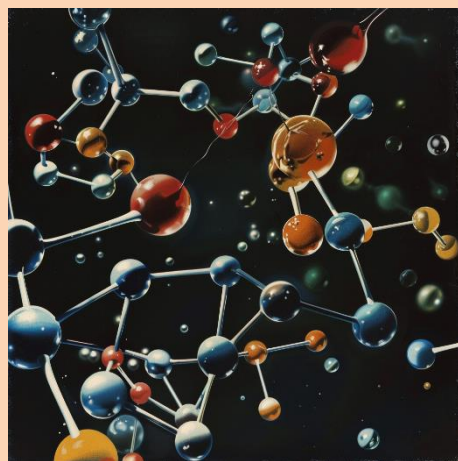


Stavba hmoty

*To, že se chemie zabývá látkami a jejich přeměnami v látky jiné, jsme si již řekli. Nicméně, co přesně v chemii rozumíme pojmem **látk**a? Možná si představíte látku, jako materiál, ze kterého vám švadlena ušije oblečení nebo nějaký doplněk. V chemii se však nebudeme věnovat šití, ale prozkoumáme, z čeho je složen svět kolem nás a vlastně i my samotní – hmotou.*

V této kapitole se ponoříte do dvou fascinujících světů chemie – **makrosvěta** a **mikrosvěta**. Naučíte se odlišovat klíčové pojmy spadající do jednotlivých světů, což vám pomůže porozumět lépe chemii a uvidíte, že v jednotlivých pojmech už nebudete mít tak velký zmatek. Vysvětlíme si rozdíly mezi látkou a polem, látkou a tělesem, atomem a molekulou, sloučeninou a směsí. Zavítáme také do tajného jazyka chemiků a vyzkoušíme si i zajímavé chemické experimenty. Jednoduše se máte na co těšit! Tak pojďme se na to všechno podívat pěkně od začátku.





Obsah kapitoly:

1. Začínáme s hmotou
2. Mikrosvět
3. Makrosvět
4. Vlastnosti látek
5. Směsi a metody oddělování složek směsí
6. Symbolický svět chemiků

Na konci této kapitoly budete schopni:

- Rozlišovat mezi pojmy z mikrosvěta a makrosvěta
- Definovat složení věcí kolem nás a vysvětlit jakou roli hrají atomy a molekuly v určování vlastností hmoty
- Vysvětlit rozdíl mezi látkou a tělesem a uvést příklady
- Definovat rozdíl mezi molekulou a sloučeninou, mezi atomem a prvkem
- Rozlišit rozdíl mezi prvkem a sloučeninou
- Uvést rozdíl mezi fyzikálním a chemickým dějem
- Rozlišit pojmy „chemicky čistá látka“ a „směs“, uvést rozdíl mezi sloučeninou a směsí
- Používat separační metody oddělování složek směsí
- Kromě mikrosvěta a makrosvěta uvést ještě symbolický svět chemiků a posoudit jeho důležitost



1 Začínáme s hmotou

*V chemii, fyzice, a ostatně i dalších přírodních vědách, se budete často setkávat s rozdíly mezi makrosvětem a mikrosvětem. Rozlišujeme **makrosvět**, tedy to, co vidíme a na co si můžeme sáhnout, a **mikrosvět**, tedy to, na co si „jednoduše nesáhneme“.*

Makrosvět

Makrosvět je nám známý, je to oblast každodenních věcí, které jsou dostatečně velké na to, aby je bylo **možné vnímat** přímo lidským zrakem nebo dotykem. *Makro* je řecké slovo, které znamená „velký“.

Mikrosvět



[Podívejte se, jakou velikost mají objekty okolo vás a jednoduše přecházejte z makrosvěta do mikrosvěta a naopak.](#)



Vlastnosti mikroskopických částic zásadně ovlivňují vlastnosti makroskopických objektů.

Mikrosvětem budeme nazývat částice a jejich shluky, ze kterých se **makrosvět skládá**, ale na první pohled tento mikrosvět nemůžeme vnímat. *Micro* také pochází z řečtiny a znamená „malý“. Mikrosvět je **pouhým okem neviditelný** a většina objektů v mikroskopickém světě chemie je dokonce tak malá, že není viditelná ani standardními mikroskopy, a tak si je často musíme představovat v naší mysli.

Mikrosvět zahrnuje jednotlivé **atomy v kovovém drátu, ionty tvořící krystal soli**, změny v jednotlivých molekulách, které vedou ke změně barvy, přeměnu molekul živin v energii, a také uvolňování tepla při tvorbě vazeb, které spojují atomy dohromady.

Kdyby před vámi stál chemik s dvěma baňkami – jednou obsahující **kyselinu sírovou** a druhou obyčejnou **vodu** (**Obr. 1**), pravděpodobně byste na první pohled, tedy na makroskopické úrovni, nebyli schopni od sebe tyto dvě kapaliny rozlišit. Tyto látky jsou však složeny z mikroskopických částic a chemici se zaměřují na zkoumání podstaty látek a procesů, které se odehrávají právě na této **mikroskopické úrovni**, tedy takové, která není obvykle viditelná lidským okem. Pokud budeme rozumět látkám a dějům na úrovni mikrosvěta, můžeme lépe předvídat různé jevy a vlastnosti, které pozorujeme ve světě kolem nás, na úrovni makrosvěta.



- a) V 1. Erlenmeyerově baňce se nachází koncentrovaná kyselina sírová. Ve 2. obyčejná voda. b) Do obou přidáme kostku cukru c) Baňky po přidání kostky cukru.

Obr. 1 Kyselina sírová a její dehydratační vlastnosti



Rozlišení vody a kyseliny sírové.

Nachystáme si dvě Erlenmeyerovy baňky. Do první nalijeme 50 ml koncentrované kyseliny sírové a do druhé 50 ml vody. Do obou baněk vhodíme kostku cukru a obsah obou baněk promícháme skleněnou tyčinkou. Pozorujeme.

Přidáním cukru do vody dojde k jeho rozpuštění. Koncentrovaná kyselina sírová dokáže do sebe vstřebat vodu z jiných látek, má silné **dehydratační vlastnosti**. Při reakci cukru s koncentrovanou kyselinou sírovou dojde k dehydrataci cukru natolik, že z něj zbude jen uhlík. Určitě si po provedení experimentu dokážete představit, co by taková kyselina dokázala způsobit nám, pokud bychom s ní neuměli zacházet. Kyselina sírová je silná **žiravina**, která je nebezpečná nejen pro naši pokožku, ale i oči a jiné sliznice, jelikož způsobuje silné **poleptání**.



I obyčejná **tužka** představuje fascinující propojení makrosvěta a mikrosvěta (Obr. 2). Klíčem k tomuto propojení je **tuha**, neboli **grafit**, který tužka ukrývá ve svém nitru.



Obr. 2 Vztah mezi makrosvětem a mikrosvětem

Grafit, který je součástí našeho **makrosvěta**, je viditelný pouhým okem a jednoduše hmatatelný minerál, který je jednou z **modifikací** chemického **prvku - uhlíku**. Ten je tvořen obrovským množstvím **atomů uhlíku**. Atomy, patřící do **mikrosvěta**, jsou tak malé, že jsou neviditelné pouhým okem, ale mají značný vliv na vlastnosti grafitu. Schopnost grafitu snadno uvolňovat tenké vrstvy na papír, což umožňuje psaní a kreslení, vychází z jeho **struktury** – uspořádání jednotlivých atomů uhlíku ve vrstvách. Tento jedinečný příklad ukazuje, jak mikrosvět formuje a ovlivňuje makrosvět, ve kterém žijeme, a každý tah tužkou se tak stává expedicí do neviditelného světa atomů, který, ač neviditelný, je základem všech fyzikálních a chemických vlastností objektů z makrosvěta.



psaní.

Slovo grafit pochází z řeckého *grafein* – psát, tedy kámen sloužící ke



Víte, jak se nazývá druhá nejznámější modifikace prvku uhlíku? Vzpomeňte si, co již o ní víte.

1.1 Hmota

*Rozhlédněte se kolem sebe – tabule ve třídě, spolužák sedící vedle vás, vy samotní, ale také jen malinký a nepatrný světelný paprsek – to vše tvoří tzv. **hmotu**.*

Co je to hmota?



Hmota je zjednodušeně vše, co tvoří svět kolem nás. Jedná se o objektivní realitu, která existuje nezávisle na našem vědomí a zahrnuje všechny jevy a objekty kolem nás.

Formy hmoty

Slovo hmota je však často v běžném životě zaměňováno za slovo **látka**. Přírodní vědy však zkoumají jednotlivé **konkrétní formy hmoty**, a právě látka je jednou z nich. Tou druhou je **pole**. Dnes již

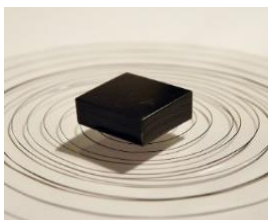


víme, že hmota má dualistický charakter (částicový i vlnový), u látky však převládá charakter částicový a u pole naopak vlnový.

Pole

Pojmem **pole** označujeme všechna známá **fyzikální pole**, např. **pole gravitační, elektrické. Nebo elektromagnetické**, které se v prostoru šíří elektromagnetickými vlnami – **elektromagnetickým zářením**, mezi které řadíme i **světlo**.

Látka



Obr. 3 Příkladem hmoty je magnet, který představuje látku, kolem které se nachází magnetické pole.

Látka je hmota skládající se z částic (*atomů, molekul a iontů*), která má určité charakteristické **chemické i fyzikální vlastnosti**. Pole a látka jsou spolu ve vzájemném vztahu, kdy pole je projevem látky.

Tělesa



Obr. 4 Stůl (těleso) je vyroben ze dřeva (látky)

Částice látek se skládají do větších celků, které vnímáme jako konkrétní objekty – **tělesa** (Obr. 4). Ta vždy mají určitý tvar a rozměry, a my s nimi můžeme interagovat – můžeme si na ně sáhnout, strčit do nich nebo třeba rýpnout. Například **stůl**, který je **tělesem**, je vyroben ze **dřeva**, což je **látka**. Podobně **brčko**, které také představuje **těleso**, je tvořeno třeba **plastem**, což je opět látka. **Tímto způsobem se látky stávají stavebními kameny pro všechny hmatatelné objekty, které nás obklopují.**



[Animace – látky a tělesa](#)

2 Mikrosvět



Zamyslete se nad tím, jak moc bychom mohli rozdělit hmotu (přesněji látku) na menší částice tak, aby to ještě bylo možné. Lze ji dělit do nekonečna?

*Představte si, že rozříznete **zlatou minci** (Obr. 4) **napůl**, pak jednu z **půlek** rozříznete opět **napůl** a tento postup opakujete, dokud nezůstane kousek zlata, který by byl tak malý, že by jej již nebylo možné rozpůlit. Tomuto kousku zlata o minimální velikosti říkáme **atom**. **Hmota tak není nekonečně dělitelná.***

Už v **5. stol. před naším letopočtem** lidé předpokládali, že **látky nemůžeme dělit do nekonečna**.



Atom

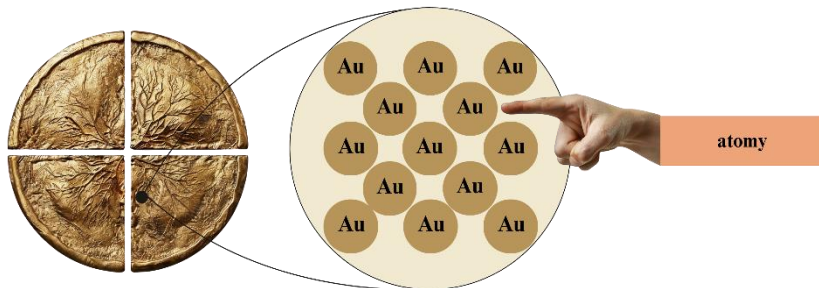
V antickém Řecku, se objevila myšlenka, že hmota je tvořena z částecek nepatrné velikosti, které nelze dále rozdělit. Začali jim říkat **atomy** (řec. slovo *atomos* – nedělitelný).



Atom je základní stavební částice látky.



Atom je nejmenší částice látky, která si zachovává všechny chemické vlastnosti prvku. Třeba prvek **zlato** (Obr. 5) má své **typické vlastnosti díky atomům zlata**, ze kterých je složeno. **Atom** zlata poskytuje tyto typické vlastnosti díky ještě **menším částicím**, ze kterých je složen. **Atomy** zlata však **nemohou být dále rozloženy** na žádnou menší částici bez toho, aby o tyto vlastnosti přišly.



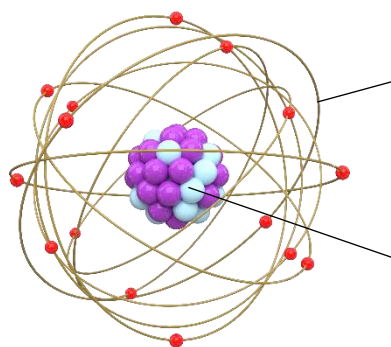
Obr. 5 Zlatá mince je tvořena obrovským množstvím atomů zlata (Au)

Stavba atomu



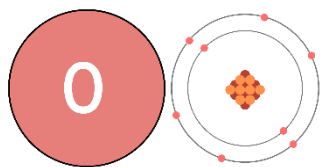
V chemii si většinou vystačíme s **protony**, **neutrony** a **elektrony**. Kromě nich bylo objeveno mnoho dalších částic, kterými se zabývá atomová fyzika. Již nyní víme, že protony a neutrony se skládají z tzv. **fundamentálních částic** – **kvarků**. Pod pojmem fundamentální částice rozumíme objekty, o kterých se podle současného stavu vědomostí předpokládá, že jsou **již dále nedělitelné**. V současnosti se však uvažuje o tom, že také kvarky by mohly mít vnitřní strukturu, a že by tedy fundamentálními částicemi nebyly. Jejich vnitřní strukturu fyzikové stále zkoumají.

Díky fyzikálním experimentům 19. a 20. století však vědci tato tvrzení vyvrátili a dokázali, že i atomy mají svoji vnitřní strukturu. Jsou složeny z **jádra a obalu** (Obr. 7). Jádro a obal jsou tvořeny ještě menšími částicemi. Jádro obsahuje **nukleony**, což je souhrnné označení pro **protony** a **neutrony**. Obal je tvořen **elektrony**. Protony, neutrony a elektrony označujeme jako **elementární částice**. Ovšem ani protony a neutrony nejsou nejmenší částice hmoty.



Obal atomu s elektrony, vyskytujících se v rámci tzv. **elektronových vrstev obalu**

Jádro atomu s protony a neutrony



Obr. 6 Zjednodušený model atomu kyslíku (O)

Obr. 7 Model atomu

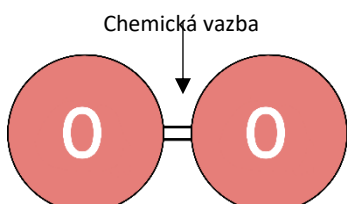
Zjistilo se tak, že atom je pouze **chemicky nedělitelný**, jelikož právě jádro atom identifikuje. Z **fyzikálního hlediska**, jak již víme, má svoji **vnitřní strukturu**.



[Poskládejte si svůj atom](#)



Molekuly

Obr. 8 Zjednodušený model molekuly kyslíku (O_2)

Poskládejte si svoji molekulu

Atomy se mohou, ale nemusí, **spojoval** do větších celků – **molekul**, kde jsou vzájemně pospojovány prostřednictvím **chemických vazeb** (Obr. 8).



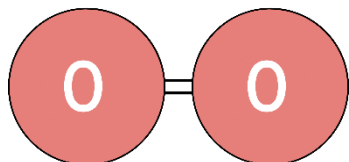
Molekuly jsou seskupení atomů (stejných či různých) spojených **chemickými, vazbami**.

Všechny chemické látky jsou tvořeny atomy, avšak jen výjimečně těmi nesloučenými. **Většina chemických látek se skládá právě z molekul.**

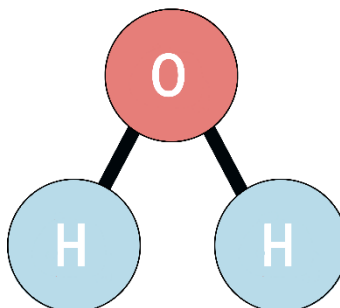
Vlastnosti molekul se však zásadně **liši od vlastností jednotlivých atomů** – jedná se prostě a jednoduše o jiné částice.

Typy molekul

Molekula může vzniknout **seskupením stejných atomů** – př. dvouatomová molekula *kyslíku* O_2 nebo víceatomová molekula *fosforu* P_4 . Takovým molekulám říkáme **homonukleární** (složeny ze stejných částic Obr. 9). Může vzniknout také **seskupením různých atomů** – např. molekula *vody* H_2O nebo *oxidu uhličitého* CO_2 . V takovém případě hovoříme o **heteronukleární** molekule (složena z různých částic Obr. 10).



V molekule kyslíku jsou společně vázány pouze 2 stejné atomy kyslíku

Obr. 9 Homonukleární molekula kyslíku (O_2)

V molekule vody se společně vážou celkem 3 atomy, které jsou však různé - 1 atom kyslíku a 2 atomy vodíku

Obr. 10 Heteronukleární molekula vody (H_2O)

Ionty

Jak atomy, tak i molekuly jsou elektricky neutrální. Pokud částice nesou elektrický náboj, označujeme je jako atomové či molekulové **ionty**.

Ion vzniká tak, že atom či molekula **přijme/odevzdá elektron(y)**. Ionty, které jsou **kladně** nabitě (vznikly tak, že atom nebo molekula ztratily jeden či více elektronů), nazýváme **kationty**. Naopak ionty **záporně nabitě** (tedy takové, které vznikly tak, že atom či molekula přijala jeden či více elektronů) nazýváme **anionty**.



3 Makrosvět

Již jste zjistili, že **atom** (popř. **ion**) je základní stavební jednotkou všech látek. Složitější stavební částicí jsou **molekuly**. Všechny atomy však nejsou stejné a liší především počtem protonů ve svých jádrech.

3.1 Chemicky čisté látky

Pokud je látka složená ze **stejných částic** (z jednoho druhu atomů nebo molekul) – jako třeba diamant je složen jen z atomů uhlíku, nazýváme ji **chemicky čistá látka**. Pokud chemik mluví o látce, většinou má na mysli chemicky čistou látku. Chemicky čisté látky mají své stálé chemické složení a charakteristické vlastnosti a řadíme sem **prvky** (zlato, uhlík, kyslík..) a **sloučeniny** (voda, ethanol, sůl kamenná..).

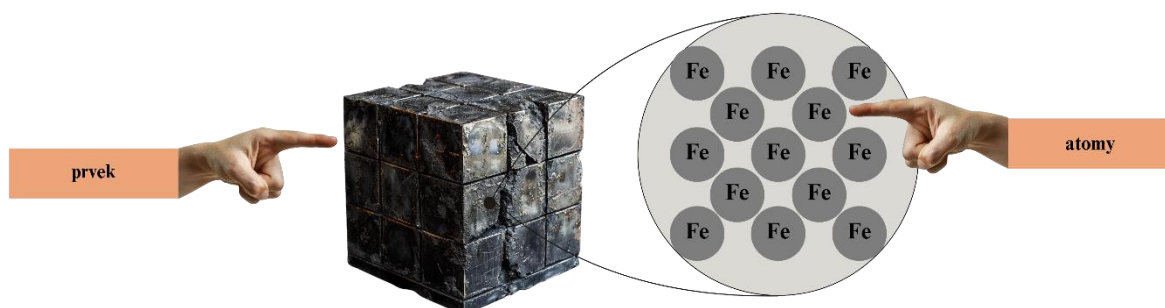
Prvek



Prvek je chemicky čistá látka, která se skládá z atomů o stejném protonovém čísle.

Pokud se látka skládá jen z **jednoho druhu atomů**, jako třeba atomů zlata nebo atomů helia, říkáme jí **prvek**. O něco lepší a názornější definice říká, že **prvek je látka, která se skládá z atomů o stejném protonovém čísle**, tedy se stejným počtem protonů v jádře atomu.

Například hromádka atomů s protonovým číslem 26 vytváří prvek, kterému říkáme **železo (Fe)** (Obr. 11). **Prvky** jsou základní a nejjednodušší chemické látky, ze kterých je složený celý svět a nemohou být chemickými metodami přeměněny na jednodušší látky.



Obr. 11 Železná kostka (**prvek – železo**) je tvořena obrovským množstvím **atomů železa (Fe)**

Periodická soustava prvků

Dnes je známo a pojmenováno celkem 118 prvků. Většina z nich se přirozeně vyskytuje na Zemi (např. **vodík – H**, **uhlík – C**, **kyslík – O** či **dusík – N**), jiné byly vyrobeny uměle. Prvky mohou být tvořeny **z volných** (nesloučených) **atomů** - např. **helium (He)**, nebo ze **stejných atomů**, které jsou **vazbami propojeny do homonukleárních molekul** - např. **kyslík (O₂)**, **dusík (N₂)** či **chlor (Cl₂)**, nebo atomy uspořádanými v **krystalu** (diamant).



A abychom v nich měli pořádek, máme je všechny přehledně poskládané v **periodické tabulce prvků**.

Sloučeniny



Sloučeniny jsou chemicky čisté látky, jejichž molekuly vznikly **sloučením** dvou a více atomů **různých prvků**.

Jak název naznačuje, **sloučeniny** jsou chemicky čisté látky, jejichž molekuly vznikly **sloučením** dvou a více atomů **různých prvků**. Tyto látky lze **chemickými metodami rozkládat** na látky **jednodušší – prvky**.

Prvky jsou v **dané sloučenině zastoupeny** vždy ve **stejném poměru**, který se nemění s vnějšími podmínkami.

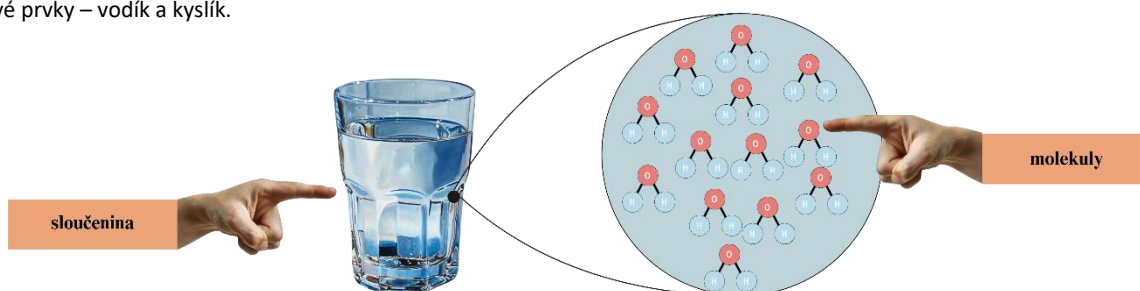
Základními stavebními jednotkami chemických sloučenin mohou být **izolované molekuly** (*voda – H_2O*), **makromolekuly** (*oxid křemičitý – SiO_2*) nebo **ionty** (*kuchyňská sůl – chlorid sodný – $NaCl$*).



Hoří vodík?

Hořením vodíku dochází k reakci s **kyslíkem** za vzniku **vody**. Naopak, působením **elektrického proudu** (elektrolýzou) můžeme **vodu rozložit** zpět na jednotlivé prvky – **vodík** a **kyslík**.

Příkladem je nám nejznámější sloučenina – **voda (H_2O)** (Obr. 12), ta se skládá z velkého množství **stejných heteronukleárních molekul (H_2O)**, které jsou tvořeny různými atomy (atomy **vodíku – H** a **kyslíku – O**).



Obr. 12 (Destilovaná) voda – sloučenina je tvořena obrovským množstvím molekul vody (H_2O)

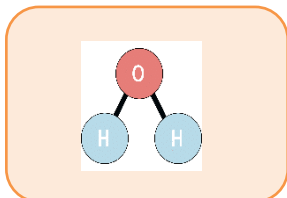


Možná teď přemýšlíte, **jaký je rozdíl mezi molekulou (Obr. 13) a sloučeninou (Obr. 14)**. Je to ale jednoduché. Svět chemie jsme si rozdělili na **mikrosvět a makrosvět**. **Mikrosvět**, okem neviditelný, zahrnuje **atomy, ionty, molekuly**... Naopak **makrosvět**, který můžeme vnímat lidským zrakem nebo dotykem, zahrnuje právě ony **prvky a sloučeniny**. Musíme si uvědomit, že **makroskopické objekty** (prvky, sloučeniny..) se **skládají z mikroskopických částic** (atomy, ionty, molekuly..). Pokud však uvidíte napsaný vzorec *vody H_2O* , je tím myšlena jak molekula vody, tak i označení vody, jakožto sloučeniny.



Pojďme si to tedy ještě znázornit:

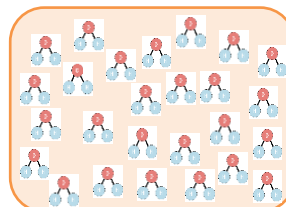
Molekula



Obr. 13 Jedna **mikroskopická částice** – heteronukleární molekula H_2O tvořená atomy vodíku (H) a kyslíku (O)

VS

Sloučenina



Obr. 14 **Hromada velkého množství mikroskopických částic** – heteronukleárních molekul vody H_2O tvořící makroskopickou sloučeninu



Obr. 15 Sloučenina je jako auto, které je poskládáno z velkého množství součástek (molekul), které ovlivňují jeho vlastnosti.



Otázky k zamyšlení:

1. Je každá molekula sloučenina?
2. Které molekuly jsou molekuly sloučenin?
3. Jsou všechny sloučeniny složeny z heteronukleárních molekul?

Práce s textem:

Zlato je bezpochyby jedním z nejatraktivnějších kovů. Nejen co se týče jeho ceny ale i chemického a technologického využití (od klenotnictví přes elektrotechniku až po lékařství). Vyskytuje se v přírodě většinou jako ryzí kov, nicméně, velké valouny zlata jsou zřídka k nalezení. Proto se k těžbě zlata používá buď tzv. rýžování nebo chemický způsob. Ten spočívá v tom, že se zlato rozptýlené v půdě reakcí s kyanidem draselným (KCN) a kyslíkem přemění na dikyanozlatnan draselný ($\text{K}[\text{Au}(\text{CN})_2]$), z toho se zlato následně dostane reakcí s hliníkem. Alternativou k chemickému způsobu je těžba za pomoci rtuti, která tvoří se zlatem v půdě homogenní pevnou směs, která se dá posléze oddělit zpět na zlato a rtuť zahřátím (rtuť se vypaří).

Z předchozího textu vypište všechny

(a) prvky:

(b) sloučeniny:



4 Vlastnosti látek

*Každý z nás je jedinečná bytost. Podobně jako se liší lidé svým vzhledem, chováním nebo schopnostmi, i látky se odlišují svými charakteristickými vlastnostmi. Tyto vlastnosti látek jsou dány druhem a uspořádáním jejich základních stavebních částic. Můžeme tak říct, že se látky vzájemně liší svojí **strukturou**.*

Vlastnosti látek

O vlastnostech látek si určitě budete povídat při hodinách **fyziky**, kde toto téma představuje klíčovou část učiva. Nicméně právě zde můžete krásně pozorovat, jak se různé **přírodní vědy navzájem proplétají** a jak můžete **vědomosti z jedné oblasti snadno využít v oblasti jiné**. Dnes se zaměříme na vlastnosti látek, které jsou obzvláště zajímavé z hlediska chemie.

V chemii je především naším **cílem zjistit, jaké vlastnosti** mají různé látky. Často je nejjednodušší použít naše **smysly**, třeba zrak, popřípadě hmat (při dodržení bezpečnostních opatření). Tak můžeme zjistit, jestli je látka **pevná** nebo **kapalná**.

Chemický pokus

Jestliže chemik objeví novou látku, nejprve prozkoumá její **fyzikální vlastnosti**. Zjistí, jak se daná látka rozpouští ve vodě, při jaké teplotě vzplane nebo taje, jestli dokáže lámat světlo a tak dále. Až poté se snaží objasnit její **strukturu**. To může provést dvěma způsoby. Buď použije **měřicí přístroje** nebo může nechat látku reagovat s jinou látkou a zjistí tak její **chemické vlastnosti**. Tím provede **chemický pokus**.

Chemický děj



Hoření ocelové vlny na vzduchu je reakce železa s kyslíkem za vzniku oxidů železa.

Můžeme říct, že vlastnosti látek se projevují především při dějích – **chemických** a **fyzikálních**. **Chemický děj** je většinou způsoben reakcí jedné látky s jinou látkou, kdy dochází ke **změně ve složení** látek. Jako příklad chemického děje si zmíníme **hoření**. Vlastnosti látek, které se projevují při chemických dějích, nazýváme **chemickými vlastnostmi** (např. reaktivita, hořlavost).

Fyzikální děj

Na druhou stranu existují i děje, při kterých se **složení látek nemění**, takové nazýváme **fyzikálními ději** (např. změny skupenství, rozpouštění). Vlastnosti, které charakterizují tyto fyzikální děje, jako je **teplota tání**, **varu** a **hustota**, se nazývají **fyzikálními vlastnostmi**.

Kvalitativní vlastnosti

Fyzikální **vlastnost**, kterou dokážeme **odlišit** pouhým **zrakem** je třeba **skupenství** nebo **barva**. Takové vlastnosti látek, které poznáváme prostřednictvím našich smyslů – **pozorováním**, se nazývají **kvalitativní vlastnosti**. **Zrakem** můžeme také



pozorovat **tvár** nebo **lesk**. **Čichem** zase **vůni** či **zápach**. **Hmatem** můžeme někdy zjistit, jestli je látka **teplá** nebo **studená**, **pružná** nebo **pevná**, **hrubá** nebo **jemná**. **Sluchem** můžete rozpoznat, zda je třeba látka **zvukově vodivá**. Posledním našim smyslem je **chuť**, avšak vy už víte, že v chemické laboratoři **nikdy nic neochutnáváme!**

Skupenství



[Animace – typy skupenství](#)

To, jestli vás někdo postříká vodou nebo po vás hodí kostku ledu, je markantní rozdíl a sami byste jej na vlastní kůži jistě pocítili.



V chemii při zápise chemických reakcí využíváme zkratky pro 3

základní skupenské stavy:

1) **pevné skupenství (s)** z lat.

solidus

2) **kapalné skupenství (l)** z lat.

liquidus

3) **plynné skupenství (g)** z lat.

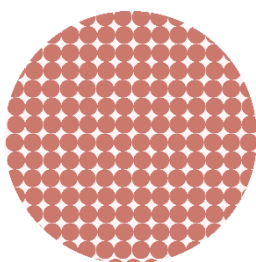
gaseus

V současnosti známe **4 skupenství látek**: 3 základní skupenství (pevné, kapalné, plynné) a plazmu. Jednotlivá skupenství mají své charakteristické vlastnosti.



Skupenství je konkrétní forma látky, která je charakterizována především uspořádáním částic.

Pevné skupenství



Obr. 16 Částice pevného skupenství

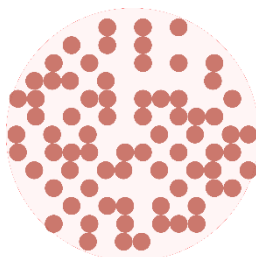
V **pevném skupenství** stavební částice (Obr. 16) drží pohromadě **pevnými silami** a **nemohou měnit svoji polohu**, mohou pouze kmitat kolem své rovnovážné polohy. Díky tomu má **pevná látka definovaný tvar, pevný objem**.

Pevným látkám, kde je **uspořádání částic pravidelné**, říkáme **krystalické látky** (*sůl, diamant, grafit*). Pevné látky **bez pravidelné struktury** nazýváme **amorfní** (*vosk, sklo, saze*).



*Částice v krystalické mřížce můžeme přirovnat k žákům ve třídě, kde **každý žák má své místo v lavici**. Často se žáci během vyučovací hodiny **vrtí na svém místě**, ale **nemohou ho libovolně opustit, podobně jako částice v krystalu, které vibrují na svých pozicích, ale neopouštějí své místo**.*

Kapalné skupenství



Obr. 17 Částice kapalného skupenství

Kapalná voda teče, ale víte vlastně proč? Opět za to mohou **stavební částice** (Obr. 17). Ty jsou v kapalném skupenství sice **blízko sebe**, ale **nemají pevně určené místo**, mohou se vůči sobě posouvat a volně pohybovat v celém objemu kapaliny. Zároveň **síly**, které je drží pohromadě, jsou **mnohem slabší** než u pevných látek. Díky tomu je kapalina **tekutá** a proteče vám mezi prsty.

Limonáda v kulaté nádobě má jiný tvar než v hranaté, ale 1 litr limonády je stále 1 litr limonády, ať už ji nalijeme kamkoliv. Kapalina má tedy **pevný objem**, ale **nemá** sama o sobě

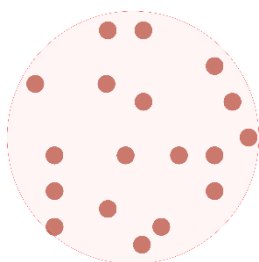


definovaný tvar – vždy se přizpůsobí tvaru nádoby nebo prostředí.



Částice v kapalně látce můžeme opět přirovnat k **žákům**, akorát se teď podíváme na situaci **ve školní jídelně**. Žáci se vzájemně **předbíhají**, mohou o sebe zakopnout a pohybovat se tak přes sebe, a když jeden dojí svůj oběd, tak si na jeho místo sedne někdo jiný.

Plynné skupenství



Obr. 18 Částice plynného skupenství



Částice v plynu se chovají podobně jako **děti na hřišti**, mohou si **volně pobíhat** a občas do sebe prostě **narazí**.

V plynu jsou **částice** (Obr. 18) **daleko od sebe**, **rychle se pohybují** a snadno **mění svoji polohu**. Plyny jsou schopny velmi **snadno měnit svůj tvar i objem**.

Z toho plyne, že plyn po umístění do jakékoli uzavřené nádoby během pár okamžiků rovnoměrně vyplní celý její objem. Spolu s kapalinami se plyny nazývají **tekutiny**.

Plazma



Obr. 19 Blesk je příkladem posledního skupenství – plazmy.

Posledním skupenstvím je **plazma**. Pravděpodobně jste slyšeli pojem plazma ve spojení s biologií. V **biologii** slovem krevní plazma označujeme tekutou složku krve. Je to **nažloutlá tekutina tvořená převážně vodou**, ale také velkou spoustou důležitých bílkovin a jiných organických molekul. V **chemii a fyzice** slovem plazma označujeme **plynné skupenství**, které je **tvořeno elektricky nabitými částicemi**. Mezi příklady přírodního plazmatu řadíme **oheň** či **blesk** (Obr. 19).

Změny skupenství



[Podívejte se na změny skupenství prostřednictvím interaktivní simulace](#)



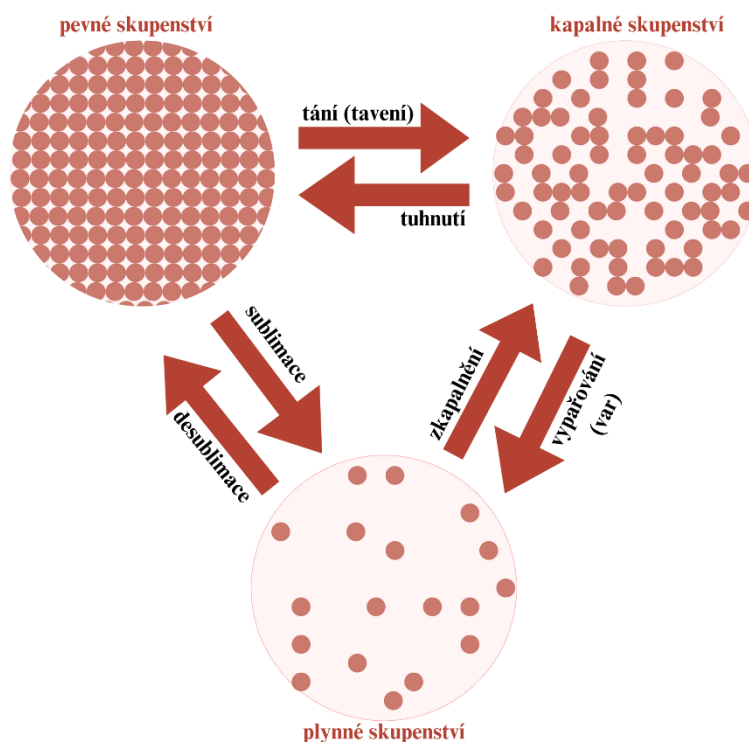
[Animace – změny skupenství](#)

Je rtuť kapalná, plynná nebo pevná. Odpověď je ANO! Vše je totiž správně, záleží ale na teplotě a tlaku.

Za **normálních podmínek**, tj. je teplota 20 °C a tlak 101,325 kPa je však rtuť taková, jakou ji známe nejvíce – **kapalná**. Látky **přecházejí mezi jednotlivými skupenstvími** (Obr. 20) právě v závislosti na **teplotě a tlaku**.



Některé látky se postupně mohou nacházet i **ve více skupenstvích**, mezi nimiž mohou v rámci změn skupenství přecházet. Jedná se například o **vodu** (pevné skupenství – led, kapalné skupenství – voda, plynné skupenství – vodní pára). Ne každá látka však musí existovat ve všech skupenstvích.



Obr. 20 Změny skupenství

Přeměna pevné látky na kapalnou se nazývá **tání** a přeměna kapalně na pevnou **tuhnutí**. Přeměna kapalně látky na plynnou se nazývá **vypařování** a přeměna plynné na kapalnou **kondenzace**. Některé látky se mohou měnit přímo z pevného skupenství na plynné. Říkáme, že látka **sublimuje** a v opačném směru **desublimuje**.

Vypařování

Každá kapalina má tendenci **vypařovat se**, i při běžných pokojových teplotách. Tento proces se však odehrává pouze na povrchu kapaliny. Částice kapaliny jsou neustále v pohybu a může se stát, že se některé z nich z povrchu kapaliny odrazí a přejdou do plynné fáze.

Var

Nicméně, když **zahřejeme kapalinu**, jako je například voda v hrnci, **urychlíme pohyb těchto částic** a tím i proces vypařování. Jakmile teplota vody dosáhne 100 °C, což je **teplota varu vody**, začne voda intenzivně **vřít**. V tomto okamžiku se voda v celém svém objemu mění na plynnou fázi.

Důsledkem **zahřátí na bod varu** je **dodání dostatečného množství energie**, která **překoná slabé vazby mezi částicemi** kapalně látky, což vede k jejich **oddělení** a **vzniku páry**.



Teplotu varu t_v je zjednodušeně teplota, při které kapalná látka přechází z kapalného skupenství do skupenství plynného v celém svém objemu. Měříme ji nejčastěji ve $^{\circ}\text{C}$ a jako měřidlo používáme teploměr.

Fyzikální chemik by však řekl, že **teplota varu je teplota, při níž tenze par nad kapalinou dosáhne vnějšího tlaku.** Při teplotě varu se kapalina vypařuje z celého svého objemu, nikoli jen z povrchu, jako je tomu u vypařování.

Tuhnutí

Vložíme-li hrnec s vodou do mrazáku, po určité době mrazák odebere molekulám vody energii, což zpomalí jejich pohyb. Tyto molekuly se postupně uspořádají tak, aby bylo pro ně energeticky výhodnější, a tím přecházejí do pevného skupenství, což se projeví vytvořením ledu.



Teplota, při které látka přechází z kapalného do pevného skupenství, se označuje jako teplota tuhnutí.

Tání

Naopak, když **částicím pevné látky dodáme energii** (například **zahřátím**), jejich **rychlost se zvýší**. V určitém okamžiku dosáhnou rychlosti, při níž **přetrhají vazby**, které je drží na místě a **opustí své pevné pozice**, což jim umožní **volně se pohybovat**. V této chvíli se **pevná látka promění v kapalinu**. Tuto teplotu nazýváme **teplota tání**.



Teplotu tání t_t je teplota, při které látka přechází z pevného skupenství do skupenství kapalného. Měříme ji nejčastěji ve $^{\circ}\text{C}$ a jako měřidlo používáme teploměr.

Elektrická vodivost

Další významnou vlastností látek je jejich schopnost vést **elektrický proud**, což nazýváme **elektrickou vodivostí**.

*Pravděpodobně jste již slyšeli o **elektrickém proudu**. Bez něj byste si doma asi neposvítili, ačkoliv někdo samozřejmě namítne, že si můžeme zapálit svíčku. Ale přemýšleli jste někdy, co to vlastně elektrický proud je?*

Můžete si jej představit jako **proud částic**, které **nesou elektrický náboj**. A různá **schopnost látky vést tento elektrický proud** je **dána různou schopností přenášet právě tento elektrický náboj**.

*Vodiče*

Látky, které obsahují velké množství volných nábojů, které se mohou působením elektrického pole ve vodiči přemísťovat a může tak jimi téct elektrický proud, nazýváme **elektrické vodiče**. Klasickými zástupci vodičů jsou hlavně **kovy** (např. železo, měď, stříbro, zlato aj.).

Elektrické izolanty

Naopak látkám, kterými nemůže téct elektrický proud (anebo jen velmi obtížně), říkáme **elektrické izolanty**. To je třeba plast, sklo, porcelán a spousta dalších. Tyto látky neobsahují volné částice s elektrickým nábojem, a proto zamezují průtoku elektrického proudu.

Kvantitativní vlastnosti

Některé vlastnosti však **nejdou zjistit** pouhými našimi **smysly** a musíme je zjistit jinak. A jak? **Měřením**, což nám umožňuje získat **konkrétní hodnoty veličin**. Tyto hodnoty potom vyjadřujeme v **příslušných jednotkách**. Vlastnosti látek, které zjišťujeme měřením, nazýváme **kvantitativní**.

Hlavní vlastnosti, které měříme jsou: **teplota varu, teplota tání a hustota, objem, hmotnost aj.**



5 Směsi



Obr. 21 Příklady směsí z běžného života

*Se směsmi se běžně setkáváme při každodenních činnostech (Obr. 21). Koupíte-li v obchodě **perlivou vodu**, určitě se nejedná o čistou vodu, ale o směs vody, oxidu uhličitého a pravděpodobně dalších minerálů a iontů. A víte, že **dvacetikoruna** ve vaší peněžence, je také směs? Je totiž vyrobena z **mosazi**, což je slitina dvou kovů – mědi a zinku. Směsi také sami běžně vyvábíte, a to během každodenních aktivit. Při **slazení čaje** nebo **kávy**, na Vánoce, když připravujete **tradiční bramborový salát**, nebo když vynášíte odpadkový koš – to je rozhodně také směs všeho možného. Ale co to ty směsi přesně jsou?*

V přírodě **nalézáme látky ve stavu chemicky čistém velice zřídka**. Kdybychom měli kolem sebe pouze **prvky** nebo **sloučeniny**, byl by svět pravděpodobně dost nudný, protože chemicky čisté látky nejsou většinou příliš pestře zbarvené. Většina toho, co nás obklopuje se tak skládá ze **dvou a více chemicky čistých látek** smíchaných dohromady – v takovém případě se bavíme právě o **směších**. **Jednotlivé chemicky čisté látky potom označujeme jako konkrétní složky směsi.**



Směsi jsou takové **látky**, které se **skládají z dvou a více chemicky čistých látek**, které můžeme nazývat **složkami**.



Je nutno odlišovat pojem **složka** a **fáze**. **Složkou** označujeme jednotlivé **chemicky čisté látky** (prvky a sloučeniny), ze kterých se daná směs skládá. **Fáze** je homogenní část soustavy, tedy ta část soustavy, která má v celém svém objemu stejné fyzikální i chemické vlastnosti. Fáze jsou také **části směsi**, které jsou často i **vizuálně odlišitelné** a mají **rozdílné fyzikální vlastnosti ke svému okolí**.

Př. Voda + ethanol: 2 složky -> dojde k úplnému promísení a nevidíme jednotlivé rozhraní těchto složek, takže se bavíme pouze o **1 fázi**

Př. Voda + olej: 2 složky -> zde nedochází k dokonalému promísení kapalin a vidíme jednotlivé kapičky oleje ve vodě, takže se bavíme o **2 fázích**

Př. Voda, písek, zlato: 3 složky, 3 fáze (voda, písek i zlato mají rozdílné fyzikální vlastnosti)

Př. Voda a led: 1 složka (H_2O), 2 fáze (kapalina a pevná látka)

Vlastnosti směsí

Fyzikální vlastnosti **směsí** jsou však odlišné od fyzikálních vlastností jednotlivých složek této směsi a po oddělení složek ze směsi si každá složka zachovává své charakteristické vlastnosti.



Klasifikace směsí

[Animace – druhy směsí](#)

Možná jste se setkali s klasifikací směsí **podle velikosti dispergovaných (rozptýlených) částic** na **homogenní, heterogenní a koloidní**. Určitě si také pamatujete, že v heterogenní směsi můžete rozeznat jednotlivé částice pouhým okem, no u homogenní to tak lehké nebude. A koloidní? To je případ sám o sobě. Často však nelze jednoznačně určit, zda je směs homogenní či koloidní. Proto se na to podíváme úplně z jiného úhlu (*Tab. 1*).

Dispergované částice a disperzní prostředí

V rámci směsi budeme rozlišovat **dispergované částice**, které jsou v rámci směsi **rozptýlené** v tzv. **disperzním prostředí**, což je nějaká **rozptylující** (dispergující) **látka**. Tou je například voda, která představuje spojité prostředí a je v dané směsi v nadbytku. Disperzní prostředí i dispergované částice se mohou vyskytovat jak ve skupenství kapalném, plynném, tak i pevném.



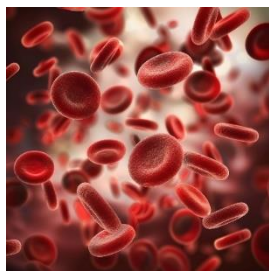
Název směsi		Velikost částic	Složka směsi		Příklad
			rozptylující (disperzní prostředí)	rozptýlená (dispergované částice)	
roztok	plynný	homogenní	plyn	plyn	vzduch
	kapalný	homogenní	kapalina	rozptýlené molekuly nebo ionty plynů, kapalin či pevných látek	roztok cukru ve vodě
	pevný	homogenní	pevná látka	atomy, molekuly či ionty pevných látek	slitiny kovů
	koloidní (lyosol)	koloidní	kapalina	shluky molekul nízkomolekulárních látek, solvatované makromolekuly nebo micely	inkoust, krev
aerosol	mlha	koloidní / heterogenní	plyn	jemné částičky kapaliny	lak na vlasy, mrak
	dým	koloidní / heterogenní	plyn	jemné částičky pevné látky	dým z komína
	kouř	koloidní / heterogenní	plyn	jemné částičky kapaliny i pevné látky	smog
emulze		heterogenní / koloidní	kapalina	kapičky jiné kapaliny, která není mísitelná s rozptylující kapalinou	mléko, olej + voda, majonéza
suspenze		heterogenní / koloidní	kapalina	částičky pevné látky, která je nerozpustná v rozptylující kapalině	rozdrcená křída ve vodě, bramborový škrob ve vodě, písek ve vodě, krev
gel		heterogenní / koloidní	kapalina nebo plyn	molekuly či makromolekuly, které jsou v disperzním prostředí vzájemně zesíťovány	želatina
pěna		heterogenní	kapalina	bublínky plynu	mýdlová pěna, šlehačková pěna
inkluze		heterogenní	pevná látka	bublínky plynu	polystyren

Tab. 1 – Klasifikace směsí



O jaké směsi se jedná v následujících příkladech?

- a) produkty hoření paliv b) únik ropy do moře c) našlehaný sníh z bílků
d) kalná voda s hlínou e) prach na ulici f) rozptylování parfému do vzduchu



Obr. 22 Krev



Společná všem **koloidním směsím** je **schopnost zviditelňovat** jakýkoliv světelný **paprsek** viditelného **světla**. Tuto schopnost nazýváme **Tyndallův jev**.

Ten nastává při **průchodu paprsku viditelného světla koloidním prostřením**, kdy na jeho velmi malých částicích dochází k rozptylu světla, při němž je paprsek zviditelněn v podobě světelného kužele.

Děje se tak proto, že koloidní částice mají velikost do 1000 nm, což přibližně odpovídá vlnové délce viditelného světla (390–760 nm).



Zamyslete se nad tím, proč se lidská krev označuje jako suspenze. Jaké je složení krve?



Pro zkoušku Tyndallova jevu můžete využít následující jednoduchý chemický experiment.

Vezměte si jednu kádinku s vodou a do ní kápněte kapku mléka (koloidní směs). Druhá kádinka bude sloužit jako porovnávací, v ní totiž bude roztok cukru ve vodě (homogenní směs). Do obou kádinek posviťte laserem, pozorujte.



[Tyndallův jev v běžném životě](#)

5.1 Metody separace (oddělování) složek směsí

Při **smísení** jednotlivých **chemicky čistých látek** **nedochází** ke **vzniku** nebo **zániku chemických vazeb** a **nejedná o chemický děj**.

Rozdíl mezi směsí a sloučeninou

Je důležité si uvědomit rozdíl mezi směsí a sloučeninou. **Směs** je **kombinace dvou nebo více chemicky čistých látek**, které **neinteragují chemicky** a **mohou** tak být od sebe zpět **odděleny fyzikálními metodami**. Kdežto **sloučenina** je **výsledek chemické reakce** mezi dvěma nebo více látkami a **nemůže** být rozdělena na své složky pouhými fyzikálními metodami.



[Animace – rozdíl mezi chemicky čistou látkou a směsí](#)



A že pořád nemáte jasno, jaký je rozdíl mezi směsí a sloučeninou?

Vložíte-li **do misky měděný drát** a **práškovou síru**, vznikne **heterogenní směs**. Ať mícháte sebevíc, stále vidíte v misce dvě složky, které můžete nejen snadno rozeznat pouhým okem, ale i **snadno oddělit**, například **magnetem**. Pokud bychom toto smíchání provedli za **zvýšené teploty**, vznikla by **chemickou reakcí** (chemický děj) **chemická sloučenina** – **sulfid měďnatý** (CuS). Nejednalo by se tak již o směs a **měď** bychom již od **síry** **magnetem rozhodně neoddělili**.

Separáční metody

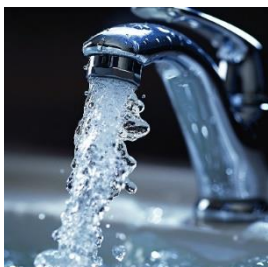
Abychom mohli chemickou látku řádně prozkoumat, je třeba ji mít k dispozici v čistém stavu. Mezi složkami směsi **nedochází**



k žádným chemickým reakcím a můžeme je tedy od sebe znovu oddělit nejrůznějšími **separačními** (izolačními) **technikami**. Využíváme většinou **rozdílných fyzikálních vlastností** (rozdílná barva, hustota, velikost, magnetické vlastnosti) jednotlivých složek směsí. Existují ale také metody využívající **vlastností chemických**. Při chemických metodách využíváme vhodné chemické reakce.

Určitě jste někdy slyšeli o fyzikálních metodách oddělování složek směsí jako je **filtrace**, **chromatografie**, **krystalizace**, **destilace** nebo třeba **sublimace**. Mnohé z nich se však nevyužívají jen v chemické laboratoři a často je i vy sami používáte.

Filtrace



Obr. 23 Voda vytékající z umyvadlové baterie je také filtrována

*Filtraci využijete například v kuchyni, třeba při přípravě těstovin, kde pomocí cedníku, oddělujete uvařené těstoviny od horké vody. Poté, co si namelete čerstvou kávu, určitě nechcete, aby se vám objevila kávová sedlina v hrníčku – ledaže byste měli rádi tureckou kávu, nebo tzv. kávu s lógreem. V tomto případě můžete využít **filtraci** – vroucí vodu naléváme přes mletou kávu, která je umístěna v kávovém **filtru**. Voda jednoduše prochází filtrem, ale kávová sedlina zůstává ve filtru, a tak se do hrníčku dostane jen čistá káva bez hrudek.*

Tyto příklady ukazují **filtrační metodu**, kde se **pevná látka** (kávová sedlina nebo těstoviny) **odděluje od kapaliny** (horká voda) prostřednictvím **filtru** (kávový filtr nebo cedník).



Voda, která vytéká z umyvadlové baterie (Obr. 23) je také filtrována. Nejen v průmyslovém čištění odpadních vod a také síto, které je v umyvadlové baterii, slouží jako **filtr**. Ten vychytává případné nečistoty, které se spolu s vodou mohou uvolnit z vodovodního potrubí.



Filtrace je metoda oddělení pevných složek směsi od kapalných nebo plynných pomocí filtru.

Filtrace je založena na velmi jednoduchém **principu**, a to oddělování složek směsí na základě **velikosti částic**. Filtrovanou směs **nalijeme na filtr**, přičemž **částice**, které jsou **menší než póry filtru**, projdou a **vytvoří filtrát**, zatímco **větší částice zůstanou na povrchu filtru**. Jako **filtrační materiál** se v laboratoři používá nejčastěji **filtrační papír**, ale dá se použít i **písek, plátno nebo vata**.



[Animace – jak funguje filtrace](#)



Sedimentace



Obr. 24 Písečná pláž

Stojíte na **písečné pláži** (Obr. 24), pozorujete vlny a bohužel dost kalnou vodu, která není rozhodně modrá a čirá jako na fotografiích cestovní kanceláře. Vlivem vln se totiž písek smíchal s mořskou vodou, avšak po určité době, kdy se moře uklidní a vlny ustanou, se voda začne najednou jevit jako čistá. Jak je to možné? Pevné částice písku postupně klesnou dolů a usadí se na dně moře.

Tento proces, kdy se pevné částice usazují na dně se nazývá **sedimentace** neboli **usazování**.



Sedimentace je běžný jev ve **vodních prostředích**, a můžeme ho pozorovat nejen na plážích, ale také v řekách, jezerech a oceánech. Tento proces také hraje důležitou roli při vytváření **geologických vrstev** a ukládání sedimentů na mořském dně.



Sedimentace se využívá k oddělení vzájemně nerozpustných a nemísitelných složek směsi na základě rozdílné hustoty s pomocí gravitační síly. Nejprve se usazují částice s vyšší hustotou. Tato metoda může být použita k oddělování pevných složek směsí rozptýlených jak v kapalině, tak v plynu.



[Animace – jak funguje sedimentace](#)



[Animace – jak funguje sedimentace pomocí odstředivé síly](#)

Provedení je opět jednoduché, stačí směs nechat dostatečně dlouho odstát do té doby, než se **částice s větší hustotou usadí na dně**. Pokud se nám nechce čekat, můžeme k urychlení usazování využít **odstředivou sílu** – v chemické laboratoři se využívá tzv. **centrifuga** (odstředivka). V domácnosti můžete podobný proces pozorovat například **v pračce při ždímání prádla**.

Destilace



Obr. 25 Průmyslová výroba alkoholu je založena na destilaci

Lihoviny, které se prodávají v supermarketech jsou získávány průmyslovou destilací (Obr. 25). Destilace však není omezena pouze na výrobu lihovin, nachází také uplatnění při **zpracování ropy a benzínu** nebo při výrobě květové vody a **esenciálních olejů destilací z bylinek**. Destilaci volíme, když od sebe **chceme oddělit dvě kapaliny**.



Destilace je metoda **oddělení složek směsi na základě jejich rozdílné teploty varu**. Při této metodě se využívá toho, že jedna kapalina se ze směsi odpařuje už při nižší teplotě než ta druhá.



[Animace – jak funguje destilace](#)

Při destilaci **zahřejeme směs na teplotu odpovídající teplotě varu jedné ze složek směsi**, která se v ten moment začne rychle vypařovat. Horké **páry vzniklé vypařováním** se postupně **ochladí v chladiči**, až **zkapalní a vytečou** z chladiče jako **destilát**. Při destilaci musíme udržovat stálou teplotu směsi,



protože při jejím dalším zvyšování bychom mohli dosáhnout teploty varu i u druhé složky směsi a celý proces by byl k ničemu.

Krystalizace



[Animac – jak funguje krystalizace](#)

*Věděli jste, že pokud **rozpuštíte sůl ve vodě**, tak ji můžete následně **získat zpět do pevné podoby**? Krystalizace přirozeně **probíhá v přírodě**, a to zejména ve **slaných vodních plochách**, jako jsou moře, laguny a solná jezera. Mořská voda je směs, která obsahuje především chlorid sodný (kuchyňská sůl – **NaCl**), potom další minerální soli a jiné látky. Postupným **odpařováním** vody dochází ke koncentraci soli v zbytkové kapalině a následné **krystalizaci**.*



Krystalizace se využívá k oddělení pevné látky z homogenní směsi (roztoku) odpařením rozpouštědla nebo ochlazením horkého nasyceného roztoku. Dochází k vyloučení pevné složky v podobě krystalů. Pevná látka vykristalizuje obvykle v čistější formě.

Sublimace



Obr. 26 Lyofilizované ovoce se vyrábí na principu sublimace vody ze směsi



[Animace – jak funguje sublimace](#)

*S pojmem **sublimace**, jste se mohli setkat ve spojení s typickou **vlastností jodu**. Na sublimaci opět narazíme i v běžném životě, a to u **produktů**, při jejichž výrobě byla použita – třeba **lyofilizované ovoce** (Obr. 26), kde se využívá právě při **lyofilizaci** – sušení mrazem. Voda při ní sublimuje z organického materiálu (například z ovoce) ve vakuu při teplotách od $-50\text{ }^{\circ}\text{C}$ do $-100\text{ }^{\circ}\text{C}$. V další řadě se sublimace využívá ve **farmacii k výrobě léčiv** nebo k **sušení biologického materiálu**, dále v **biotechnologii**, **kosmetice**, a dokonce i v **květinářství**.*



Sublimace je metoda oddělení pevné látky schopné **sublimovat** (tedy látky schopné přecházet z pevného skupenství přímo do plynného) **ze směsi**. Např. **naftalen** nebo **chlorid amonný**.



Některé rostliny obsahují látky zvané **alkaloidy**. Jedná se o **organické látky**, které vznikají jako produkty metabolismu a ve velkém množství jsou většinou **toxické a jedovaté**. Některé díky **silným účinkům na nervovou soustavu** řadíme mezi **drogy**. Pro rostlinu plní funkci **obranou** proti býložravcům a zároveň **lákají** opylovače. Z hlediska vlastností se jedná o látky nerozpustné ve vodě a snadno **sublimující**. Mezi nejznámější alkaloidy patří **kokain**, **nikotin**, **morfin** a **kofein**, který je obsažen jak v kávě (semena kávovníku), tak v čaji (čajové lístky čajovníku).

Chemici využívají této **skupenské přeměny k čištění látek** – k oddělení látek, které jsou schopny sublimovat, od zbytku pevné směsi. Tento jev se pak většinou demonstruje právě na **izolaci kofeinu z kávy**.



Sublimace kofeinu

Kofein je možné získat z rostlinného materiálu jeho sublimací (teplota sublimace kofeinu je $178\text{ }^{\circ}\text{C}$). Kofein z plynné fáze desublimuje na chladnějším povrchu, kde krystalizuje v podobě dlouhých jehlicovitých krystalů.

Do menší Petriho misky nasypejte jemně mletou kávu nebo v třecí misce rozetřený čaj. Materiál rozhrňte, aby tvořil tenkou vrstvu. Petriho misku pomalu zahřívejte, aby se vzorek vysušil. Jakmile začne být patrný vývoj



bílých par, přikryjte Petriho misku větší Petriho miskou. Vrchní Petriho misku chlaďte kouskem ledu. Opatrně zahřívejte dalších přibližně 5 minut. Vzniklé krystalky kofeinu by měly být patrné pod mikroskopem.

Desublimace

Princip této metody je opět jednoduchý – **pevná látka se zahřívá a sublimuje**. Následně se její **páry ochlazením přemění znovu do pevného skupenství**, a to **zpravidla v čistější formě**. Zpětný přechod látky z plynného do pevného skupenství potom nazýváme **desublimací**.

Chromatografie

*Vzpomeňte si, co se asi stane, když vám **na papír, který je popsán fixou nebo perem, kápne nějaká kapalina, třeba voda**. V ten moment se **text rozpije, stává se nečitelným a barva putuje na všechny směry**. Právě na podobném principu funguje **chromatografie**. Chromatografie má **velké možnosti využití**. Používá se například na **analýzu látek v krvi, analýzy látek v průmyslu či kriminalistice**.*



Chromatografie je **metoda oddělování složek směsí na základě jejich rozdílné schopnosti vázat se ke dvěma látkám, s nimiž jsou ve styku**. Těmto látkám říkáme **fáze** – nepohyblivá (stacionární) a pohyblivá (mobilní).



[Animace – jak funguje chromatografie](#)

Při chromatografii vždy potřebujeme **nosič**, což je **pevná látka** (například křída nebo filtrační papír), které říkáme **stacionární fáze** (protože se nepohybuje) a **rozpouštědlo**, což je kapalná nebo plynná látka (například líh nebo voda), která se v průběhu chromatografie **pohybuje** a říkáme jí **mobilní fáze**.



Jaké barvy se nachází v hnědé fixě?

Na bílou křidu (stacionární fáze) nakreslete hnědým fixem (směs) asi 2 cm od okraje křídly kolem dokola asi 3 mm silný proužek. Do misky nalijte ethanol (mobilní fáze) do výše asi 1,5 cm a postavíme do něj křidu proužkem dolů. Pozorujeme.

Směs s rozpouštědlem prosakuje dál pevnou složkou (křídou), ale každá složka roztoku se přes stacionární fázi pohybuje odlišnou rychlostí. Výsledkem je, že částice jednotlivých složek směsi se ve stacionární fázi zastaví v odlišných bodech, a tím dojde k jejich oddělení na odlišných místech.

Extrakce

*Jednou z běžných a v praxi často používaných metod oddělování vybraných složek ze směsí je **extrakce**. Díky ní můžeme například **oddělit směs cukru a písku pouhým přilitím vody** – cukr se ve*



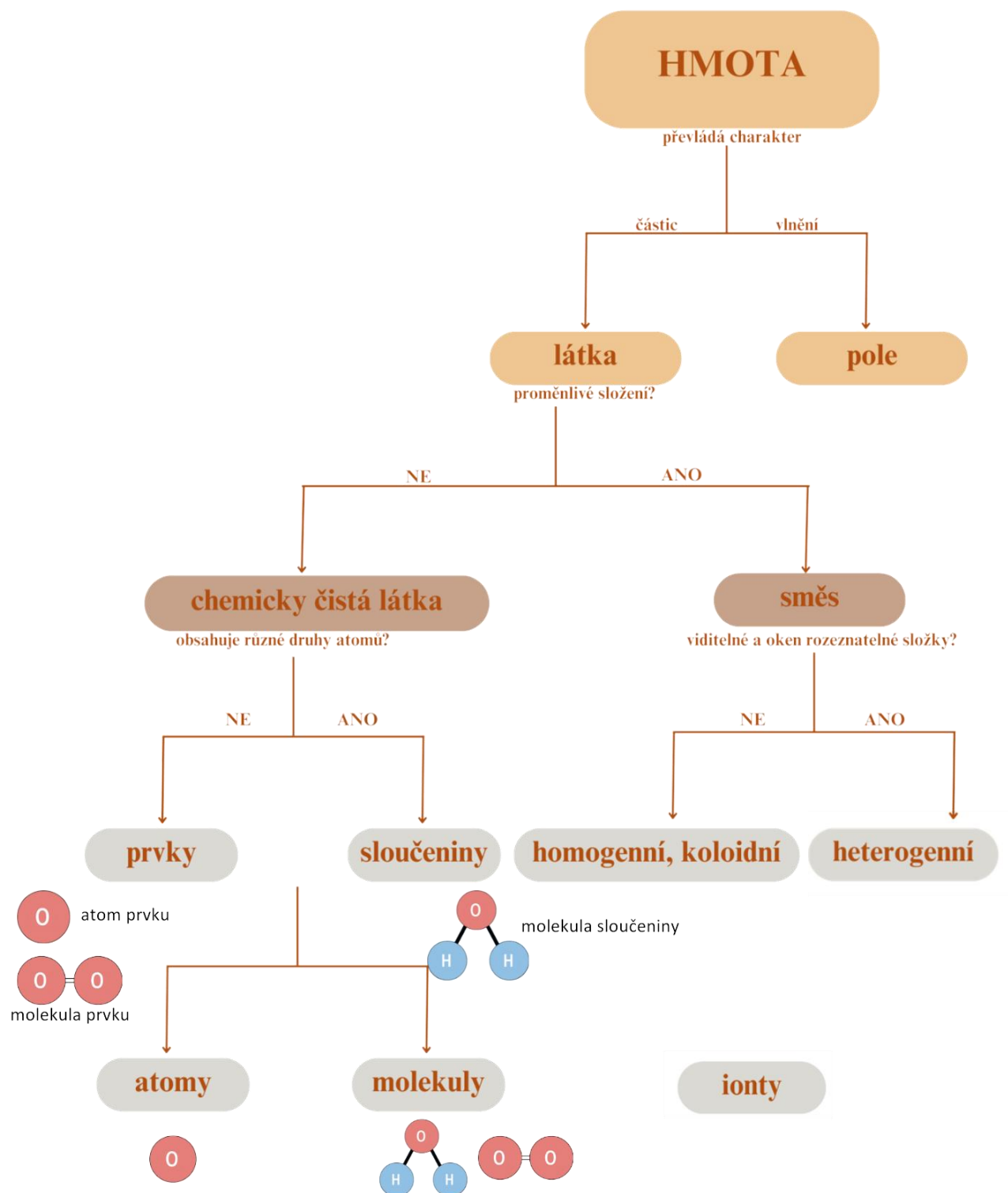
Kofein se dá, i ve školních podmínkách, **izolovat** v poměrně vysokém výtěžku **přímo z kávy pomocí extrakce**. Využívá se k tomu následujícího postupu. **Mletá káva se zalije vodou**, čímž dojde k **vylouhování kofeinu do vody**. Následně se pevný podíl oddělí a výluh kávy se převede do **dělicí nálevky**. Do této dělicí nálevky se následně přidá **chloroform** a **třepáním se vytvoří emulze**, ve které **přejde kofein z vody do chloroformu**. Emulze se ponechá oddělit a z **dělicí nálevky se vypustí roztok kofeinu v chloroformu**. Ten se následně **nechá odpařit**, až dojde k **vyloučení pevného kofeinu**.

*vodě rozpouští, písek nikoliv. Na tomto jednoduchém principu je založena extrakce. Extrakce se běžně používají při **zpracování tuků a olejů** nebo třeba **přírodních barviv**. Její využití nalézáme také při **kontrolě čistoty vod** nebo při **odstranění kofeinu z kávy**.*

Mnohé směsi jsou tvořeny složkami, z nichž se některé rozpouští v určitém rozpouštědle, zatímco ostatní nikoliv. **Složka tak přechází ze směsi látek v kapalném či tuhém skupenství do jiné kapalné fáze (rozpouštědla)**, kde je více rozpustná. Extrahovat lze jak látky pevné, tak i kapalně.



Extrakce se využívá při **oddělování pevných (popř. kapalných) složek směsi na základě rozdílné rozpustnosti v určitém rozpouštědle**, popřípadě směsi rozpouštědel.



Obr. 27 Hmota – souhrn



6 Symbolický svět chemiků

*Kdysi bylo řečeno, že **chemik přemýšlí na mikroskopické úrovni, provádí experimenty na makroskopické úrovni a obě tyto úrovně znázorňuje symbolicky**. Chemici tak kromě makrosvěta a mikrosvěta pracují současně ještě ve **třetím světě – světě symbolů**, kde používají zkrácené zápisy, aby ušetřili nejen místo, ale i čas. Zahrnujeme sem **chemické značky** (takové, jaké naleznete v periodické tabulce prvků), **chemické vzorce**, **chemické rovnice**, ale také **grafy, kresby nebo výpočty**.*

To, že **voda** je při normálních podmínkách **kapalná látka**, při nižších teplotách zmrzne a vytvoří pevnou látku – led a při 100 °C vře za vzniku vodní páry, tedy plynu, je znalost, která je součástí **makrosvěta**. Chemici ale častěji přemýšlí o vodě jako o **jednotlivých molekulách**, které jsou složeny ze dvou atomů **vodíku (H)** a jednoho atomu **kyslíku (O)**. Tato **atomární představa** je součástí **mikrosvěta**. **Vzorec H₂O**, kterým může popsat vodu na makroskopické (kádinka plná molekul vody, tj. **sloučenina**) i mikroskopické úrovni (**molekula** vody), je potom **příkladem symbolického světa**. Symbolickou rovnicí



chemici znázorňují, reakce vodíku a kyslíku za vzniku vody.

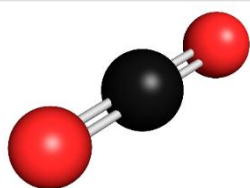
Prvky a symboly

Každý prvek má **český (národní) název** a **mezinárodní (většinou latinský) název**. Prvky označujeme **chemickou značkou** (též **chemickým symbolem**) odvozenou z prvního a často i druhého písmene mezinárodního názvu prvku. Např. mezinárodní název **vodíku** je *hydrogenium*, a proto má vodík chemickou značku **H**. Podobně **helium** má mezinárodní název *helium* a značku **He**. První písmeno symbolu se vždy píše s velkým písmenem, druhé s malým (je to důležité rozlišovat, protože například **Co** je značka pro prvek *kobalt*, ale **CO** je vzorec pro *oxid uhelnatý*, tedy sloučeninu). Mezinárodní i české názvy prvků a jejich značky najdete v **periodické tabulce prvků**.

Chemická značka prvku určuje nejen daný prvek (zkracuje jeho název), ale označuje i jeden atom tohoto prvku (zápis **H** znamená jeden atom vodíku, zápis **2 H** dva atomy vodíku). Zápis **H₂** potom znamená molekulu vodíku – dva atomy vodíku spojené chemickou vazbou.



Sloučeniny a symboly



Obr. 28 Kuličkový model molekuly oxidu uhličitého (CO_2)

Každá chemická sloučenina má také svůj **název** a (chemický) **vzorec**. Chemický vzorec udává druh a počet atomů vázaných v molekule. Vzorce jsou sestaveny ze značek prvků, které sloučenina obsahuje, a arabských číslic (uvedených jako pravý dolní index u daného prvku) vyjadřujících počet atomů v dané molekule sloučeniny.

Příkladem je vzorec CO_2 (Obr. 28). Ten označuje nejen **sloučeninu** uhlíku a kyslíku – *oxid uhličitý*, ale také **molekulu** dané sloučeniny. Jedná se o chemickou **sloučeninu**, která je **dvoupřvková** (složená ze dvou prvků – *uhlíku C* a *kyslíku O*). Jednotlivé **molekuly** této sloučeniny obsahují **jeden atom uhlíku** vázaný chemickými vazbami **se dvěma atomy kyslíku**. Jednička se formálně nezapisuje.



- 1) Kolik je v molekule CO_2 celkem atomů? A kolik vidíte prvků?
- 2) Kolik atomů najdete v molekule *kyseliny sírové* H_2SO_4 a kolik vidíte v tomto vzorci prvků?

Typy vzorců

{HO}	sumární vzorec
H_2O_2	molekulový vzorec
$\text{H}-\text{O}-\text{O}-\text{H}$	strukturní vzorec

Obr. 29 Příklady typů vzorců

Základem pro zapsání sloučeniny pomocí vzorce je znalost jejího **složení** (druhu a počtu zastoupených atomů) a **struktury** (jak jsou tyto atomy uspořádány). Různé vzorce (Obr. 29) sloučenin nám poskytují různé množství informací. Některé vzorce vypovídají jen o složení sloučeniny – **stechiometrické** (empirické) a **molekulové** (souhrnné, sumární vzorce). Jiné, tzv. **strukturní** vzorce, podávají hlubší informace o struktuře sloučenin.

Shrnutí:



Jednou z největších výzev chemie je rozumět vztahům mezi **makrosvětem**, se kterým máme reálnou každodenní zkušenost, a **mikrosvětem** atomů a molekul, který nemůžeme přímo pozorovat. Vše, co nás obklopuje, tvoří tzv. **hmotu**, která má dvě formy, a to **látku**, u které převládá částicový charakter a **pole**, kde převládá charakter vlnový. Objekty složené z látek nazýváme **tělesa**.

Rozdělení a složení hmoty ukazuje Obr. 27. Veškeré látky se skládají z malých, dále chemicky nedělitelných, základních stavebních částic – **atomů**. **Vnitřní struktura** atomů je tvořena **jádrem** a **obalem**, které jsou dále tvořeny menšími částicemi – jádro obsahuje **protony** a **neutrony**, obal je tvořen **elektrony**. Protony, neutrony a elektrony označujeme jako **elementární částice**. Atom je navenek **elektroneutrální** částice. Atomy se mohou, ale nemusejí, spojovat chemickými vazbami do větších celků – **molekul**.



Vlastnosti látek dělíme na a) **kvalitativní** a **kvantitativní**, b) **chemické** a **fyzikální**. Chemické vlastnosti se projevují při **chemických dějích** (**chemických reakcích**), což jsou děje, při kterých dochází ke změně ve složení látek.

Látky tvořené **atomy stejného druhu** se nazývají **chemické prvky** (stručně **prvky**, např. *kyslík*). Označujeme je **chemickými značkami** (**chemickými symboly**). Jsou složené z nesloučených atomů nebo homonukleárních molekul. Prvky obvykle najdeme uspořádané v **periodické tabulce prvků**. Látky tvořené **různými atomy** se nazývají **chemické sloučeniny** (stručně **sloučeniny**, např. *voda*). Označujeme je **vzorci**. Jsou tvořené buď samostatnými heteronukleárními **molekulami**, **makromolekulami** nebo **ionty**. Chemické prvky a chemické sloučeniny označujeme společně jako **chemické látky** (přesněji **chemicky čisté látky** či také **chemická individua**).

Většina látek není čistými prvky či sloučeninami, ale je **směsí** jednodušších chemických látek (např. *vzduch*). **Směs** je soustava složená z několika chemicky čistých látek, chemicky čistou látku ve směsi označujeme jako **složku směsi**. Jednotlivé složky směsi oddělujeme z ní oddělujeme nejrozumnějšími **separačními** (izolačními) **technikami** (např. **sedimentace**, **filtrace**, **krystalizace**, **sublimace**, **extrakce**, **destilace** či **chromatografie**).

Literatura

1. ATKINS, P. W. a Loretta JONES, 1998. *Chemical principles: the quest for insight*. New York: W.H. Freeman. ISBN 0-7167-3596-2.
2. HILL, John W. a Doris K. KOLB, c2007. *Chemistry for changing times*. 11th ed. Upper Saddle River, N.J.: Pearson Prentice Hall. ISBN 978-0-13-242984-9.
3. BODNER, George M. a Harry L. PARDUE, 1989. *Chemistry an experimental science*. New York: John Wiley. ISBN 0-471-87053-6.
4. HILL, G. C. a John S. HOLMAN, 1995. *Chemistry in context*. 4th ed. Walton-on-Thames: Nelson. ISBN 0-17-448191-8.
5. VACÍK, Jiří. *Přehled středoškolské chemie*. 4. Praha: SPN – pedagogické nakladatelství, 1999. ISBN 80-7235-108-7.
6. ŠVANDOVÁ, Veronika; ŠÁFROVÁ, Alena; ŽABOVÁ, Iveta a KOSTURA, Bruno. *Obecná chemie: učebnice pro gymnázia*. 1. díl. Praha: Taktik, 2023. ISBN 978-80-7563-590-7.
7. OBRÁTIL, Vilém a Leoš SÁBLÍK, 2018. *Chemie pro spolužáky*. Hradec Králové: ProSpolužáky.cz. ISBN 978-80-88255-16-1.
8. FLEMR, Vratislav, Bohuslav DUŠEK a Jiří POSPÍŠIL, 2007. *Chemie pro gymnázia*. I, Obecná a anorganická. 2. vyd. Praha: SPN – pedagogické nakladatelství. ISBN 978-80-7235-369-9.

Použité obrázky

Obr. 1 Barbora Valášková. *Kyselina sírová a její dehydratační vlastnosti*. Vytvořeno v programech Deeply a Canva. Tento obrázek je publikován pod licencí [CC BY-SA 3.0 CZ DEED](#).

Obr. 2 Barbora Valášková. *Vztah mezi makrosvětem a mikrosvětem*. Vytvořeno v programech Deeply a Canva. Tento obrázek je publikován pod licencí [CC BY-SA 3.0 CZ DEED](#). Část obrázku Grafit: převzata od Jozef Sivek https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Balls_and_sticks_model_of_AB_stacked_graphite_with_other_layer_stackings.svg a oříznuta.

Obr. 3 Barbora Valášková. *Příkladem hmoty je magnet, který představuje látku, kolem které se nachází magnetické pole*. Vytvořeno v programu Deeply. Tento obrázek je publikován pod licencí [CC BY-SA 3.0 CZ DEED](#). **Obr. 4** Barbora Valášková. *Stůl (těleso) je vyroben ze dřeva (látky)*.

Obr. 4 Barbora Valášková. *Stůl (těleso) je vyroben ze dřeva (látky)*. Vytvořeno v programu Deeply. Tento obrázek je publikován pod licencí [CC BY-SA 3.0 CZ DEED](#).

Obr. 5 Barbora Valášková. *Zlatá mince je tvořena obrovským množstvím atomů zlata (Au)*. Vytvořeno v programech Deeply a Canva. Tento obrázek je publikován pod licencí [CC BY-SA 3.0 CZ DEED](#).

Obr. 6 Barbora Valášková. *Zjednodušený model atomu kyslíku (O)*. Převzato z programu Canva. Tento obrázek je publikován pod licencí [CC BY-SA 3.0 CZ DEED](#).

Obr. 7 Barbora Valášková. *Model atomu*. Převzato z programu Canva. Tento obrázek je publikován pod licencí [CC BY-SA 3.0 CZ DEED](#).

Obr. 8 Barbora Valášková. *Zjednodušený model molekuly kyslíku (O₂)*. Převzato z programu Canva. Tento obrázek je publikován pod licencí [CC BY-SA 3.0 CZ DEED](#).

Obr. 9 Barbora Valášková. *Heteronukleární molekula vody (H₂O)*. Převzato z programu Canva. Tento obrázek je publikován pod licencí [CC BY-SA 3.0 CZ DEED](#).

Obr. 10 Barbora Valášková. *Homonukleární molekula kyslíku (O₂)*. Převzato z programu Canva. Tento obrázek je publikován pod licencí [CC BY-SA 3.0 CZ DEED](#).

Obr. 11 Barbora Valášková. *Železná kostka (prvek – železo) je tvořena obrovským množstvím atomů železa (Fe)*. Vytvořeno v programech Deeply a Canva. Tento obrázek je publikován pod licencí [CC BY-SA 3.0 CZ DEED](#)

Obr. 12 Barbora Valášková. *(Destilovaná) voda – sloučenina je tvořena obrovským množstvím molekul vody (H₂O)*. Vytvořeno v programech Deeply a Canva. Tento obrázek je publikován pod licencí [CC BY-SA 3.0 CZ DEED](#)

Obr. 13 Barbora Valášková. *Jedna mikroskopická částice – heteronukleární molekula H₂O tvořená atomy kyslíku (O) a vodíku (H)*. Převzato a upraveno v programu Canva. Tento obrázek je publikován pod licencí [CC BY-SA 3.0 CZ DEED](#)

Obr. 14 Barbora Valášková. *Hromada velkého množství mikroskopických částic – heteronukleárních molekul vody H₂O tvořící makroskopickou sloučeninu*. Převzato a upraveno v programu Canva. Tento obrázek je publikován pod licencí [CC BY-SA 3.0 CZ DEED](#)

Obr. 15 Barbora Valášková. *Sloučenina je jako auto, které je poskládáno z velkého množství součástí (molekul), které ovlivňují jeho vlastnosti*. Vytvořeno v programu Deeply. Tento obrázek je publikován pod licencí [CC BY-SA 3.0 CZ DEED](#)

Obr. 16 Barbora Valášková. *Částice pevného skupenství*. Vytvořeno v programu Canva. Tento obrázek je publikován pod licencí [CC BY-SA 3.0 CZ DEED](#)

Obr. 17 Barbora Valášková. *Částice kapalného skupenství*. Vytvořeno v programu Canva. Tento obrázek je publikován pod licencí [CC BY-SA 3.0 CZ DEED](#)

Obr. 18 Barbora Valášková. *Částice plynného skupenství*. Vytvořeno v programu Canva. Tento obrázek je publikován pod licencí [CC BY-SA 3.0 CZ DEED](#)

Obr. 19 Barbora Valášková. *Blesk je příkladem posledního skupenství – plazmy*. Vytvořeno v programu Deeply. Tento obrázek je publikován pod licencí [CC BY-SA 3.0 CZ DEED](#)

Obr. 20 Barbora Valášková. *Změny skupenství*. Vytvořeno v programu Canva. Tento obrázek je publikován pod licencí [CC BY-SA 3.0 CZ DEED](#)

Obr. 21 Barbora Valášková. *Příklady směsí z běžného života*. Vytvořeno v programu Deeply. Tento obrázek je publikován pod licencí [CC BY-SA 3.0 CZ DEED](#)

Obr. 22 Barbora Valášková. *Krev*. Vytvořeno v programu Deeply. Tento obrázek je publikován pod licencí [CC BY-SA 3.0 CZ DEED](#)

Obr. 23 Barbora Valášková. *Voda vytékající z umyvadlové baterie je také filtrována*. Vytvořeno v programu Deeply. Tento obrázek je publikován pod licencí [CC BY-SA 3.0 CZ DEED](#)

Obr. 24 Barbora Valášková. *Písečná pláž*. Vytvořeno v programu Deeply. Tento obrázek je publikován pod licencí [CC BY-SA 3.0 CZ DEED](#)

Obr. 25 Barbora Valášková. *Průmyslová výroba alkoholu je založena na destilaci*. Vytvořeno v programu Deeply. Tento obrázek je publikován pod licencí [CC BY-SA 3.0 CZ DEED](#)

Obr. 26 Barbora Valášková. *Lyofilizované ovoce se vyrábí na principu sublimace vody ze směsi*. Vytvořeno v programu Deeply. Tento obrázek je publikován pod licencí [CC BY-SA 3.0 CZ DEED](#)

Obr. 27 Barbora Valášková. *Hmota – souhrn*. Převzato a vytvořeno v programu Canva. Tento obrázek je publikován pod licencí [CC BY-SA 3.0 CZ DEED](#)

Obr. 28 Barbora Valášková. *Kuličkový model molekuly oxidu uhličitého (CO₂)*. Převzato z programu Canva. Tento obrázek je publikován pod licencí [CC BY-SA 3.0 CZ DEED](#)

Obr. 29 Barbora Valášková. *Příklady typů vzorců*. Tento obrázek je publikován pod licencí [CC BY-SA 3.0 CZ DEED](#)