

Základní chemické výpočty

Jak zvážit atomy a molekuly?

učebnice strana 10–11

C

Po probrání učiva této kapitoly žáci dokážou popsat důvody, proč je nutné měřit hmotnost chemických látek a v čem je toto měření komplikované. **Definují veličinu molární hmotnost, uvedou vztah pro její výpočet a na základě toho vyvodí její jednotky. S pomocí PSP dokážou určit molární hmotnost kteréhokoli prvku či chemické sloučeniny (podle jejího chemického vzorce).** Porovnají způsob určování molární hmotnosti molekul a iontů a vysvětlí, proč můžeme u iontů při určování jejich molární hmotnosti zanedbat počet přijatých či odevzdaných elektronů. Na výpočtu molární hmotnosti chemické sloučeniny pomocí molárních hmotností jednotlivých prvků dokážou zákon zachování hmotnosti.

PU

- Žáci již v předchozích tématech zjistili, že je velkým problémem určovat počet atomů či molekul různých chemických látek (proto byla zavedena veličina látkové množství). Sdělte žákům, že podobné je to též s určováním hmotnosti jednotlivých atomů či molekul. Přitom je v chemii důležité určovat množství (hmotnost) chemických látek (např. odměření správného množství účinné látky v léčivech). O tom, že hmotnost chemických látek ovlivňuje i průběh a výsledek reakce, se mohou žáci přesvědčit vlastním pozorováním reakce roztoku kyseliny chlorovodíkové s různým množstvím hydroxidu sodného.
- Poté zaveďte novou veličinu – molární hmotnost, uveďte vztah pro její výpočet, ze kterého odvodíte její jednotky. Vysvětlete, že molární hmotnost jednotlivých prvků je uvedena v PSP (viz předśádka učebnice). Upozorněte je na to, že číselně se hodnota shoduje s relativní atomovou hmotností, což je bezrozměrná veličina. To můžete žákům dokumentovat na příkladu síry, jak je uvedeno v učebnici. Aby žáci pochopili význam molární hmotnosti, mohou vypočítat příklad v učebnici. Tím zjistí, že jim molární hmotnost umožní vypočítat hmotnost jednotlivé částice (v tomto případě atomu síry, která činí $5,324 \cdot 10^{-23}$ g).
- Poté žákům demonstřujte způsob výpočtu molární hmotnosti molekul a iontů. U iontů žákům zdůrazněte, že vycházíme vždy z molární hmotnosti daného prvku, ze kterého je ion odvozen, a vzhledem k zanedbatelné hmotnosti elektronu neuvažujeme počet odevzdaných a přijatých elektronů. Zadejte žákům k procvičení několik příkladů pro výpočet molární hmotnosti molekul a iontů (např. H_2SO_4 , CO_2 , Al^{3+} , O^{2-} apod.). Zdůrazněte, že vždy při výpočtu musí dodržovat zákon zachování hmotnosti (zejména pokud částice obsahují více atomů jednoho prvku). Doporučujeme, aby si žáci molární hmotnosti důležitých sloučenin uvedli do přehledné tabulky (viz žakovské aktivity), molární hmotnosti vybraných chemických látek mohou žáci také nalézt v matematicko-fyzikálně-chemických tabulkách, se kterými se na školách běžně pracuje.
- Je vhodné, abyste žákům zadali k procvičení několik příkladů na výpočet molární hmotnosti, a to v různých modifikacích. Výpočty s použitím molární hmotnosti patří v chemii k základním, proto je důležité, aby je žáci dobře ovládali.

VD

- Měření hmotnosti chemických látek – význam měření, různé způsoby měření, komplikovanost tohoto měření.
- Vymezení molární hmotnosti, vztah pro její výpočet, jednotky. Význam této jednotky pro chemické výpočty.
- Určování molární hmotnosti prvků podle PSP. Výpočet molární hmotnosti molekul a iontů pomocí PSP.
- Vztah mezi molární hmotností a relativní atomovou hmotností (v souvislosti s vyhledáváním M_r prvků v PSP).

EX

Reakce roztoku HCl s různým množstvím NaOH

Pokus provádějte jako demonstrační, žáci ho pozorují. Připravte si tři stejně velké kádinky. Do každé z nich nalijte 50 ml 10% roztoku HCl. Do jedné z nich přidejte 20 ml 10% roztoku NaOH, do druhé 50 ml a do třetí 70 ml tohoto roztoku. Pomocí indikátorového papírku poté změřte pH ve všech kádinkách. Ve všech kádinkách probíhá neutralizační reakce mezi hydroxidem sodným a kyselinou chlorovodíkovou, liší se však mírou zreagování jednoho z reaktantů, neboť spolu reagují rozdílná množství kyseliny a zásady. Žáci by měli pozorovat, že pH roztoku v první kádince po proběhnutí reakce je kyselé (zůstává nezreagovaná

kyselina chlorovodíková), v druhé kádince je neutrální (reagovala spolu přibližně stejná množství kyseliny a zásady) a ve třetí kádince je pH zásadité (nadbytečné množství hydroxidu sodného). Z tohoto pozorování by měli žáci vyvodit, že výsledek chemické reakce nezávisí pouze na tom, jaké látky spolu reagují, ale také na jejich množství (produkty jsou sice vždy stejné, ale liší se mírou zreagování jednotlivých produktů).

L

- 10** Hodnota pH udává míru kyselosti/zásaditosti roztoků chemických látek. Pokud má vodný roztok látky hodnotu pH nižší než sedm, je kyselý, pokud je pH vyšší než sedm, je roztok zásaditý. Při hodnotě pH roztoku rovnému sedmi hovoříme o neutrálním roztoku. Jako chemické (acidobazické) indikátory označujeme chemické látky, které jsou schopny měnit svou barvu v závislosti na pH roztoku, a slouží tak k jeho měření.
- 10** Látkové množství (značka n) je základní fyzikální veličina uvedená v soustavě SI, její jednotkou je mol. Slouží jako univerzální veličina, která vyjadřuje množství částic chemických látek. Jeden mol jakékoli chemické látky pak obsahuje $6,022 \cdot 10^{23}$ částic.
- 10** Ve většině PSP není u značky prvku uváděna molární hmotnost, ale relativní atomová hmotnost. Vysvětlíte, že číselně jsou obě veličiny stejné, liší se pouze tím, že relativní atomová hmotnost je bezrozměrné číslo, kdežto molární hmotnost má jednotku g/mol.
- 11** Balony a vzducholoďe jsou plněny plyny, jejichž molární hmotnost je nižší než molární hmotnost plynů ve vzduchu. Takovými plynými prvky, které jsou lehčí než vzduch, jsou zejména helium a vodík (pro svou výbušnost ve směsi se vzduchem se však již vodík nepoužívá). Při provozu balonů a vzducholoďí plněných plyny lehčími než vzduch se využívá gravitačního zákona – tyto plyny jsou k Zemi poutány slabší silou a mají tendenci stoupat vzhůru do atmosféry. Jako náplně balonů či vzducholoďí se ještě využívá horkého vzduchu, zde je principem vznášení jeho nižší hustota ve srovnání se vzduchem chladným. **Fy**
- 11** Molekuly chemických látek, které jsou tvořeny dlouhými řetězci, se označují jako makromolekuly. Žáci se již seznámili s přírodními makromolekulami, mezi něž se řadí bílkoviny, polysacharidy a nukleové kyseliny. Mezi makromolekuly patří i velké množství uměle vyráběných látek (např. plasty). **Fy** **Př**

A

Molární hmotnosti různých sloučenin budou žáci velmi často potřebovat při chemických výpočtech (koncentrace, výpočty z rovnic) nejen v 9. ročníku, ale i při eventuálním studiu chemie na střední škole. Proto doporučujeme, aby si v rámci domácí přípravy žáci vytvořili jednoduchou tabulku, ve které budou mít uvedeny molární hmotnosti vybraných sloučenin (samí je vypočítají z molárních hmotností atomů prvků, které sloučeninu tvoří). Vyberte žákům zhruba 20–30 významných, zejména anorganických sloučenin, jejichž molární hmotnosti budou při dalších výpočtech potřebovat. Zaměřte se zejména na tyto skupiny chemických látek (využít můžete učebnici chemie pro 8. ročník): halogenidy, oxidy, sulfidy, kyseliny, zásady, soli.

?

Další otázky a úkoly k procvičování

- Vymezte veličinu označovanou jako látkové množství a vysvětlíte, podle kterého vztahu ji lze určit a jaké má z toho vyplývající jednotky. Jaký význam pro chemické poznávání a zkoumání má tato veličina?
- Uveďte, jaký je vztah mezi molární hmotností určitého atomu a jeho relativní atomovou hmotností. Lze obě tyto veličiny ztotožnit? Podle tabulek určete molární hmotnost vodíku a kyslíku.
- Vypočítejte, jaké látkové množství odpovídá 1 kg železa. Kolik atomů železa tento 1 kg obsahuje?
- Určete, co je těžší – 0,5 molu atomu rtuti, nebo 5 molů molekul chloru?
- Vypočítejte molární hmotnost kyseliny sírové. Na základě toho určete, jaká je hmotnost 20 molů této kyseliny.
- Porovnejte molární hmotnost měďnatého kationtu Cu^{2+} a chloridového aniontu Cl^- . U obou částic vypočítejte, jaké látkové množství odpovídá hmotnosti 1 g.

Co obsahuje 100% džus?

učebnice strana 12–14

C

Po probrání učiva této kapitoly žáci dokážou vymezit hmotnostní zlomek jako způsob vyjadřování podílu jednotlivých složek ve směsi k její celkové hmotnosti a uvedou vztah pro jeho výpočet. Vysvětlí, proč je hmotnostní zlomek bezrozměrné číslo a jakým způsobem se přepočítá na procentové vyjádření. Na základě hmotnostního zlomku konkrétní směsi žáci určí poměrné zastoupení látek v této směsi. Dále pak dokážou řešit základní příklady na výpočet hmotnostního zlomku. Podle hodnoty hmotnostního zlomku daného roztoku určí, zda se jedná o roztok koncentrovaný, nebo zředěný. Žáci také zvládnou definovat roztok nasycený a nenasyčený. Pomocí molárních hmotností vypočítají hmotnostní zlomek daného prvku ve sloučenině.

PU

- V této kapitole se žáci seznámí s prvním možným způsobem vyjadřování složení směsi – hmotnostním zlomkem (v příští kapitole si své znalosti rozšíří o různá vyjadřování koncentrace roztoků). Hmotnostní zlomek je způsob vyjadřování složení směsi, se kterým se žáci mohou běžně setkat. Většinou se používá vyjádření v procentuální podobě (u destilátů, jogurtů, džusů, octa, ale též salinity mořské vody atd. – tyto příklady by mohli uvést sami žáci). Ačkoli se hmotnostní zlomek vyjadřuje desetinným číslem, pro žáky je srozumitelnější převod na procentuální vyjádření.
- Připravte žákům roztok libovolné pevné látky ve vodě (např. soli, cukru nebo modré skalice). Při přípravě tohoto roztoku žákům názorně demonstруйте (a připomeňte), co je látka rozpuštěná, rozpouštědlo, roztok a jaké je výsledné složení roztoku. Na základě toho pak vyvoďte hmotnostní zlomek daný jako podíl hmotnosti jedné složky směsi ku celkové hmotnosti směsi. Dále s žáky vyvoďte, proč je hmotnostní zlomek bezrozměrné číslo, a uveďte, že z praktického hlediska je výhodnější hmotnostní zlomek vyjadřovat v procentech. Zdůrazněte, že hmotnostní zlomek se nevyužívá pouze k vyjádření složení roztoků, ale směsí obecně (viz úloha na výpočet hmotnosti akvariálních rybiček na liště).
- Na konkrétních příkladech žákům demonstруйте, že hmotnost celé směsi je vždy dána jako součet hmotností všech složek směsi. U roztoků, u nichž se hmotnostní zlomek často využívá, je to pak součet hmotnosti rozpuštěné látky a hmotnosti rozpouštědla (viz příklad na výpočet hmotnostního zlomku cukerného nálevu).
- Hmotnostní zlomky také vyjadřují míru koncentrovanosti roztoku – čím je hmotnostní zlomek menší, tím je roztok zředěnější a naopak.
- Žáci by mohli znát situaci, kdy přidávají do roztoku další množství látky, ale ta se již v rozpouštědle nerozpouští. Jedná se o tzv. nasycený roztok. Zdůrazněte, že v nasyceném roztoku se již nerozpouští další množství látky při dané teplotě (zvýšením teploty se může látka opět začít rozpouštět – toto jim můžete demonstrovat na příkladu rozpouštění modré skalice ve vodě při teplotě 20 °C a 100 °C).
- Hmotnostní zlomek nemusí sloužit pouze k výpočtu složení roztoků, ale dá se jím vyjádřit i zastoupení určitého prvku ve sloučenině. V tomto případě se však nepočítá se skutečnou hmotností atomů a molekul, ale s molární hmotností atomů a molekul (molární hmotnost atomů žáci zjistí v tabulkách). Dále se hmotnostního zlomku využívá např. k vyjádření zastoupení kovů v rudách apod.
- Zadejte žákům několik jednoduchých příkladů na výpočet hmotnostního zlomku – a to jak pro určování složení směsi, tak i zastoupení prvku ve sloučenině. Cílem je, aby si žáci tyto výpočty co nejvíce zautomatizovali.

VD

- Hmotnostní zlomek jako základní způsob vyjadřující zastoupení složky ve směsi – jeho vymezení, vztah pro výpočet, vyjadřování v procentech.
- Řešení základních příkladů na výpočet hmotnostního zlomku a jejich modifikací.
- Posouzení obsahu jednotlivých složek ve směsi pomocí hmotnostního zlomku. Roztoky koncentrované a zředěné.
- Nasycený a nenasyčený roztok, rozpouštění látky v těchto roztocích.
- Výpočet hmotnostního zlomku prvku ve sloučenině pomocí molární hmotnosti.

EX

Vzhledem k povaze učiva této kapitoly nejsou navrženy žádné konkrétní experimenty. Pro větší názornost při výpočtu hmotnostního zlomku však můžete žákům připravit jednoduchý roztok podle obsahu jednotlivých složek (např. roztok kuchyňské soli podle příkladu v učebnici).

L

- 12** Žáci se již v učivu chemie 8. ročníku seznámili s tím, že rozeznáváme směsi homogenní a heterogenní (a jejich podtypy). Poznali také základní techniky oddělování směsí – filtraci, destilaci, krystalizaci a chromatografii.
- 12** Hmotnostní zlomek je bezrozměrné číslo, neboť je definován jako vzájemný poměr dvou hmotností, přičemž se obě vyjadřují ve stejných jednotkách (kilogramy, gramy), a při výpočtu dojde ke zkrácení jednotek. **Ma**
- 12** Jednotky hmotnosti žáci znají z hodin fyziky a matematiky: mikrogram (μg , 10^{-6} g), miligram (mg, 10^{-3} g), centigram (cg, 10^{-2} g), decigram (dg, 10^{-1} g), gram (g, 10^{-3} kg), dekagram (dag, 10^{-2} kg), kilogram (kg), metrický cent (q, 10^2 kg), tuna (t, 10^3 kg).
- 12** Obsah solí v mořské vodě (salinita) se vyjadřuje v promilech, jedná se tedy také o vyjádření složení směsi pomocí hmotnostního zlomku. Průměrná salinita mořské vody činí 35 ‰ (tedy 3,5 %).
- 12** Hmotnostní zlomek neslouží pouze pro vyjadřování složení roztoků, ale též jiných směsí. Žáci pak mohou vypočítat příklad na liště v učebnici, kdy hmotnost rybiček v akváriu vychází 1 kg.
- 13** Hmotnostní zlomek zlata v jeho slitinách se udává v tzv. karátech. Ryzí zlato má 24 karátů. Pokud je zlatý šperk vyroben např. ze 14karátového zlata, znamená to, že obsahuje 14 hmotnostních dílů zlata a 10 hmotnostních dílů dalších kovů, nejčastěji mědi nebo stříbra. Ryzost zlata pak na špercích označuje tzv. punc, což je číselná hodnota (např. 375 – 9 karátů, 585 – 14 karátů apod.).
- 13** Míra koncentrace látek rozhoduje také o možnostech vnímání různých chutí. Vliv na to má i samotný detektor organismu, kdy např. chuťové buňky umístěné na chodidle mouchy dokážou rozeznat cukr až ve 200× zředěnějším roztoku, než je to možné u chuťových buněk v chuťových pohárcích člověka.
- 14** S molární hmotností se žáci seznámili v minulé kapitole. Molární hmotnost vyjadřuje hmotnost jednoho molu částic dané látky a její jednotka je g/mol. Molární hmotnosti prvků jsou uvedeny ve většině tabulek a PSP.
- 14** S hmotnostním zlomkem se žáci nesetkají pouze při chemických výpočtech, ale také např. při vyjadřování složení potravin a dalších výrobků (ocet, sýry, jogurty). Někdy jsou uváděné hmotnostní zlomky trochu složitější – např. sýr, který obsahuje v sušině 30 % tuku, přičemž sušina tvoří 50 % hmotnosti celého sýra (tedy matematicky vyjádřeno $0,5 \times 30 \%$). Přesto by žáci mohli samostatně vypočítat, že tuk tvoří 15 % z celkové hmotnosti sýra.

A

V rámci žákovských aktivit doporučujeme, abyste žákům zadali jako domácí práci několik příkladů na výpočet hmotnostního zlomku. Je vhodné příklady různě modifikovat, aby si žáci výpočty procvičili. Zde uvádíme dva příklady:

- Vypočítejte hmotnostní zlomek cukru v 0,5 litru čaje (hustotu čaje považujte za shodnou s hustotou vody), který jsme osladili 5 kostkami cukru, přičemž každá vážila 2 gramy. Výsledek vyjádřete též procenty ($w = 0,02$; 2 %, můžete využít mezipředmětové vztahy s matematikou, neboť žáci výsledek zaokrouhlují na dvě desetinná místa: $0,019 \doteq 0,02$).
- Hmotnostní zlomek sodíku ve sloučenině vyjádřený procenty je 57,5 %. Jaká je molární hmotnost této sloučeniny? Je touto sloučeninou chlorid sodný, hydroxid sodný, nebo uhličitán sodný? ($M = 40$ g/mol, NaOH)

?

Další otázky a úkoly k procvičování

- Vymezte hmotnostní zlomek jako způsob vyjadřování složení roztoku a uveďte vztah pro jeho výpočet. Vysvětlete, proč je vhodné hmotnostní zlomek vyjadřovat v procentech.
- Vypočítejte, jaká je hmotnost vitamínu C obsaženého v multivitaminové tabletě o hmotnosti 80 g, jestliže hmotnostní zlomek vitamínu C je 14 %.
- Máte k dispozici dva roztoky hydroxidu draselného. První jsme připravili rozpuštěním 20 g hydroxidu v 50 ml vody a druhý 45 g hydroxidu ve 105 ml vody. Který z obou roztoků je koncentrovanější?

- Zlatý šperk obsahoval 58,3% zlata. Vypočítejte, jaká je hmotnost ryzího zlata v tomto šperku o hmotnosti 420 g.
- Vysvětlete, co je tzv. nasycený roztok. Objasněte, zda se v nasyceném roztoku cukru ve vodě rozpustí více cukru při teplotě 25 °C, nebo 100 °C.
- Vypočítejte, jaký je hmotnostní zlomek všech prvků v kyselině sírové.
- Vypočítejte hmotnostní zlomek vápníku ve vápenci (uhličitan vápenatý). Jakou hmotnost vápníku obsahuje vzorek o hmotnosti 1t?

Úrovně, hladiny, koncentrace

učebnice strana 15-17

C

Po probrání učiva této kapitoly žáci dokážou vymezit látkovou koncentraci jako nejpřesnější vyjádření obsahu složek ve směsích, které se v chemii používá. Uvedou vztah pro výpočet látkové koncentrace, její jednotky a dokážou řešit základní příklady výpočtu látkové koncentrace. Vztah pro výpočet látkové koncentrace budou schopni upravit tak, aby v něm vyjádřili zastoupení složky směsi pomocí její hmotnosti. Na základě toho pak budou žáci schopni prakticky připravit roztok látky o určité koncentraci. Dokážou také řešit prakticky orientované příklady, ve kterých budou počítat s látkovou koncentrací složek směsi.

PU

- V minulé kapitole se žáci seznámili s hmotnostním zlomkem jako způsobem vyjadřování složení různých směsí. Na úvod této kapitoly uveďte, že v chemii se častěji využívá k vyjadřování složení, zejména roztoků, jiná veličina – látková koncentrace. Její význam spočívá také v tom, že je využívána i v dalších (aplikovaných) oblastech, kterými jsou např. medicína nebo ekologie. Žáci se s koncentrací mohli setkat i sami např. při vyjadřování obsahu škodlivin v ovzduší nebo při stanovování obsahu emisí ve výfukových plynech automobilů.
- Zopakujte se žáky při řešení jednoduchého příkladu (viz učebnice) způsob výpočtu látkové koncentrace jako podílu látkového množství rozpuštěné látky ku objemu celého roztoku.
- Výpočet látkové koncentrace má v chemii význam především při přípravě roztoků chemických látek přesně dané koncentrace. Správný postup přípravy roztoků projděte teoreticky, je však vhodné přípravu roztoku dané koncentrace demonstrovat. Na to můžete navázat tím, že při přípravě roztoku dané chemické látky potřebujeme znát hmotnost této látky (abychom mohli dané množství chemické látky odvážit) a se žáky vyvoďte upravený vztah pro výpočet látkové koncentrace (podíl hmotnosti rozpuštěné látky ku molární hmotnosti této látky a objemu celého roztoku).
- Je vhodné, aby si žáci procvičili výpočet látkové koncentrace a dále pak výpočet hmotnosti rozpuštěné látky, pokud znají koncentraci a objem roztoku. Zadejte žákům několik příkladů (též jako domácí práci) a snažte se o jejich praktické zaměření.

VD

- Látková koncentrace jako přesný způsob vyjadřování zastoupení složek ve směsi.
- Vztah pro výpočet látkové koncentrace, jeho úprava s použitím hmotnosti dané složky směsi, jednotky látkové koncentrace.
- Řešení základních příkladů pro výpočet látkové koncentrace, aplikace vztahu pro výpočet látkové koncentrace na prakticky orientované příklady.
- Správný postup přípravy roztoku konkrétní chemické látky o dané koncentraci.

EX

Vzhledem k povaze učiva této kapitoly, která je zaměřena na výpočet látkové koncentrace, nenavrhujeme žádné konkrétní experimenty. Můžete však žákům názorně předvést správný postup při přípravě roztoků přesné koncentrace, který je popsán v učebnici.

L

- 15 Látková koncentrace je určena jako podíl látkového množství rozpuštěné látky ku objemu celého roztoku. Její základní jednotkou je mol/m³. V chemii se však nejčastěji používá mol/dm³.

- 15** Koncentrace škodlivin ve výfukových plynech automobilů je v současné době velmi striktně určena a kontrolována. Každý automobil musí splňovat tzv. „emise“ (emisní limity). Dokladem toho je emisní známka zelené barvy nalepená na protokolu z kontroly emisí. Na protokolu je uvedeno, že automobil vyhovuje stanoveným normám, a je na ní vyznačena platnost (u běžných automobilů na dva roky). Emisní kontroly provádějí stanice technické kontroly, které vydávají i příslušné osvědčení – červená známka nalepená na registrační značce automobilu jako osvědčení o technické kontrole.
- 15** Informace o kvalitě ovzduší a koncentraci jednotlivých emisí v ovzduší mohou žáci nalézt např. na stránkách Českého hydrometeorologického ústavu (<http://portal.chmi.cz>). Koncentrace škodlivin v ovzduší se udává v $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ($\mu\text{g}/\text{m}^3$ odpovídá číselně hodnotě 0,000 001 g/m^3). Vyzvěte žáky, aby na základě informací zjistili aktuální koncentrace škodlivin ve vašem kraji (mohou je např. sledovat celý týden nebo průběžně během roku, aby byly vidět rozdíly v jednotlivých měsících apod.).
- 16** Meniskus je součástí kolenního kloubu. Při vysoké námaze (především u sportovců) dochází velmi často k prasknutí tohoto chrupavčitého polštářku, což vyžaduje následné chirurgické ošetření. **Př**
- 17** Molární hmotnost glukosy žáci vypočítají z molárních hmotností prvků, které ji tvoří, a z počtu atomů v molekule glukosy ($\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$). Z tabulek žáci zjistí jednotlivé molární hmotnosti: $M(\text{C}) = 12 \text{ g/mol}$, $M(\text{H}) = 1 \text{ g/mol}$, $M(\text{O}) = 16 \text{ g/mol}$. Molární hmotnost glukosy tedy vychází 180 g/mol (odchylka v desetínách může být dána uvedením hodnot molárních hmotností atomů a mírou zaokrouhlení).
- 17** Hladina glukosy v krvi zdravého jedince činí průměrně 5 mmol/dm^3 . Budeme-li uvažovat, že objem krve dospělého člověka činí 5 dm^3 (připomeňte žákům, že 1 $\text{dm}^3 = 1 \text{ liter}$), pak podle vzorce pro výpočet látkové koncentrace vychází, že v těle dospělého člověka je obsaženo 4,5 gramu glukosy.



- 16** Fyziologický roztok je roztok chloridu sodného o hmotnostním zlomku 0,9 %. Má stejné složení jako vnitřní tekutiny v lidském organismu. Pokud ponoříme do fyziologického roztoku lidskou buňku, nebude docházet k žádnému proudění tekutiny (ani z buňky, ani do buňky), neboť složení (koncentrace solí) jak fyziologického roztoku, tak buněčné tekutiny je stejné. **Př**



- 17** Zadejte žákům buď přímo v hodině, nebo jako domácí úkol, aby pojmenovali jednotlivé ionty, které se sledují při kontrole kvality pitné vody – vodíkový kation, hydroxidový anion, amonný kation, dusitanový anion, dusičnanový anion, fosforečnanový anion, hlinitý kation, vápenatý kation, hořečnatý kation, chloridový anion, síranový anion a uhličitanový anion (problematické jsou zejména názvy aniontů kyslíkatých kyselin). Tím by si měli žáci zopakovat a procvičit základy názvosloví, které si osvojili v učivu chemie 8. ročníku.

A

Výpočet látkové koncentrace je velmi důležitý pro správnou přípravu roztoků. Proto by žáci měli mít algoritmus řešení příkladů na látkovou koncentraci důkladně osvojený. Zadejte jim tedy jako domácí práci několik příkladů na výpočet látkové koncentrace – jako námět uvádíme dva příklady:

1. Vypočítejte, jakou hmotnost hydroxidu sodného musíme rozpustit ve vodě, aby vznikl roztok o objemu 500 cm^3 a koncentraci 0,03 mol/dm^3 (0,6 g).
2. Chemický laborant připravil dva vodné roztoky chloridu sodného. První roztok vznikl rozpuštěním 25 gramů NaCl a měl výsledný objem 5 dm^3 a druhý pak rozpuštěním 1,2 gramů NaCl, přičemž jeho výsledný objem byl 300 cm^3 . Určete, který roztok NaCl byl koncentrovanější (roztok č. 1: $c = 0,085 \text{ mol}/\text{dm}^3$, roztok č. 2: $c = 0,068 \text{ mol}/\text{dm}^3$, koncentrovanější je tedy první roztok).

?

Další otázky a úkoly k procvičování

- Uvedte základní vztah pro výpočet látkové koncentrace a dále vztah pro výpočet hmotnostního zlomku. Porovnejte obě veličiny vyjadřující složení směsi chemických látek.
- Vyjmenujte oblasti, ve kterých se využívá „koncentrace“ jako způsob vyjádření složení různých směsí. V jakých jednotkách je v těchto oblastech koncentrace udávána?
- Popište (názorně ukažte), jakým způsobem byste připravili 250 cm^3 roztoku chloridu sodného o koncentraci 0,2 mol/dm^3 .
- Vypočítejte látkovou koncentraci glukosy v jejím roztoku o objemu 1 250 cm^3 , pokud jsme při přípravě roztoku rozpustili 200 gramů glukosy.
- Vypočítejte hmotnost a látkové množství hydroxidu draselného ve 250 cm^3 roztoku o koncentraci 1,2 mol/dm^3 .

Chemická věštírna

učebnice strana 18–21

C

Po probrání učiva této kapitoly žáci dokážou charakterizovat význam chemické rovnice se správně uvedenými stechiometrickými koeficienty pro výpočet množství jednotlivých látek, které se reakce účastní. Vysvětlí pojem stechiometrický koeficient a určí stechiometrické koeficienty chemických látek účastnících se reakce. Žáci dokážou pomocí veličiny látkového množství (rovnosti podílu látkového množství a stechiometrického koeficientu všech chemických látek v reakci) řešit základní příklady na výpočet množství chemických látek účastnících se chemické reakce (jak výchozích látek, tak i produktů). Obdobné příklady zvládnou řešit také pomocí trojčlenky.

PU

- Výpočty množství látek účastnících se chemické reakce (výpočty z rovnice) patří v chemii mezi nejdůležitější operace. Bývají však pro žáky značně náročné, neboť se v nich kombinují různé kompetence – správně zapsané chemické značky prvků a chemické vzorce sloučenin, správně zapsaná a vyčíslená chemická rovnice, znalost základních vztahů pro výpočet látkového množství, molární hmotnosti a další. Začněte tedy tím, že se žáky stručně všechny tyto náležitosti zopakujete.
- Při řešení výpočtů z rovnice doporučujeme preferovat postup založený na rovnosti podílu látkových množství a stechiometrických koeficientů látek účastnících se chemické reakce, neboť je univerzálně použitelný. Řešení těchto příkladů pomocí trojčlenky, které v učebnici také uvádíme a které může být i žákům bližší, je na úrovni učiva chemie na základní škole ještě vyhovující, aplikace trojčlenky však může žákům zkomplikovat situaci při řešení složitějších příkladů při dalším studiu chemie. Za vhodné považujeme, aby byli žáci seznámeni s oběma možnými postupy řešení, tyto postupy si prakticky procvičili a při samotném řešení příkladů volili ten z postupů, který jim více vyhovuje.
- Jako modelový příklad pro výpočet z rovnice je pro svou jednoduchost a přehlednost zvolen termický rozklad modré skalice. Tuto reakci pro názornost žákům také předvedte. Postup výpočtu hmotnosti vzniklého síranu měďnatého i vody je v učebnici podrobně popsán a rozfázován, se žáky ho projděte a komentujte případné nejasnosti (doporučujeme se žáky procvičovat správné sestavování matematických rovnic). Stejný příklad poté řešte pomocí trojčlenky (opět postup uveden v učebnici) – ačkoli se postup řešení matematicky liší, výsledek musí být stejný. Při řešení příkladu oběma postupy žáky upozorněte na problematické body a základní chyby, kterých se mohou dopustit (opomenutí stechiometrických koeficientů, špatně vyjádřený poměr v trojčlence).
- Je vhodné, aby si žáci řešení výpočtu z rovnice procvičili na několika příkladech – využít můžete i příklady uvedené v této příručce nebo v pracovním sešitu.
- Na závěr můžete žákům uvést jako zajímavost, že obsah příměsí v drahých kovech určovali už středověcí alchymisté, aby zjistili, zda není zlato znečištěno příměsími, které by snižovaly jeho hodnotu.

VD

- Správný zápis chemické rovnice, určení stechiometrických koeficientů, jejich význam v zápisu chemické reakce chemickou rovnicí.
- Základní výpočty z chemické rovnice – výpočet množství chemických látek účastnících se chemické reakce pomocí rovnosti podílů látkového množství a stechiometrických koeficientů nebo pomocí trojčlenky.

EX

Tepelný rozklad modré skalice

Tento pokus provádějte jako demonstrační před žáky. Na porcelánové misce zahřívajte 5 gramů pentahydrátu síranu měďnatého (modré skalice) odváženého na laboratorních vahách. Při zahřívání látku promíchávejte. Po ukončení chemické reakce nechte vzniklý pevný produkt vychladnout a změřte jeho hmotnost na laboratorních vahách. Žáci by měli pozorovat, že během reakce dochází k odbarvení látky (světle modrá, až bílá), což je způsobeno termickým rozkladem modré skalice. Při něm se uvolňují molekuly vody, které se vypařují. Dochází k tomu, že po zahřívání je hmotnost látky nižší než na počátku reakce. Hmotnost látky po reakci můžete změřit zvážením na laboratorních vahách – pohybuje se mezi 3 až 3,5 g. Výpočtem, který je uveden v učebnici, žáci zjistí, že hmotnost produktu by měla být 3,2 g (uvolní se tedy 1,8 g vody). Rozdíl mezi výpočtem a reálným měřením je dán tím, do jaké míry proběhl rozklad modré skalice a jak přesně dostupné laboratorní váhy měří.

L

- 18 Chemická rovnice poskytuje základní informace o průběhu chemické reakce. Žáci z ní mohou vyčíst, které chemické látky do reakce vstupují, které látky při reakci vznikají a dále pak množství (počty částic či molů) chemických látek, která spolu reagují. Složitější zápisy chemických rovnic pak také specifikují podmínky reakce (teplota, tlak, katalyzátor) nebo skupenství látek (g, l, s, aq); s nimi se však žáci na této úrovni zatím většinou nesetkávají.
- 18 Vznik bezvodého síranu měďnatého zahříváním modré skalice je typem rozkladné reakce (analýzy).
- 18 Pokud chceme vypočítat, kolik korun zaplatíme za vodu při nákupu modré skalice, musíme nejprve vypočítat, jaký je obsah vody v modré skalici. K tomu je nejvhodnější vypočítat hmotnostní zlomek vody v modré skalici – ten je dán jako podíl molární hmotnosti molekuly vody násobený počtem molekul vody v modré skalici (90,1 g/mol) ku molární hmotnosti modré skalice (249,7 g/mol). Výsledek činí 0,361, tedy 36,1%. Z toho tedy již můžeme jednoduše vypočítat, že v balení modré skalice o hmotnosti 500 g je hmotnost vody 180,42 g, stejně tak je tomu u ceny, z celkové hodnoty 41,50 Kč zaplatíme za vodu 36,1% této částky, tedy přibližně 15 Kč.
- 19 Špatně určená velikost nálože střely, kterou chce profesor Janus zničit město Fortuna, je ústředním tématem známého filmu Tajemství ocelového města, který byl natočen podle slavného románu Julese Verna Ocelové město. **Č**
- 20 Pro výpočty z rovnice pomocí látkového množství je důležité, aby žáci dokázali upravovat matematické rovnice o jedné neznámé, a tedy uměli vyjadřovat neznámou ze vzorce. Zopakujte se žáky na konkrétním příkladu (viz učebnice), jakým způsobem se neznámá ze vzorce vyjadřuje. **Ma**
- 20 Matematicky přesné výpočty se v praxi využívají např. při výrobě křemíkových mikroprocesorů. Na základě těchto výpočtů jsou mikroprocesory „znečišťovány“ příměsovými prvky, bez nichž by nemohl procesor správně fungovat.
- 21 Modrá skalice se používá k výrobě přípravků proti plísním (fungicidy), které se využívají zejména při ošetřování hospodářských rostlin. Nejčastěji jsou plísněmi napadány rostliny, které rostou téměř celé v zemi nebo těsně nad zemí, jako jsou brambory, řepa, okurky. Plíseň však napadá též obiloviny a další rostliny. Modrá skalice se používá též jako prostředek k hubení plísní v plaveckých bazénech.
- 21 Voda se velmi často přidává také do komerčně prodávaného masa. To jednak vypadá více čerstvé, pak také stoupá jeho hmotnost. Takové maso se označuje jako křehčené.



- 19 Bezvodý bílý síran měďnatý po určité době opět zmodrá. Je to dáno tím, že síran pohlcuje vzdušnou vlhkost, čímž do své molekuly přijímá opět vodu. Tím se postupně mění na modrý pentahydrát síranu měďnatého. Tomuto jevu se dá zabránit uzavřením bezvodého síranu do nádoby bez přístupu vzduchu, případně přidáním chemické látky, která funguje jako vysoušedlo (hořečnaté soli).



- 20 Zákon zachování hmotnosti (hmoty) objevili nezávisle na sobě Rus Michail Vasiljevič Lomonosov a Francouz Antoine Laurent Lavoisier. Oba žili a působili v 18. století.



- 21 Přidávání vody k potravinám, včetně tzv. glazování ryb, má za cíl zvýšit hmotnost produktu, a tím i jeho cenu, přestože část výrobku tvoří voda.

A

Stejně jako tomu bylo v předchozích kapitolách, i zde navrhujeme, aby si žáci v rámci žákovských aktivit procvičili příklady na určování množství chemických látek účastnících se chemické reakce, aby si algoritmus výpočtu co nejvíce osvojili. Zadejte tedy žákům jako domácí úkol několik příkladů, které by měli řešit. Doporučujeme, aby je zkusili vyřešit jak s využitím rovnice o jedné neznámé, tak trojčlenkou. Zde uvádíme dva modelové příklady:

1. Vypočítejte, jaký objem vody vznikne při reakci 3,4 molů kyslíku s vodíkem. Objem vzniklé vody uvažujte po jejím ochlazení na 25 °C. (122,4 cm³)
2. Vypočítejte, jakou hmotnost hydroxidu draselného musíme přidat do roztoku kyseliny sírové, aby reakcí těchto dvou látek vzniklo 25 gramů síranu draselného. (16,1 g)



Další otázky a úkoly k procvičování

- Chemickou rovnicí zapište reakci vodíku s dusíkem, při které vzniká amoniak. V rovnici vyznačte stechiometrické koeficienty a uveďte všechny informace, které vám takto zapsaná chemická rovnice poskytuje.
- Vypočítejte, jakou hmotnost vápence potřebujeme na výrobu 10 tun páleného vápna, které vzniká jeho tepelným rozkladem (při reakci se uhličitán vápenatý rozkládá na oxid uhličitý a oxid vápenatý).
- Určete objem vody, která se uvolní při spálení 500 kg zemního plynu (zemní plyn reaguje s kyslíkem za vzniku vody a oxidu uhličitého). Objem vzniklé vody uvažujte po jejím ochlazení na 25 °C.
- Vypočítejte, jaké množství železné rudy s obsahem 90 % oxidu železitého potřebujeme na výrobu 200 tun železa (ve vysoké peci probíhá reakce mezi oxidem železitým a uhlíkem, vzniká železo a oxid uhličitý).