

## Čidlo tlaku plynu

Čidlo tlaku plynu funguje podobně jako barometr – ukazuje **aktuální tlak** (ne tlak přepočtený na hladinu moře). Má ovšem větší rozsah (0 až zhruba 2,2 atmosférického tlaku). Citlivost měření tlakového čidla je 55 Pa, šum  $\pm 50$  Pa.

Tlakové čidlo se dodává s několika užitečnými pomůckami pro experimentování (20ml stříkačka se závitem, hadička se závity, šroubovací ventil apod.).

### A Závislost tlaku na objemu

1. **Připojte** tlakové čidlo k **LabQuestu**. Dojde k jeho automatické detekci.
2. **Přišroubujte** ke stříkačce ventilek (zkontrolujte, že je otevřený). Nastavte stříkačku na 10 ml (**do poloviny**). Pokud to nejde, je ventilek zavřený. Ventilek z druhé strany přišroubujte k tlakovému čidlu.
3. **Vyzkoušejte**, že čidlo funguje (stlačujte, nebo naopak vytahujte píst ve stříkačce). **Na hodnotě 220 kPa** se odečítání tlaku zastaví (je to horní hranice pro toto čidlo). **Tlak už dále nezvyšujte**, mohli byste tlakoměr poškodit. Z druhé strany můžete bez obav do co nejnižších tlaků, čidlo funguje až do tlaku 0 Pa.
4. Nastavte **režim měření na „Události + hodnoty“** (přepněte na kartu senzorů nejvíc vlevo – ikonka měřáčku – a klikněte na jeden z obdélníčků Režim, Frekvence nebo Trvání po pravé straně; v roletkovém menu vyberte *Události plus hodnoty*. Počet sloupců nechte na 1, nazvěte sloupec *objem*, jako jednotky uveďte *ml*.
5. **Spusťte měření** (zelené tlačítko „play“ vlevo dole na displeji, případně skutečné tlačítko „play“ pod displejem). LabQuest se sám přepne na kartu grafů a je připraven ke sběru dat. Zelený trojúhelníček „play“ se změnil na červený čtvereček „stop“ a vpravo přibyla ikonka se zeleným kolečkem. Na tuto ikonku budete klikat pro ukládání aktuálních hodnot.
6. Projděte postupně hodnoty 5 ml, 6 ml, 7 ml, ... až 20 ml. U každé nastavené hodnoty objemu **klepněte na zelené kolečko, vyplňte aktuální hodnotu objemu** (např. 12) a **pokračujte v měření**.
7. Po naměření hodnot si **prohlédněte graf**. Zkušené oko matematikovo v něm uvidí **nepřímou úměrnost**. Pokud máte chuť, zavolejte si Pavla – ukáže vám, jak v LabQuestu modelovat experimentální data vhodnou funkcí.
8. Gratulujeme, právě jste získali jednu důležitou část skládačky do stavové rovnice plynu, takzvaný Boyleův zákon ( $pV = \text{konst.}$ ).

## B Závislost tlaku na teplotě

Postup bude podobný jako v předchozím experimentu. Místo odečítání objemu „okometricky“ budete ale měřit teplotu teploměrem.

1. Nechte připojený barometr, ale **odšroubujte** ventil se stříkačkou. Místo něj **přišroubujte** hadičku a k ní z druhé strany již připravenou skleněnou nádobku se špuntem.  
Nádobka **není** součástí dodávky tlakového čidla, špunt ano. Je potřeba použít nějakou skleněnou nádobku s vhodným hrdlem. Plastové nádobky se na tento experiment nehodí, jsou příliš elastické, pro tento experiment potřebujeme pevnou nádobu, aby se tlak měnil jen kvůli teplotě, ne kvůli změně objemu.
2. Připojte k LabQuestu ještě **teploměr**. Opět dojde k automatickému rozpoznání..
3. Změňte režim sběru dat z „Události + hodnoty“ na „**Vybrané události**“. Tentokrát můžete nechat všechna políčka nevyplněná.
4. Nejspíš jsou zobrazené dva grafy. Vám stačí jeden. V menu vyberte **Graf** → **Ukázat graf** → **Graf 1**.
5. Kliknutím na **jednotlivé osy** nastavte, aby se na svislé ose zobrazovala teplota, na vodorovné tlak.
6. Podobně jako v předchozím experimentu **zaznamenejte několik hodnot tlaků**, tentokrát při různých teplotách. Nezapomeňte, že pokaždé nějakou chvíli trvá, než dojde k **vyrovnání teplot** mezi okolím a vzduchem v lahvičce.
7. Po získání několika dvojic tlak–teplota zastavte měření a prohlédněte si graf. Pokud šlo vše dobře, vidíte graf přímé úměrnosti.
8. Právě jste získali druhou důležitou část skládačky do stavové rovnice plynu, takzvaný Charlesův zákon ( $p/T = \text{konst.}$ ).
9. Tento experiment zároveň naznačuje existenci **dolní hranice pro teplotu**. Pokud bychom snižovali teplotu tak, že by tlak postupně klesal až k nule, prodloužením přímky zjistíme přibližnou hodnotu „absolutní termodynamické nuly“. Vyberte v menu **Analýza** → **Fitovat křivku** → **Teplota**. Jako typ rovnice zvolte **lineární**. Koeficient  $b$  určuje vámi změřenou absolutní nulu ve stupních Celsia.  
*Při měření nám kdysi vyšlo  $-470\text{ }^{\circ}\text{C}$  ze dvou blízkých teplot (pokojová  $22\text{ }^{\circ}\text{C}$  a v ruce  $34\text{ }^{\circ}\text{C}$ ). Když jsme to ale udělali pečlivěji, dostali se asi na  $-290\text{ }^{\circ}\text{C}$ , přičemž absolutní nula je  $-273,15\text{ }^{\circ}\text{C}$ .*