

ÚŽASNÉ CHEMICKÉ POKUSY V KUCHYNI

Cynthia Light Brownová

Ilustrace: Blair Shedd



ÚŽASNÉ CHEMICKÉ POKUSY V KUCHYNI

Cynthia Light Brownová

Ilustrace: Blair Shedd



WROBTE
SI SAMI!

VEJCE
V LAHVI

DŮM
Z CUKROVÉHO
SKLA

RAKETA
Z ŠUMIVÝCH
TABLET

PRUŽNÝ
KARAMEL

VANILKOVÁ
ZMRZLINA

BONBONOVÁ
EXPLOZE



Úžasné chemické pokusy v kuchyni

Cynthia Light Brownová

Překlad: Kateřina Komárková

Odborná korektura: Radek Chajda

Ilustrace: Blair Shedd

Obálka: Pavel Vašćák

Odpovědná redaktorka: Eva Mrázková

Technický redaktor: Jiří Matoušek

Authorized translation from the English language edition Amazing Kitchen Chemistry Projects You Can Build Yourself.

Copyright © 2008 by Nomad Press

All rights reserved.

The trademark “Nomad Press” and the Nomad Press logo are trademarks of Nomad Communications, Inc.

Translation © Kateřina Komárková, 2015

Objednávky knih:

www.albatrosmedia.cz

eshop@albatrosmedia.cz

bezplatná linka 800 555 513

ISBN 978-80-266-0639-0

Vydalo nakladatelství Edika v Brně roku 2015 ve společnosti Albatros Media a. s. se sídlem Na Pankráci 30, Praha 4.

Číslo publikace 19056.

© Albatros Media a. s. Všechna práva vyhrazena. Žádná část této publikace nesmí být kopírována a rozmnožována za účelem rozšiřování v jakékoli formě či jakýmkoli způsobem bez písemného souhlasu vydavatele.

1. vydání

 **ALBATROS MEDIA** a.s.

Bobovi a Audrey, mým úžasným rodičům, kteří mi dali první chemickou laboratoř a lásku k vědě.

Poděkování

Jsem hluboce zavázána mnoha lidem za jejich nápady, revize, rozhovory, vhléd, opravy, povzbuzování, podporu a další. Všechny případné chyby jsou mým dílem, je jich ale mnohem méně díky těmto lidem: dr. Stephen Bates, vědecký pracovník ve Fisheries and Oceans, Kanada; dr. Michael Quilliam, vědecký pracovník v Institute for Marine Biosciences, Kanada; dr. Irwin Rose, profesor na Kalifornské univerzitě, nositel Nobelovy ceny za chemii 2004; dr. John Mainstone, profesor fyziky na Univerzitě v Queenslandu; dr. Anne Hallová, vědecká pracovnice v Lovelace Respiratory Research Institute a bývalá středoškolská učitelka chemie; dr. Roald Hoffmann, profesor chemie na Cornellově univerzitě a nositel Nobelovy ceny za chemii 1981; dr. Peter Agre, vicekancléř pro vědu a techniku na Dukeově univerzitě a nositel Nobelovy ceny za chemii; dr. Robert Deegan, vědecký pracovník na Univerzitě v Bristolu, Velká Británie; dr. Andrea Hoyt Haightová, vědecká pracovnice v Adherent Technologies; učitelé přírodních věd Mike Young, Kevin McCann, Jonathan Ptachcinski a Robin Patrick; a kolegové Greg McCall a Carlie McGintyová. Mé skupině kritiků – Andree, Carol, Coleen, Daveovi, Julii, Judy, Kitty, Marcy, Pat a Susan – děkuji za všechny dotazy a popichování. Děkuji mým mladším kamarádům, kteří přicházeli s všemožnými nápady – Alex, Avě, Grace, Katie, Megan, Michael, Morrin, Nickovi, Skipovi a Susan. Všem zaměstnancům Nomad Press a mé agentce Caryn Wisemanové děkuji za tvrdou práci a trpělivost. A konečně děkuji mému manželovi Philovi za to, že se smířil s katastrofálním stavem naší kuchyně a vždycky mě podporuje.

Obsah

Úvod

Jak pracovat s touto knihou 1

**Atomy a molekuly
5**

**Smícháváme
směsi 15**

Reakce 25

**Kyseliny a zásady
38**

**Pevné látky
48**

**Kapaliny
59**

**Plyny
70**

**Změna
skupenství 82**

Poly-co? 93

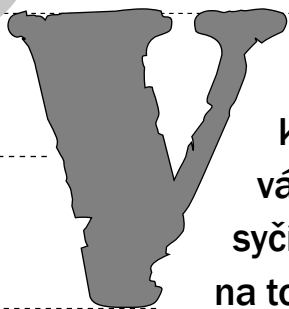
Voda, voda 104

**Slovníček
115**

**Použitá literatura
118**

**Webové stránky
119**

**Rejstřík
121**



šechno funguje na základě chemie; chemie je vědou o změně. Proč je něco měkké nebo tvrdé, pevná látka, kapalina nebo plyn? To vám vysvětlí **chemie**. Řekne vám také, díky čemu některá věc vybuchne nebo zmrzne, syčí či šumí, zatímco jiná zůstává nezměněná – záleží totiž na tom, jak různé **látky** vzájemně reagují a jak se mění.

Úvod

Jak pracovat s touto knihou

Abyste našli odpovědi na tyto otázky, budete experimentovat s materiály ve vaší kuchyni. Celí zamazaní budete vytvářet chemické reakce i báječné dobroty a každý projekt vám představí důležitý chemický pojem. Můžete procházet postupně všechny kapitoly, nebo se vrhnout na konkrétní projekty a zjistit, co z nich vzejde. Všechny pomůcky, které budete používat, najdete buď ve vaší kuchyni nebo v místním obchodu s potravinami, drogerii či železářství. Většinu projektů zvládnete s malou pomocí dospělého.

Římský filozof Seneca kdysi napsal: „Štěstí nastává, když se příprava spojí s příležitostí.“ I když žil před 2 tisíci lety, jeho slova jsou pravdivá dodnes.

Nyní můžete mít štěstí vy. Máte příležitost učinit nové objevy, vytvořit chutnou pochoutku nebo vymyslet nové „kouzlo“. Musíte však být připravení. Potřebujete správné pomůcky, správný systém a především správný přístup. Pomocí těchto tří věcí se naučíte, kolik jen zvládnete, a přitom to bude bezpečné a maximálně zábavné.

Myšlení vědce

Vědci se na svět dívají zvláštním způsobem a vy to dokážete také. Dělejte to následovně.

Všímejte si věcí. Bud'te pozorní! Dívejte se kolem sebe! Kdyby si Benjamin Franklin nevšiml, jak se voda za plující lodí mění, neexperimentoval by s olejem a vodou. Když budete pozorovat dění kolem sebe, spatříte řadu věcí vhodných ke zkoumání.



Zapamatujte si

Chemie: věda o vlastnostech látek a o tom, jak látky navzájem reagují.

Látka: fyzický materiál, z něhož se skládá nějaká věc.

Chemická reakce: přeskupení atomů v látce, díky kterému vzniká nová chemická látka.

Bádejte! Pokud narazíte na něco, čemu nerozumíte nebo co nedává smysl, zjistěte si více informací. To může obnášet menší průzkum v knihovně nebo také experiment, což je další důležitý – a ještě zábavnější – důvod k bádání. Ptejte se „Proč?“ a „Co by se stalo, kdyby...?“

METRICKÝ SYSTÉM

V českém překladu knihy se u údajů o množství používá metrický systém, například 2,5 centimetru. S metrickým systémem pracuje většina vědců po celém světě, včetně některých výzkumníků ve Spojených státech, kde však stále převládá angloamerická měrná soustava, a to především v kuchyni – neuvádějí se gramy, ale lžíce a hrnky. Na druhou stranu se i v USA používají výrazy jako dvoulitrová lahev, paměť počítače se uvádí v megabytech atd. Čím je metrický systém charakteristický? Funguje na základě desítkové soustavy, takže je mnohem jednodušší násobit a dělit. Protože se používá po celém světě, také se s ním snadněji dorozumíte, což je důležité především pro vědce – vědecká komunita je celosvětovým společenstvím. Když vědec provede nějaký experiment, může své výsledky sdílet s dalšími vědci po celém světě, kteří na jeho práci třeba navážou dalšími pokusy.

POMŮCKY A MATERIÁLY

Některé materiály jsou určeny jen k několika konkrétním pokusům, jiné se používají stále dokola. Vyhradte si zvláštní místo nebo krabici coby svou vědeckou laboratoř, abyste měli pomůcky neustále po ruce. Standardní pomůcky jsou třeba:

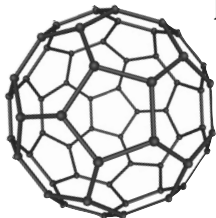
- Sešit a tužka
- Cukrový teploměr
- Venkovní teploměr
- Plastové a skleněné lahve a sklenice
- Papírové utěrky a mýdlo
- Odměrky, lžíce
- Ochranné brýle
- Papír a nůžky

Důležité upozornění: V projektech provádějte **vždy jen jednu změnu**. V opačném případě byste pak nemohli zjistit, která ze změn byla příčinou jiného výsledku.

Důvěřujte tomu, co vidíte, nikoli tomu, co byste podle vás vidět měli. Kdyby Erasto Mpemba

nevěřil vlastním očím, nikdy by neobjevil, že vroucí voda dokáže zamrznout rychleji než teplá. Při provádění pokusu nebo změně již provedeného pokusu zkuste předvídat, co bude následovat. I když výsledky nesplní vaše očekávání, pořád se díky nim něčemu přiučíte. Pokud něco nebude fungovat tak, jak jste čekali, zřejmě jste někde udělali chybu. Možná jste například přidali příliš mnoho jedné z přísad. Vaše výsledky však mohou přinést nečekaná zjištění. Vědeckým objevům předcházely vždy nějaké „chyby“.

Sdílejte a porovnávejte. Vědci na řešení nějakého problému často spolupracují. Kdyby Harry Kroto, Rick Smalley a Bob Curl nepracovali společně jako tým, nejspíš by neobjevili buckyball (magnetická kuličková hračka – pozn. překlad.) a nezískali Nobelovu cenu. Své výsledky si zaznamenávejte a sdílejte je s ostatními. Možná tak společně přijdete na to, proč váš pokus dopadl tak, jak dopadl.



VĚDĚLI JSTE, ŽE...

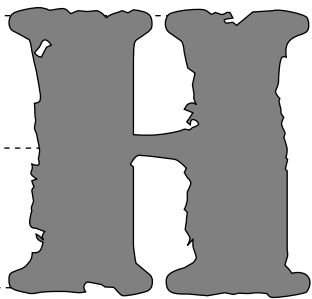
V roce 1999 se ztratila bezpilotní družice zkoumající počasí na Marsu, protože se při jejím řízení používaly dva různé systémy měření. Tým inženýrů naprogramoval software vysílající informace k družici na angloamerickou měrnou soustavu, jenže tým, který z družice informace přijímal, používal metrický systém. Kvůli neshodě jednotek vstoupila družice na oběžnou dráhu Marsu příliš nízko a zmizela. Měla nám pomoci pochopit vývoj vody a možný život na Marsu – a stála 125 milionů dolarů!

Bezpečnost především

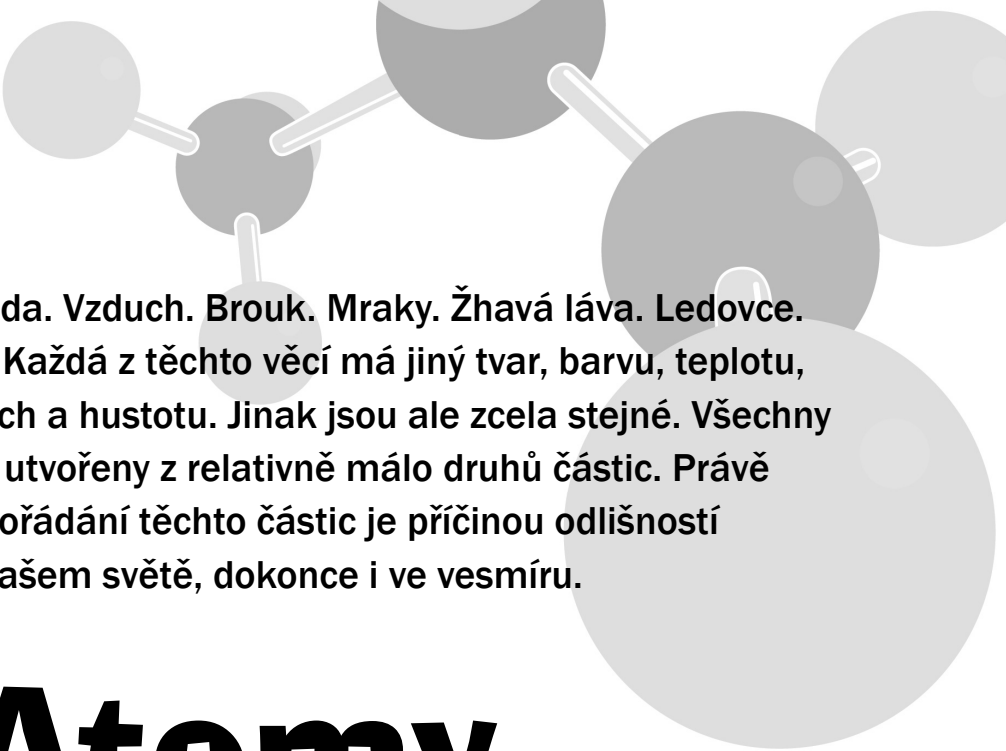
Experimenty v této knize jsou navrženy tak, aby byly bezpečné, přesto buďte opatrní. Každá laboratoř má svá pravidla, která platí i pro tu vaši. Tady jsou.

- Ujistěte se, že někdo dospělý ví, co děláte, kde to děláte a co k tomu používáte.
- Pokud je součástí pokusu něco hodně horkého, jako je vroucí voda, nebo budete vyrábět karamel, **požádejte o pomoc dospělého!** Svůj projekt budete mít stále na starosti vy, horké věci však přenechejte dospělému „laboratornímu asistentovi“. Nejen že to bude bezpečné, ale také můžete na chvíli šéfovat dospělému. Ujistěte se, že máte po ruce dostatek chňapek.
- Pročtěte si pozorně všechny instrukce k projektu či pokusu a zkontrolujte, že máte nachystané všechny pomůcky **ještě předtím**, než začnete. Možná budete potřebovat nějaké věci z obchodu s potravinami, drogerie nebo železářství.
- Pokud se v domácnosti pohybují malé děti nebo zvířata, dávejte zvláštní pozor na to, abyste nenechali ostré předměty nebo tekutiny (včetně lepidla) v jejich dosahu. Z toho důvodu je vhodné provádět pokusy na kuchyňské lince nebo na stole.
- Před každým projektem a po něm si umyjte ruce.
- Pokud projekt vyžaduje uložení přes noc nebo na něj nemusíte dohlížet (například při krystalizaci), nalepte na něj cedulku, uložte ho na bezpečné místo a ujistěte se, že k němu nemají přístup malé děti ani zvířata.
- Po skončení projektu všechno umyjte a ukliděte, zkontrolujte, že je vypnutá trouba a venku nezůstaly žádné chemikálie.
- Nesplachujte žádné lepkavé věci do odpadu. Vhodte je do koše na odpadky.
- Když budete chtít obměnit nějaký projekt nebo vyzkoušet svůj vlastní experiment, požádejte dospělého, aby na vás dohlédl. Pravidlo číslo jedna: Je bezpečné míchat potraviny, ale rozhodně není bezpečné míchat dohromady čisticí prostředky.
- Jestliže si nebudete jistí, zda je nějaká činnost bezpečná, všeho nechte a poraďte se s dospělým.

Nažhavte svůj mozek a připravte si pomůcky. Následující projekty budou tak zábavné, že si ani neuvědomíte, kolik jste se toho naučili. Až si všechny projekty a pokusy vyzkoušíte, vymyslete si nějaké vlastní. Teď už jste připraveni, takže jdeme na to! **Zvládnete to sami!**



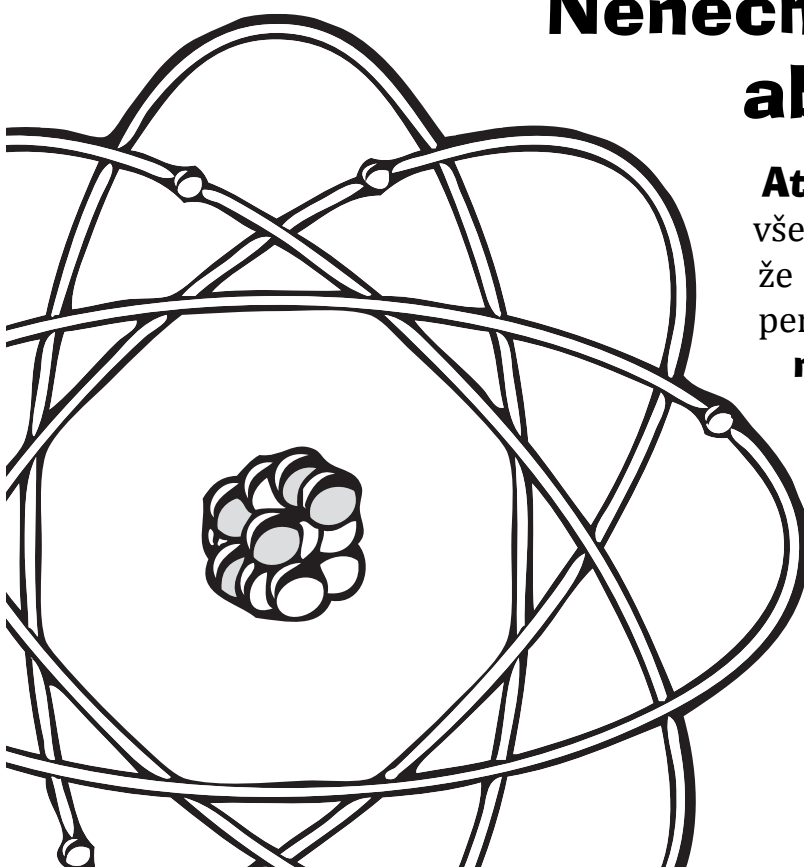
H



vězda. Vzduch. Brouk. Mraky. Žhavá láva. Ledovce. Vy. Každá z těchto věcí má jiný tvar, barvu, teplotu, povrch a hustotu. Jinak jsou ale zcela stejné. Všechny jsou utvořeny z relativně málo druhů částic. Právě uspořádání těchto částic je příčinou odlišností v našem světě, dokonce i ve vesmíru.

Atomy a molekuly

Nenechte drobotinu, aby se tak dřela



Atomy jsou základní stavební prvky všech věcí. Jsou velmi malé – tak malé, že je nezahlédnete ani pod mikroskopem. Každý atom se skládá z **protonů**, **neutronů** a **elektronů**. Protony mají kladný **elektrický náboj**, elektrony mají záporný náboj a neutrony nemají žádný – jsou neutrální. Protony a neutrony se shlukují v **jádru** neboli centru atomu a elektrony kolem jádra krouží.

Zapamatujte si

Atom: nejmenší částice hmoty, kterou nelze chemicky rozdělit. Atom je tvořen z jádra s protony a neutrony obklopeného mrakem elektronů.

Proton: druh elementární částice s kladným elektrickým nábojem, nachází se v jádru každého atomu.

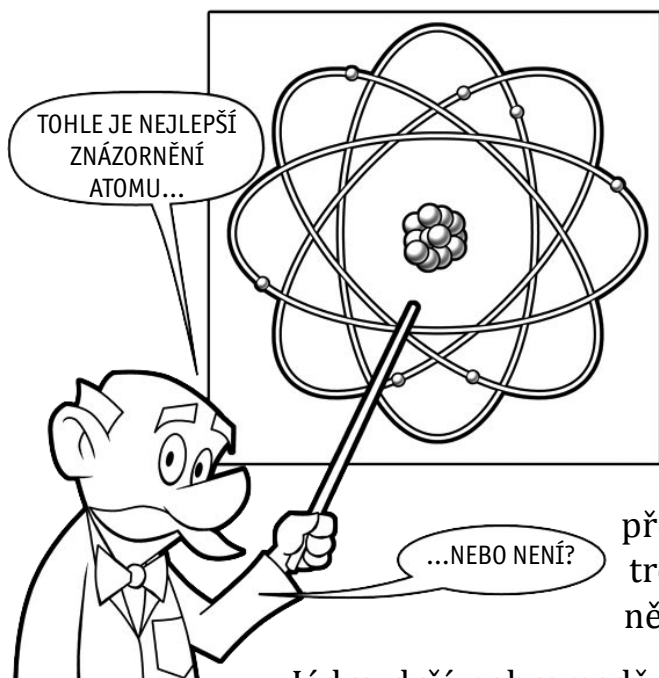
Neutron: částice atomu bez elektrického náboje, která se nachází v jádru každého atomu.

Elektron: stabilní, záporně nabitá částice nacházející se v každém atomu.

Elektrický náboj: základní vlastnost hmoty. Protony a jádra atomů jsou kladně nabité, elektrony záporně nabité a neutrony jsou bez elektrického náboje. Každý atom má obvykle stejné množství protonů i elektronů, a proto nemá žádný elektrický náboj. Jinými slovy, atom je neutrální.

Jádro: centrální část atomu složená z protonů a neutronů.

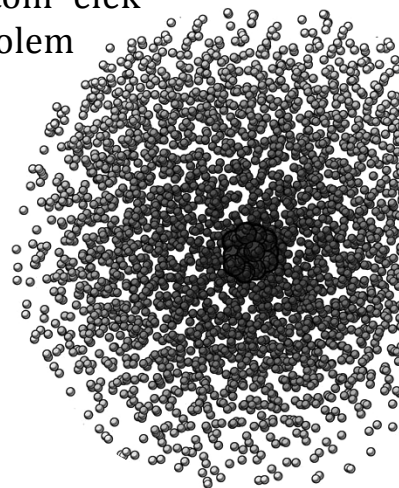
Jaderná reakce: proces, kdy se dvě jádra nebo jaderné částice srazí, aby vznikl nový produkt odlišný od původních částic.



Před mnoha lety se lidé domnívali, že elektrony krouží kolem jádra v přesných kružicích neboli orbitech. Možná jste takové obrázky viděli. Nyní již víme, že se elektrony nepohybují kolem jádra pravidelně, spíše ho obklopují. Slavný fyzik jménem Erwin Schrödinger řekl, že je elektron něco jako „vibrující struna“. Pokud byste vyfotili pohyb všech elektronů, vypadalo by to jako mrak, podobně jako na obrázku dole. Elektrony vytvářejí něco jako plášť či kruhový, který obklopuje jádro. Pokud si jádro

představíte jako včelí úl, potom elektrony budou včely kroužící kolem něj.

Jádro drží pohromadě velmi pevně – tak pevně, že ho dokáže rozdělit jen **jaderná reakce**. Elektrony pohromadě tak pevně nedrží, takže je snazší přidat elektron k atomu nebo ho z něj odebrat. Tyto elektrony nezůstávají vždy na jednom místě. Mají záporný náboj a jsou přitahovány ke kladně nabitým protonům.



Proto se často pohybují a přemísťují k protonům v jiných atomech. Díky tomuto pohybu elektronů se atomy mohou spojovat, aby vytvořily všechny ty odlišné látky ve vašem těle i okolním světě. Právě tím se zabývá chemie.

Prvky

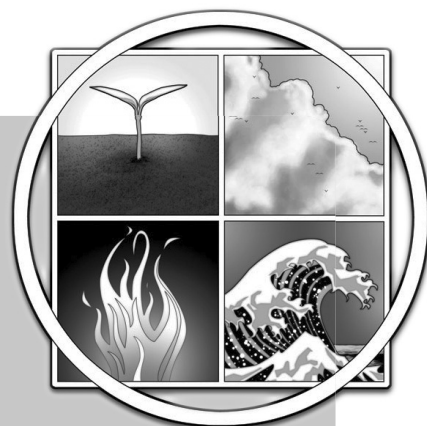
Látku složenou z jednoho typu atomu nazýváme **základní prvek**. Například ryzí zlato má jen jeden typ atomu. Existuje 92 různých druhů atomů neboli prvků, které se vyskytují přirozeně. Veškerá **hmota**, od nejmenšího smítka po tu největší hvězdu, je tvořena těmito prvky.

Rozdíl mezi různými druhy prvků spočívá v počtu protonů v atomovém jádře. Tak třeba atom vodíku má vždy jeden proton. Atom kyslíku má vždy osm protonů a atom zlata 79 protonů.

STAŘÍ ŘEKOVÉ

Kolem roku 440 př. n. l., tedy před více než 2 400 lety, se řeční filozofové snažili pochopit povahu vesmíru. Příliš neexperimentovali, spíše si kladli spoustu otázek a diskutovali o nich. Dva z těchto filozofů, muž jménem Demokritos a jeho učitel Leukippos, se ptali, co by se stalo, kdybyste rozpůlili kus stříbra, pak rozpůlili tu polovinu a tak pokračovali stále dál. Domnívali se, že byste nakonec dospěli k nejmenší části stříbra, kterou by již nešlo rozdělit, a tyto části nazvali atomy. Atom v řečtině znamená něco, co nejde rozdělit. Tvrdili také, že se tyto atomy neustále pohybují, a protože k tomu potřebují místo, musí existovat také prázdný prostor neboli **prázdnota**. To by šlo. Jenže podle Demokrita a Leukippa byly atomy nekonečně rozmanité, takže strom se podle nich skládal z něčeho úplně jiného než vzduch.

Nesouhlasili s nimi samozřejmě všichni. Aristoteles byl výjimečný řecký filozof, jenž velmi přispěl k vědeckému poznání, jenže pokud jde o atomy, dopustil se i on několika omylů. Tvrdil, že budete-li dělit stříbro, nikdy nedojdete konce, takže o existenci nějakých atomů nemůže být řeč. Spolu s dalšími řeckými filozofy přišel s myšlenkou, že se každá hmota skládá ze čtyř prvků – země, vzduchu, vody a ohně – a se tyto prvky mohou měnit z jednoho na druhý. Ačkoli se v počtu prvků Aristoteles mýlil, správně se domníval, že je relativně málo prvků, které se různě kombinují, aby vytvořily veškerou hmotu.



Zapamatujte si

Základní prvek: látka, jejíž atomy jsou všechny stejné. Základní prvky jsou například zlato, kyslík a uhlík.

Hmota: materiální substance vesmíru, která má hmotnost, zabírá místo a může se měnit (přeměňovat) v energii.

Prázdnota: prostor, ve kterém se nenachází žádná hmota.

Molekula: nejjednodušší stavební jednotka prvku nebo sloučeniny, skupina vázaných

atomů. Molekuly se mohou rozpadat a utvářet nové a tomu se říká chemická reakce.

Vazba: přitažlivá síla, která drží pohromadě atomy, ionty nebo skupiny atomů v molekule či krystalu.

Ion: atom s nevyváženým počtem protonů a elektronů. Ionty mají buď kladný, nebo záporný náboj.

Neon: plyn vydávající oranžovou záři, když jím prochází elektrický proud. Používá se v zářivkovém osvětlení.

Molekuly

Existuje atom vody? Ne. Atomy se málokdy vyskytují samostatně. Voda je stejně jako většina věcí tvořená **molekulami**. Molekuly tvoří vazba dvou a více atomů. Atomy mohou být stejného druhu, většinou se však jedná o různé druhy atomů.

Vazba, která je drží pohromadě, není něco pevného jako lepidlo nebo řetěz, i když to tak někdy znázorňujeme. Vazba je síla – atomy se tak mohou stále vrtět či vibrovat, i když jsou svázané. Existují různé druhy vazeb, všechny však s atomy sdílejí nebo směňují jejich elektrony. Vzpomeňte si, že elektrony rády cestují, a protože jsou stále v pohybu, nemáme jen

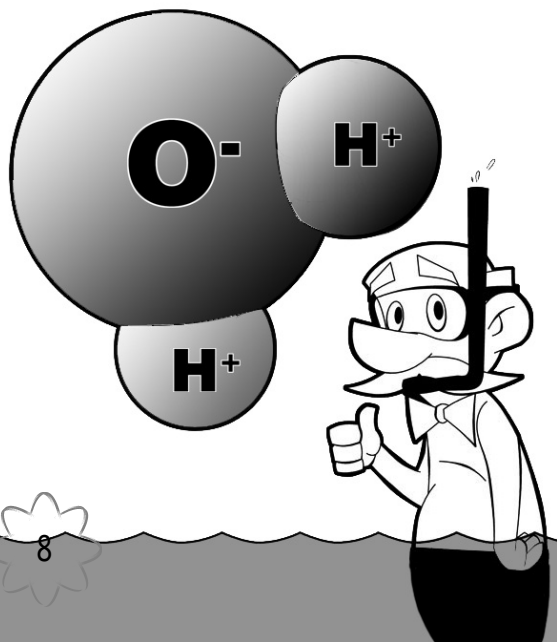
VĚDĚLI JSTE, ŽE...

Při jediném nádechu vdechnete víc molekul, než kolik na Zemi existuje zrněk písku.

92, ale miliony různých druhů přírodních látek.

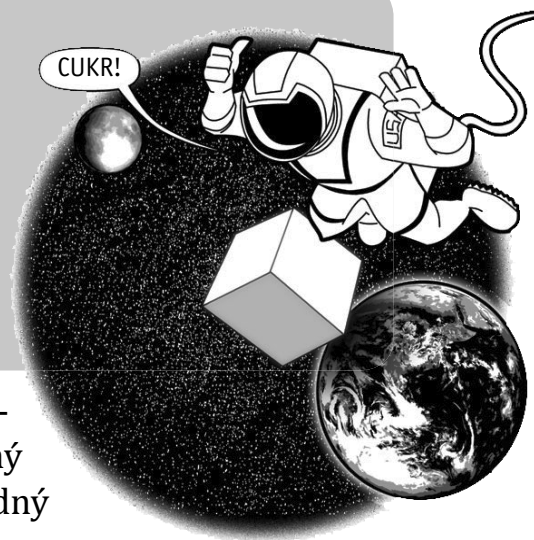
Ionty

V každém atomu je stejné množství elektronů i protonů, takže se záporný náboj elektronů a kladný náboj protonů vzájemně vyrušují. Výsledkem je neutrální náboj atomu. Neon má 10 protonů a 10 elektronů. Některé prvky mají tendenci získat nebo ztratit jeden či více elektronů, ale jako prvek se nemění.



JAK MALÁ JE MOLEKULA?

Molekuly a atomy jsou tak malé, že si je stěží dokážeme vůbec představit. Jedno zrnko cukru obsahuje přibližně 1 000 000 000 000 000 000 000 – tedy trilion – molekul. Jak velký je trilion? Pokud by každá molekula byla velká jako koruna, zrnko cukru by bylo široké a dlouhé jako fotbalové hřiště a mince by byly vyskládány na sobě do výšky 160 000 kilometrů. To by byla asi polovina vzdálenosti na Měsíc. Představte si, jak velký byste asi měli zubní kaz, kdybyste tolik cukru snědli!



Tak třeba vodík může poměrně snadno přijít o elektron. Bude to stále vodík, ale bez elektronu získá kladný náboj. Když atom ztratí nebo získá elektron a má kladný nebo záporný náboj, říkáme mu iont.

Chemické vzorce

Kdybyste měli zapsat matematickou rovnici, zřejmě byste nenapsali: „Dvacet osm plus čtrnáct rovná se čtyřicet dva.“ Trvalo by to moc dlouho a nešlo by to rychle přečíst. Napsali byste „ $28 + 14 = 42$ “. V chemii je to stejné. Chemici neustále píšou nějaké chemické rovnice, a pokud by měli všechno slovně vypisovat, příliš by je to zdržovalo. Proto používají symboly, stejně jako to děláme v matematice.

VĚDĚLI JSTE, ŽE...

Diamant je nejtvrďší známá přírodní látka.

Každý prvek má svůj symbol. To, co obsahuje molekula, se zapisuje určitým způsobem, kterému říkáme **chemický vzorec**. Zahrnuje všechny prvky tvořící molekulu a vpravo dole u symbolu prvku se píše malá číslice vyjadřující, kolik atomů daný prvek obsahuje. Například chemický vzorec

vody je H_2O . Znamená to, že molekulu vody tvoří dva atomy vodíku (H a 2) a jeden atom kyslíku (O).

Uhlík

Broušené diamanty jsou jiskřivé a krásné. Jsou zároveň nejtvrďším materiálem, jaký známe. Grafit, který se používá v tužkách, je šedý a bez lesku a tak měkký, že jím můžete psát. To jsou velké rozdíly, nemyslíte?

OBŘÍ MOLEKULY

Jak moc složité mohou být molekuly na bázi uhlíku? Vezměme si třeba hemoglobin, díky kterému je krev červená. Hemoglobin je obsažený v krvi a nese kyslík z našich plic do zbylých částí těla. Bez něj bychom nemohli žít. Chemický vzorec hemoglobinu je $C_{2954}H_{516}N_{780}O_{806}S_{12}Fe_4$. To znamená 2 954 atomů uhlíku (C), 516 atomů vodíku (H), 780 atomů dusíku (N), 806 atomů kyslíku (O), 12 atomů síry (S) a 4 atomy železa (Fe). To všechno se nachází v každé molekule hemoglobinu a atomy jsou uspořádány velmi specifickým způsobem. To je ale pořádně složitá molekula!

Kdepak! Diamant a grafit jsou si velmi podobné. Oba tvoří jedna a tatáž látka: **uhlík**. A nic víc. Grafit, který je hluboko v zemi, se ve skutečnosti může vlivem dlouhodobého tlaku přeměnit v diamant.

Tak rozdílné vlastnosti diamantu a grafitu nezpůsobuje to, z čeho jsou vytvořeny, ale jak jsou všechny uhlíky spojeny. Pokud byste se mohli scvrknout na velikost atomu a procházet se uvnitř diamantu a kousku grafitu, viděli byste ten rozdíl. V diamantech tvoří každý atom uhlíku vazbu se čtyřmi dalšími a vytváří

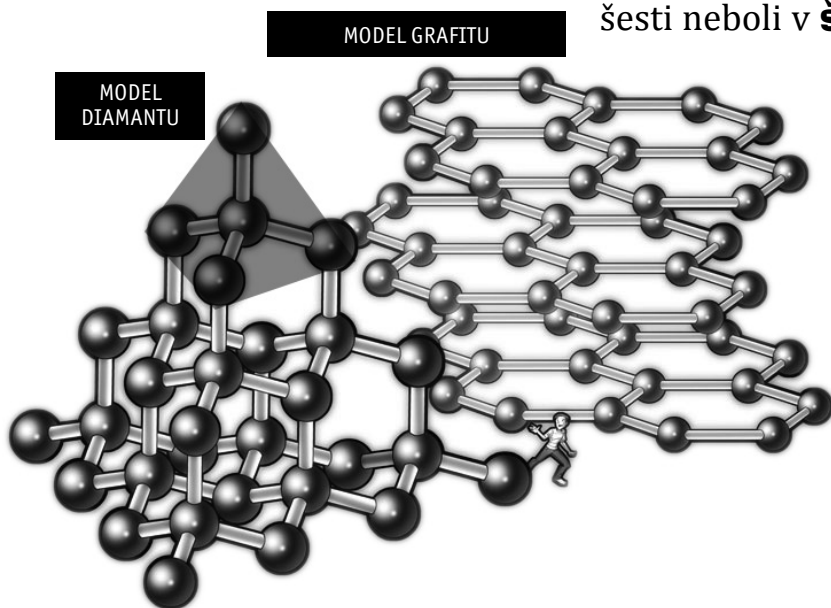
tak **čtyřstěn**. Všechny vazby jsou velmi pevné. Všimněte si tvaru trojhranu, který má čtyřstěn na obrázku vlevo. Trojhrany jsou velmi pevné.

VĚDĚLI JSTE, ŽE...

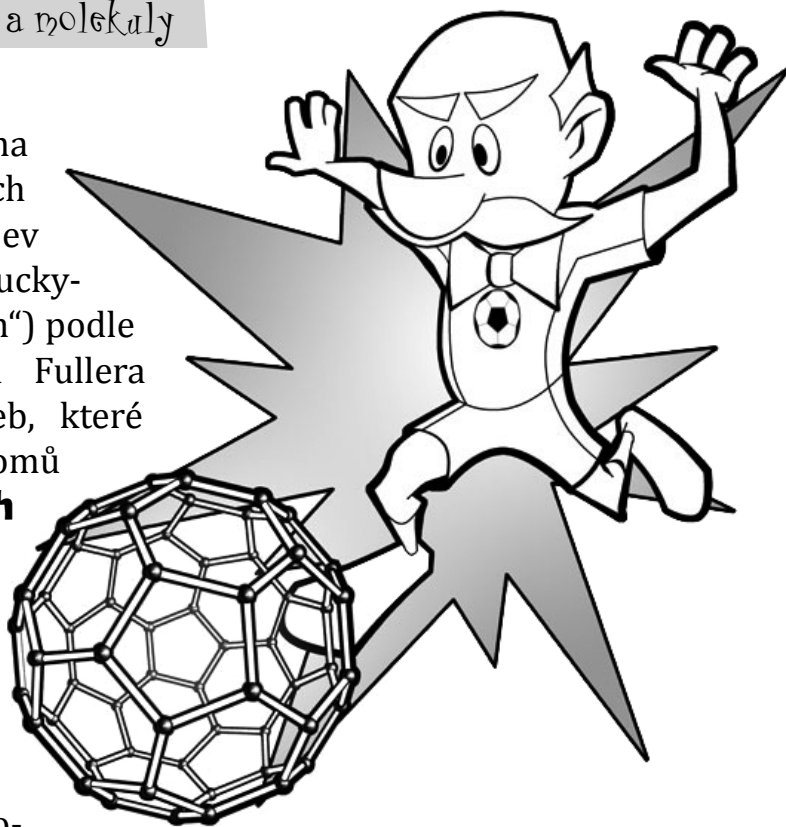
Nanotrubička je 50 000krát tenčí než lidský vlas.

V grafitu se atomy uhlíku vážou v prstencích po šesti neboli v **šestiúhelnících**, které vytvářejí

uhlíkové vrstvy. Tyto vrstvy připomínají včelí plást a jsou velmi pevné, stejně jako diamanty, ale vazba mezi jednotlivými vrstvami pevná není a snadno se přeruší. Když se tak stane, vrstvy se posunou a oddělí. Když píšete tužkou, trocha grafitu se oddělí a vytvoří na papíře stopu. Při psaní tak na stránce zanecháváte uhlíkovou stezku.



Jinou formu uhlíku objevila skupina vědců v roce 1985. Harry Kroto, Rich Smalley a Bob Curl nazvali svůj objev „buckminsterfullerene“ neboli „buckyball“ (u nás se používá název „fulleren“) podle architekta Richarda Buckminstera Fullera (1895–1983) a kupolovitých staveb, které navrhoval. Ve fullereanu se váže 60 atomů v šestiúhelnících a **pětiúhelnících** (uzavřených útvarech s pěti vrcholy) tak, aby vytvořily tvar podobný fotbalovému míči. Další podobné uhlíkové struktury mají 28, 70 i více atomů. Existují také duté struktury ve tvaru trubice, tvořené čistě uhlíkem, kterým se říká „uhlíkové nano-trubice“. Na konci této kapitoly si můžete vyrobit vlastní buckyball, abyste ho ještě lépe pochopili.



Uhlík je nejdůležitější atom živých bytostí. Bez něj by život – jak jej známe – nemohl existovat. Je to tím, že uhlík dokáže vytvářet velikánské, složité molekuly nebo téměř nekonečné řetězce. Živé organismy tyto složité molekuly potřebují, protože musejí splnit celou řadu úkolů. Ať už je složen jakkoli, je uhlík podivná i překrásná látka.

Zapamatujte si

Trilion: základní číslovka s 18 nulami.

Chemický vzorec: vyjádření látky nebo chemické reakce pomocí znaků odpovídajících obsaženým prvkům.

Hemoglobin: látka obsažená v červených krvinkách, která se váže s kyslíkem a roznáší jej po celém těle. Díky němu je krev červená.

Uhlík: prvek s šesti protony v jádře nacházející se ve všech živých organismech.

Čtyřstěn: těleso se čtyřmi trojúhelníkovými stěnami.

Šestiúhelník: uzavřený rovinný útvar se šesti rovnými stranami a šesti vrcholy.

Pětiúhelník: uzavřený rovinný útvar s pěti rovnými stranami a pěti vrcholy.

Vyrobte si FULLEREN

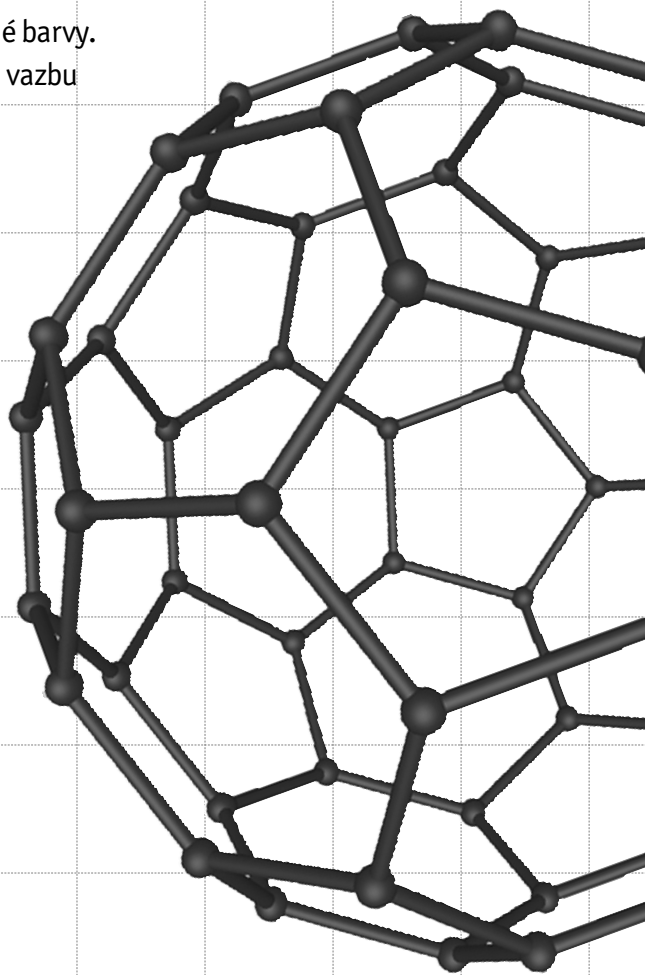
1 Na oba konce párátko umístěte gumový bonbon stejné barvy. Bonbony budou představovat atomy uhlíku a párátko vazbu mezi nimi.

2 Vpíchněte další párátko do jednoho z bonbonů v úhlu trochu větším než 90° k prvnímu párátku. Na konec druhého párátko připevněte bonbon stejné barvy.

3 Opakujte krok 2, dokud nebudete mít hotových pět párátek. Na konec pátého párátko nedávejte další bonbon, ale vpíchněte ho do bonbonu na prvním párátku. Z párátek a bonbonů vám tak vznikne pětiúhelník (tvar o pěti stranách).

4 Z párátek a bonbonů vytvořte dalších 11 pětiúhelníků. Jeden pětiúhelník by měl mít stejnou barvu jako ten první, co jste vytvořili, u zbylých 10 by bonbony měly být jiné barvy. Všechny představují jeden druh atomu – uhlík, ale složíte ho snadněji, použijete-li dvě různé barvy.

5 Pětiúhelník první barvy položte na stůl. Pět pětiúhelníků druhé barvy umístěte kolem něj ke každému z pěti vrcholů. Pomocí párátko spojte bonbon prostředního pětiúhelníku s jedním ze zbylých pětiúhelníků.



POMŮCKY

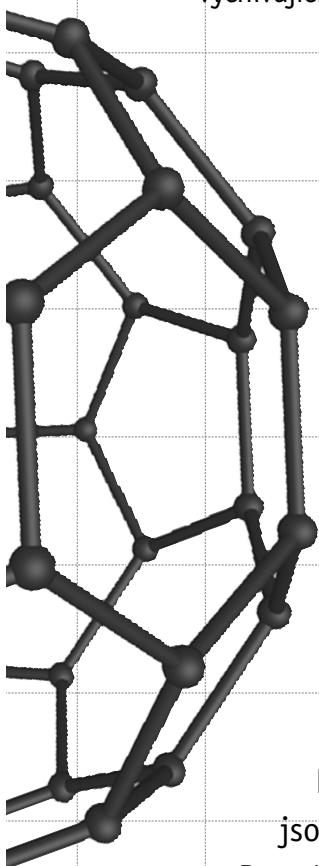
- * Balení párátek
- * Nejméně 60 malých gumových bonbonů alespoň ve dvou barvách

6 Pomocí párátko spojte každý z vnějších pětiúhelníků s jeho sousedním pětiúhelníkem. Každá vazba by měla tvořit šestiúhelník čili tvar o šesti stranách. Jakmile párátko umístíte, celá struktura se spojí a vytvoří tvar misky.

7 Opakujte kroky 1–6 s dalšími bonbony a párátky. Abyste mohli fulleren dokončit, spojte obě misky do tvaru míče. Jejich okraje jsou nerovnoměrné – dva bonbony vyčnívají vedle dvou, které nevyčnívají. Vyrovnejte vyčnívající části mezi oběma stranami. Spojte strany tak, aby vám vznikly šestiúhelníky.

VĚDĚLI JSTE, ŽE...

Buckminsterfullerene, takzvaný fulleren, je oficiální státní molekulou Floridy.



Co se stalo?

Vyrobili jste model fullerenu. Fulleren tvoří pouze atomy uhlíku. Připomíná vám jeho tvar něco? Pokud máte po ruce fotbalový míč, pozorně si ho prohlédněte. Má stejný tvar jako buckyball: 12 pětiúhelníků a 20 šestiúhelníků. Díky této struktuře je buckyball extrémně pevný – dokonce pevnější než diamant!

Od objevu fullerenu 14. září 1985 se vědci snaží vymyslet způsoby jeho praktického využití. Na fullerenu je neobvyklé, že je dutý, ale uzavřený jako klec a může v sobě uvěznit jiné atomy. Vědci zkoumají, zda by fullereny dokázaly nést či držet jiné atomy nějakým užitečným způsobem.

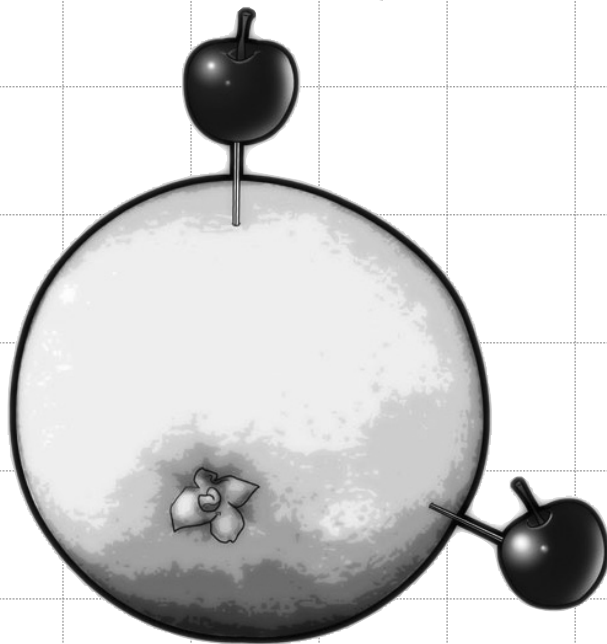
Další materiály související s fullerenem jsou „uhlíkové nanotrubic“, což jsou duté trubice tvořené uhlíkem, a „nanopapír“ vyráběný z „nanotrubic“.

Protože se všechny tyto „nano“ materiály tak liší od jiných molekul, mohly by existovat způsoby, jak je využít na rozdíl od současných technologií zcela novým způsobem. Možná by dokázaly vylepšovat věci a být levnější než ostatní materiály, třeba v rámci rozvodu elektřiny a vylepšování vojenské výstroje.



Vyrobte si MODEL MOLEKULY VODY

- 1** Do pomeranče zapíchněte párátko. Držte párátko mezi palcem a ukazováčkem a na jeho volný konec umístěte třešeň.
- 2** Zapíchněte druhé párátko do pomeranče v úhlu o něco víc než 90° od prvního párátko. Když si pomeranč představíte jako hodiny a první třešeň by byla na 12. hodině, pak druhé párátko bude na 4. hodině. Na druhé párátko umístěte druhou třešeň stejně jako v prvním případě.

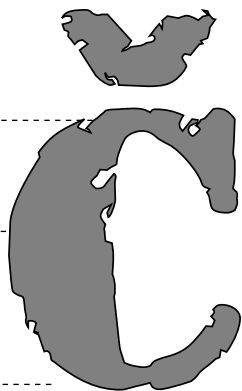


Co se stalo?

Právě jste vyrobili model molekuly vody. V některých věcech se shoduje s opravdovou molekulou: Obsahuje jeden atom kyslíku a dva atomy vodíku, které jsou rozmístěné v úhlech podobně jako na vašem modelu. Atom kyslíku je mnohem větší než atomy vodíku, stejně jako je tomu u vašeho modelu. Jenže v něčem se skutečná molekula od vašeho modelu liší. Atomy u sebe nedrží pomocí párátek. Drží pohromadě díky síle, podobně jako dva magnety, které jsou k sobě přitahovány. Skutečné atomy nemají kulatý, pravidelný tvar, jak je tomu u pomeranče a třešní. A konečně, model je obvykle mnohem menší než skutečná věc, podobně jako dětské autíčko ve srovnání se skutečným autem. Jenže váš model je mnohem, **MNOHEM** větší než skutečná molekula.

POMŮCKY

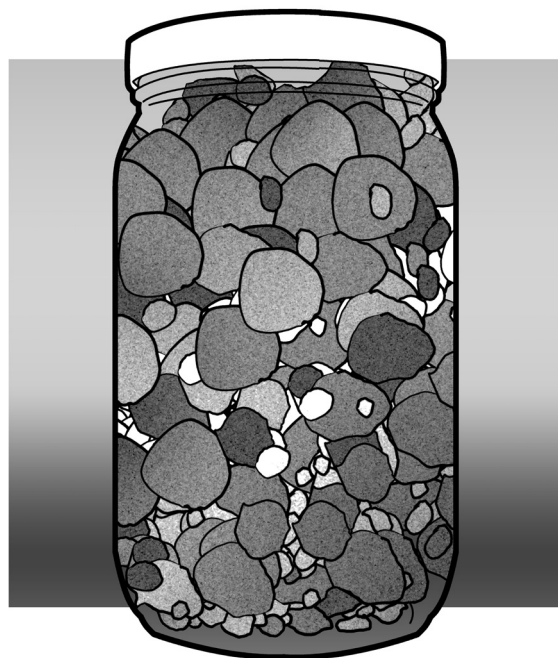
- * Pomeranč
- * Dvě třešně nebo cherry rajčátka
- * Dvě párátko



čistá látka je ta, jejíž molekuly jsou všechny stejné. Ryzí zlato neobsahuje nic víc než zlato. Cukr tvoří jeden druh molekuly. Spousta věcí však nejsou čisté látky. Dokonce ani voda, kterou pijete. Vedle H_2O obsahuje mnoho dalších molekul – třeba fluorid, který se do vody přidává, abyste měli silné zuby. Čistota je fajn, jenže když se čisté látky zkombinují, aby vytvořily sloučeniny, začne to být mnohem zajímavější.

Smícháváme směsi

Směs je látka obsahující různé materiály smíchané dohromady. V některých můžete vidět různé části, jako jsou smíchané oblázky různé velikosti a barev. Prohlédněte si pozorně kousek dřeva – vidíte ty světlé a tmavé plochy? Vzpomenete si na další směsi, které jste viděli? Ve většině směsí však různé části viditelné nejsou, protože se smíchávají jejich molekuly, které jsou pro naše oko příliš malé. Molekuly jsou zde vedle sebe – netvoří spolu vazby.





SMĚSI JSOU DOBROUČKÉ!

Některé směsi jsou jednoduché. Slaná voda je prostě tvořena molekulami vody smíchanými s chloridem sodným (solí). Mince je směs zinku a mědi. Čokoláda vypadá taky jednoduše. Tabulka hořké čokolády má jednotnou barvu, strukturu a zdá se, že vznikla jedním rozpuštěním. Mohlo by se zdát, že je celá vyrobená z jednoho typu molekuly, nazvané třeba molekula čokolády. Možná jde o jednoduchou směs dvou typů molekul.

Jenže čokoláda je všechno, jenom ne jednoduchá. Studie jednoho typu čokolády odhalila 57 různých **sloučenin**, které obsahuje. To znamená, že ta dobroučká tabulka čokolády obsahuje 57 různých typů molekul smíchaných dohromady. Díky této složité směsi má čokoláda svou vynikající, bohatou chuť.



Představte si velkou místnost plnou lidí. Někteří mají na sobě bílé košile – těm budeme říkat bílé atomy. Jiní jsou oblečení do černých košil a těm budeme říkat černé atomy. Každý bílý atom chytil za ruku z každé strany jeden černý atom, takže vytvořil vazbu se dvěma černými. Všechny skupinky se pohybují po místnosti. Někdy do sebe narazí, ale nepřestávají se držet, ani se nechytou někoho jiného. Každá taková skupina je jako molekula a všechny molekuly jsou stejné, proto je místnost jako čistá látka.

Nyní si představte, že jsou v místnosti dva druhy skupin. Jeden druh je stejný jako v předchozím případě, tedy jeden bílý atom a dva černé. Další skupiny tvoří jen dva bílé atomy držící se vzájemně za ruce. Každá skupina je jako molekula, jenže i když se použily stejné atomy, molekuly již stejné nejsou. Místnost je jako směs.

Pokud vás napadlo, že jsou směsi trochu nuda, zamyslete se ještě jednou. Když se věci smíchají dohromady, změní se jejich **vlastnosti**, někdy až nečekaným způsobem. Ocel se může stát pevnější, nebo ohebnější – podle toho, které látky se do ní přidají. Přidáním soli se změní chuť vody a ta pak dokáže zamrznout při nižší teplotě. Vzpomenete si na další směsi, které mění vlastnosti materiálu? Směs může být pevná látka, kapalina nebo plyn. Bez směsí bychom neměli zmrzlinu, trávu, hvězdy, život ani čokoládu!

Pátrání vědců-detektivů

Chemici jsou detektivové. Odhalují, co je v nějaké věci, jak se ta věc mění a proč. Když mají před sebou materiál a nevědí, co je zač, nejprve směs rozdělí na čisté látky a potom se snaží přijít na to, o jaké látky se jedná. Jenže jak zjistíte, zda jde o směs?

Když vidíte jednotlivé části, jako je tomu třeba u směsi různě velkých oblázků, je to snadné. Většinou však směsi vypadají jako čisté látky, i když jimi nejsou.

Vyzkoušejte si třeba tohle: Nalijte trochu plnotučného mléka do hrnečku a nechte ho tři nebo čtyři dny stát na lince. Po několika dnech si mléko prohlédněte. Vidíte ty malé bílé hrudky? Mléko se tváří jako čistá látka, ale chemik to vidí jinak. Pro něj je mléko směs. Ty bílé hrudky, které vidíte, jsou částičky tuku, jež se oddělují od zbytku mléčné směsi. Nezapomeňte pak mléko vylít!

Jak tedy můžeme oddělit jednotlivé části? Chemici (a vy jste chemici) oddělují směsi různě, třeba podle barvy, tvaru, velikosti, hustoty nebo teploty, při které se roztaví nebo odpaří. Lze použít jakoukoli odlišnost částic. Některé způsoby si vyzkoušíte v projektech na konci této kapitoly.

Zapamatujte si

Cistá látka: látka, v níž jsou všechny molekuly stejné, například ryzí zlato nebo křemen.

Směs: látka obsahující dva a více různých materiálů smíchaných, ne však svázaných dohromady.

Směs může být oddělena mechanicky, například filtrací nebo odpařováním. Vzduch, kalná voda nebo mosaz – směs zinku a mědi – jsou směsi.

Sloučenina: látka složená ze dvou a více prvků. Prvky drží pohromadě vazbami stejně jako molekuly. Sloučeniny nejde snadno oddělit. Příkladem sloučeniny je voda.

Vlastnosti: jedinečné, typické rysy látky.

Chromatografie: metoda oddělování složek směsi podle rozdílné pohyblivosti molekul v rozpouštědle.

Neurotoxický: jedovatý pro nervy nebo nervová vlákna, například pro mozek.



ŠÍLENÍ PTÁCI, SMRTÍCI SLÁVKY

Uprostřed noci 18. srpna 1961 probudily obyvatele města Capitola na kalifornském pobřeží tisíce ptáků narážejících do jejich domů. Lidé vybíhali ven s baterkami, ale ptáci nalétávali na světlo a klovali do lidí, kteří se vyděšení utíkali zase schovat. Za svítání byly ulice poseté mrtvými a omráčenými ptáky a nikdo nevěděl proč. Slavný filmový režisér Alfred Hitchcock se o tom doslechl a o dva roky později natočil thriller *Ptáci*, ve kterém ztvárnil invazi útočících opeřenců.



O dvacet šest let později se udál další záhadný incident, tentokrát na atlantickém pobřeží v Kanadě. Přes 100 lidí vážně onemocnělo po sněžení slávek, což je druh mušle. Byli dezorientovaní, zmatení a někteří dostali záchvat či utrpěli ztrátu paměti. Tři lidé zemřeli. Nikdo přesně nevěděl, co problém způsobilo, bylo však zřejmé, že to vědci musejí rychle rozluštit, než onemocní další lidé. Ať už slávky obsahovaly cokoli, mohlo se to objevit znovu v jiných mořských plodech, a vědci tak museli odhalit příčinu.

Kanadská národní vědecká rada ustanovila skupinu více než 40 vědců, kteří si měli poradit s takzvanou záhadou amnestické otravy korýši. Otestovali je již na přítomnost bakterií, těžkých kovů a pesticidů, o kterých věděli, že mohou způsobovat nevolnost, ale ani jedno nebylo příčinou nemoci. Vzorky slávek byly směsí tisíců různých

chemických sloučenin a vědci neměli ponětí, které to způsobily. Jak můžete něco oddělit, když nevíte, co hledáte nebo jaké to má vlastnosti?

Znáte hru na 20 otázek? Znají ji i vědci, kteří si však otázek mohou klást libovolné množství podle potřeby. Když hrajete tuto hru, snažíte se přijít na to, na co myslí druhý hráč – o čem nevíte. Nejdříve se ptáte obecně, třeba jestli je ta věc rostlina nebo živočich. Poté, co dostanete odpověď „ano“ nebo „ne“, se snažíte okruh zužovat, dokud na to nepřijdete.

Přesně to udělali i vědci, aby zjistili, čím se lidé otrávil. Věděli, že jed ovlivnil nervový systém. Nemohli provést testy na lidech, ale objevili, že když myši vstříknou malé množství jedu, začne se škrábat.

Toto je pouze náhled elektronické knihy. Zakoupení její plné verze je možné v elektronickém obchodě společnosti eReading.