

# Název: Vlastnosti různých plynů

**Téma: Vlastnosti různých plynů**

**Úroveň: střední škola**

**Tematický celek: Látky a jejich přeměny, makrosvět přírody**

**Předmět (obor): fyzika**

**Doporučený věk žáků: třídy čtyřletého gymnázia, nebo vyšší stupeň víceletého gymnázia**

**Doba trvání: 2 vyučovací hodiny**

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

## Seznam potřebného materiálu:

Pro každou skupinu: malé skleněné akvárium, čajové svíčky, sirky, sifonová láhev, bombičky s CO<sub>2</sub>, různě velké dřevěné kostky, 2 skleničky, špejle, bombička s butanem (náplň do zapalovače), tělo rovnoramenných vah, 2 stejné papírové sáčky, 2 stejné háčky, 2 stejné kancelářské sponky, 30 cm dlouhá plastová hadička vhodného průměru (musí jít nasadit na vypouštěcí trubičku sifonové láhve), skleněná deska nebo papír (na částečné přikrytí akvária)

## Seznam praktických (badatelských) aktivit:

Je CO<sub>2</sub> lehčí nebo těžší než vzduch?

Je CO<sub>2</sub> hořlavý plyn?

Lze postupně zhasnout svíčky, aniž bychom se jich dotkli či je sfoukli?

Je butan nehořlavý plyn?

Lze plyny přelévát?

Mění se objem plynu při změně teploty?

## Anotace:

Tato praktická aktivita je zaměřena na zkoumání vlastností různých plynů, které jsou volně dostupné (např. CO<sub>2</sub>). Při navrhování a provádění jednotlivých experimentů žáci zkoumají, zda jsou plyny hořlavé, porovnávají jejich hustotu, apod. Při svém experimentování využívají připravené pomůcky. V závěru aktivity se žáci zabývají možností využití těchto plynů v běžném životě.

## Harmonogram výuky:

	Náplň práce	Čas	Potřebné vybavení a pomůcky	Činnost učitele	Činnosti žáků
Úvod do tématu – motivace	Krátký motivační rozhovor o vlastnostech plynů	10 minut	Pracovní list	Učitel vede diskusi o vlastnostech plynů.	Žáci se aktivně účastní diskuse. Přispívají vlastními postřehy, hledají odpovědi na položené otázky.
Předlaboratorní příprava	Přípravné práce a konzultace	15 minut	Materiál na experimenty, tabulky	Dohlíží na práci žáků.	Studenti vyhledávají údaje v tabulkách a přemýšlí nad realizací experimentů.
Praktická (badatelská) činnost	Navržení a provedení jednotlivých experimentů	50 minut	Materiál na experimenty: 2 skleničky, čajové svíčky, sirky, různé velké kostky, malé akvárium, sifonová láhev, bombičky s CO <sub>2</sub> , pracovní listy	Učitel ukazuje, kde jsou různé pomůcky pro experimenty, usměrňuje studenty v jejich experimentování a pomáhá, je-li požádán.	Studenti sestavují jednotlivé experimenty, provádějí měření a zapisují je do pracovních listů.
Vyhodnocení výsledků	Shrnutí	10 minut	Jednotlivé realizované experimenty a pracovní listy	Učitel moderuje vyhodnocení výsledků.	Studenti porovnávají jednotlivé výsledky.
Prezentace výsledků	Diskuse, co se povedlo či nepovedlo, jak se studentům celá akce líbila	5 minut	Pracovní listy	Učitel řídí závěrečnou diskusi.	Studenti formulují poznatky, ke kterým došli.

Domácí úkol pro žáky: Neení.

# Přípravy pro učitele

---

## **Podrobný časový plán:**

- krátký motivační rozhovor o vlastnostech plynů – 10 min.
- úkol č. 1: samostatná práce žáků s textem (práce s tabulkami) – 10 min.; diskuse – 5 min. (celkem 15 min.)
- úkol č. 2: práce ve skupinách, navržení a provedení experimentů prokazujících různé vlastnosti plynů – 50 min.
- shrnutí a prezentace výsledků jednotlivých skupin – 10 min.
- závěrečná diskuse – 5 minut

Z uvedených orientačních časů vyplývá, že tuto aktivitu lze realizovat ve dvou vyučovacích hodinách.

## **Motivace a předlaboratorní příprava:**

**Úkol č. 1:** V úvodní části žáci (každý sám) vyhledají v tabulkách nebo na internetu vlastnosti (hustotu resp. poměr hustoty k hustotě vzduchu za stejných podmínek) různých plynů, např. vodík, oxid uhličitý, kyslík, oxid dusný, metan, propan, butan, helium, xenon, aj. Poté si ve společné diskusi položí následující otázky:

Který z těchto plynů má za normálních podmínek nejmenší a který největší hustotu?

Které z těchto plynů jsou hořlavé?

Následně společně se spolužáky prodiskutují a porovnají nalezené údaje z tabulek.

*Hustoty některých plynů za normálních podmínek (0 °C, 101,325 kPa), převzato z Brož J. a kol.: Fyzikální a matematické tabulky, SNTL:*

	H <sub>2</sub>	CO <sub>2</sub>	O <sub>2</sub>	N <sub>2</sub> O	CH <sub>4</sub>	C <sub>3</sub> H <sub>8</sub>	C <sub>4</sub> H <sub>10</sub>	He	Xe
<b>Hustota [ kg/m<sup>3</sup> ]</b>	0,090	1,977	1,429	1,978	0,717	2,010	2,732	0,178	5,897

Poznámka: hodnoty hustot nalezené z různých zdrojů se mohou lišit, pozor na různé podmínky (teplota, tlak), pro které jsou hustoty uvedeny.

Poznámka: oxid uhličitý (oxid dusný) je snadno dostupný plyn v bombičkách na výrobu sifonu (šlehačky), butan lze získat z náhradních náplní do zapalovačů, směs propanu a butanu je dostupná v ocelových lahvích pro PB vaříče, heliem se plní pouťové balónky.

## **Poznámky pro učitele:**

Po úvodní motivační části následuje experimentální část zaměřená na návrh a provedení experimentů prokazujících různé vlastnosti plynů (porovnání hustot, hořlavost, tepelná roztažnost).

Lektor seznámí žáky s pomůckami, které během experimentování mohou použít:

**Seznam pomůcek:**

Malé akvárium, čajové svíčky, sirky, sifonová láhev, bombičky s CO<sub>2</sub>, různě velké dřevěné kostky, 2 skleničky, špejle, bombička s butanem (náplň do zapalovače), tělo rovnoramenných vah, 2 stejné papírové sáčky, 2 stejné háčky, 2 stejné kancelářské sponky, 30 cm dlouhá plastová hadička vhodného průměru (musí jít nasadit na vypouštěcí trubičku sifonové láhve), skleněná deska nebo papír (na částečné přikrytí akvária)

**Úkol č. 2:** V pracovní skupině žáci navrhnu experimenty, při jejichž provádění budou hledat odpovědi na následující otázky.

1. Je CO<sub>2</sub> těžší nebo lehčí než vzduch?
2. Je CO<sub>2</sub> hořlavý plyn?
3. Lze postupně zhasnout svíčky, aniž bychom se jich dotkli či je sfoukli?
4. Je butan nehořlavý plyn?
5. Lze plyny přelévat?
6. Mění se objem plynu při změně teploty?

Navrhnu ke každému experimentu postup a vysloví hypotézu, jak experiment bude probíhat. To vše zapíše do svých pracovních listů, následně pokus realizují a zapíše svá pozorování.

*Bezprostředně před začátkem experimentování lektor upozorní žáky, že budou pracovat s otevřeným ohněm. Zkontroluje, zda mají žáci vhodné přiléhavé oblečení a upravené (sepnuté) vlasy tak, aby nemohlo dojít k jejich nahodilému kontaktu s ohněm. Z pracovních stolů, kde bude probíhat experiment, žáci uklidí všechny nepotřebné (zejména hořlavé) věci.*

V závěru žáci společně s lektorem zhodnotí různé realizace experimentu a diskutují nad následujícími otázkami:

- Bylo něco obtížné?
- Překvapilo vás něco při realizaci?
- Jaké další realizace experimentů s jinými pomůckami vás napadly?

Ukázka možných experimentů:

### Otázka č. 1: Je $\text{CO}_2$ těžší nebo lehčí než vzduch?

#### Pomůcky:

tělo rovnoramenných vah, 2 stejné papírové sáčky, 2 stejné háčky, 2 stejné kancelářské sponky, sifonová láhev, 30 cm dlouhá plastová hadička vhodného průměru (musí jít nasadit na vypouštěcí trubičku sifonové láhve), 1–2 bombičky s  $\text{CO}_2$

#### Provedení:

Použijeme tělo starých rovnoramenných vah. Na konce ramen zavěsíme háčky. Na háčky zavěsíme kancelářské sponky, které drží stejné papírové sáčky. Váhy odaretujeme a například pomocí kousků papíru vyvážíme tak, aby byly v rovnováze. Váhy opět zaaretujeme. Do suché a prázdné láhve na přípravu sodovky vypustíme jednu až dvě sifonové bombičky obsahující oxid uhličitý. Připravíme si asi 30 cm dlouhou plastovou hadičku, kterou nasadíme na vypouštěcí trubičku sifonové láhve. Konec plastové hadičky umístíme do jednoho papírového sáčku. Pomalu napouštíme oxid uhličitý do sáčku. Napouštění ukončíme, váhy odaretujeme a pozorujeme, že rovnováha vah je narušena.



#### Vysvětlení:

Porušení rovnováhy je dáno rozdílem hustoty vzduchu a hustoty oxidu uhličitého. 1 litr vzduchu má hmotnost přibližně 1,2 g při pokojové teplotě a běžném atmosférickém tlaku, ovšem 1 litr oxidu uhličitého má za stejných podmínek hmotnost 1,8 g.

### Otázky č. 2 a č. 5: Nalévání a přelévání $\text{CO}_2$

#### Pomůcky:

sifonová láhev, 1–2 bombičky s  $\text{CO}_2$ , přibližně 30 cm dlouhá plastová hadička vhodného průměru (musí jít nasadit na vypouštěcí trubičku sifonové láhve), dvě sklenice, špejle, svíčka, zápalky

#### Provedení:

Do suché a prázdné láhve na přípravu sodovky napustíme oxid uhličitý z jedné až dvou sifonových bombiček. Na vypouštěcí trubičku sifonové láhve nasadíme plastovou hadičku, jejíž konec umístíme na dno sklenice. Co možná nejjemnějším stisknutím vypouštěcího ventilu napustíme oxid uhličitý.



Zápalkami rozžehneme připravenou svíčku, od níž zapálíme špejli. Vnoříme ji do sklenice, ve které není oxid uhličitý, a přesvědčíme se, že špejle nezhasne. Poté ji vnoříme do sklenice, ve které je oxid uhličitý. Hořící špejle zhasne. Tím jsme prokázali přítomnost oxidu uhličitého ve sklenici. Obsah této sklenice

pomalou přelijeme do sklenice, ve které byl vzduch. Opět zapálíme špejli o svíčku a zkusíme, zda se nám podařilo oxid uhličitý přelít. Na závěr můžeme využít zbytek plynu tak, že jej vylijeme na hořící svíčku, čímž zhasíme její plamen. Špejli můžeme nahradit tenkou dortovou svíčkou uchycenou na drátku.

#### **Vysvětlení:**

Oxid uhličitý je nehořlavý plyn. Ve sklenici zabránil přístupu kyslíku, který je k hoření nezbytný, proto nám zapálená špejle (dortová svíčka na drátku) zhasla.

#### **Otázka č. 3: Postupné zhasínání svíček**

##### **Pomůcky:**

akvárium nebo větší nádoba, sifonová láhev, bombičky s  $\text{CO}_2$ , 3 čajové svíčky, různě velké dřevěné kostky, zápalky, 30 cm dlouhá plastová hadička vhodného průměru (musí jít nasadit na vypouštěcí trubičku sifonové láhve), skleněná deska (na částečné přikrytí akvária)



##### **Provedení:**

Na dno akvária umístíme vedle sebe trojici různě vysokých svíček, které zapálíme. Do suché a prázdné láhve na přípravu sodovky napustíme tři až čtyři sifonové bombičky. Plastovou hadičku nasadíme na vypouštěcí trubičku sifonové láhve a její konec umístíme na dno akvária. Akvárium částečně přiklopíme skleněnou deskou a začneme co nejpomaleji napouštět akvárium oxidem uhličitým z láhve. Zapálené svíčky postupně zhasínají.

##### **Vysvětlení:**

Oxid uhličitý je nehořlavý plyn a je těžší než vzduch. Svíčky postupně zhasínají dle zvyšující se hladiny oxidu uhličitého v akváriu (oxid uhličitý vytlačil z akvária vzduch obsahující kyslík nezbytný pro hoření).

#### **Otázky č. 4 a č. 5: Přelévání butanu**

##### **Pomůcky:**

náhradní náplň do zapalovače, dvě sklenice, špejle, svíčka, zápalky, plastová hadička vhodného průměru (musí jít nasadit na koncovku náhradní náplně do zapalovače)

##### **Provedení:**



Na výpustní ventil náhradní náplně do zapalovače nasadíme koncovku, která byla součástí balení. Na nasazenou koncovku nasadíme plastovou hadičku. Konec hadičky nasměrujeme do připravené sklenice a zmáčkneme koncovku na kartuši. Tím vstříkneme trochu butanu do sklenice. Zápalkami rozžehneme připravenou svíčku, o níž zapálíme špejli. Tu vnoříme do sklenice, ve které není butan, a přesvědčíme se,

že špejle nezhasne. Poté ponoříme hořící špejli do sklenice s butanem a zapálíme jej. Když butan vyhoří, naplníme znovu skleničku a přelijeme její obsah do druhé připravené sklenice. O svíčku si zapálíme špejli a ponoříme ji do sklenice s přelitým butanem a zapálíme ho.

**Vysvětlení:**

Butan je hořlavý plyn, je těžší než vzduch, a proto vytlačí vzduch ze sklenice.

1 litr vzduchu má hmotnost za normálního tlaku při pokojové teplotě přibližně 1,2 g, 1 litr butanu za stejných podmínek 1,7 g.

**Tipy:**

Dejte si POZOR při napouštění butanu do sklenice, stačí malé množství. Pokud do sklenice napustíte větší množství, nežli jste si přáli, párkrát zakružte sklenicí, aby přebytečný plyn unikl. Jinak by mohla sklenice prasknout.

**Otázka č. 6: Bublina na láhvi**

**Pomůcky:**

vhodná skleněná láhev (od minerální vody, od sirupu atd.), roztok na tvorbu bublin (mycí prostředek, glycerin, destilovaná voda), brčko

**Provedení:**

Hrdlo láhve namočíme v připraveném roztoku. Na hrdle vyfoukneme brčkem malou bublinu. Láhev zahříváme, bublina se zvětšuje.

**Vysvětlení:**

Vzduch, který je v láhvi zahříván, se zvyšující teplotou zvětšuje svůj objem.



**Otázka č. 7: Tančící brčko**

**Pomůcky:**

skleněná láhev, plastové brčko, sekundové lepidlo, plastové kolečko, kádinka, horká voda

**Provedení:**

Na plastové kolečko nalepíme sekundovým lepidlem plastové brčko tak, aby bylo vřící němu kolmé. Do kádinky nalijeme horkou vodu. Skleněnou láhev dáme do kádinky s horkou vodou a hrdlo přikryjeme plastovým kolečkem. Sledujeme, jak se plastové kolečko nadzvedává a brčko přilepené na něm „tančí“.

**Vysvětlení:**

Vzduch, který je v láhvi zahříván, zvětšuje svůj tlak. Nadzvedává plastové kolečko a uniká z láhve.



## Závěrečné poznámky

### Jiné varianty a další možné úpravy či doporučení

Další varianty pokusů týkajících se základních vlastností plynů a těles z nich, hoření a hašení plynů naleznete v publikaci V. Kopecké: Energie kolem nás (materiál pro učitele i žakovské listy), která je zdarma k dispozici na [www stránkách vzdělávacího programu ČEZ a. s. Svět energie:](http://www.strankach.vzdelavaciho programu.cez.a.s.)

<http://www.cez.cz/cs/vyzkum-a-vzdelavani.html>

### Reflexe po hodině

Rychlost návrhu a provedení experimentů velmi závisí na předchozích zkušenostech a experimentální zručnosti žáků. Speciálně v této aktivitě, kde žáci pracují s otevřeným ohněm, musí lektor zvážit, do jaké míry může nechat jednotlivé skupiny pracovat s hořlavým plynem samostatně. Úplné vyloučení experimentů s ohněm (včetně zapálení svíčky) je nežádoucí – je vhodné vést žáky ke správné a bezpečné manipulaci s ním.

Vymezení konkrétního času na samotné bádání a experimentování je problematické – je lepší, když žáci pečlivě a bezpečně splní jen část úkolů a porozumí souvislostem, než když jen budou počítat, kolik experimentů stihli.

### Navazující a rozšiřující aktivity

Mnoho dalších navazujících aktivit je k nalezení v publikaci Z. Kielbusové: Hrátky s plyny I, která je zdarma k dispozici na [www stránkách vzdělávacího programu ČEZ a. s. Svět energie:](http://www.strankach.vzdelavaciho programu.cez.a.s.)

<http://www.cez.cz/cs/vyzkum-a-vzdelavani.html>