

Název: Šumivá tableta

Téma: Anorganické plyny

Úroveň: střední škola

Tematický celek: Látky a jejich přeměny, makrosvět přírody

Předmět (obor): chemie

Doporučený věk žáků: 15–17 let

Doba trvání: 2 vyučovací hodiny – laboratorní práce

Specifický cíl: naučit žáky naplánovat a provést badatelskou činnost a vyhodnotit její výsledky

Seznam potřebného materiálu:

Pomůcky: kádinka, dělicí nálevka, frakční baňka, gumová hadička (příp. zakončená zahnutým skleněným nástavcem k jímání plynů), vana, odměrný válec, zkumavky, zátky, příp. další pomůcky dle úvahy učitele či návrhu žáků

Chemikálie: šumivá tableta (např. Celaskon), 3% chlorovodíková kyselina, hydrogenuhličitan sodný, citronová kyselina

Seznam praktických (badatelských) aktivit:

Návrh řešení a realizace stanovení hydrogenuhličitanu sodného v šumivé tabletě

Anotace:

Jako motivace pro laboratorní úlohu poslouží doplňovačka na téma Plyny. Jejím cílem je připomenout žákům základní vlastnosti anorganických plynů, které budou později potřebovat v rámci laboratorní práce. Samotná laboratorní práce je uvedena demonstračním experimentem, který nás zavede k našemu problému – proč tableta šumí. Badatelskou činností žáci postupně odhalují, jaký se z tablety uvolňuje plyn (kvalitativní analýza), v jaké formě je v tabletě „uložen“ a kolik tam této formy je (kvantitativní analýza).

Harmonogram výuky:

	náplň práce	čas	potřebné vybavení a pomůcky	činnost učitele	činnosti žáků
Úvod do tématu – motivace	Doplňovačka na téma Plyny	10 min	Vytištěné pracovní listy pro žáky	Řídí diskusi, pomáhá žákům při vyplňování doplňovačky.	Vypracovávají pracovní list a diskutují se spolužáky a učitelem.
Předlaboratorní příprava	Demonstrační experiment Zadání problému Vlastní zamyšlení Diskuse	20 min	Kádinka, šumivá tableta v originálním balení (obsahuje údaje o složení), NaHCO ₃ , citronová kyselina	Pokládá žákům otázky, řídí diskusi, zapisuje odpovědi žáků na tabuli.	Diskutují, aktivně navrhují možná řešení.
Praktická (badatelská) činnost	Návrh pracovního postupu Příprava oxidu uhličitého	10 min 30 min	Šumivá tableta, 3% HCl, chemické nádobí na jímání plynu; Pracovní list pro žáky	Obchází skupiny, konzultuje žákovské návrhy postupů, kontroluje bezpečnost sestavovaných aparatur.	Navrhují pracovní postup, sestavují aparatury, jímají oxid uhličitý.
Vyhodnocení výsledků	Výpočet hmotnostního zlomku NaHCO ₃	10 min	Pracovní list pro žáky	Odpovídá na otázky žáků, v případě potřeby jim pomáhá.	Vyhodnocují získané výsledky.
Prezentace výsledků	Závěrečná diskuse o laboratorní práci	10 min	Pracovní list pro žáky	Klade žákům kontrolní otázky a vyhodnocuje správnost odpovědí. Pomáhá formulovat shrnutí.	Formulují závěry laboratorní práce. Uvádějí, jakých chyb se dopustili.

Domácí úkol pro žáky:

Kde se můžete setkat s plyny uvedenými v úkolu 1 v motivačním úvodu? Zaměřte se hlavně na jejich výskyt a použití.

Přípravy pro učitele

Úvod do tématu – motivace

Začátek úlohy slouží k připomenutí základních anorganických plynů a jejich vlastností. Učitel žákům rozdá pracovní list a vyzve je k vypracování úkolu 1 – žáci mají spojit bubliny s informacemi se vzorcem správného plynu. Žáci pracují samostatně a poté diskutují o svém řešení.

Autorské řešení:

Úkol 1 a DÚ:

Název plynu	Vzorec	Vlastnost plynu	DÚ: Kde se s plynem můžeme setkat?
dusík	N_2	<i>Tvoří stabilní dvouatomové molekuly.</i>	<i>Je hlavní složkou vzduchu. Tekutý dusík se používá v medicíně.</i>
oxid dusný	N_2O	<i>Má anestetické účinky.</i>	<i>Používá se jako hnací plyn do šlehaček či jako přídavek do paliva do motorů.</i>
oxid dusičitý	NO_2	<i>Červenohnědý plyn způsobující kyselou dešť.</i>	<i>Prakticky nikde. Jediné použití je v určitých typech motorů.</i>
oxid uhelnatý	CO	<i>Jedovatý plyn, který se váže na hemoglobin.</i>	<i>Vzniká při nedokonalém spalování, např. při kouření.</i>
oxid uhličitý	CO_2	<i>Nedýchatelný plyn, který pravděpodobně způsobuje globální oteplování.</i>	<i>Je obsažen v sycených nápojích (pivo, sodovka), pevný je tzv. suchý led.</i>
sulfan	H_2S	<i>Prudce jedovatý plyn s typickým zápachem po zkažených vejcích.</i>	<i>Používá se jako činidlo v analytické chemii.</i>
oxid siřičitý	SO_2	<i>Štiplavě páchnoucí jedovatý plyn zodpovědný za kyselou dešť.</i>	<i>Základní sloučenina pro výrobu kyseliny sírové.</i>

Dále učitel vyzve žáky, aby si v úkolu 2 přečetli texty s různými novými zajímavými informacemi o jednotlivých plynech z úkolu 1 a pokusili se na základě znalostí získaných z bublin identifikovat, ke kterým plynům se jednotlivé texty vztahují. Žáci vždy k textu doplní správný název a vzorec plynu.

Úkol 2:

Text 1: Plyn A je oxid uhličitý a má vzorec CO_2 .

Text 2: Plyn B je oxid siřičitý a má vzorec SO_2 .

Text 3: Plyn C je dusík a má vzorec N_2 .

Text 4: Plyn D je sulfan a má vzorec H_2S .

Text 5: Plyn E je oxid dusičitý a má vzorec NO_2 .

Text 6: Plyn F je oxid uhelnatý a má vzorec CO .

Text 7: Plyn G je oxid dusný a má vzorec N_2O .

Předlaboratorní příprava

Demonstrační experiment: Šumění tablety

Učitel vhodí tabletu Celaskonu do kádinky s vodou a vyzve žáky, aby popsali, co pozorují.

Tableta šumí a rozpouští se.

Nyní přijdeme tomu šumění na kloub. Abyste zjistili jeho princip, zamyslete se nad následujícími otázkami.

Učitel napíše otázky na tabuli, příp. je promítne dataprojektorem na plátno (v postupném sledu). Odpovědi žáků zapisuje na tabuli.

Co znamená, že tableta „šumí“?

Z tablety se uvolňují bublinky plynu.

Jak si myslíte, že se při rozpouštění tablety uvolňuje plyn?

Učitel může pomoci návodnými otázkami: Jaké vlastnosti jste pozorovali u vznikajícího plynu? Mohlo by jít o stejný plyn, jaký obsahují jiné perlivé nápoje (sodovka, minerálka apod.)?

Při rozpouštění tablety se uvolňuje oxid uhličitý. Jedná se o bezbarvý plyn bez zápachu. Ano, jde tedy o plyn netoxický.

Navrhnete pokus, kterým prokážete, že jste unikající plyn identifikovali správně.

Probubláváním oxidu uhličitého vápennou vodou vzniká bílý zákal uhličitanu vápenatého.

Probíhá při rozpouštění tablety chemická reakce? Zdůvodněte.

Ano, protože pozorujeme, že vzniká nová látka – plyn.

Jak zjistíme látky v tabletě, jejichž reakcí se plyn uvolňuje?

Přečteme si složení tablety (na obalu či v příbalovém letáku).

Učitel nechá žáky prostudovat složení šumivé tablety. Je vhodné mít připraveno několik originálních balení, na kterých je napsáno složení tablet. Žáci hledají látku/y, která/é mohou reakcí způsobit vznik oxidu uhličitého.

Žáci postupně vylučují látky, které se reakce účastnit nemohou, tj.:

- látky nereaktivní, velmi stálé (reakce se spustí pouhým vhozením do vody)
- látky neobsahující prvky uhlík a kyslík (vzniká přeci CO₂)

Žáci jsou tak postupně vedeni k identifikaci klíčových látek: hydrogenuhličitanu sodného a citronové kyseliny (či jiné kyseliny, kterou tableta obsahuje; bývá to např. vinná kyselina, askorbová kyselina).

Jak bychom mohli ověřit, že jsou to ty pravé látky, že reakce těchto látek opravdu „šumí“, že se skutečně uvolňuje plyn?

Najdeme v laboratoři hydrogenuhličitan sodný a citronovou kyselinu a zkusíme je smíchat a dát do vody. Pozorování porovnáme se šumivou tabletou.

Učitel přinese vyžádané látky a dobrovolník mezi žáky reakci provede za přihlížení ostatních.

Byla potvrzena naše hypotéza?

Ano/Ne.

Pokud ne, žáci stanoví a ověří hypotézu novou.

Praktická badatelská činnost (laboratorní práce)

Úkol 1: Sestavte aparaturu na jímání plynu

Žáci se rozdělí do skupin, ve kterých mají za úkol vymyslet a sestavit aparaturu na jímání oxidu uhličitého, uvolněného reakcí šumivé tablety a roztoku chlorovodíkové kyseliny. K dispozici dostanou šumivou tabletu (např. Celaskon; nezapomenout ji předem zvážit!) a na stole budou mít připravené chemické nádobí na jímání plynu. Žáci mají pomocí připraveného nádobí sestavit aparaturu tak, aby zachytili, pokud možno bez ztrát, všechny plyn, který se při jimi prováděné reakci z tablety uvolní. Před spuštěním reakce musí učitel jejich aparaturu schválit. Během jímání plynu žáci vyplňují úkol 1 v pracovním listu Badatelská činnost.

Autorské řešení:

Chemikálie: přesně zvážená šumivá tableta nebo její část (přibližně 1 g), 3% chlorovodíková kyselina

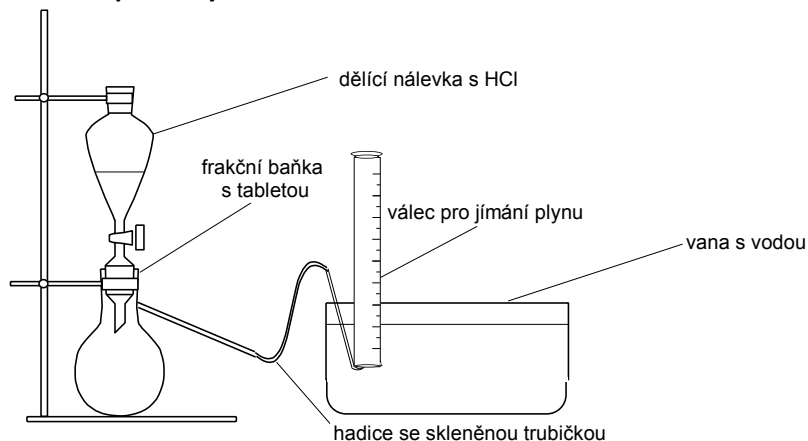
Pomůcky:

Např.: dělicí nálevka, frakční baňka, zátka, trubička na jímání plynu s hadičkou, skleněná vana, odměrný válec (100 ml), stojan, křížová svorka, držák, lžička

Postup práce:

Žáci sestaví aparaturu pro vývoj plynů (viz nákres aparatury). Do skleněné vany ponoří odměrný válec tak, aby byl celý zaplněn vodou. Zváží šumivou tabletu a převedou ji do frakční baňky. Do dělicí nálevky nalijí chlorovodíkovou kyselinu. Poté pootvěrou kohout dělicí nálevky a nechají kyselinu kapat na tabletu. Tím dojde k chemické reakci a vyvíjí se plyn, který žáci jímají nad vodou do odměrného válce. Poté, co se objem plynu přestane měnit, žáci odečtou jeho hodnotu.

Nákres aparatury:



Pozorování:

Po přikapání HCl k tabletě došlo k uvolnění plynu, který byl jímáný do odměrného válce.



Obr. 1: Fotografie aparatury a použitých chemikálií

Úkol 2: Stanovte hmotnostní zlomek hydrogenuhličitanu sodného v šumivé tabletě

Po proběhnutí reakce a najímání plynu (nejlépe pod vodou do odměrného válce) lze přistoupit k výpočtům. Žáci ve skupinách mají nyní za úkol stanovit hmotnostní zlomek hydrogenuhličitanu sodného v šumivé tabletě.

Můžeme na základě objemu najímaného plynu určit procentuální zastoupení hydrogenuhličitanu sodného v tabletě?

Odpověď bude znít asi „ne“, obě veličiny (objem plynu, hmotnostní zlomek) jsou si příliš vzdáleny.

Učitel tedy vyzve žáky k doplnění textu úkolu 2 v pracovním listu Badatelská činnost, včetně rovnice chemické reakce. Učitel tím nechá žáky objevit spojovací můstky, které jim pomůžou najít souvislosti a výpočet realizovat.

Autorské řešení:

Doplněná slova: *oxid uhličitý, HCl*

Doplněná rovnice: $\text{NaHCO}_3 + \text{HCl} \rightarrow \text{NaCl} + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2$

Podle situace může učitel dále pomoci návodnými otázkami:

Můžete na základě rovnice určit, jaký je poměr látkových množství reagujícího NaHCO_3 a vznikajícího CO_2 ?

1 : 1

Najdete vztah mezi látkovým množstvím CO_2 a jeho objemem?

$$pV = nRT$$

Najdete vztah mezi látkovým množstvím NaHCO_3 a jeho hmotností? Lze už potom určit hmotnostní zlomek NaHCO_3 v tabletě?

$$n_{\text{NaHCO}_3} = \frac{m_{\text{NaHCO}_3}}{M_{\text{NaHCO}_3}}$$

$$w_{\text{NaHCO}_3} = \frac{m_{\text{NaHCO}_3}}{m_{\text{VZOREK}}}$$

Naměřené hodnoty a výpočty:

$$m_{\text{VZOREK}} = 0,927 \text{ g}$$

$$V_{\text{CO}_2} = 66 \text{ ml}$$

$$p = 101325 \text{ Pa}$$

$$T = 298,15 \text{ K}$$

$$pV = nRT$$

$$n_{\text{CO}_2} = \frac{pV}{RT} = \frac{101325 \times 0,000066}{8,314 \times 298,15} = 2,698 \times 10^{-3} \text{ mol}$$

$$n_{\text{NaHCO}_3} = n_{\text{CO}_2}$$

$$m_{\text{NaHCO}_3} = n_{\text{NaHCO}_3} \times M_{\text{NaHCO}_3} = 2,698 \times 10^{-3} \times 84 = 0,227 \text{ g}$$

$$w_{\text{NaHCO}_3} = \frac{m_{\text{NaHCO}_3}}{m_{\text{VZOREK}}} = \frac{0,227}{0,927} = 0,245 \Rightarrow 24,5 \%$$

Pro zjednodušení výpočtu je možné použít fakt, že 1 mol plynu zaujímá při teplotě 25 °C objem 24,4 dm³.

Které faktory mohou mít vliv na nepřesnost výsledku? Myslíte si, že skutečný hmotnostní zlomek hydrogenuhličitanu sodného v šumivé tabletě bude větší, stejný nebo menší než vámi stanovený?

Určitý podíl uvolněného plynu se rozpustil ve vodě během jímání.

Při výpočtu byl použit standardní tlak. Dá se očekávat, že tlak v místnosti byl trochu odlišný.

Nelze vyloučit, že část plynu unikla z aparatury.

Skutečný hmotnostní zlomek hydrogenuhličitanu sodného proto bude pravděpodobně větší než stanovený.

Závěr:

Hmotnostní zlomek hydrogenuhličitanu sodného v šumivé tabletě je asi 0,245.

Vyhodnocení a prezentace výsledků

V závěru laboratorní práce je ponecháno 10 minut, ve kterých jednotlivé skupiny prezentují dosažené výsledky. Žáci též uvedou, jakých omylů se dopustili a celkově zhodnotí laboratorní práci.

Závěrečné poznámky

Jiné varianty a další možné úpravy či doporučení:

Žákům, kteří jsou zvyklí na práci v laboratoři, není třeba nádobí připravovat předem na stoly, měli by být schopni vhodné nádobí sami vybrat.

Příbalový leták s informací o složení šumivé tablety lze dohledat na internetu a žákům nakopírovat – např. příbalová informace k Celaskonu je dostupná zde: <http://www.pribalovy-letak.cz/652-celaskon-500-mg-cervený-pomeranč>.

Úloha může být rozšířena o chemii samotného oxidu uhličitého nebo hydrogenuhličitanu sodného.

Reflexe po hodině:

Předpokládá se znalost základních chemických výpočtů (hmotnostní zlomek, látkové množství, stavová rovnice ideálního plynu, případně Avogadrův zákon o molárním objemu plynů).

Úlohu lze dle RVP zařadit do celků p-prvky a jejich sloučeniny, soustavy látek a jejich složení.

Navazující a rozšiřující aktivity:

Přípravy dalších anorganických plynů a jejich důkazy; srovnání s přípravou a vlastnostmi plynů organických.

Princip a výhody využití Kippova přístroje při přípravě plynů v laboratoři.