Didaktické příběhy na téma kinetiky chemických reakcí

Ústředními postavami následujících didaktických příběhů je paní učitelka Křivánková, zvaná Křivule, a její „oponent“ – žák Petr.

Příběh první – Vodíková vzducholoď

Pro dnešní hodinu si Křivule připravila velmi efektní pokus. Bude vyvíjet vodík reakcí zinku s kyselinou chlorovodíkovou a plnit jím gumový balónek. Předvede tak svým svěřencům model létajícího balónu.

Křivule si hladce spočítala, že na výrobu 10 litrů vodíku bude potřebovat asi 15 gramů zinku a zhruba 25 mililitrů koncentrované kyseliny sírové. Vzhledem k bezpečnosti práce ale raději kyselinu značně naředila, v poměru asi 1:20.

Když na začátku hodiny oznámila žákům cíl dnešního pokusu propuklo nadšené šumění, a Křivule si byla jista svým úspěchem. Do odsávací baňky, k jejímuž odvodu již měla připevněný gumový balónek, vložila odvážený zinek, do hrdla upevnila gumovou zátku s provrtaným otvorem a upevněnou dělící nálevkou. Do dělicí nálevky nalila naředěnou kyselinu chlorovodíkovou. Ještě jednou vysvětlila žákům princip pokusu a přes dělící nálevku přilila kyselinu k zinku. Po chvíli se sice začaly uvolňovat první bublinky, jenže vodík unikal velmi, velmi pomalu. Po deseti minutách byl balónek stále splasklý…

„Tohle kdyby viděl Zeppelin,“ zabručel Petr k svému sousedu Jirkovi. Ale bručel dost nahlas, takže ho Křivule uslyšela.

„Tohle kdyby viděl Zeppelin, tak by si snadno poradil,“ odvětila a pokračovala „co by asi udělal? Snažil by se o zvýšení pravděpodobnost srážek zinku s kyselinou chlorovodíkovou. A to by udělal jak?“ namířila ukazovátko na Petra.

„No, jak …,“ pokoušel se získat čas Petr. „Třeba by to mohl zahřát,“ odpověděl.

„No to by mohl, ale odsávací baňka by to asi nevydržela,“ oponovala mu Křivule.

„Tak by mohl zvýšit koncentraci reaktantů,“ navrhl Petr.

„To není špatný nápad,“ souhlasila Křivule, „následujme tedy Zeppelinovy rady.“ Křivule rozebrala aparaturu, vylila z ní zředěnou kyselinu a aparaturu znovu sestavila. Tentokrát do dělící nálevky nalila kyselinu zředěnou jen v poměru 1:1.

Petrův nápad se ukázal jako správný. Rázem se začalo vyvíjet větší množství plynu a balónek se úspěšně nafoukl. Křivule jej zavázala nití a odstřihla od aparatury. Za hlučného potlesku se balónek vznesl ke stropu učebny.

Příběh druhý – Výjimka potvrzující pravidlo

„Jak si jistě pamatujete z minulé hodiny, kdy jsme kráčeli v Zeppelinových šlépějích," zahájila Křivule hodinu, „zjistili jsme, že reakční rychlost roste s koncentrací jednotlivých reaktantů. Dnes se podíváme, jestli je to vždy pravda."

Křivule nalila do zkumavky koncentrovanou kyselinu octovou a přihodila dvě granule zinku, předem očištěného v slabém roztoku kyseliny chlorovodíkové. Reakce kupodivu probíhala opět velmi pomalu.

„Jak je to možné," vyhrkl bez přihlášení Petr, „vždyť ta kyselina je koncentrovaná, nebo ne?"

Křivule se jen usmála: „Samozřejmě, tak co jí zkusit naředit, jestli by to nepomohlo." A vzala střičku s destilovanou vodou. Po přidání vody do zkumavky se začaly dít věci. Množství uvolněného vodíku se značně zvýšilo, a kupodivu stoupalo s objemem přidané vody.

„To je podvod," vykřikl opět bez přihlášení Petr, „vy jste určitě zaměnila vodu za kyselinu, a teď se střičky přidáváte koncentrovanou kyselinu a ne vodu."

„Nezaměnila," odvětila s úsměvem Křivule, „přesvědč se sám." Vybídla Petra a podala mu kádinku s kyselinou, střičku a indikátorové papírky. Nemusel je však vůbec použít. Stačilo odklopit hodinové sklíčko přikrývající kádinku s kyselinou a ucítil silný zápach kyseliny octové.

„To není podvod," překvapeně polkl Petr, „za tím bude nějaká chemická záhada."

„Žádná záhada," odtušila Křivule, „víme, že rychlost reakce zinku s kyselinou závisí na koncentraci vodíkových iontů v roztoku. Tyto ionty vznikají při rozpouštění (disociaci) kyseliny ve vodě. Když je však vody málo, slabá octová kyselina je v roztoku téměř výhradně přítomna ve formě molekul nedisociovaných na ionty. Při ředění vodou se rozpadá na ionty stále více molekul, zvyšuje se tedy koncentrace vodíkových iontů a reakce probíhá rychleji."

Pak ale Křivule ještě přidala vodu a reakce se viditelně zpomalila.

„Asi už je ten zinek vyčerpaný," mudroval Petr. Křivule tedy přihodila další zinek, ale reakce se nezrychlila.

„Je to tím, že nyní je kyselina příliš zředěná a koncentrace vodíkových iontů opět poklesla," vysvětlovala, „podle literatury nejrychleji se zinkem reaguje 15% octová kyselina."

Příběh třetí – Není kouře bez ohýnku

Bylo zrovna 28. března, Mezinárodní den učitelů.

„Milí žáci," zahájila Křivule hodinu, „dnes si připomínáme narození Učitele národů Jana Amose Komenského, kteroužto událost oslavíme několika exotermickými reakcemi, což jsou … no Petře," ukázala na svého oblíbence.

„Což jsou reakce při nichž se uvolňuje tepelná energie," doplnil oslovený.

„A někdy i energie světelná, o čemž se snadno přesvědčíme," pokračovala Křivule. „Nejprve se podíváme na střelný prach, objevený již starými Číňany," pravila. Smísila jemně rozetřený škrob, dusičnan draselný, síru a dřevěné uhlí. Směs dala ho železné misky a tu ještě do velké misky s pískem. Do středu směsi v misce vsunula filtrační papír předem namočený do nasyceného roztoku dusičnanu draselného a vysušený – poslouží Křivuli za zápalnou šňůru. Pomocí hořící špejle zapálila papírek a rychle poodstoupila. Papírek se rozhořel, ale jak prohořel ke směsi v misce, plamen zmizel a k nemilému překvapení dychtících pozorovatelů se nic nedělo.

„Vono to zhaslo, to už nic nebude," neudržel se Petr.

Než stačila Křivule opravit Petrův špatný chemický výklad i nespisovné vyjadřování, v misce vzplál obrovský plamen. Ze směsi létaly do okolí jiskry … To bylo krásné!

„Ale můžeme tu reakci označit jako exotermickou, když jste to před tím zapálila?" ozval se pochybovačně Petr.

„Jistě, protože jsme teplem jen reakci zahájili, dále už probíhala bez dodávání tepla, naopak se – jak jsme všichni viděli – tepelná a světelná energie uvolňovala," odpověděla mu Křivule. „Ale abys neřekl, měla bych tu jednu reakci, kterou zapalovat nemusím," dodala.

Křivule se jala v třecí misce roztírat manganistan draselný. Když ho jemně upráškovala, nasypala ho v tenké vrstvě do železné misky, kterou jako v předchozím případě umístila do velké misky s pískem. Pak žákům ukázala lahvičku čiré kapaliny, hustší než olej.

„To je glycerol, podílejte se jak je vazký," pravila Křivule a pipetou nabrala glycerol a několika kapkami pokapala manganistan v misce. Po malé chvilce z misky vyšlehl silný plamen.

„Páni, ono to fakt hoří samo," konstatoval Petr a sbíral se ze země kam spad ze židle, když se lekl.

Příběh čtvrtý – Uvařená vejce bez elektřiny či plynu

„Chemie je mocná věda," pravila Křivule, a po předchozích zkušenostech jí všichni věřili. Všichni, až na Petra.

„To bych rád viděl, jak chemie nahradí, no řekněme … elektřinu," pochybovačně pronesl.

„Proč ne," pousmála se Křivule, „stačilo by ti jako důkaz uvařit vajíčka na tvrdo bez vařiče?"

Po Petrově souhlasném přikývnutí hlavou začala chystat experiment. Do digestoře dala plechové umyvadlo, na dno dala dvě vajíčka a navršila na ně kopec bílého prášku. Pak z velké kádinky přilila vodu a umyvadlo zakryla skleněnou deskou.

„Teď si počkáme, až se vajíčka uvaří. Zatím můžete přemýšlet co jsem použila za chemikálie a proč se vajíčka uvaří?" uložila žákům Křivule. Nebyl by to Petr, kdyby nepřišel se svou teorií:

„Zaručeně v tom není chemie. Ten prášek je tam jen proto, aby držel teplo a dole v digestoři máte něco čím zahříváte dlaždice. Jinak by jste to totiž vařila na katedře." Křivule šla k digestoři a otevřela spodní dvířka. Petr se šel přesvědčit. Zjistil, že prášek s vodou reaguje a celá kašovitá směs bublá.

„Tak proto je to v digestoři," pronesl Petr. Náhle vykřiknul: „Už vím, něco podobného můžeme vidět u zedníků, když hasí vápno."

„Přesně tak. Reakce oxidu vápenatého s vodou je silně exotermická, a uvolněné teplo stačí k uvaření vajíčka. O čemž se snadno přesvědčíme," uzavřela Křivule a na důkaz vylovila chemickými kleštěmi z teď už klidné směsi vajíčko, a po omytí pod studenou vodou jej rozbila a oloupala.