



## OVĚŘENÍ CHARLESOVA ZÁKONA

- Sledujte pokyny v tomto materiálu, pokud jsou pro vás nesrozumitelné, nebojte se nás zeptat.
- Vaše dílčí i finální závěry zaznamenávejte přímo do textu či připravených grafů.
- Chcete-li, můžete si například pomocí mobilu průběh experimentu vyfotit, natočit apod.

### Cíl a idea měření

Cílem experimentu je proměřit závislost tlaku plynu na jeho teplotě při stálém objemu. Vzduch uzavřeme do skleněné baňky, jež zaručí neměnný objem, a baňku ponoříme do vodní lázně. Teplotu lázně budeme přiléváním horké vody měnit a budeme sledovat, jak se přitom mění tlak vzduchu uvnitř.

### Teoretický úvod

Za běžných teplot a tlaků můžeme chování okolního vzduchu s dostatečnou přesností popisovat modelem tzv. ideálního plynu. Z hlediska termodynamiky je ideální plyn takový, pro který platí rovnice spojující stavové veličiny (tzv. stavová rovnice) ve tvaru:

$$pV = nRT,$$

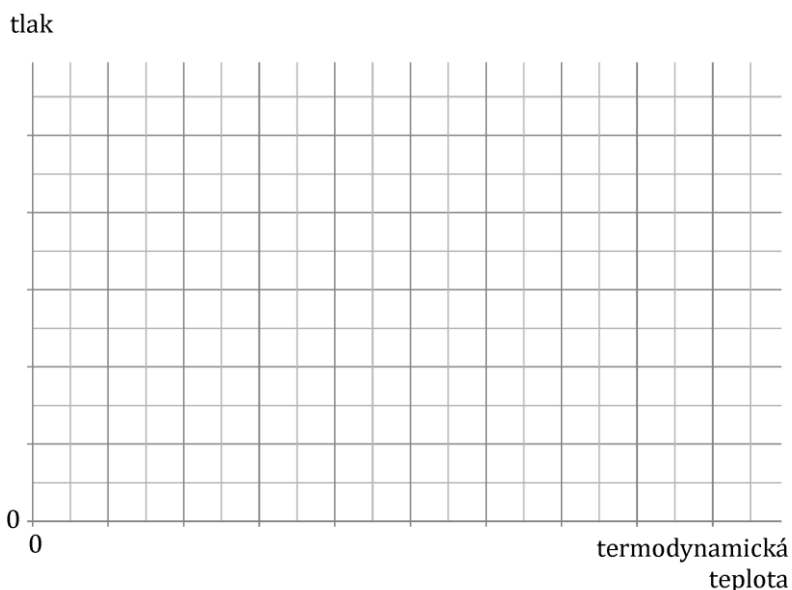
kde  $p$  je tlak plynu,  $V$  jeho objem,  $T$  termodynamická teplota,  $n$  látkové množství a  $R$  molární plynová konstanta ( $R \doteq 8,3 \text{ J} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1}$ ). Pokud se zaměříme na děj s ideálním plynem, při kterém se objem plynu nemění (tzv. izochorický děj), platí, že podíl tlaku a termodynamické teploty se zachovává:

$$\frac{p}{T} = \text{konst.}$$

Tento poznatek označujeme jako Charlesův zákon.


### Úkol 1: Naměření $pT$ -závislosti

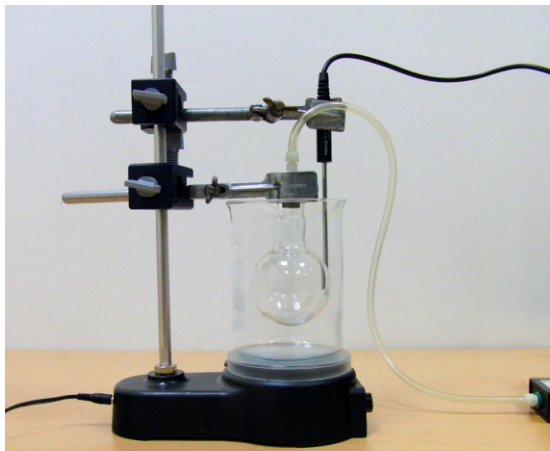
Ještě před začátkem měření do připraveného grafu odhadněte, jakou závislost mezi tlakem a teplotou očekáváte.





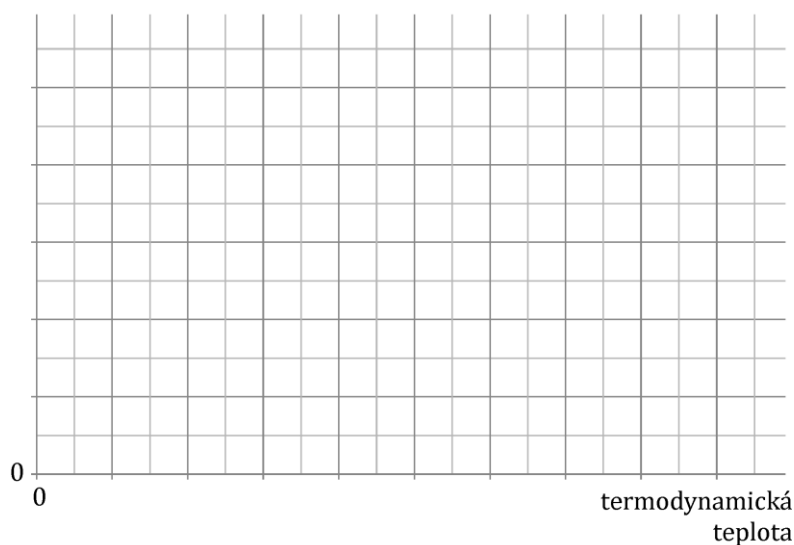
## Postup

1. Sestavte aparaturu podle obr. 1. Tlakové čidlo GPS-BTA je hadičkou spojeno se zátkou kulové baňky, teploměr bude měřit teplotu vody v kádince a neměl by se dotýkat skleněných stěn. Kádinka je umístěna na podstavci magnetické míchačky.
2. Připojte teplotní i tlakové čidlo k počítači a otevřete soubor *pT\_zavislost.cmb1* ve složce *Termodynamika* na ploše.
3. Do kádinky nalijte kohoutkovou vodu tak, aby byla baňka přibližně z poloviny ponořená.
4. Spusťte měření . Když nyní stisknete modré kolečko , čidla odečtou současně tlak a teplotu a zanesou bod do *pT* diagramu.
5. Přilévejte horkou vodu z rychlovarné konvice. Po každém přilití nechte teplotu 10-20 sekund ustálit a pak stiskem  stav zaznamenejte. Naměřte alespoň 10 hodnot.
6. Do grafu níže znázorněte, jak dopadlo vaše měření.



Obr. 1: Uspořádání experimentu

tlak




7. Shoduje se naměřená závislost s vaším odhadem z úkolu 1?
8. Jakých nepřesností a zanedbání jste se při měření mohli dopustit? Proč je při měření vhodné používat magnetickou míchačku?





## Úkol 2: Zpracování naměřených hodnot

1. Jak by závislost, kterou jste naměřili v první části experimentu, pojmenovali matematici? Která křivka je jejím grafem?

2. Pomocí ikony  výše uvedenou křivku naměřenými hodnotami proložte. Opište si její předpis a vyjádřete z něj hodnotu součinu  $\frac{p}{T}$ ; tu pak převed'te na základní jednotky:

$$p = \text{ } \cdot T$$

$$\frac{p}{T} = \text{ } \frac{\text{kPa}}{\text{K}} = \text{ } \frac{\text{Pa}}{\text{K}}$$

3. Vzpomenete si z hodin chemie na to, jaký je za normálních podmínek objem 1 molu libovolného plynu? Pokud si nevzpomenete, vyhledejte informaci na internetu.

4. Je tomu tak i v případě vašeho vzorku vzduchu? Vyjádřete ze stavové rovnice ideálního plynu objem a dosad'te – látkové množství je 1 mol, podíl  $\frac{p}{T}$  jste si zapsali v úkolu 2 a budete potřebovat jeho převrácenou hodnotu, tj.  $\frac{T}{p}$ . Konstantu  $R$  najdete v teoretickém úvodu.

5. Nakolik se vámi vypočítaná hodnota liší od hodnoty běžně udávané? Napadají vás nějaké příčiny, které mohou rozdíl způsobovat?





### Závěry

- Při izochorickém ději s ideálním plynem se objem plynu  $V$  .
- Tlak plynu je při tomto ději  úměrný teplotě plynu; grafem této závislosti je .
- Z předpisu naměřené závislosti můžete pomocí  rovnice dopočítat například standardní objem jednoho molu plynu – z provedeného měření jej lze odhadnout jako  $V =$   litru.

