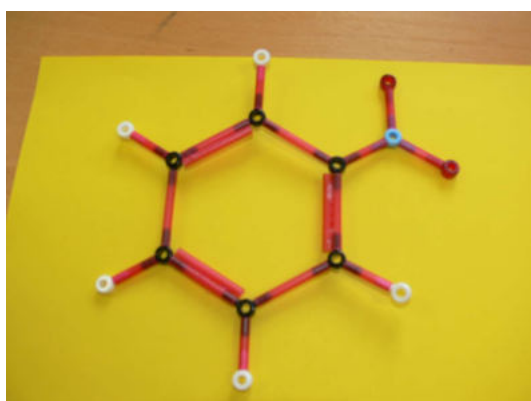
monochlorbenzen  $C_6H_5Cl$



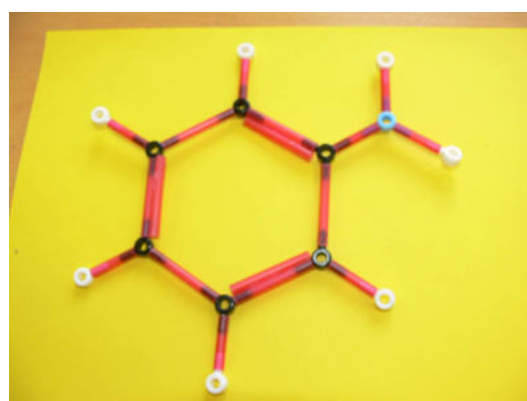
monohydroxybenzen  $C_6H_5OH$   
fenol



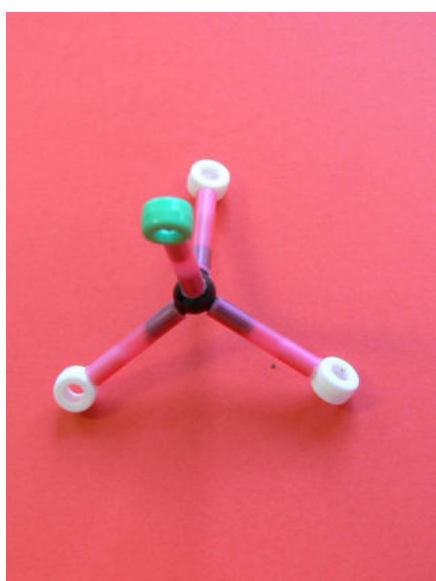
nitrobenzen  $C_6H_5NO_2$



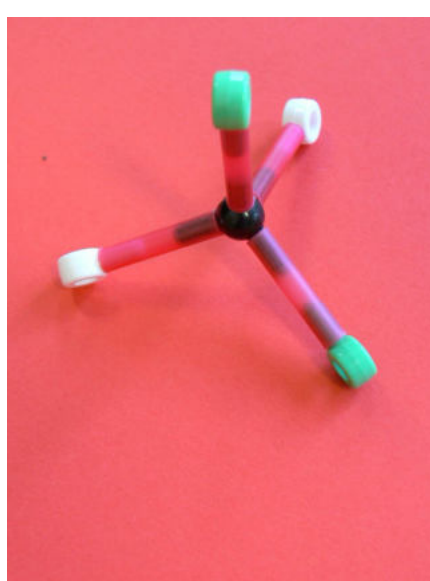
aminobenzen  $C_6H_5NH_2$



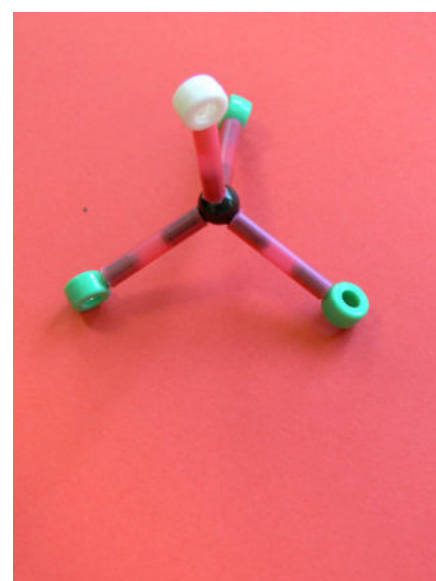
monochlormethan  $CH_3Cl$



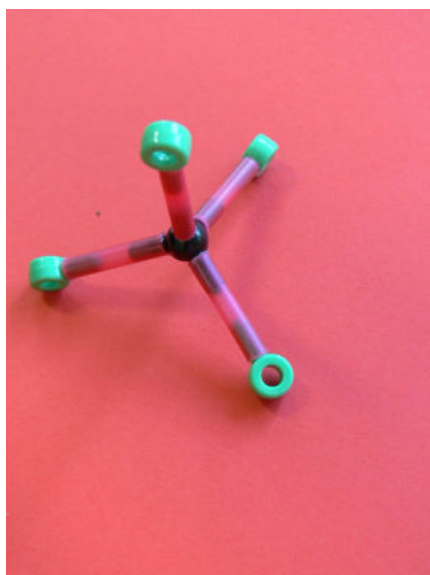
dichlormethan  $CH_2Cl_2$



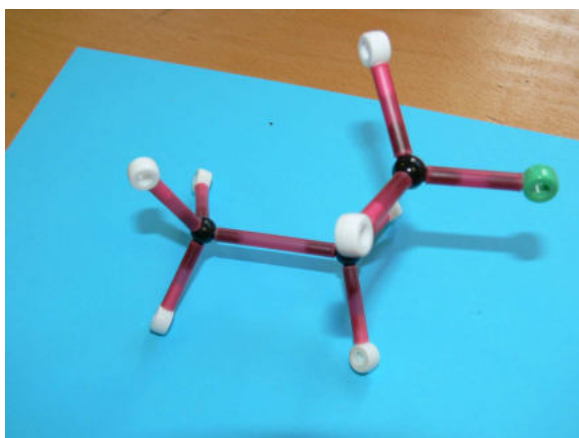
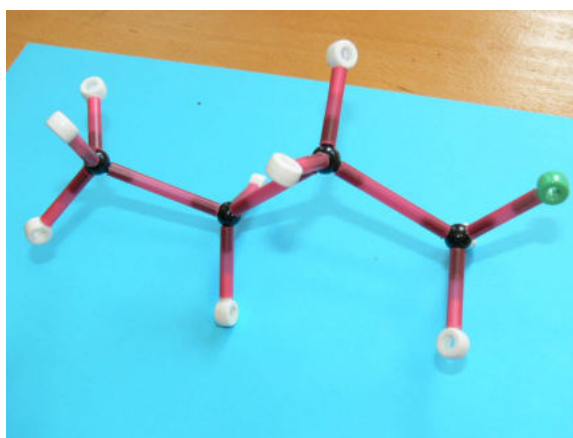
trichlormethan  $CHCl_3$

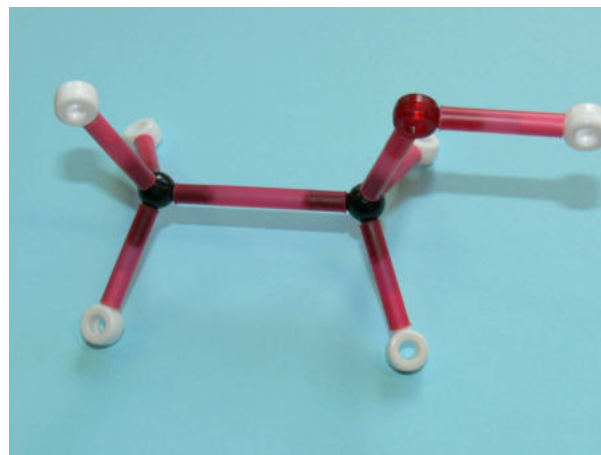
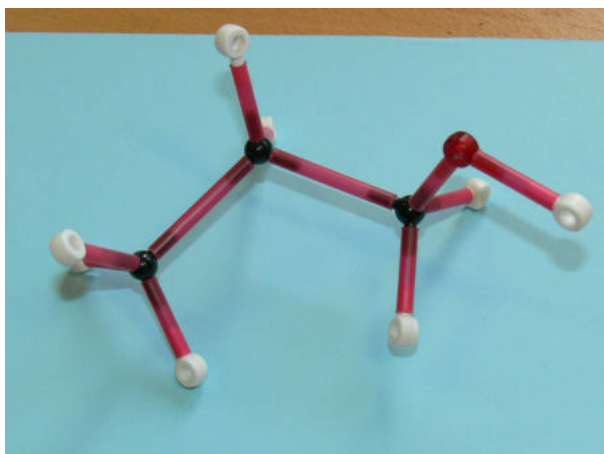
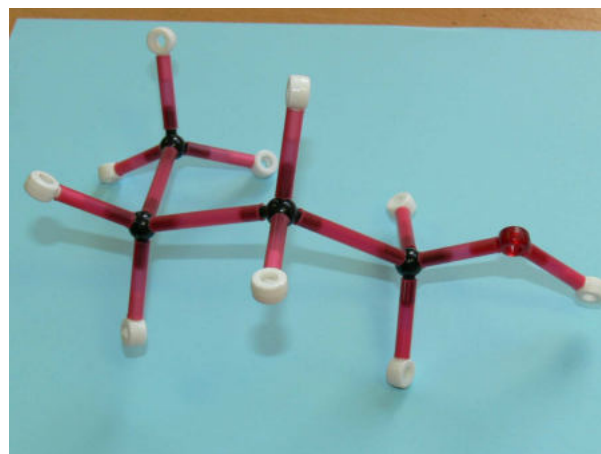




**tetrachlormethan  $\text{CCl}_4$** 

V molekulách uhlovodíků může být nahrazeno více atomů vodíku jinými atomy či skupinami atomů.

**Homologická řada halogenderivátů****monochlormethan  $\text{CH}_3\text{Cl}$** **monochlorethan  $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{Cl}$** **monochloropropan  $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{Cl}$** **monochlorbutan  $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{Cl}$** 

**Homologická řada alkoholů****methanol, methylalkohol  $\text{CH}_3\text{OH}$** **ethanol, ethylalkohol  $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$** **propanol, propylalkohol  $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{OH}$** **butanol, butylalkohol  $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{OH}$** 

**Homologická řada aldehydů**

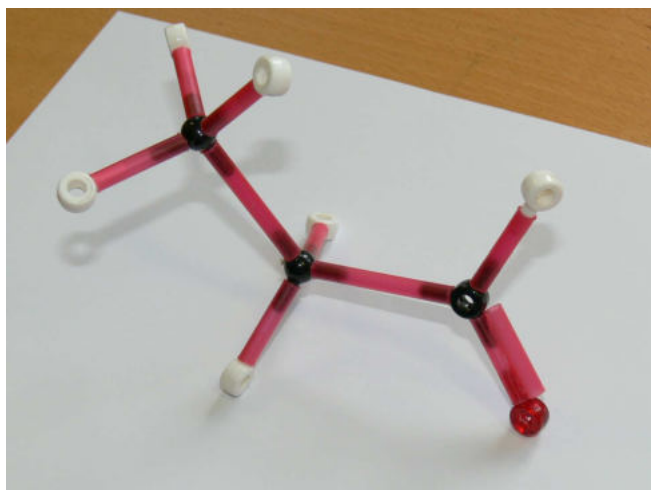
**methanal, formaldehyd  $\text{HCHO}$**   
aldehyd kyseliny mravenčí



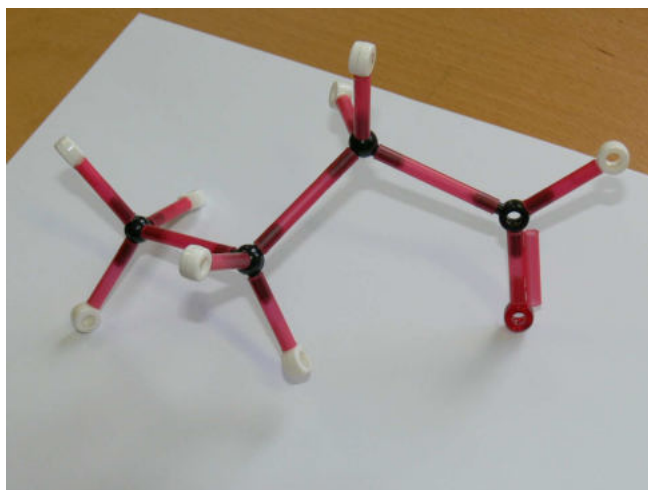
**ethanal, acetaldehyd  $\text{CH}_3\text{CHO}$**   
aldehyd kyseliny octové



**propanal, propionaldehyd  $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CHO}$**   
aldehyd kyseliny propionové



**butanal  $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CHO}$**   
aldehyd kyseliny máselné

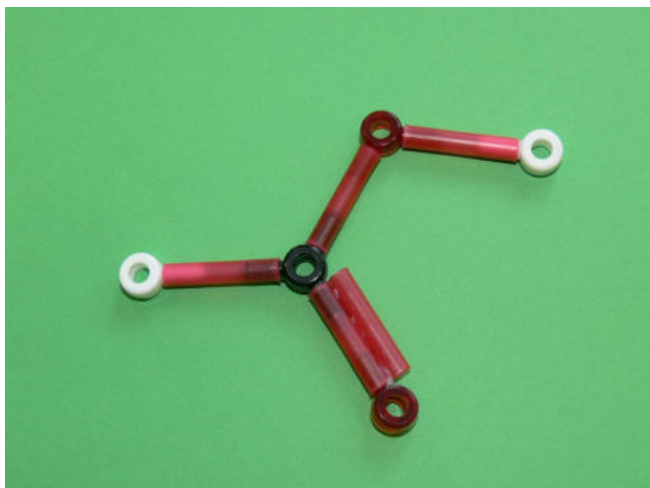




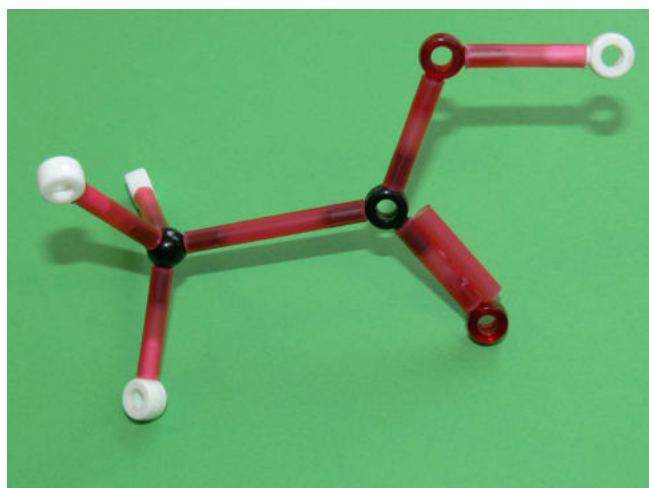
## Homologická řada organických, karboxylových kyselin

Alifatickým kyselinám se říká **masné**, protože vyšší homology jejich homologické řady jsou součástí tuků (př. kyselina palmitová  $C_{15}H_{31}COOH$ , kyselina stearová  $C_{17}H_{35}COOH$ ).

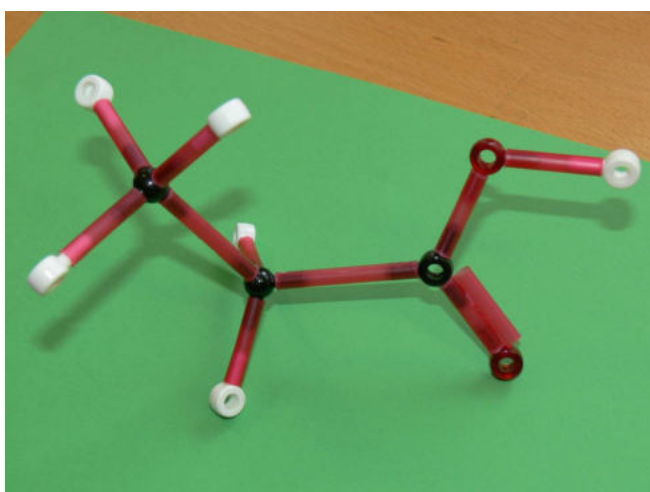
kyselina methanová, mravenčí  $HCOOH$



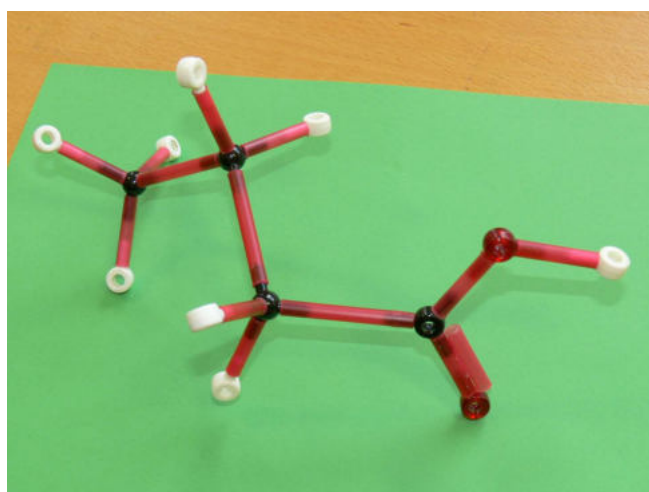
kyselina ethanová, octová  $CH_3COOH$



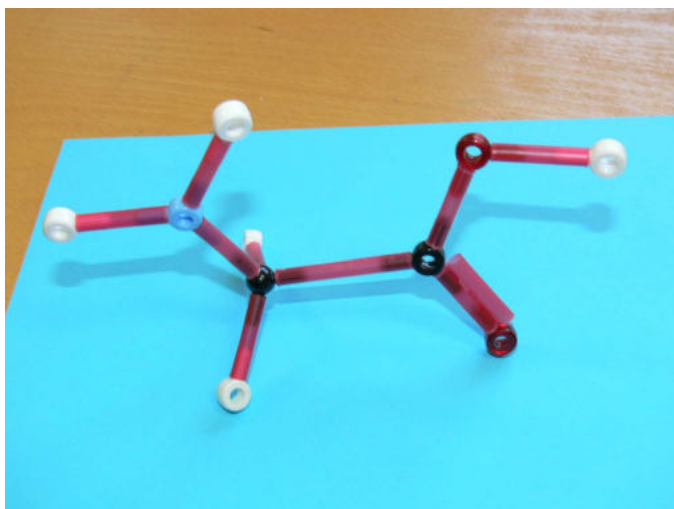
kyselina propanová, propionová  $CH_3CH_2COOH$



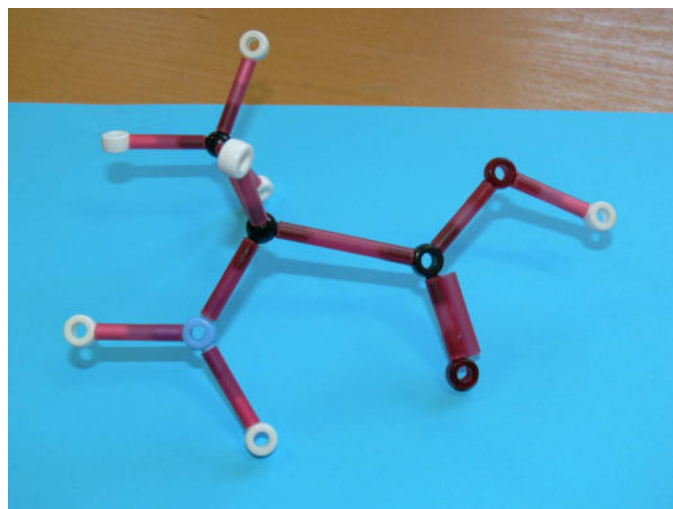
kyselina butanová, máselná  $CH_3CH_2CH_2COOH$



## Aminokyseliny – základní stavební jednotky bílkovin

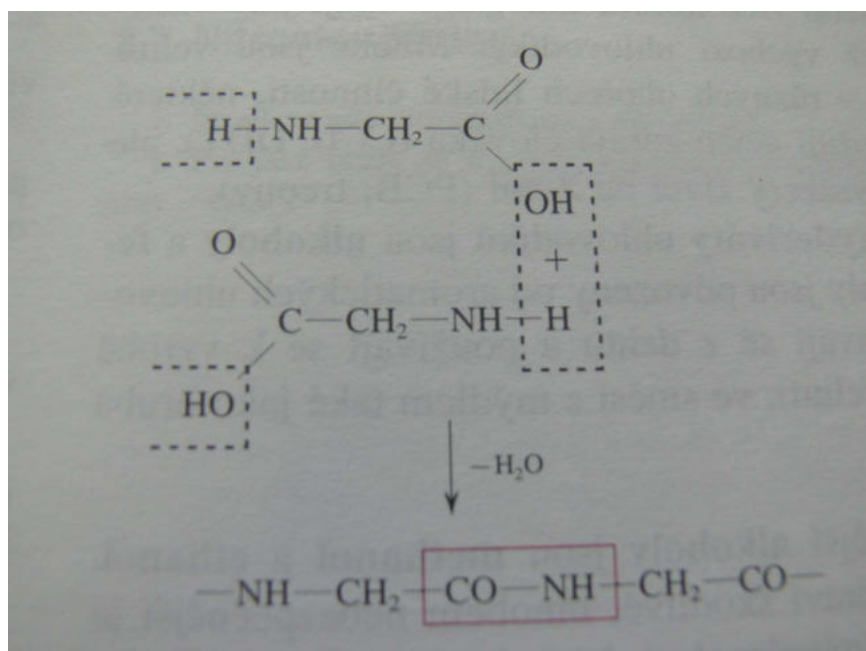
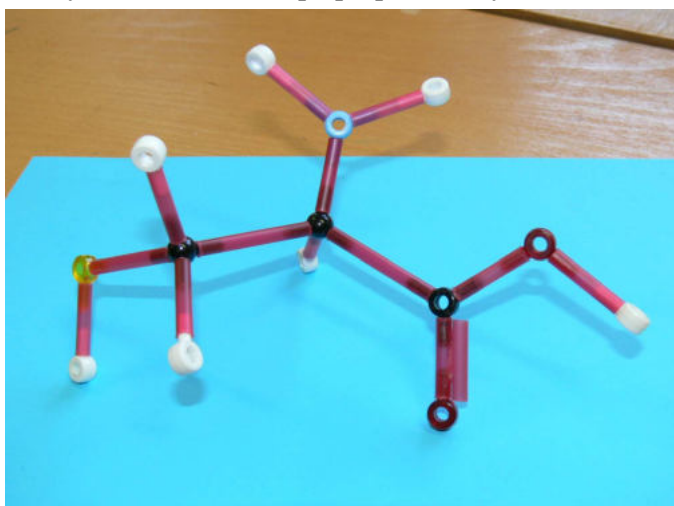


kyselina aminoethanová, glycin  $\text{NH}_2\text{CH}_2\text{COOH}$



kyselina aminopropanová, alanin  $\text{CH}_3\text{CH}(\text{NH}_2)\text{COOH}$

kyselina aminomerkaptopropionová, cystein  $\text{HSCH}_2\text{CH}(\text{NH}_2)\text{COOH}$



Peptidická vazba, spojení dvou aminokyselin, při kterém se uvolňuje voda, je kondenzační reakce.

Vazbou dvou aminokyselin vzniká **dipeptid**. Spojením více molekul aminokyselin vznikají **peptidy**. Vzájemným spojením více molekul **peptidů** vznikají molekuly **bílkovin**. Hranici mezi peptidem s bílkovinou představuje relativní molekulová hmotnost **10 000**.

### 13. Alkoholy - hydroxyderiváty

Destilace vína – t. v. ethanolu, ethylalkoholu  $C_2H_5OH = 78,3^{\circ}C$

Hoření ethanolu – hoří čistým, namodralým plamenem  $C_2H_5OH + 3 O_2 \longrightarrow 2 CO_2 + 3 H_2O$

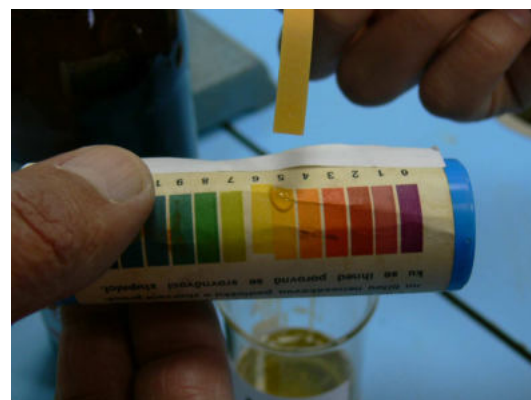


Rozpuštění jodu v etylalkoholu za vzniku jodové tinktury – **desinfekční prostředek** - jod je silné oxidační činidlo a oxiduje (spaluje mikroorganismy). Důkazem toho, že se jod v lihu pouze rozpouští, je následná sublimace jodu, fialové páry jodu přecházejí v šedočerné pevné krystalky jodu.





Důkaz mírné kyselosti piva – v našem případě rozbor 12<sup>0</sup> piva **Chotěboř** indikoval **pH 5**. Kyselost piva obecně způsobuje přítomný oxid uhličitý **CO<sub>2</sub>**, který částečně reaguje s vodou za vzniku kyseliny uhličitě **H<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>**.

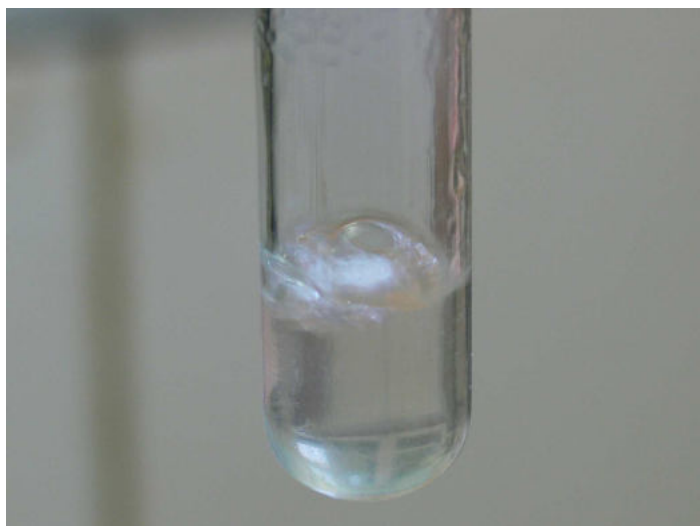


### Důkaz alkoholu v pivo



V destilační baňce se vzdušným chladičem jsme zahřívali pivo a uvolněné páry ethanolu hořely.

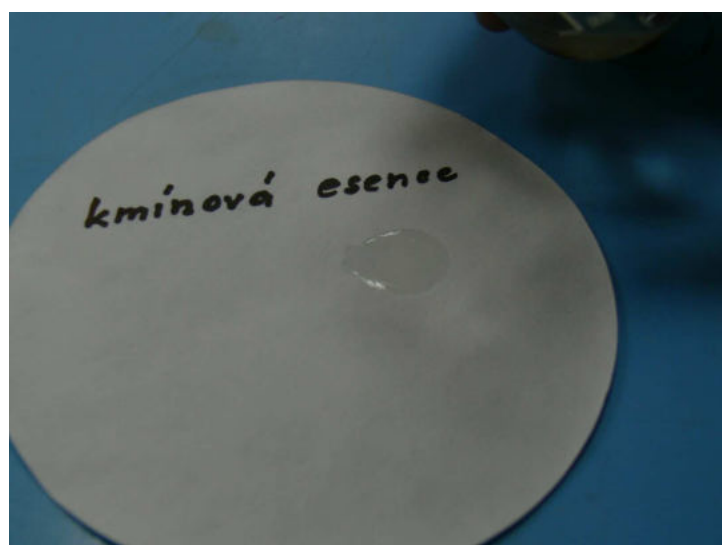
Reakce ethanolu  $C_2H_5OH$  s kovy – sodíkem Na  $2 CH_3CH_2OH + 2 Na \longrightarrow 2 CH_3CH_2ONa + H_2$   
 ethanol ethoxid sodný



Po stránce chemické jsou alkoholy neutrální, tím se liší od anorganických hydroxidů, vodík v **OH** skupině alkoholů lze nahradit alkalickým kovem za vzniku **alkoholátů**.

Reakce sodíku s alkoholem probíhá pomaleji než reakce sodíku s vodou.

## Extrakce kmínové silice

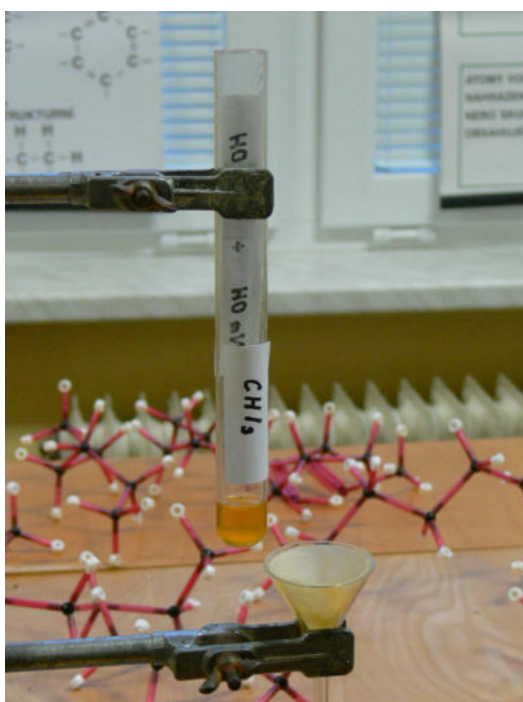


Po odpaření ethanolu je zřetelně cítit vůni kmínové silice – esence.





Jodoformová zkouška – důkaz ethanolu

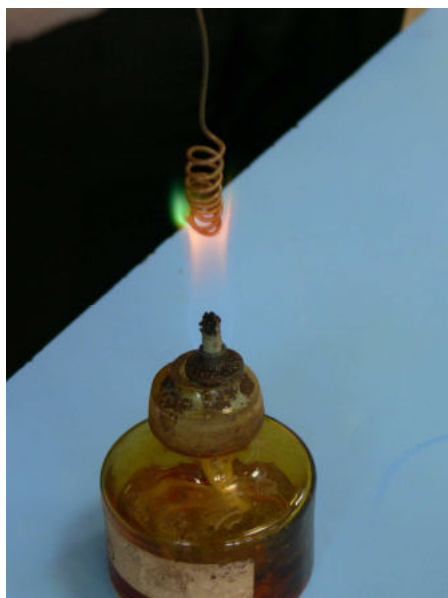


Jodoformovou zkouškou se dají dokázat velmi malé koncentrace ethanolu ... žluté zbarvení, po odfiltrování jsme získali žlutý prášek jodoformu – významný **desinfekční** prostředek.



## 14. Aldehydy – kyslíkaté deriváty

Oxidace ethanolu  $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$  za vzniku ethanalu  $\text{CH}_3\text{CHO}$

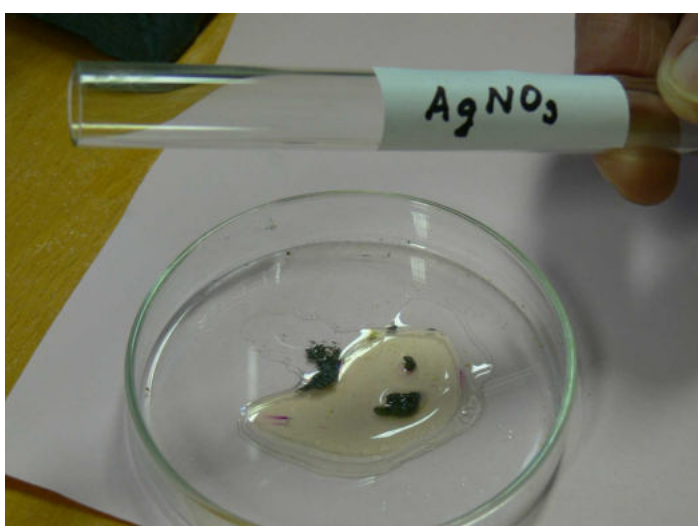


Do zkumavky nalijeme asi  $2\text{ cm}^3$  ethanolu. Měděný drátek stočíme do spirálky a žháme v plameni tak dlouho, až se pokryje vrstvičkou černého oxidu mědnatého  $\text{CuO}$  ...  $2\text{ Cu} + \text{O}_2 \longrightarrow 2\text{ CuO}$ .  
Poté spirálku vložíme do zkumavky s ethanolem. Vznikající ethanal se prozradí pronikavým zápachem, spirálka zčervená ( $\text{Cu}$ ).

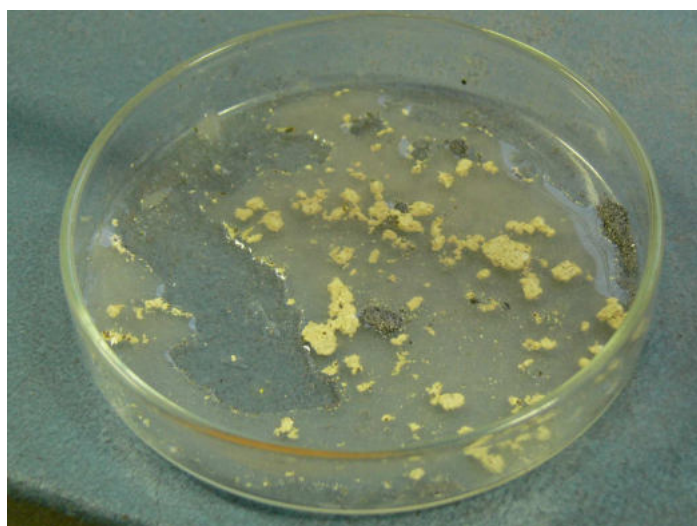
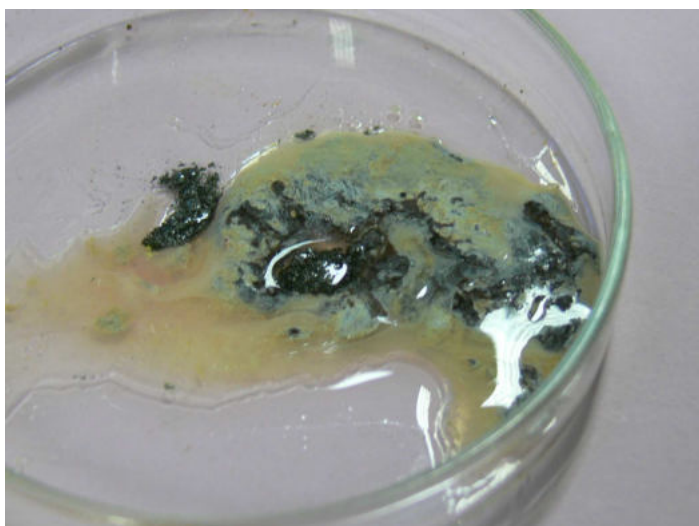




Příprava derivátů uhlovodíků substitucí – příprava brombenzenu  $C_6H_5Br$



Fe – katalyzátor reakce





## 15. Organické kyseliny, karboxylové, funkční skupina $\text{COOH}$

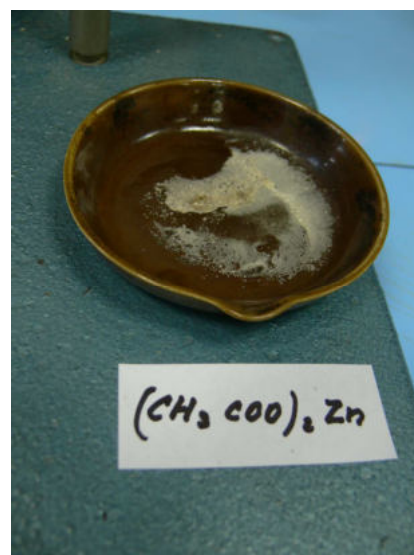
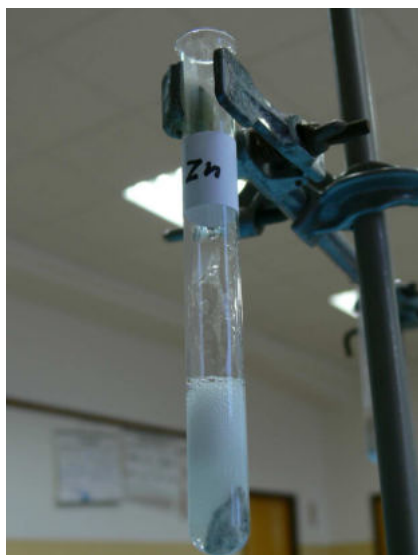
Důkaz, že organické kyseliny chemicky reagují obdobně jako kyseliny anorganické.



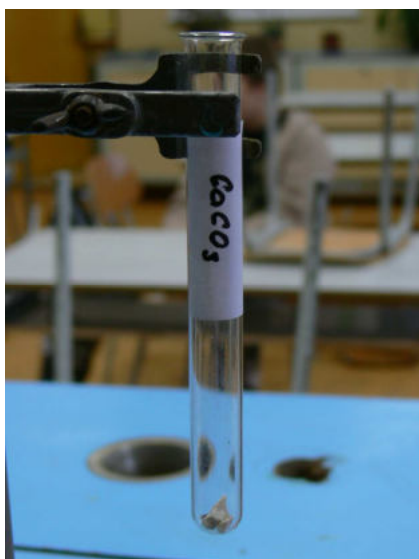
Reakce kyseliny ethanové (octové)  $\text{CH}_3\text{COOH}$  se zinkem  $\text{Zn}$



Reakce probíhá poměrně intenzivně – vznikající vodík jsme dokázali zkouškou výbušnosti,  $2 \text{H}_2 + \text{O}_2 \longrightarrow 2 \text{H}_2\text{O}$ . Odpařením vody ze vzniklého roztoku jsme získali bílé krystalky octanu zinečnatého.



### Rozklad uhličitanu vápenatého $\text{CaCO}_3$



kyselina octová      mramor

octan vápenatý

oxid uhličitý

Po vložení hořící třísky do zkumavky se vzniklým oxidem uhličitým tříška ihned zhasla.

### Neutralizace kyseliny octové $\text{CH}_3\text{COOH}$ hydroxidem sodným $\text{NaOH}$

Jako indikátor jsme použili methylovanž – kyselina + methylovanž – červená barva.



kyselina      +      hydroxid -----      sůl      +      voda



Původně červené zbarvení kyseliny se po neutralizaci mění na oranžové – pH 7.

Po odpaření vody jsme získali pevný krystalický octan sodný.



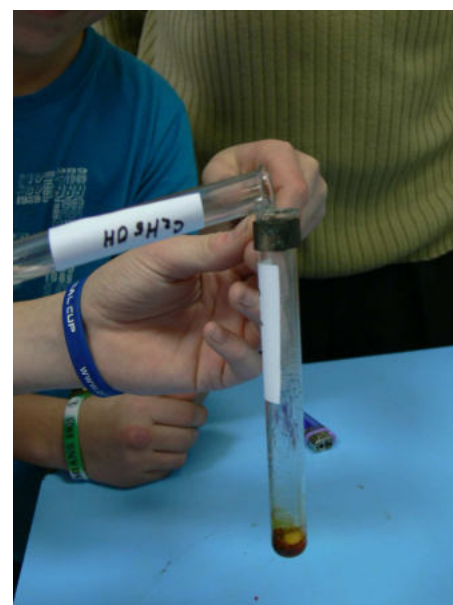
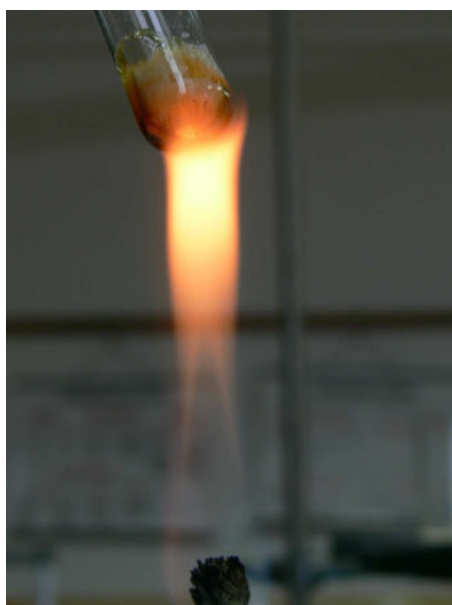
Esterifikace – reakce mezi organickou kyselinou a alkoholem, při které vzniká ester a voda.



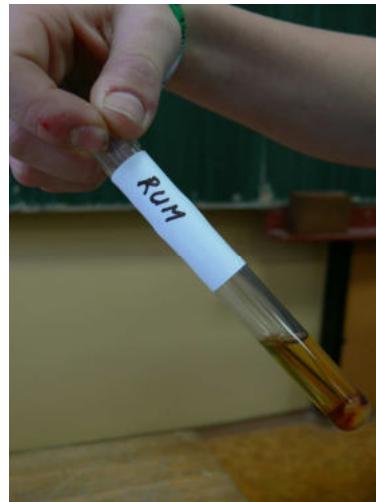
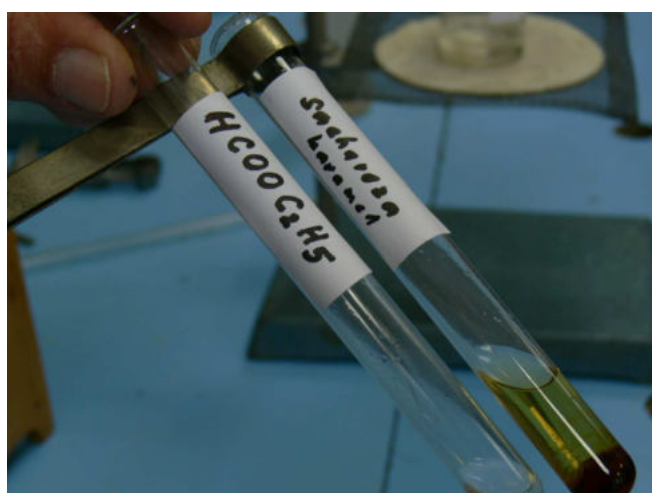
Ke směsi 2 cm<sup>3</sup> ethanolu přidáme 2 cm<sup>3</sup> kyseliny methanové a 2 cm<sup>3</sup> kyseliny sírové. Vše zahříváme ve zkumavce se vzdušným chladičem asi 5 minut. Pak zkumavku se směsí ochladíme a přidáme malé množství nasyceného roztoku chloridu sodného (snížení rozpustnosti). Na povrchu se vyloučí vrstvička příjemně vonící kapaliny – ethylester kyseliny methanové (mravenčí) – HCOOC<sub>2</sub>H<sub>5</sub> – rumová esence.







Ukázka přípravy rumu – karamel + ethanol + rumová esence ----- RUM

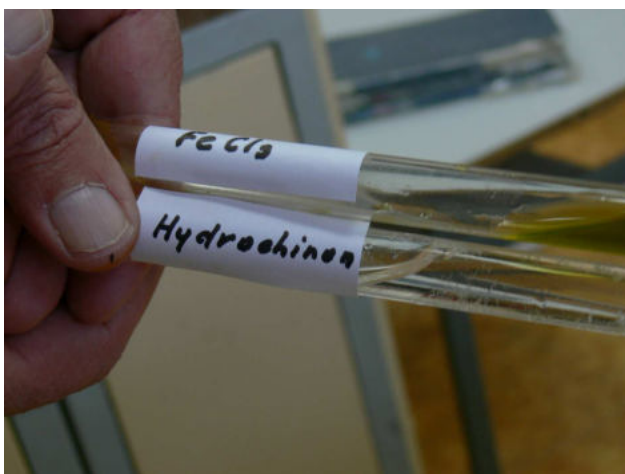


**16. Fenoly - hydroxyderiváty - dávají s chloridem železitým  $\text{FeCl}_3$  charakteristické barevné reakce, kterých se používá k jejich určování.**

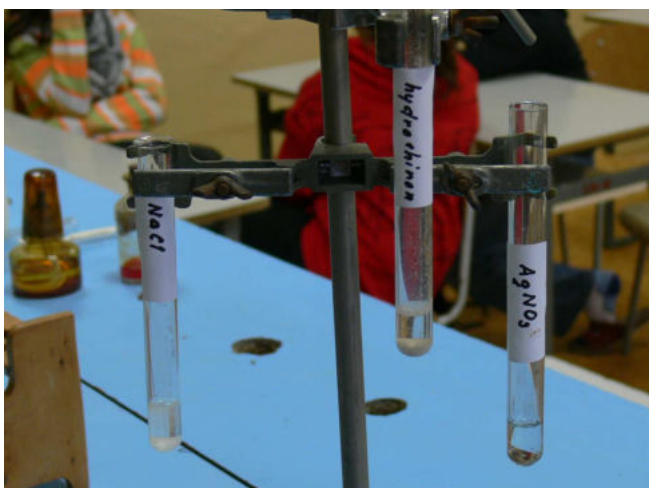


fenol  $\text{C}_6\text{H}_5\text{OH}$  +  $\text{FeCl}_3$ .....barva modrofialová  
 pyrokatechin  $\text{C}_6\text{H}_4(\text{OH})_2$ .....barva zelená  
 rezorcín  $\text{C}_6\text{H}_4(\text{OH})_2$ .....barva fialová  
 hydrochinon  $\text{C}_6\text{H}_4(\text{OH})_2$ .....zpočátku modravá,  
 nakonec barva hnědá

## Redukční účinky hydrochinonu



princip vývojek –  $\text{AgCl} + \text{C}_6\text{H}_4(\text{OH})_2 \xrightarrow{\text{světlo}}$  redukcí se na světle vylučuje tmavé stříbro Ag

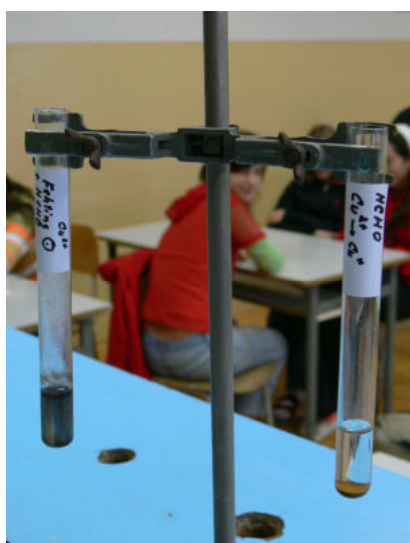
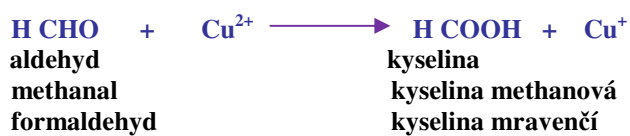




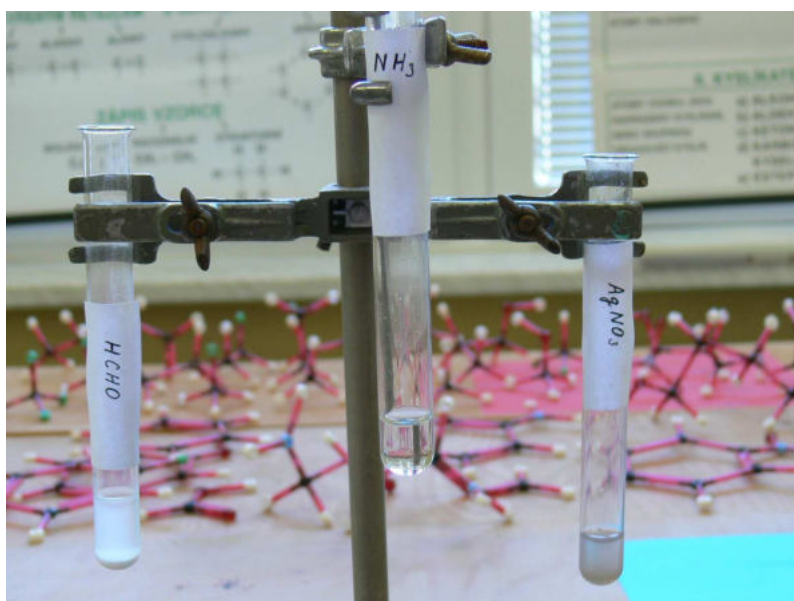
## Redukční účinky aldehydů – důkaz aldehydické funkční skupiny - CHO



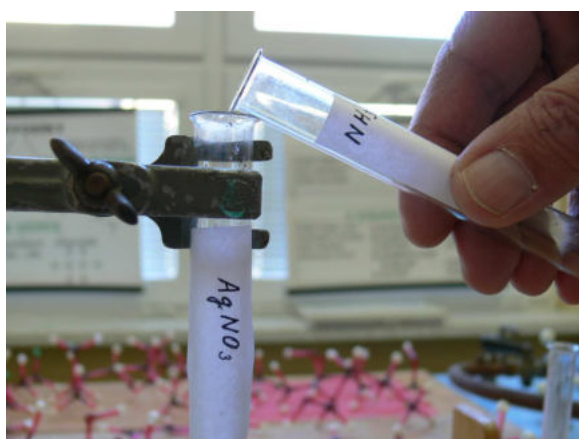
Do zkumavky odměříme 2 cm<sup>3</sup> roztoku methanalů **H CHO** a přilijeme 1 cm<sup>3</sup> Fehlingova činidla obsahující pentahydrát síranu měďnatého **CuSO<sub>4</sub> · 5 H<sub>2</sub>O**, hydroxid sodný **NaOH** a sirnatan sodno-draselný **NaKSO<sub>2</sub>**. Směs zahřejeme. Pozorujeme změnu zbarvení od modrého přes zelené, žlutě oranžové až k červené. Tato změna je důkazem redukce měďnatých iontů **Cu<sup>2+</sup>** na měďné ionty **Cu<sup>+</sup>** - vzniká červený oxid měďný **Cu<sub>2</sub>O**.



### Redukční účinky aldehydů při působení na soli stříbrné



Ke 2 cm<sup>3</sup> formaldehydu HCHO přidáme stejný objem amoniakálního roztoku dusičnanu stříbrného AgNO<sub>3</sub> – tento roztok jsme připravili přidáváním vodného roztoku amoniaku NH<sub>3</sub> k roztoku AgNO<sub>3</sub>. Zprvu se vytvoří hnědá sraženina, která se dalším přidáním amoniaku rozpustí.

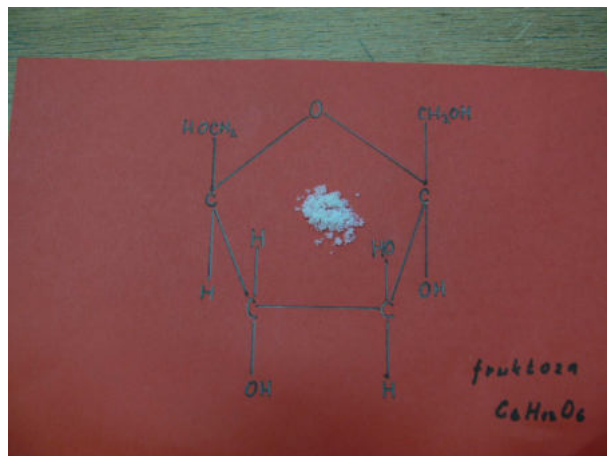
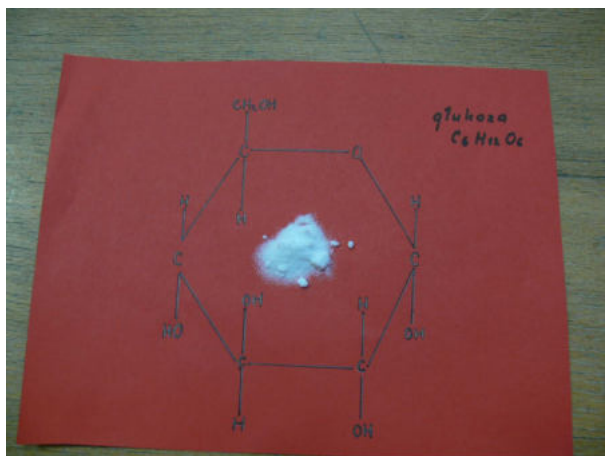


Zkumavku s formaldehydem a roztokem stříbra jsme velmi opatrně a pomalu zahřívali ve vodní lázni. Po chvíli se na stěnách usadilo vyloučené stříbro ve formě zrcátka.



17. Přírodní látky – organické sloučeniny, které vznikají při chemických přeměnách v rostlinných a živočišných buňkách: sacharidy, tuky, bílkoviny, nukleové kyseliny.

18. Cukry, sacharidy, glycidy, uhlohydráty, uhlovodany – obecný vzorec  $C_x (H_2O)_y$   
 Monosacharidy, prvocukry – glukóza, aldóza  $C_6H_{12}O_6$ , fruktóza, ketóza  $C_6H_{12}O_6$  - energie  
 Fotosyntéza:  $6 CO_2 + 6 H_2O + \text{energie} \longrightarrow C_6H_{12}O_6 + 6 O_2$



Disacharidy, dvojcukry, sacharóza, laktóza, maltóza  $C_{12}H_{22}O_{11}$  – látky energetické a zásobní

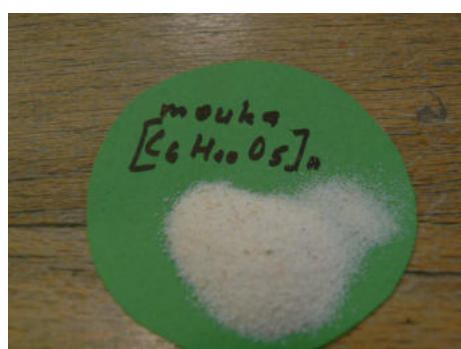


Polysacharidy, mnohocukry, škrob, glykogen, celulóza  $(C_6H_{10}O_5)_n$  – látky energetické, zásobní a stavební  
 $n C_6H_{12}O_6 \longrightarrow (C_6H_{10}O_5)_n + n H_2O$  polymerace – z mnoha jednoduchých molekul (monomerů)  
 vzniká makromolekula (polymer)



škrob – zdroj energie

celulóza – stavební jednotka rostl.buněk





## Příklady celulózy

dřevo – 40 – 60% celulózy



bavlna – téměř čistá celulóza



vata – téměř čistá celulóza



vlna – téměř čistá celulóza



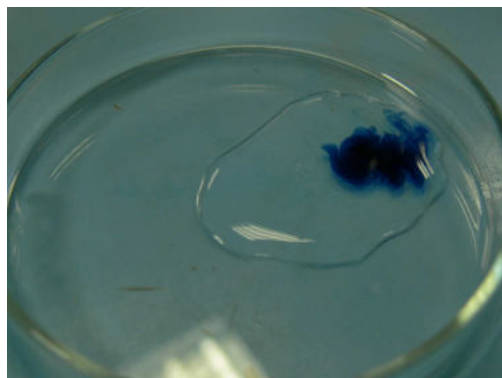
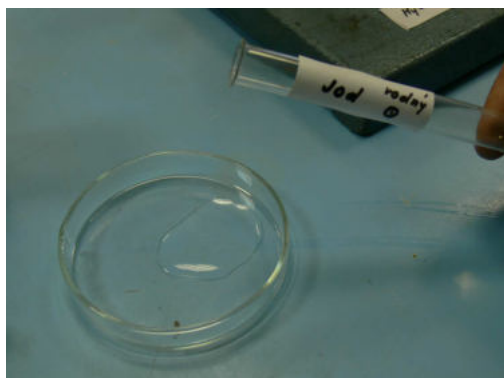
sláma – 40 – 60 % celulózy

Hoření sacharózy – cukr sám o sobě při vložení do plamene nevzplane. Přidáme-li katalyzátor – např. popel z tabáku, cukr rychle vzplane.



**Důkaz škrobu ( $C_6H_{12}O_6$ )<sub>n</sub>**

Roztok jodu v lihu (stačí i vodný roztok) přidáme ke škrobovému mazu – sytě modrá barva.

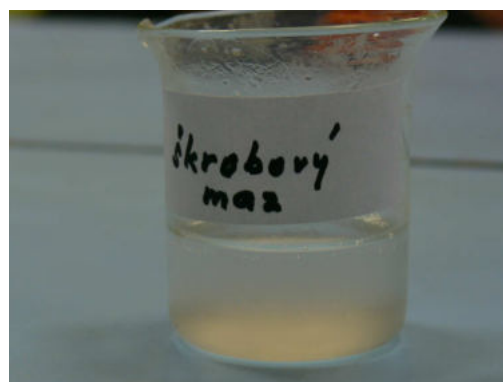
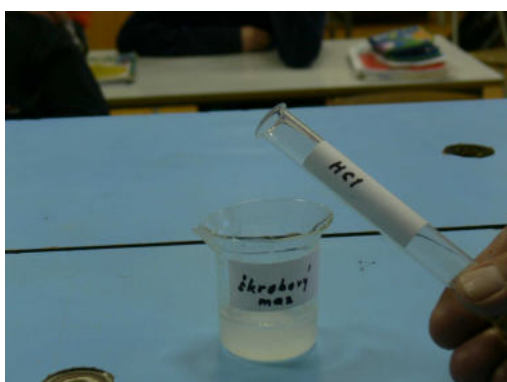


Roztokem jodu můžeme dokázat přítomnost škrobu v bramborách, banánu .....

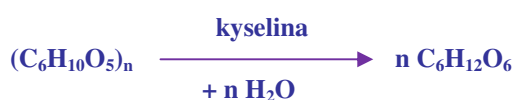


Tato reakce je používána k důkazu škrobu pomocí jodu, ale i k důkazu jodu pomocí škrobu. K vodnému roztoku jodu jsme přiložili jodoškrobový papírek – modrá barva – důkaz jodu.

### Štěpení škrobu kyselinami



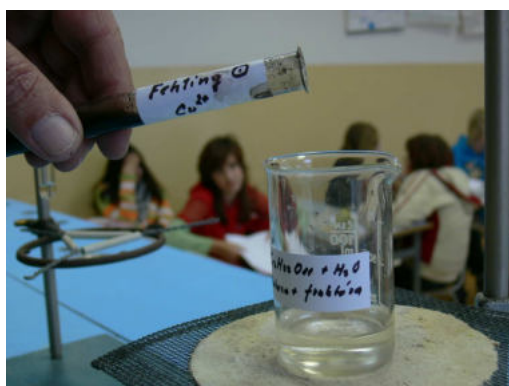
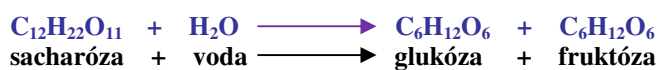
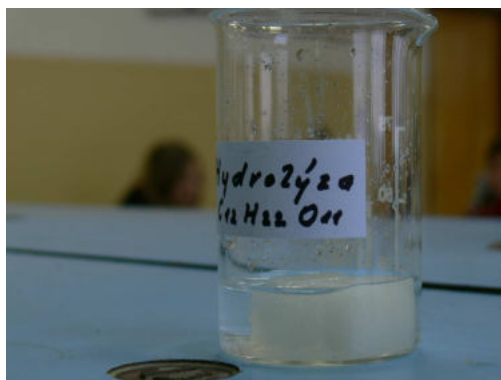
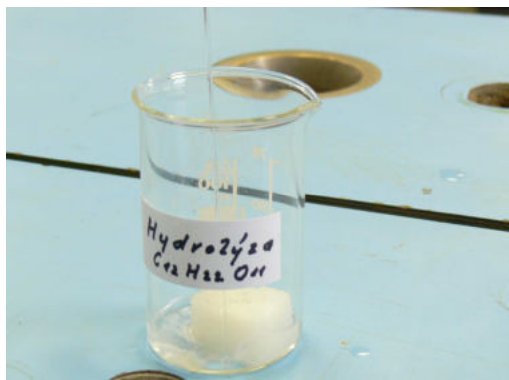
Zředěný škrobový maz nalijeme do zkumavky. Přidáme malé množství kyseliny ( $\text{HCl}$ ,  $\text{H}_2\text{SO}_4$ ) a směs krátce zahřejeme, poté ochladíme a rozdělíme na dvě části. K prvnímu vzorku přidáme malé množství jodu (2 až 3 kapky) – reakční směs nezmění barvu – důkaz nepřítomnosti škrobu. K druhému vzorku přidáme Fehlingův roztok, povaříme a pozorujeme změnu zbarvení od modrého přes zelené, žluté oranžové až k červené – důkaz glukózy  $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ .





## Hydrolyza disacharidu cukru řepného – sacharózy $C_{12}H_{22}O_{11}$

Kostku řepného cukru jsme rozpustili ve vodě. Hydrolyza sacharózy se projevila redukčními schopnostmi zplodin hydrolyzy – glukózy a fruktózy.



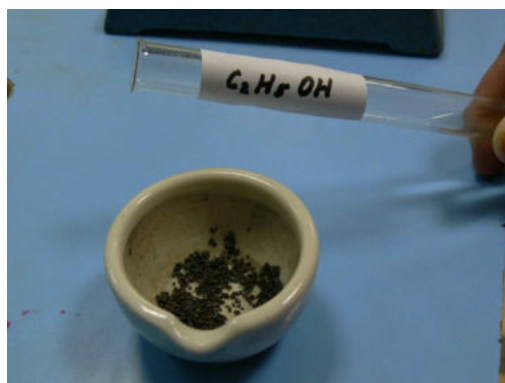
Povařením produktů hydrolyzy sacharózy s Fehlingovým činidlem se opět vyredukoval červený oxid mědný  $Cu_2O$  – důkaz přítomnosti aldohexózy glukózy.

## 19. Tuky – estery vyšších mastných kyselin s trojfunkčním alkoholem glycerolem $C_3H_5(OH)_3$

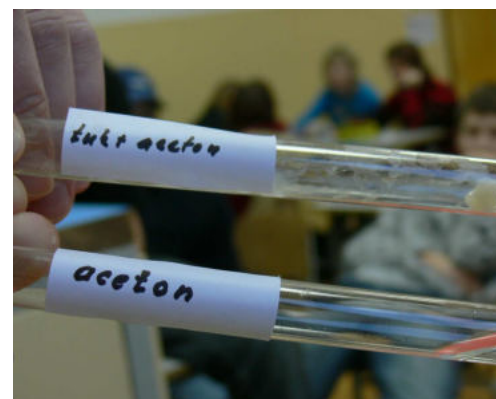
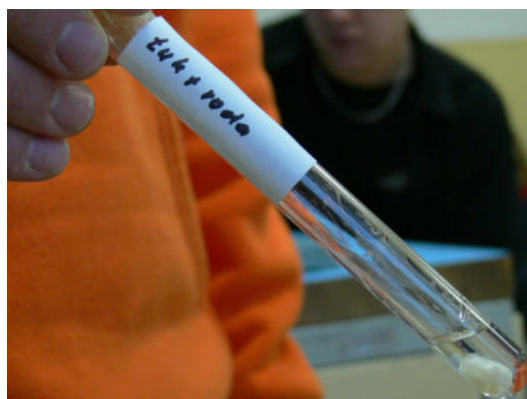
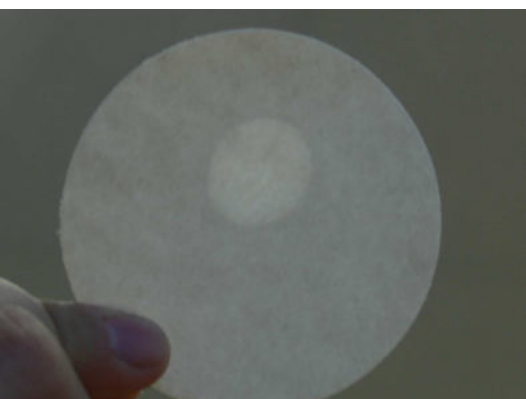
Extrakce oleje z máku (makový olej – ester kyseliny olejové  $C_{17}H_{33}COOH$  s glycerolem  $C_3H_5(OH)_3$ ).



K extrakci jsme použili líh  $C_2H_5OH$ , vzniklý roztok nakápneme na filtrační papír. Po odpaření lihu se objeví mastná skvrna po oleji, která na rozdíl od silic zůstává.



Rozpouštění tuků – tuky nejsou rozpustné v polárních rozpouštědlech – např. ve vodě ( $H-OH$ ) – DIPOL.

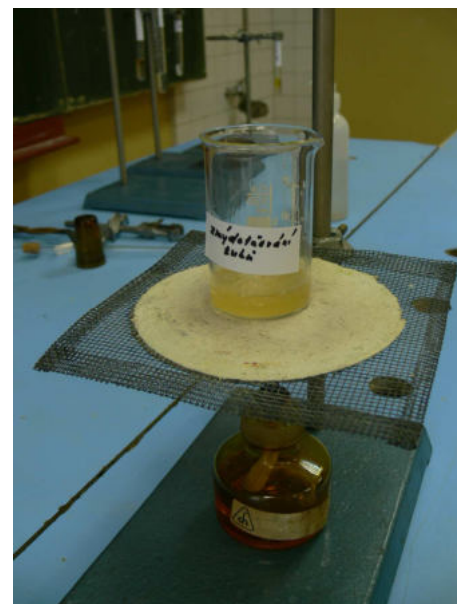


Jsou rozpustné v nepolárních rozpouštědlech (organické sloučeniny):  
ethanol  $C_2H_5(OH)$ , aceton  $CH_3COCH_3$ , benzín – př. oktan  $C_8H_{18}$  ( $C_7 - C_{12}$ )

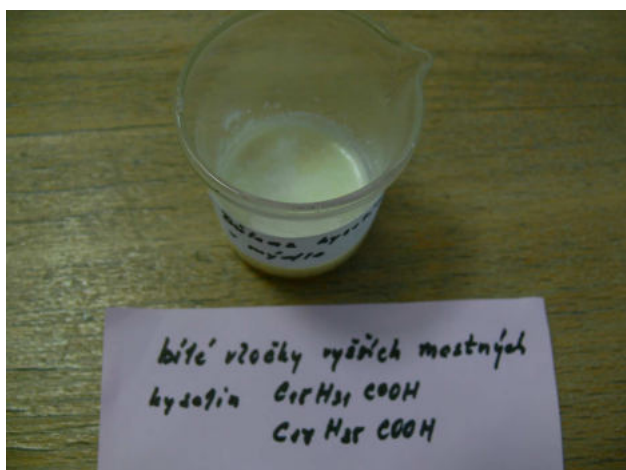




**20. Mýdla – sodné či draselné soli kyseliny palmitové  $C_{15}H_{31}COONa$  či stearové  $C_{17}H_{35}COOK$**   
 Zmýdelňování tuků – reakční směs (4g tuku, 10 cm<sup>3</sup> ethanolu, 5 cm<sup>3</sup> vody a 3 g hydroxidu hydroxidu sodného) zahříváme 5 – 7 minut, přidáme chlorid sodný – vysolování ... **mýdlo**.



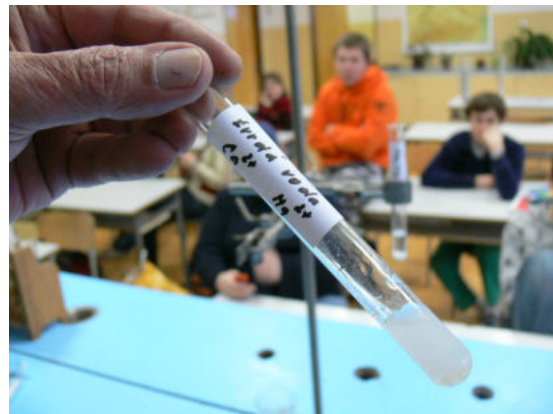
Mýdlový roztok reaguje zásaditě



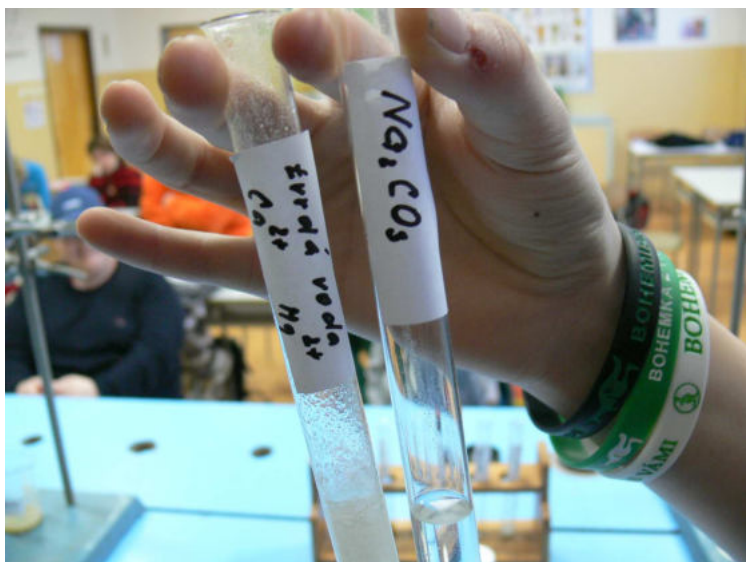
**Důkaz vyšších mastných kyselin v mýdle:**  
 Připravíme si hodně hustý roztok mýdla a přilijeme koncentrovanou kyselinu chlorovodíkovou **HCl**, zředíme vodou a protřepeme. Na hladinu roztoku vyplavou bílé vločky kyseliny palmitové  $C_{15}H_{31}COOH$  a kyseliny stearové  $C_{17}H_{35}COOH$ .



### Rozpouštění mýdla v měkké a tvrdé vodě

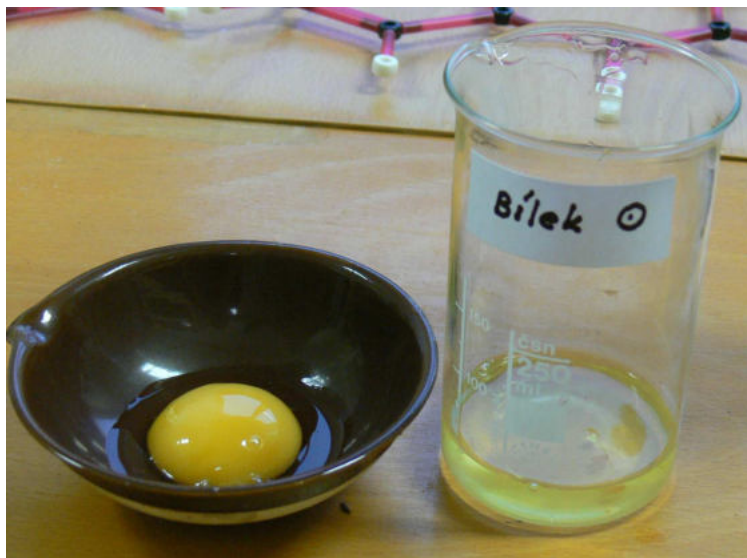


Mýdlo v měkké vodě dobře pění a má dobré prací a čisticí účinky:  $\text{C}_{15}\text{H}_{31}\text{COONa} \longrightarrow \text{C}_{15}\text{H}_{31}\text{COO}^- + \text{Na}^+$   
 Mýdlo se v tvrdé vodě sráží a nemá čisticí účinky:  $2 \text{C}_{15}\text{H}_{31}\text{COONa} + \text{CaCl}_2 \longrightarrow (\text{C}_{15}\text{H}_{31}\text{COO})_2\text{Ca} + 2 \text{NaCl}$

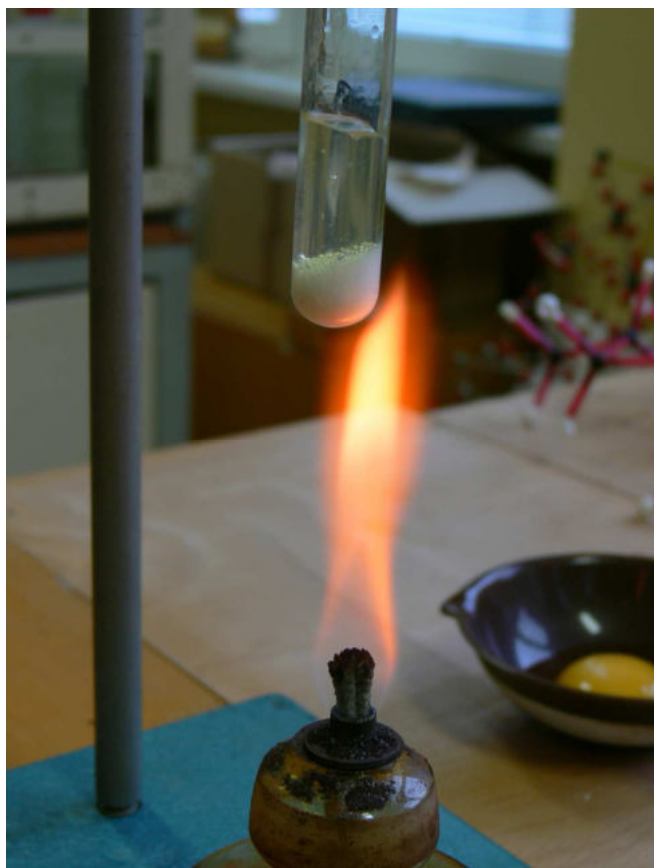


Přidáním sody  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  se přemění rozpustné vápenaté a hořečnaté soli v nerozpustné a mýdlo dobře pění a má dobré prací a čisticí účinky.

**21. Bílkoviny, proteiny** (řecky – protos – první), vaječný bílek – albumin (řecky – albus – bílý). Jsou materiální podstatou života. Život je neustálá přeměna bílkovin. Základem živé hmoty je protoplazma – prvohmota. Každý organismus si vytváří bílkoviny tělu vlastní (imunologie). Následující pokusy dokazují velkou zranitelnost bílkovin a tedy i velkou zranitelnost života.



**Vejce – složení: voda 75 %, bílkovina (albumin) 15 %, tuk 10 %**



**Rozpouštění bílkovin ve vodě** – do kádinky jsme vpravili bílek a přelili vodou. Obě látky jsme důkladně promíchali a pozorovali proti světlu. Nebyla čirá, ale slabě zakalená (toto mírné zakalení se nazývá opalescence) – nevytvořil se roztok pravý, ale roztok koloidní – makromolekuly jsou již tak „velké“, že se od nich světlo odráží. Koloidní roztok jsme přefiltrovali a použili k dalším experimentům.

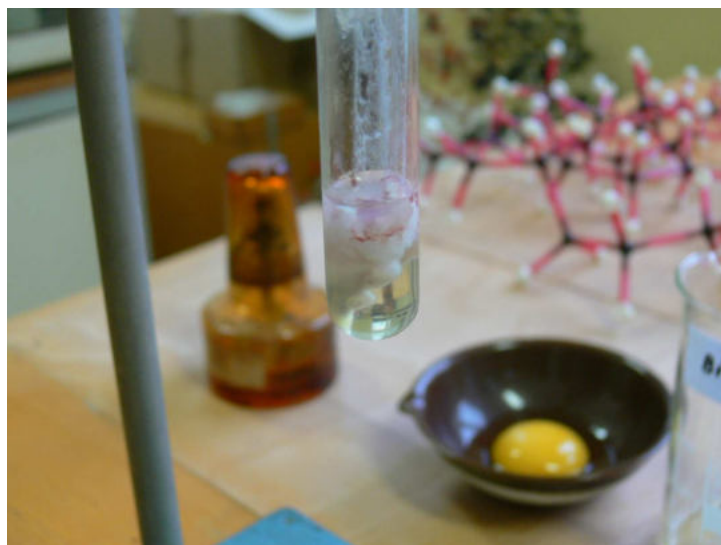
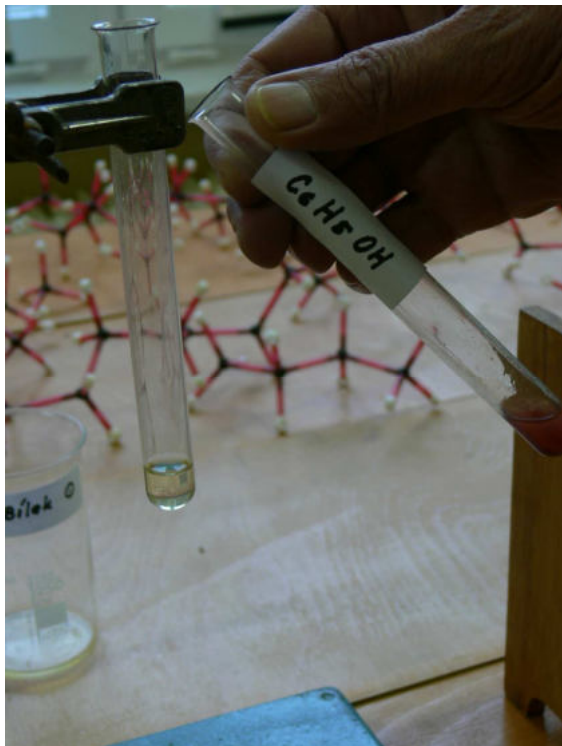
#### **Chování bílkovin při zahřívání**

Zkumavku s koloidním roztokem vaječného bílku pomalu zahříváme a pozorujeme probíhající změny. Zákal se prohlubuje – opalescence se mění v bílou sraženinu - zvýšenou teplotou se bílkoviny sráží.

**Využití v praxi: tepelná úprava potravin, likvidace choroboplodných bakterií a virů teplem.**



### Srážení bílkovin fenolem $C_6H_5OH$



K malému množství vaječného bílku ve zkumavce přidáváme roztavený fenol a směs promícháme. Bílkovina se vysráží.

Fenol tvoří narůžovělé krystalky, b. t. =  $43^{\circ}C$ , které jsou jedovaté, silně leptavé. Ve vodě se málo rozpouští na kyselinu karbolovou, která má silné dezinfekční účinky.

Pozor, při práci s fenoly musíme být opatrní, neboť leptají pokožku. Používáme-li k dezinfekci lyzol, pracujeme vždy v rukavicích.

K tomuto pokusu lze s úspěchem použít i vodný roztok fenolu.



**Působení ethanolu  $C_2H_5OH$  na bílkovinu**  
 Do zkumavky s koloidním roztokem bílku přidáme malé množství ethanolu – po promíchání se působením alkoholu bílkovina sráží. Využití v praxi: př. jodová tinktura - roztok jodu v lihu – jod oxiduje, spaluje mikroorganismy, líh sráží mikroorganismy - dezinfekce v lékařství.

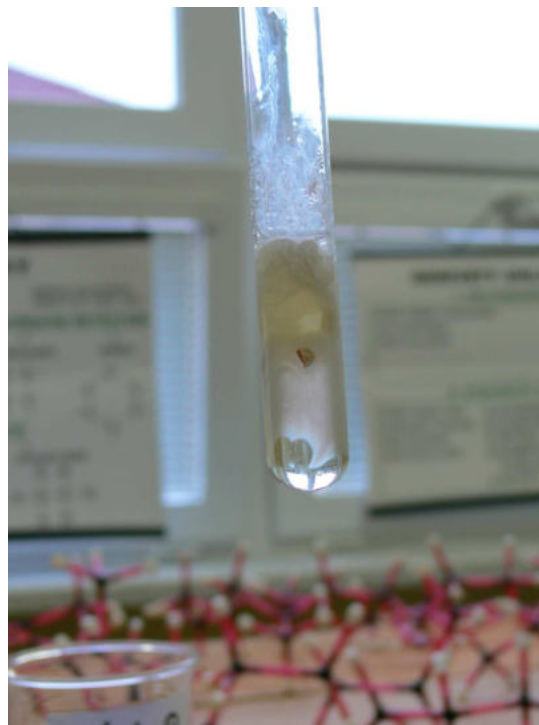


**Působení formaldehydu, methanalu  $HCHO$  na bílkovinu**  
 Ke koloidnímu roztoku vaječného bílku přidáme 1 až 2  $cm^3$  formaldehydu. Bílkovina se vysráží. Obdobně působí methanal a formalin na bílkoviny v mikroorganismech a tím je ničí – dezinfekce.



### Působení minerálních kyselin na bílkovinu

Ke koloidnímu roztoku vaječného bílku jsme přidali malé množství zředěné kyseliny chlorovodíkové  $\text{HCl}$ . Bílkovina se okamžitě sraží – podobně působí kyseliny na bílkoviny v živých organizmech.



### Působení solí těžkých kovů na bílkovinu

Ke koloidnímu roztoku vaječného bílku jsme přidali roztok skalice modré  $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ . Vznikla modrá sraženina. Neuvážené vypouštění roztoků solí těžkých kovů je velkou ekologickou zátěží.



Důkaz bílkoviny pomocí kyseliny dusičné  $\text{HNO}_3$  xantoproteinovou reakcí (xantos – řecky žlutý)  
Na uvařený vaječný bílek přidáme několik kapek  $\text{HNO}_3$ . Pozorujeme vznik žlutého zbarvení.



Důkaz bílkoviny biuretovou reakcí

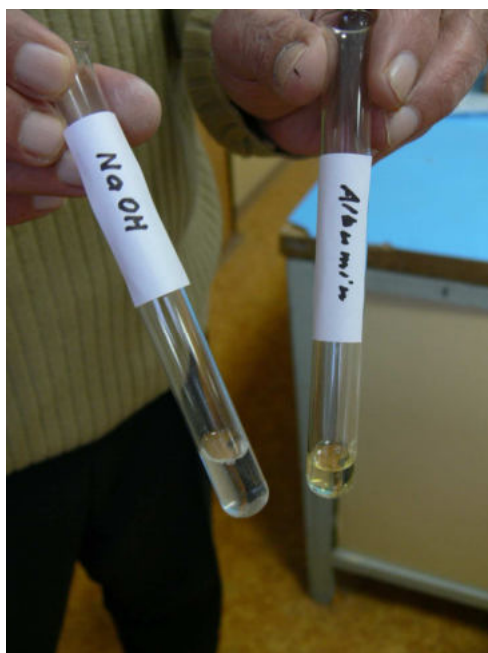
K roztoku vaječného bílku přidáme stejné množství Fehlingova činidla (lze použít i 10 % roztok hydroxidu sodného s několika kapkami koncentrovaného roztoku síranu měďnatého  $\text{CuSO}_4$ ). Vznik modrého zbarvení **biuretu** je dokladem přítomnosti bílkoviny.





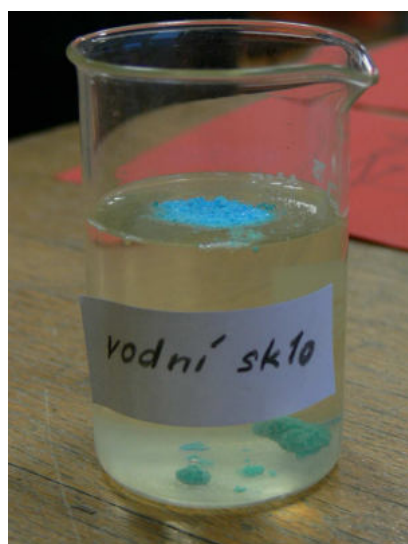
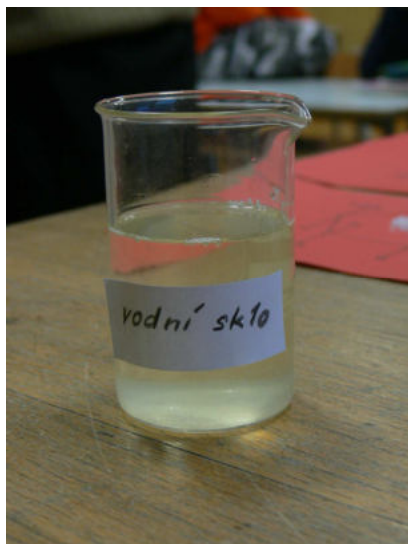
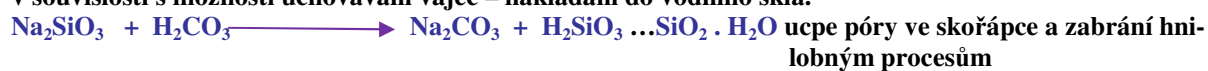
### Působení louhů na bílkovinu - albumin

Připravili jsme si roztok albuminu rozpuštěním pevných krystalků albuminu ve vodě (rozpuštění trvá několik minut). Do takto připraveného roztoku jsme přidali 10 % roztok hydroxidu sodného **NaOH**. Vznikla silná opalescence, postupně sraženina.



## 22. Difúze chemických látek v hustém prostředí

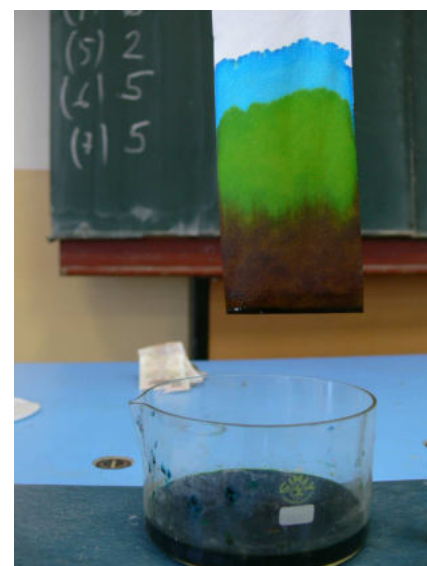
Příprava chemické zahrádky – do kádinky dáme roztok vodního skla, což je jednoduchý křemičitan sodný  $\text{Na}_2\text{SiO}_3$  nebo draselný  $\text{K}_2\text{SiO}_3$ . Do roztoku vhazujeme barevné krystalky solí těžkých kovů ( $\text{Cu}^{2+}$ ,  $\text{Ni}^{2+}$ ....). Krystalky ve vodním skle narůstají a vytvářejí nepravidelné útvary – **chemickou zahrádku**. Když krystalky vyrostou, lze odlít (odsát) vodní sklo a zavoskovat. Tímto způsobem lze pokus uchovat na delší dobu. Pokus jsme zařadili do tohoto souboru proto, že jsme se problematice vodního skla věnovali i v souvislosti s možností uchovávání vajec – nakládání do vodního skla.



## 23. Chromatografie

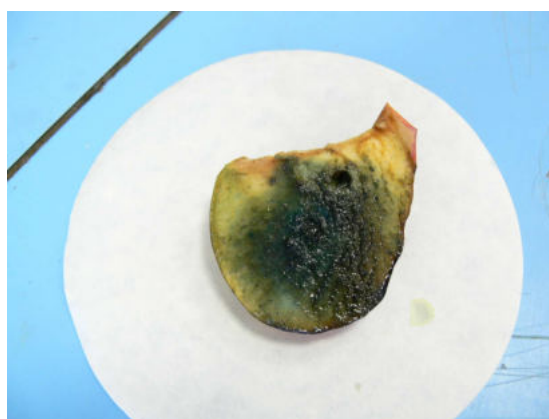
Oddělení složek směsi potravinářských barviv papírovou chromatografií

V kádince jsme si připravili asi 50 % vodný roztok ethanolu  $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$ . V roztoku jsme rozpustili několik druhů potravinářských barviv. Do středu kruhového filtračního papíru jsme vložili bavlněný knot a papír vložili na kádinku s roztokem tak, aby spodní část knotu zasahovala do roztoku. Po chvíli jsme pozorovali chromatografické oddělování různě barevných složek. Směs je rozpouštědlem pozvolna unášena po vrstvě papíru. Jednotlivé složky se na papíře vážou různě pevně, a jsou proto unášeny různou rychlostí. Tím se jednotlivé složky směsi od sebe vzdalují a dochází k jejich oddělování.



## 24. Babský recept – železné hřebíčky a jablko

Hřebíčky předem očistit, odmastit a nakrátko vhodit do vroucí vody. Doporučuje se večer napíchat do jablka 5 – 10 ks hřebíků, ráno pak jablko sníst (pochopitelně bez hřebíků). Jablko představuje dobrou volbu, neboť ke vstřebání železa je zapotřebí slabé organické kyseliny, například jablečné  $\text{HOOC-CH}_2\text{-CH(OH)COOH}$  nebo citronové  $\text{C}_3\text{H}_4\text{OH (COOH)}_3$ . Přítomnost kationtů železa  $\text{Fe}$  jsme dokázali fenolem  $\text{C}_6\text{H}_5\text{OH}$  - modrofialová barva.

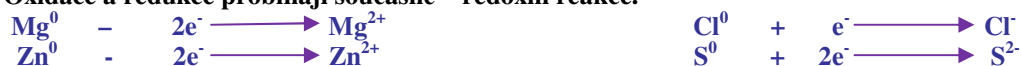


## 25. Elektrochemie

### Oxidace a redukce

Oxidace je děj, při němž dochází ke zvyšování oxidačního čísla (stupně). Oxidovaná část ztrácí jeden nebo více elektronů. Počet odevzdaných elektronů je shodný s číselnou hodnotou zvýšení oxidačního čísla. Redukce je děj, při němž dochází ke snižování oxidačního čísla (stupně). Redukovaná část přijímá jeden nebo více elektronů. Počet přijatých elektronů je shodný s číselnou hodnotou snížení oxidačního čísla.

Oxidace a redukce probíhají současně – redoxní reakce.



atomy .. ... oxidace .. ... kationty

atomy .... redukce .... anionty

Pro elektrochemii má velký význam řada elektrochemického napětí kovů.

**K, Ca, Na, Mg, Mn, Zn, Ga, Fe, Cd, Co, Ni, Sn, Pb, H, Cu, Hg, Ag, Au, Pt**

Čím je určitý kov v této řadě více vlevo od vodíku, tím snáze se oxiduje na své kationty:  $\text{Mg}^0$  na  $\text{Mg}^{2+}$  snáze než  $\text{Zn}^0$  na  $\text{Zn}^{2+}$  - kovy vlevo od vodíku **elektropozitivní (neušlechtilé)** – vytěsňují **H** z kyselin. Čím je určitý kov v této řadě více vpravo od vodíku, tím snáze se jeho kationty redukuje na kov:  $\text{Ag}^+$  na  $\text{Ag}^0$  snáze než  $\text{Cu}^{2+}$  na  $\text{Cu}^0$  – kovy vpravo od vodíku **elektronegativní (ušlechtilé)** nevytěsňují **H** z kyselin.

### Chemické zdroje elektrické energie – galvanické články

Ponoří-li se do vodného roztoku 2 kovy s různou velikostí elektrického náboje, a jejich opačné konce se spojí vodičem, kov s vyšším počtem volných elektronů – s větším nábojem – předává elektrony druhému kovu – s nižším nábojem. Dochází k vyrovnávání náboje a mezi kovy prochází elektrický proud.

### Elektrolýza

K elektrolýze dochází při zavedení stejnosměrného elektrického proudu do roztoku obsahujícího kationty a anionty, tzv. elektrolytu. K záporné elektrodě – **katodě** jsou přitahovány **kladně nabitě částice – kationty**. Přijímají elektrony a mění se na elektroneutrální atomy. Probíhá **redukční děj**. **Katoda je neúčinnějším redukčním činidlem**. Ke kladné elektrodě – **anodě** jsou naopak přitahovány **záporně nabitě částice – anionty**. Ty své elektrony odevzdají a **oxidují** se na elektroneutrální atomy. **Anoda je neúčinnějším oxidačním činidlo**.

### Elektrolýza roztoku chloridu sodného NaCl

Do trubice U jsme nalili roztok chloridu sodného **NaCl**, jako indikátory reakce jsme přidali **fenolftalein** a jodid draselný **KI**. Do každého ramene jsme vložili jednu uhlíkovou elektrodu. V dalších pokusech jsme jako elektrody použili kovy (**Cu, Zn**). V roztoku došlo k disociaci  $\text{NaCl} \longrightarrow \text{Na}^+ + \text{Cl}^-$ , voda je dipol  $\text{H}_2\text{O} \longrightarrow \text{H}^+ + \text{OH}^-$ . V roztoku tedy jsou tyto ionty:  $\text{Na}^+$ ,  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{H}^+$ ,  $\text{OH}^-$ . Elektrody jsme připojili ke zdroji stejnosměrného proudu (5 V). Ke kladné elektrodě anodě byly přitahovány anionty  $\text{Cl}^-$  a vyvíjely se zde bublinky plynného chloru  $\text{Cl}_2 - (2 \text{Cl}^- - 2\text{e}^- \longrightarrow \text{Cl}_2)$ , o jeho přítomnosti jsme se přesvědčili čichem a hlavně tím, že se u této elektrody tvořil červenohnědý roztok jodu

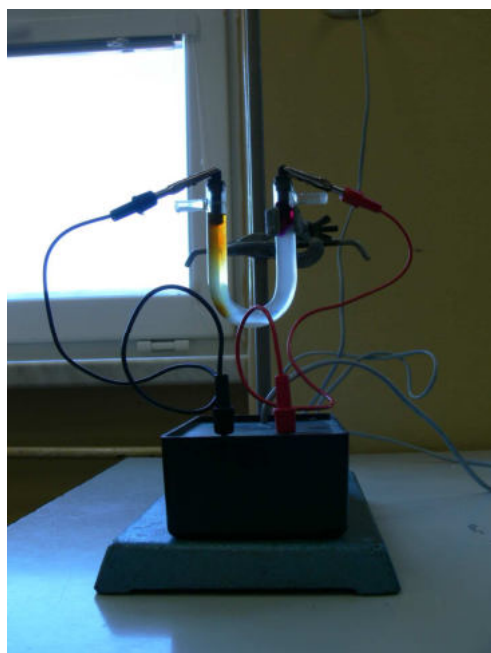
$\text{I}_2 - (\text{Cl}_2 + 2 \text{KI} \longrightarrow \text{I}_2 + 2 \text{KCl})$ . K záporné elektrodě katodě byly přitahovány kationty vodíku  $\text{H}^+$  a vyvíjely se zde bublinky vodíku  $\text{H}_2 - (2 \text{H}^+ + 2\text{e}^- \longrightarrow \text{H}_2)$ . Kationty sodíku  $\text{Na}^+$  reagovaly s anionty  $\text{OH}^-$  za vzniku hydroxidu sodného  $\text{NaOH} - (\text{Na}^+ + \text{OH}^- \longrightarrow \text{NaOH})$ , jehož přítomnost jsme dokázali fenolftaleinem – roztok se v této části trubice U zbarvil červenofialově.



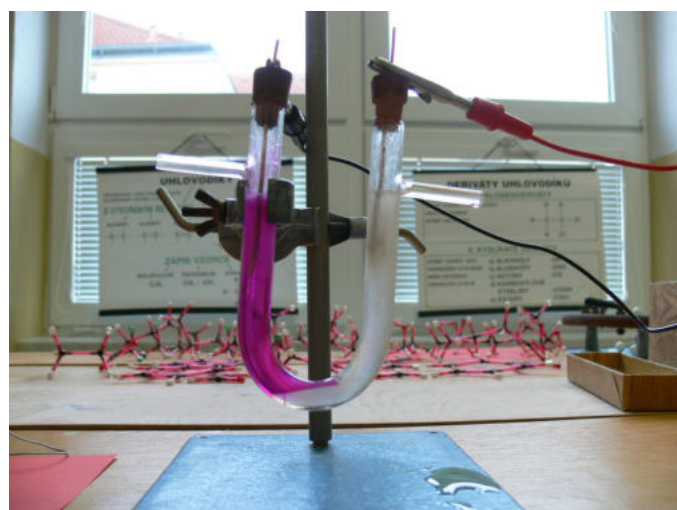
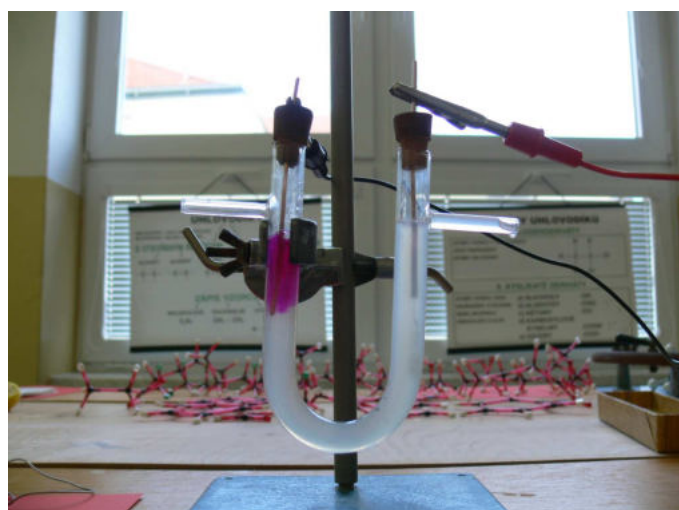
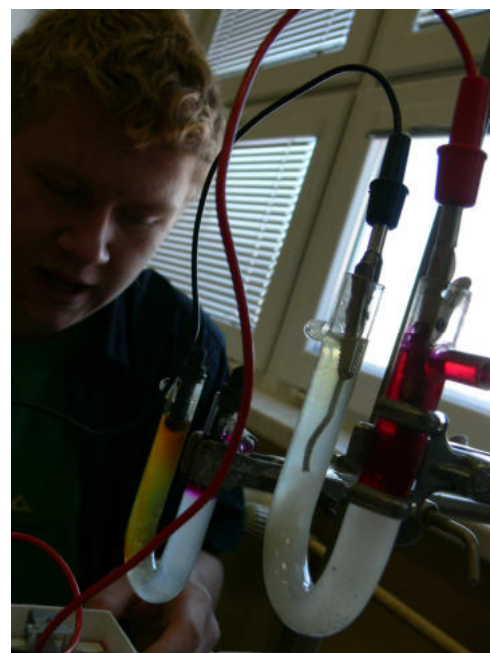
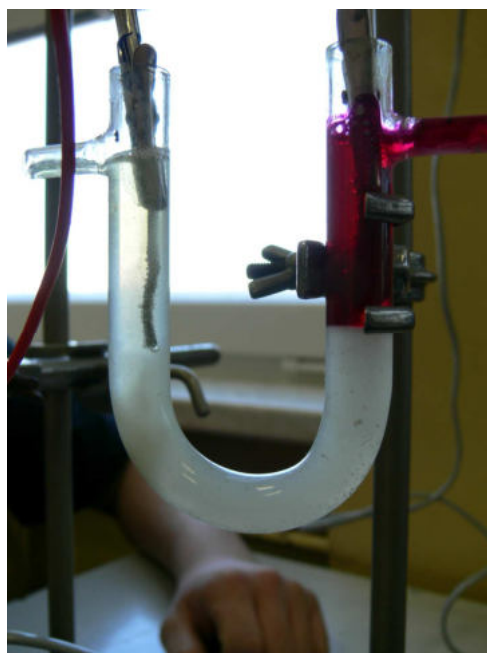
Elektrolýza s uhlíkovými elektrodami **A**

Elektrolýza s kovovými elektrodami **B**

**A**



**B**

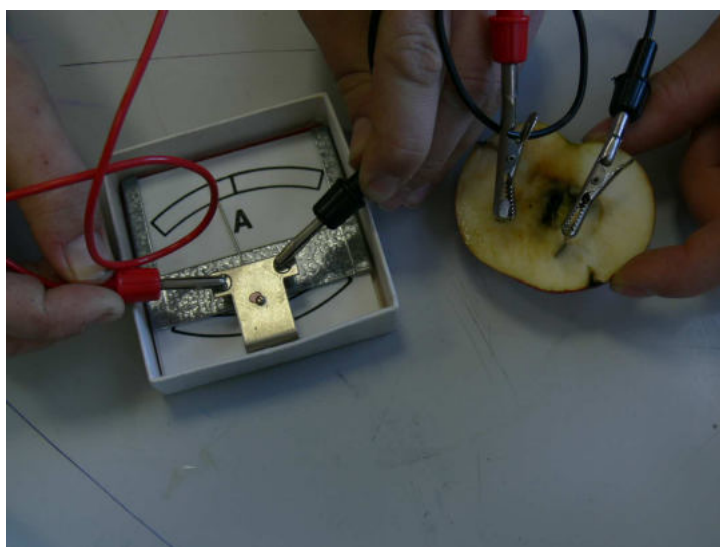


$H_2$   
katoda -

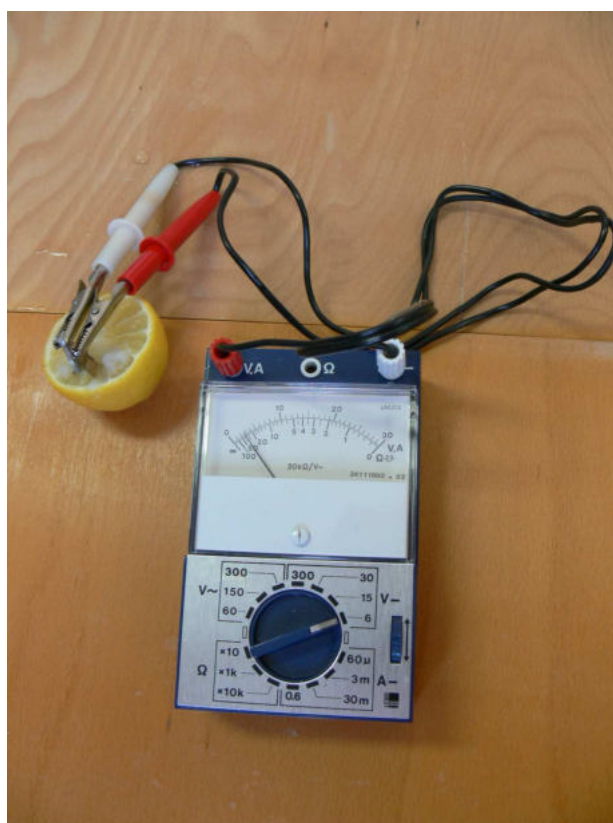
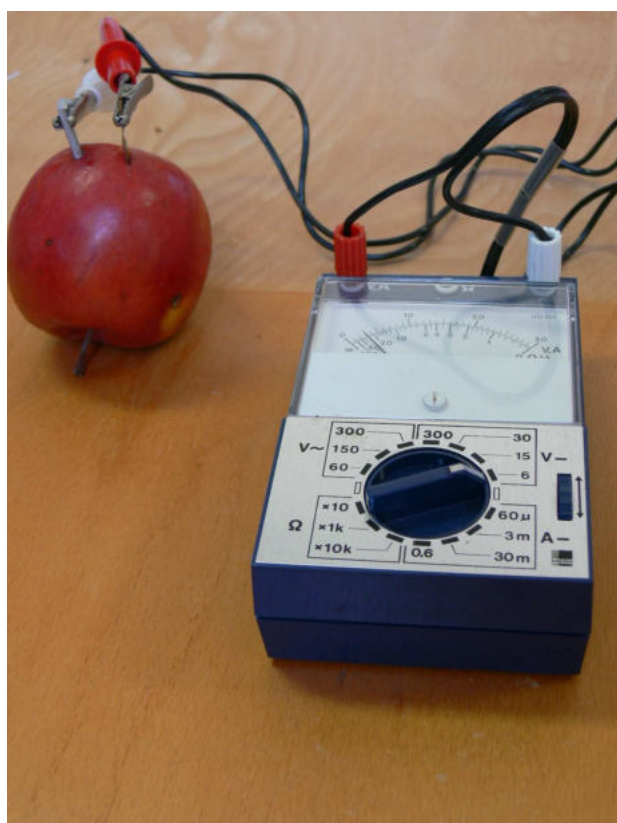
$Cl_2$   
anoda +



Jednoduché chemické zdroje elektrické energie



Chemický zdroj – jablko, citron (elektrolyt), záporná elektroda **Zn**, kladná elektroda **Cu**.  
Kovy vložit do ovoce a vzniklý rozdíl potenciálů použitých kovů vytvoří zdroj napětí.





K ověření účinnosti tohoto chemického zdroje jsme využili i znalosti žáků z elektroniky. Zapojili jsme tranzistor do obvodu tak, že báze byla v první fázi pokusu odpojena. Mezi kolektorem a emitorem nemůže protékat proud, neboť kolektorový přechod je zapojen v nepropustném směru. Proto také žárovka nesvítí. Pak jsme připojili k bázi a emitoru zdroj malého napětí (1,5 V), levá žárovka slabě žhne, ale druhá žárovka se jasně rozsvítí. Pomocí malého ovládacího proudu můžeme ovládat velké proudy v obvodu kolektoru (žárovka jasně svítí). **Tranzistor zesiluje.** Poté jsme klasický galvanický článek nahradili žáky zhotoveným chemickým zdrojem. **Výsledek byl výborný – žárovka jasně svítla ....**

