

## 1.5.9 Hrajeme si s plyny

**Předpoklady:** 010508

**Pomůcky:** vývěva, přísavka, zvon na čištění odpadů, sifonová láhev, bombičky sifonové (balení), bombičky na šlehačku, pro každého žáka 2 skleničky (nebo dva hrnečky, případně plecháčky), špejle cca 5 kusů, svíčka, podložka pod svíčku (víčko od zavařovačky, CD, ...)

**Př. 1:** Hodnotu tlaku vzduchu měříme dnes nejčastěji pomocí aneroidu. Prohlédni si obrázek na adrese <http://www.zsstenovice.cz/skolnitesty/1328446913/otazka27.jpg> a vysvětli, jak aneroid funguje.

Čím větší je tlak vzduchu, tím více je plechovka stlačená a tím výše ukáže ručička na ciferníku.

**Př. 2:** Půjde zvednout poklop vývěvy, když z pod něj vyčerpáme vzduch?

Když vyčerpáme z pod poklopu vzduch, zmizí síla od vzduchu pod poklopem směrem nahoru a zůstane síla od vzduchu nad poklopem směrem dolů.

Tlak vzduchu odpovídá tlaku 10 m vody  $\Rightarrow$  tlak sloupce 10 m vody nad poklopem by byl obrovský  $\Rightarrow$  poklop zvednout nepůjde.

**Pedagogická poznámka:** Přestože žáci ví o tlaku vzduchu i jeho velikost z minulé hodiny, většina z nich předpokládá, že silnější z nich by měli poklop uzvednout. Opakujeme si tedy, že i bez výpočtu (který následuje později) je zřejmé, když si nad poklopem představí místo vzduchu 10 vysoký sloupec vody, že uzvednout nepůjde.

**Př. 3:** Jak to že nás obrovský tlak okolního vzduchu nerozmačká?

Nepůsobí na nás jenom tlak od vzduchu okolo nás (snaží se nás zmáčknout), ale i tlak vzduchu uvnitř nás (působí proti vnějšímu vzduchu, protože se nechce nechat stlačit)  $\Rightarrow$  oba tlaky se navzájem vyrovnávají.

**Pedagogická poznámka:** Předchozí příklad nekontrolujeme. Jde o pobídku pro předvídavější. Řešení se stane zřejmým po provedení pokusu v následujícím příkladu.

**Př. 4:** Proveď pokus s kamarádem. Jeden z vás drží v obou rukou papír. Druhý z vás v jenom místě zatlačí na papír z obou stran dvěma prsty proti sobě stejnou silou. Co se děje. Poté zatlačí na papír pouze z jedné strany. Jak se situace změnila? Jak přžíváme tlak obrovský tlak okolního vzduchu?

Mačkáme dvěma prsty proti sobě: s papírem se nic neděje.

Mačkáme pouze jedním prstem z jedné strany: papír se protrhne.

Nepůsobí na nás jenom tlak od vzduchu okolo nás (snaží se nás zmáčknout), ale i tlak vzduchu uvnitř nás (působí proti vnějšímu vzduchu, protože se nechce nechat stlačit)  $\Rightarrow$  oba tlaky se navzájem vyrovnávají.

**Př. 5:** Co by se stalo, kdyby okolní tlak vzduchu poklesl na velmi malou hodnotu?

Kdyby okolní tlak poklesl, převážil by tlak vzduchu uvnitř  $\Rightarrow$  naše tělo by se začalo rozpínat (vybouchli bychom).

**Dodatek:** Skutečnost by nebyla tak strašná, jak je uvedeno v předchozím příkladu. Naše tělo by nevybouchlo, ale začali bychom krváčet v místech, kde máme tenké sliznice (oči, pusa, nehty).

**Př. 6:** V minulé hodině jsme zjistili, že normální tlak vzduchu je  $10 \text{ N/cm}^2$ .

a) Jak velkou silou bychom museli zvedat zvon vývěvy, jestliže má plochu  $1300 \text{ cm}^2$  ?

b) Jak velký okolní tlak by musel na zvon vývěvy působit, aby šel zvednout silou  $250 \text{ N}$ ?

c) Jak velkou plochu by musel mít zvon vývěvy, abychom ho dokázali zvednout za normálního tlaku vzduchu silou  $250 \text{ N}$ ? Nakresli tuto plochu do sešitu, pomocí vhodného obdélníku.

Hmotnost zvonu ve všech případech zanedbej.

a) Jak velkou silou bychom museli zvedat zvon vývěvy, jestliže má plochu  $1300 \text{ cm}^2$  ?

$1 \text{ cm}^2 \quad \dots \quad 10 \text{ N}$

$1300 \text{ cm}^2 \quad \dots \quad 10 \cdot 1300 \text{ N} = 13\,000 \text{ N}$

Pokud bychom z pod zvonu vývěvy vyčerpali všechn vzduch, museli bychom ho zvedat silou  $13\,000 \text{ N}$  (stejná síla, jakou bychom museli zvedat předmět o hmotnosti  $1300 \text{ kg}$  - odpovídá hmotnosti osobního automobilu).

b) Jak velký okolní tlak by musel na zvon vývěvy působit, aby šel zvednout silou  $250 \text{ N}$ ?

Hledáme sílu, kterou by musel okolní vzduch působit na  $1 \text{ cm}^2$ , kdyby působil na  $1300 \text{ cm}^2$  (plocha zvonu) silou  $250 \text{ N}$  (pak bychom zvon silou  $250 \text{ N}$  uzvedli).

$1300 \text{ cm}^2 \quad \dots \quad 250 \text{ N}$

$1 \text{ cm}^2 \quad \dots \quad 250 : 1300 \text{ N/cm}^2 = 0,19 \text{ N/cm}^2$

Na zvon by musel působit okolní tlak  $0,19 \text{ N/cm}^2$ , aby ho bylo možné uzvednout silou  $250 \text{ N}$ .

c) Jak velkou plochu by musel mít zvon vývěvy, abychom ho dokázali zvednout za normálního tlaku vzduchu silou  $250 \text{ N}$ ? Nakresli tuto plochu do sešitu, pomocí vhodného obdélníku.

$10 \text{ N} \quad \dots \quad 1 \text{ cm}^2$

$250 \text{ N} \quad \dots \quad 25 \cdot 1 \text{ cm}^2 = 25 \text{ cm}^2$

Zvon vývěvy by musel mít plochu  $25 \text{ cm}^2$ , aby ho za normálního tlaku bylo možné zvednou silou  $250 \text{ N}$ . Plocha zvonu by tak odpovídala ploše čtverce o straně  $5 \text{ cm}$ .

**Pedagogická poznámka:** Na zbytek hodiny je třeba minimálně  $30$  minut. Příliš nepočítám s tím, že by předchozí příklad stíhal v hodině, takže většinou zůstává za domácí úkol.

**Pedagogická poznámka:** Ve škole plyny distribuují ze sifonové láhve. Je třeba je vypouštět pomalu a nádobu raději přiklápět rukou. V hodině přinesu nejdříve hrnek s oxidem uhličitým přikrytý papírem, aby "podívat se" by nápad, jak obsah hrnku prozkoumat (a nic nezjistit). Všechny ostatní pokusy provádím s kádinkou (je skleněná a je do ní vidět).

**Pedagogická poznámka:** Návrhy, jak zjistit, zda hrnek něco obsahuje, očekávám samozřejmě od žáků.

Máme tajemný hrnek, přikrytý papírem. Jak zjistíme, zda v něm je něco zvláštního, nebo je jenom naplněný obyčejným vzduchem?

Možné nápady:

- podíváme se,
- potězkáme hrnek,
- čichneme si,
- šáhneme dovnitř,
- strčíme dovnitř teploměr,
- ....

Žádný z předchozích nápadů nevedl k zajímavému pozorování. Hrnek se zdá prázdný (plný vzduchu). Přesto je v něm něco jiného: hořící špejle ponořená do hrnku zhasne.

**Př. 7:** Co ze zhasnutí špejle v hrnku (a předchozích pozorování) vyplývá pro jeho obsah?

- Hrnek obsahuje plyn (kapalinu i pevnou látku vyloučily předchozí pokusy),
- plyn v hrnku neobsahuje kyslík a nehoří (uhasil špejli),
- plyn v hrnku je těžší než vzduch (jinak by z hrnku vyletěl vzhůru nejpozději ve chvíli, kdy jsme z něj sundali papír).

**Pedagogická poznámka:** První a třetí bod jsou problém: první je příliš jasný (předchozí pokusy jsou posledním zapomenuty), třetí není přímým důsledkem pokusu. Přesto se zejména třetí bod snažím z žáků vypáčit (v nejhorším případě tím, že upozorním, že plyn v hrnku zůstal (i přes to, že to pro plyn není samozřejmost).

**Př. 8:** Pokud je hrnkový plyn těžší než vzduch, můžeme ho přelít i do jiného hrnku. Jak se přesvědčíme, že se nám to povedlo? Jak se přesvědčíme, že učitel nepodváděl a plyn si do druhého hrnku dopředu nepřipravil?

Druhý hrnek nejdříve obrátíme snem vzhůru a vyklepeme ho (tím vylijeme případně dopředu připravený plyn). Po přelití zkusíme do druhého hrnku zastrčit hořící špejli. Pokud zhasne přelití se povedlo.

**Pedagogická poznámka:** Přelívání je nutné nacvičit. Je třeba postupovat pomalu a nestrkat hrnek, do kterého přelíváme, přímo pod první hrnek, ve kterém by plyn původně. Zbytek hodiny si žáci zkouší pracovat s plyny samostatně. Nejdříve dostanou oxid uhličitý (bombičkový plyn), potom oxid dusný (šlehačkový plyn). U druhého plynu předem neupozornuji, že se bude chovat jinak. Pokud si někdo nevšimne, že šlehačkový plyn hoří, doporučuji do sklenice zastrčit zhasnutou, ale žhnoucí špejli. Během žákovské práce chodím po třídě distribuují plyn. Největší problémy jsou s hořícími

špejlemi, Dopředu upozorňuji, aby je nechávali příliš rozhořet. Provinilce stahují z přelévání plynů a přesunují je na počítání příkladů.

**Domácí bádání:** Pokusem podobným zvedání vývěvy demonstroval velikost tlaku vzduchu Otto Guericke. Zjisti o jeho experimentu podrobnosti.

**Dodatek:** Dva linky vyobrazení Guerickova pokusu:

<http://adrian-tomescu.blogspot.cz/2010/08/otto-von-guericke-puterea-nimicului.html>

<http://www.tagseoblog.de/doodle-zum-410-geburtstag-von-otto-von-guericke>

**Shrnutí:** Zkoumat můžeme i to, co nevidíme a necítíme.