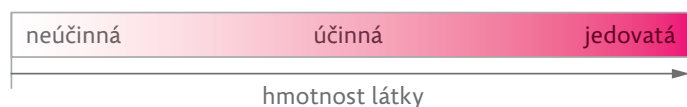



Jak zvážit atomy a molekuly?

Atomy a molekuly se váží velice špatně. Skutečná hmotnost atomů a molekul je nepředstavitelně malá. Jeden atom uhlíku, který obsahuje šest protonů, šest neutronů a šest elektronů, váží 0,000 000 000 000 000 000 000 019 kg ($1,9 \cdot 10^{-26}$ kg). Nejmenší buňkou v lidském těle je spermie. Kdybyste jednu z nich rozdělili na miliardu dílků, pořád bude každý dílek dvěstětisíckrát těžší než jeden atom uhlíku.

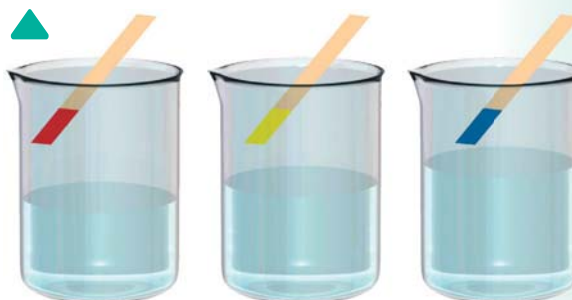
Určovat hmotnost chemických látek je v řadě případů velmi důležité. Např. chemické látky v léčivech nemají při nízké hmotnosti žádný účinek. Při vyšší hmotnosti jsou zase už jedovaté a mohou člověka i zabít.



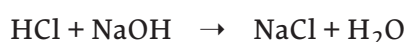
 Vyučující si připraví tři kádinky. Do každé z nich nalije 50 ml 10% roztoku HCl. Do první z nich poté nalije 20 ml 10% roztoku NaOH. Do druhé 50 ml a do třetí 70 ml stejného roztoku. Pomocí indikátorového papírku pak změří pH ve všech kádinkách.

Vysvětlete, co udává hodnota pH a co je to indikátor.

- ➔ Jaké pH naměřil vyučující v jednotlivých kádinkách? Ve které kádince byla hodnota pH nejbližší neutrálnímu roztoku?



Například při neutralizaci kyseliny chlorovodíkové hydroxidem sodným je nutné znát přesná množství reagujících látek:




Pokud přidáme hydroxidu sodného příliš málo, roztok produktů reakce je kyselý (v roztoku zůstal nezreagovaný podíl kyseliny chlorovodíkové). Pokud ho přidáme moc, roztok je zásaditý. Pouze tehdy, když ke kyselině chlorovodíkové přidáme takové množství hydroxidu sodného, aby byl počet molekul obou látek stejný, má roztok produktů této chemické reakce neutrální pH.

Měřit hmotnost jednotlivých částic chemických látek není možné. Měří se proto hmotnost molů chemických látek. Takové hmotnosti říkáme **molární hmotnost**.

Značí se písmenem M a vypočteme ji podle vztahu $M = \frac{m}{n}$, kde m označuje hmotnost a n látkové množství.

Základní jednotkou molární hmotnosti je kg/mol, v chemii se však mnohem častěji používá jednotka g/mol.

Molární hmotnost jednotlivých chemických prvků najdeme v tabulkách. Je-li tedy např. molární hmotnost síry 32,06 g/mol, znamená to, že 1 mol síry má hmotnost 32,06 g. Také můžeme říci, že $6,022 \cdot 10^{23}$ atomů síry má hmotnost 32,06 g.

 A nyní již umíte vážit i atomy! Vypočítejte si, jakou hmotnost má jeden atom síry.

16,00	3,50
8	O
	kyslík
	Oxygenium
32,06	2,44
16	S
	síra
	Sulphur
79,96	2,48
34	Se
	selen
	Selenium
127,60	2,01
52	Te
	tellur
	Tellurium
200	1,76
84	Po
	polonium
	Potonium

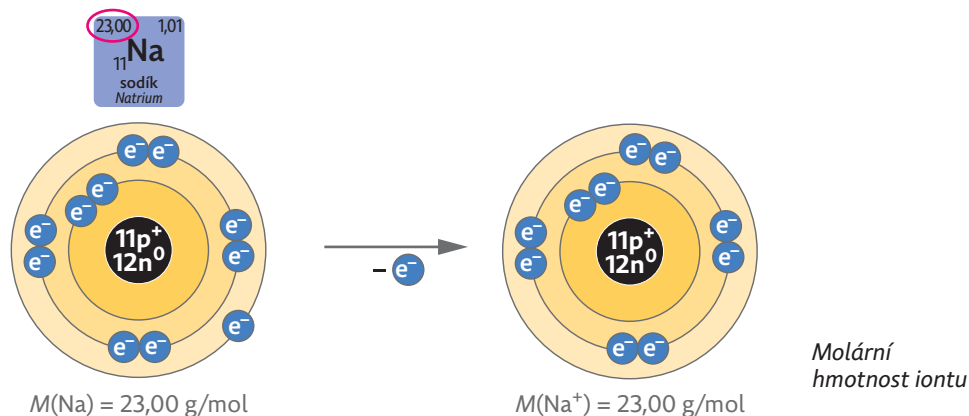
Zopakujte si, co je **látkové množství** a jaká je jeho jednotka. Kolik částic obsahuje jeden mol látky?

V některých tabulkách jsou místo molárních hmotností uváděny **relativní atomové hmotnosti** (A_r) a **relativní molekulové hmotnosti** (M_r). Jsou to bezrozměrná čísla, tj. nemají jednotku. Jejich číselné hodnoty jsou stejné jako hodnoty molárních hmotností.

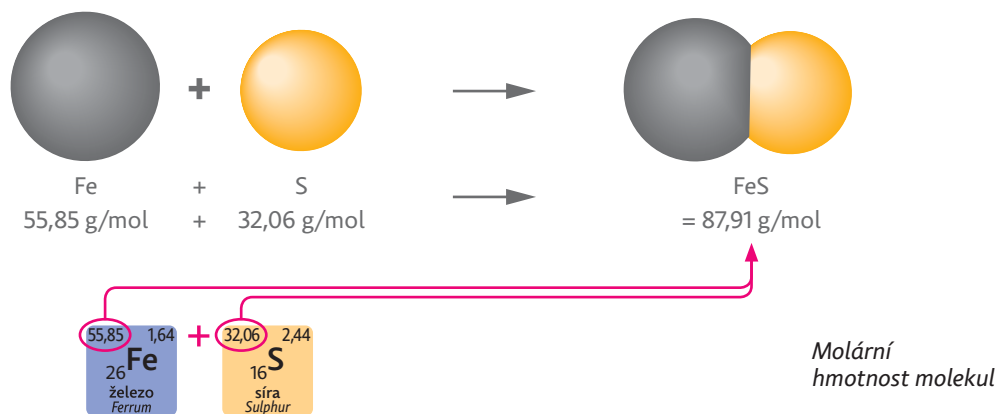
Například A_r síry = 32,06, M_r síry = 32,06 g/mol.



Molární hmotnost iontů vzniklých z chemických prvků je stejná jako hmotnost samotných chemických prvků. Ionty vznikají z chemických prvků přijetím nebo odevzdáním elektronů. Hmotnost elektronu je však v porovnání s hmotností celého atomu zanedbatelná.

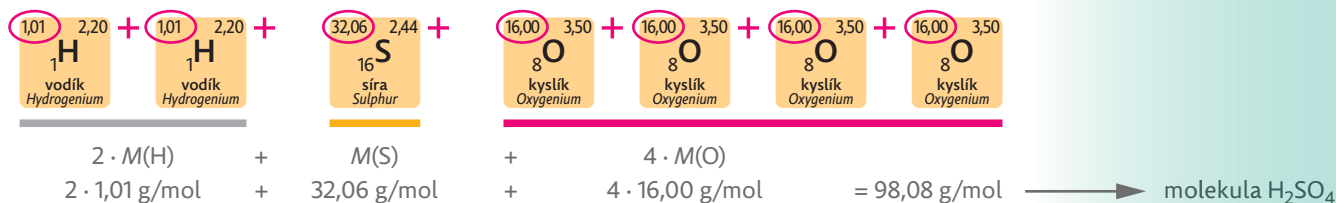


Molární hmotnost molekul chemických látek vypočítáme jako součet molárních hmotností jednotlivých atomů, ze kterých je molekula složena.



Všimněte si na zápisu chemické rovnice reakce železa se sírou, že v chemických reakcích platí **zákon zachování hmotnosti**. Jeden mol železa reaguje s jedním molem síry za vzniku jednoho molu FeS. Molární hmotnost produktu je součtem molárních hmotností výchozích látek.

Existují i molekuly, které obsahují více atomů stejného prvku. Při výpočtu molární hmotnosti těchto látek nesmíme zapomenout na počty jednotlivých atomů. Tento počet je vždy vyjádřen v chemickém vzorci molekuly. Hodnoty molárních hmotností jsou důležitými charakteristikami chemických látek. Pro řadu běžných chemických látek jsou uváděny v tabulkách již vypočtené.



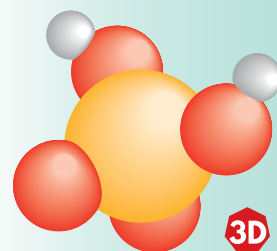
Molární hmotnost chemických látek udává hmotnost jednoho molu částic chemické látky. Značíme ji písmenem M a vypočítáme ji podle vztahu $M = \frac{m}{n}$. Hodnoty molárních hmotností atomů prvků jsou uvedeny v chemických tabulkách. Molární hmotnosti sloučenin lze určit součtem molárních hmotností všech prvků vázaných ve sloučenině vynásobených počtem jejich atomů.

Plyny s menší molární hmotností, než je průměrná molární hmotnost vzduchu, jsou lehčí než vzduch a mohou se použít např. k plnění balonů či vzducholodí. Které plyny je možné použít k naplnění balonu?

Kterého fyzikálního zákona se využívá při provozu balonů naplněných plynem lehčím než vzduch?



Molární hmotnost některých chemických látek lze vypočítat na základě **měření jejich tekutosti**. Tohoto postupu využíváme např. k určení molární hmotnosti makromolekul, u kterých neznáme počty atomů, z nichž je makromolekula složena. Uveďte příklady látek, které vytvářejí velké makromolekuly.



Co obsahuje 100% džus?

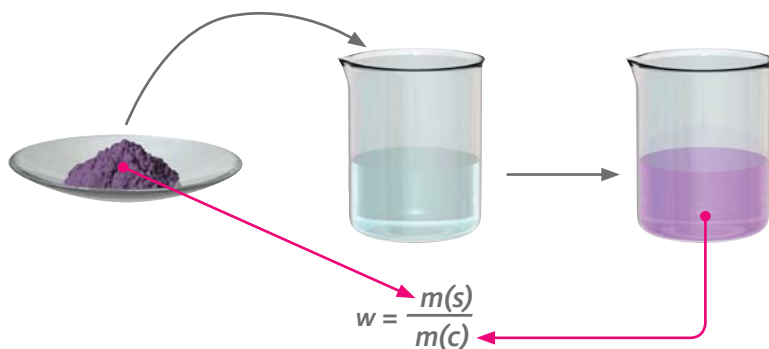
Již víte, že většina látek, které tvoří věci kolem nás, jsou směsi. Denně se setkáváte i s vyjádřením obsahu složek ve směsích. Tak například svačíte jogurt s 0,1 % tuku. K tomu džus s 50 % ovocného podílu. Anebo snad 100% přírodní ovocnou šťávu bez konzervačních přísad? Dospělí si zase mohou dát po obědě třeba dvanáctistupňové pivo nebo 40% destilát.

Směsi obsahují vždy dvě nebo více složek. V praxi je často důležité znát podíl jednotlivých složek ve směsi. Vybíráte si např. jogurt, který obsahuje co nejmenší podíl tuku, nebo multivitamin, který obsahuje co největší podíl vitamínu C.

Podíl jednotlivých složek ve směsi se v chemii nejčastěji vyjadřuje veličinou nazývanou **hmotnostní zlomek**. Označuje se w a je to bezrozměrné číslo – nemá jednotku. Vypočítá se podle vztahu:

$$w = \frac{m(s)}{m(c)}$$

kde $m(s)$ značí hmotnost složky směsi, jejíž hmotnostní zlomek počítáme, a $m(c)$ značí hmotnost celé směsi. Obě veličiny musí být ve stejných jednotkách (tuna, kilogram, gram).



Protože žádná složka směsi nemůže mít větší hmotnost než celá směs, je hodnota w vždy $w < 1$. Proto hmotnostní zlomek velmi často vyjadřujeme v procentech:

$$w = \frac{m(s)}{m(c)} \cdot 100[\%]$$

Např. na lahvi octa najdete údaj 5%. Znamená to, že ocet obsahuje 5% kyseliny octové a 95% vody. Např. 100 g octa obsahuje 5 g kyseliny octové a 95 gramů vody. Můžeme také říci, že hmotnostní zlomek kyseliny octové v octu je $w = 0,05$.

? Příklad: V jogurtu o hmotnosti 125 g je obsaženo 14,9 g sacharidů. Určete hmotnostní zlomek sacharidů v jogurtu.

$$w = \frac{14,9 \text{ g}}{125 \text{ g}}$$

$$w = 0,1192 = 11,92\%$$

V jogurtu je obsaženo 11,92% sacharidů.



Jogurt s 0,1% tuku



Zopakujte si, které **druhy směsí** známe. Jakým způsobem je možné od sebe oddělit složky jednotlivých druhů směsí?

Vysvětlete, proč je hmotnostní zlomek bezrozměrné číslo a nemá jednotku.



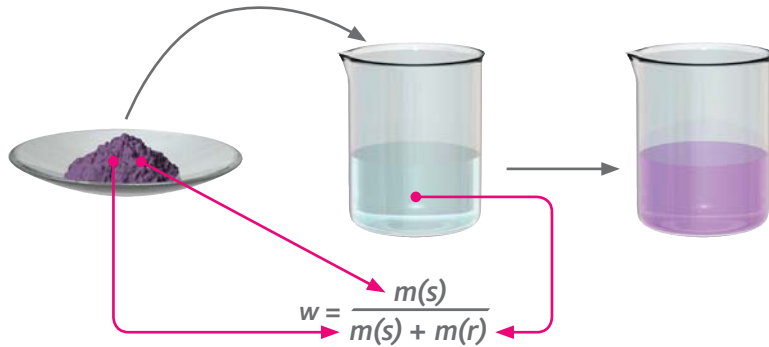
Které další jednotky hmotnosti znáte? Zopakujte si jejich převody.

Jak se obvykle vyjadřuje obsah solí rozpuštěných v mořské vodě (tzv. salinita)? Jaká je průměrná salinita světového oceánu?

Hmotnostní zlomek může vyjadřovat podíl jednotlivých složek i v různorodých směsích. Určete, jaká je hmotnost rybiček v akváriu, když jejich hmotnostní zlomek činí 2% a hmotnost akvária s vodou a rybičkami činí 50 kg.



Zejména při přípravě roztoků používáme upravený výraz pro výpočet hmotnostního zlomku složky ve směsi: $w = \frac{m(s)}{m(s) + m(r)}$, kde $m(s)$ značí hmotnost složky směsi a $m(r)$ hmotnost rozpouštědla, např. vody. Pak platí, že hmotnost celé směsi $m(c) = m(s) + m(r)$.



? Příklad: Při výrobě meruňkového kompotu se používá sladký nálev, který se připravuje rozpuštěním 0,5 kg cukru v 1 litru (= 1 kg) vody. Vypočítejte hmotnostní zlomek cukru v nálevu.

$$w = \frac{0,5 \text{ kg}}{0,5 \text{ kg} + 1 \text{ kg}}$$

$$w \doteq 0,33 \doteq 33\%$$

Nálev k přípravě kompotu obsahuje 33% cukru.



V jakých jednotkách se udává hmotnostní zlomek zlata ve slitinách (tzv. ryzost)? Co tato jednotka označuje?

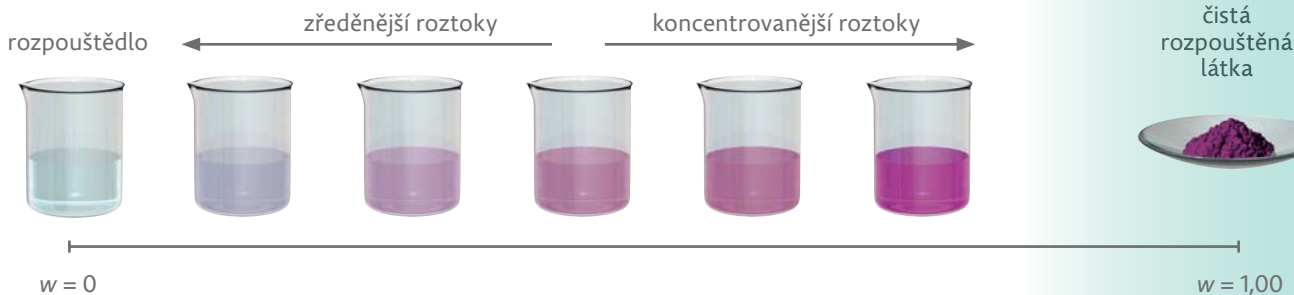


Moucha domácí



Citlivost chuťových buněk by člověk mohl jen závidět třeba takové mouše domácí. Její chuťové buňky umístěné na chodidle jsou schopny rozeznat cukr až ve 200krát zředěnějším roztoku, než to dokážou buňky v chuťových pohárcích na jazyku člověka.

Čím menší je hmotnostní zlomek rozpuštěné látky v roztoku, tím je roztok **zředěnější**. Čím větší je hmotnostní zlomek rozpuštěné látky v roztoku, tím je roztok **koncentrovanější**.



Jestliže se v roztoku při určité teplotě látka již nerozpouští, hovoříme o **nasyceném roztoku**. Všechny roztoky, v nichž má rozpouštěná látka menší hmotnostní zlomek než v roztoku nasyceném, označujeme jako **nenasycené roztoky**.



Rozpustnost pevných látek se zvyšuje s rostoucí teplotou. Např. roztok modré skalice ($\text{CuSO}_4 \cdot 5 \text{H}_2\text{O}$) ve vodě je při 20 °C nasycený při $w = 0,172$. Při teplotě 100 °C je nasycený až při $w = 0,424$.



Výpočtem můžeme určovat i **hmotnostní zlomky prvků ve sloučeninách**. Do vzorce pro výpočet hmotnostního zlomku se však nedosazují skutečné hmotnosti atomů prvků a molekul sloučenin, ale **molární hmotnosti**.

Co vyjadřuje **molární hmotnost**? Jaká je jednotka molární hmotnosti?



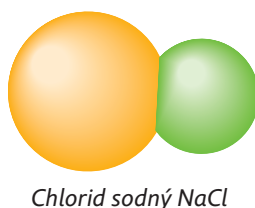
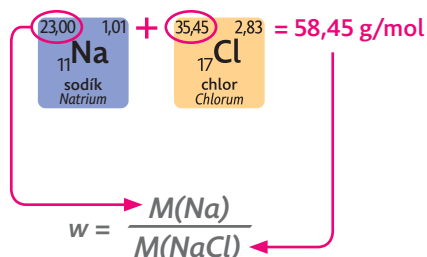
Příklad: Vypočítejte hmotnostní zlomek sodíku v chloridu sodném.

$$w = \frac{M(\text{Na})}{M(\text{NaCl})}$$

$$w = \frac{23 \text{ g/mol}}{58,45 \text{ g/mol}}$$

$$w \doteq 0,394 \doteq 39,4\%$$

Hmotnostní zlomek sodíku v chloridu sodném je 0,394.



U některých potravin, např. u sýrů, se udává podíl jednotlivých složek v sušině a poté podíl sušiny na celkové hmotnosti. Jaký je hmotnostní zlomek tuku v tvrdém sýru, když v sušině je obsaženo 30 % tuku a sušina tvoří 50 % hmotnosti sýra?

Je-li v molekule vázáno více atomů téhož prvku, je třeba při výpočtu hmotnostního zlomku daného prvku ve sloučenině počítat s násobky atomů daného prvku.



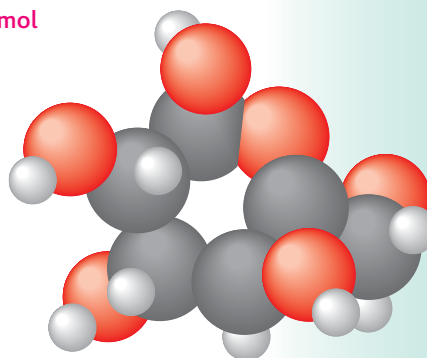
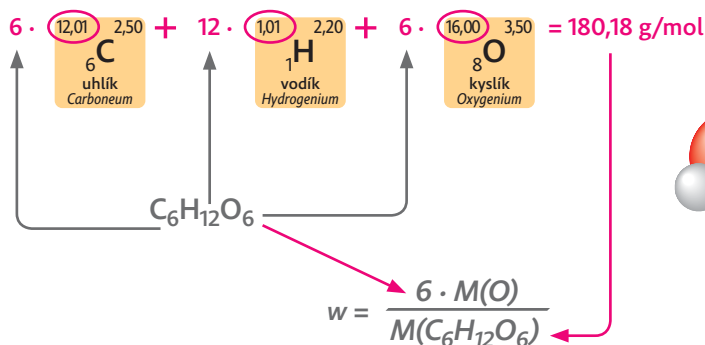
Příklad: Kolik procent kyslíku je obsaženo v glukose?

$$w = \frac{6 \cdot M(\text{O})}{M(\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6)}$$

$$w = \frac{6 \cdot 16 \text{ g/mol}}{180,18 \text{ g/mol}}$$

$$w \doteq 0,533 \doteq 53,3\%$$

V molekule glukosy je obsaženo 53,3% kyslíku.



Glukosa $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$



Hmotnostní zlomek w určuje podíl hmotnosti jedné složky směsi na celkové hmotnosti směsi. Vypočítá se jako $w = \frac{m(s)}{m(c)}$. Roztoky s nízkým w označujeme jako zředěné, roztoky s vysokým w jako koncentrované. Pomocí molárních hmotností můžeme vypočítat i hmotnostní zlomek chemického prvku vázaného v chemické sloučenině.



Ubývání ozonu v atmosféře, tzv. ozonová díra, je v současnosti jedním z největších globálních problémů lidstva. Tento jev mají na svědomí halogenderiváty uhlovodíků zvané freony, které se donedávna hojně používaly v chladicích aparátech ledniček nebo jako součást náplně řady sprejů.

Jeden nebo více atomů vodíku v molekulách uhlovodíků lze nahradit jiným prvkem nebo skupinou prvků. Většinou to bývá nekov, např. halogen, dusík, kyslík. Takové sloučeniny označujeme jako **deriváty uhlovodíků**.



Které sloučeniny označujeme jako **uhlovodíky**? Ze kterých prvků se skládají?

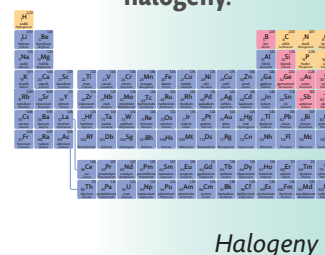
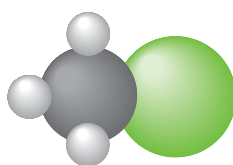
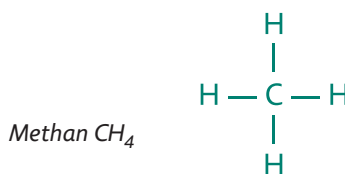
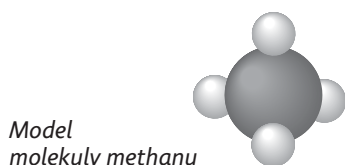
Znáte význam slova derivát? Pokuste se ho vysvětlit např. s pomocí slovníku.

Halogenderiváty uhlovodíků

Pokud nahradíme jeden nebo více atomů vodíku v molekule uhlovodíku halogenem, vznikají chemické látky, které nazýváme **halogenderiváty uhlovodíků**.



Jejich název se skládá z názvu halogenu a názvu uhlovodíku: **chlormethan**, **brombutan**. Je-li v molekule více atomů halogenu, přidává se k názvu předpona vyjadřující jejich počet: **trichlormethan**, **tetrabrommethan**.



9	F	4,10
	fluor	Fluorum
17	Cl	2,83
	chlor	Chlorum
35	Br	2,74
	brom	Bromum
53	I	2,21
	jod	Iodium
85	At	1,96
	astat	Astatium

Halogeny

Vlastnosti halogenderivátů



Prohlédněte si na fotografiích vzorky halogenderivátů uhlovodíků, které se nazývají **chloroform** a **jodoform**. Povšimněte si jejich barvy a skupenství.

➔ Jaké vlastnosti chloroformu a jodoformu pozorujete?



Jodoform CHI_3 (trijodmethan)



Chloroform $CHCl_3$ (trichlormethan)

Halogenderiváty uhlovodíků jsou látky **nebezpečné pro zdraví** a **dráždivé**! Některé z nich patří mezi karcinogenní látky.



Do jedné malé zkumavky vycuchající nalije asi 2 ml chloroformu a do druhé nasype polovinu malé chemické lžičky jodoformu. Očištěnou měděnou spirálku vyžihá v plameni kahanu. Po vychladnutí smočí spirálku v chloroformu a vloží ji do nesvítivé části plamene kahanu. Po chvíli se objeví charakteristické zbarvení plamene. Pokus zopakujte s jodoformem.

➔ Jak se zbarvuje v plameni vyžihaná měděná spirálka se vzorkem chloroformu a jodoformu?



Důkaz halogenů





Na hodinové sklíčko nebo Petriho misku nasype vyučující chemickou lžičkou malé množství jodoformu. Měděnou spirálku vyžihá v plameni podobně jako v předchozím pokusu. Ještě horkou spirálkou se dotkne jodoformu naspaného na hodinovém sklíčku.

➔ Vysvětlete pozorovaný jev. Který prvek způsobuje vznik charakteristicky zbarvených par?



Jodoform působí silně toxicky na bakterie, proto je součástí některých dezinfekčních přípravků.

Zopakujte si, co znamená označení „karcinogenní látka“ a jak tyto látky působí na lidský organizmus.

Víte, k čemu se dříve používal chloroform?

Význam a použití halogenderivátů



Do zkumavky s 5 ml chloroformu přidá vyučující malý kousek másla, sádla nebo jiného ztuženého tuku. Směs protřepe.

➔ Co se stalo s kouskem tuku po vhození do chloroformu?



Pokuste se určit použití některých halogenderivátů na základě těchto jejich vlastností:

- mají omamný a narkotický účinek na člověka;
- pro řadu organismů, zejména pro bakterie a hmyz, jsou prudce jedovaté;
- dobře rozpouštějí mastnotu a tuk.

➔ Jak nazýváme přípravky určené k hubení hmyzu? Znáte některé z praktického života?

Některé rostliny si se škodlivým hmyzem umí poradit samy. Např. semena zederachu indického obsahují tzv. nimbový olej. Chryzantémy produkují pyrethrin. Obě látky napadají nervový systém hmyzu a způsobují jejich paralýzu až smrt.



Zederach indický



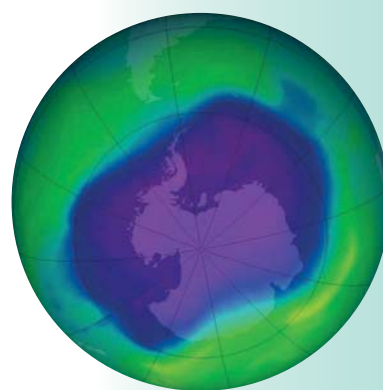
Stoněk rostliny napadené mšicemi



Mezi plynné halogenderiváty uhlovodíků, které ve svých molekulách obsahují atomy fluoru a chloru, patří i **freony**. Tyto látky jsou velmi nebezpečné pro životní prostředí, protože jejich molekuly jsou velmi stálé a v horních vrstvách atmosféry rozkládají molekuly ozonu.



Co je tzv. ozonová díra a jaké nebezpečí pro život na Zemi představuje? Jak se v našem životě projevují důsledky ozonové díry? Jak bychom se měli chránit před nadměrnými dávkami ultrafialového záření?



Ozonová díra nad Antarktidou

Ze kterých vrstev se skládá atmosféra Země?

Ve kterých oblastech Země je dnes ozonová díra největší? Co by mělo lidstvo dělat pro to, aby se zabránilo jejímu zvětšování?

S Halogenderiváty uhlovodíků jsou plynné, kapalné i pevné látky charakteristického zápachu. Odvozují se z uhlovodíků náhradou jednoho nebo více atomů vodíku halogeny – fluorem, chlorem, bromem či jodem. Využívá se jich jako rozpouštědel, insekticidů, dezinfekčních přípravků, náplní chladicích zařízení a k celkovým narkózám v medicíně. Současně však jde o látky škodlivé a nebezpečné pro životní prostředí.

