VY\_32\_INOVACE\_1504

****

**Izotermický děj (zákon Boylův-Mariottův)**

**Ověření stavové rovnice p-V**

V ideálním (i reálném) plynu stálé hmotnosti a konstatní teploty se při zmenšení jeho objemu zvyšuje tlak plynu.

Jaká je ale tato závislost?

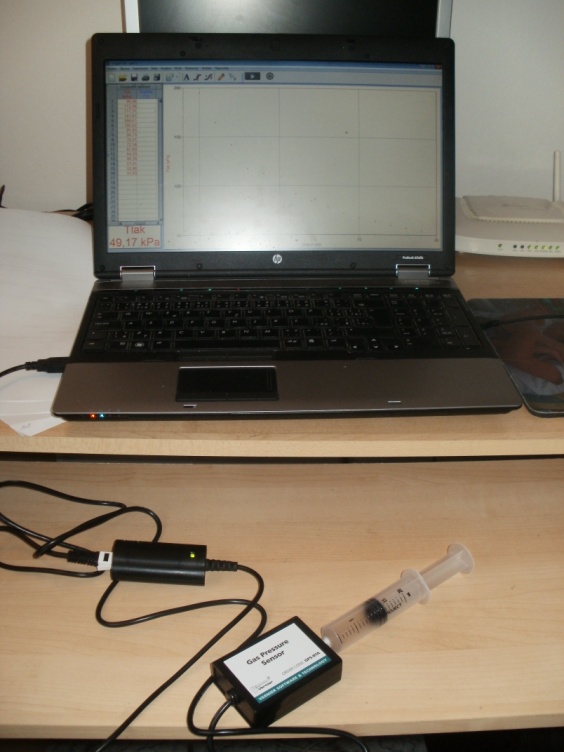
Platí mezi tlakem p a objem V nepřímá uměrnost? Nebo je závislost složitější? Nejedná se například o exponenciální pokles?

Podle časových možností a zájmu studentů lze závislost experimentálně objevit nebo ověřit známý Boyleův - Mariottův zákon, který říká, že součin [tlaku](http://cs.wikipedia.org/wiki/Tlak) a [objemu](http://cs.wikipedia.org/wiki/Objem) plynu je stálý, tedy

pV = \mbox{konst}\,.

Hodnoty konstanty závisí na množství plynu a jeho teplotě. V uvedeném tvaru

p V = n R T

je n - látkové množství plynu, R - molární plynová konstanta, T- termodynamická teplota plynu

**Pomůcky**

notebook nebo laboratorní systém LabQuest

rozhraní GO-LINK

senzor tlaku plynu GPS-BTA s příslušenstvím

**Úkol:** Experimentálně zjisti (ověř) závislost tlaku plynu na změny jeho objemu při konstantní hmotnosti a teplotě.

p

V

**Poznámka:** Popsaný úkol je možné použít jako laboratorní práci pro studenty nebo demonstační pokus (laboratorní práci) podle dostupného vybanení školy.

**Popis postupu:**

Úlohu budeme realizavat v několika krocích

1. Senzor tlaku GPS-BTA připojíme do vstupu LabQuest. Na injekční stříkačce z příslušenství senzoru nastavíme počáteční objem, např. 10 ml. Protože senzor GPS-BTA má rozsah: 0 - 210 kPa, tedy přibliřně 2 atmosféry, budeme stlačovat maximálně na poloviční objem, tedy 5 ml.
2. Objem plynu v injekční stříkačce bude pro nás nezávislá veličina, která se bude zobrazovat na vodorovné ose. V základním menu Experiment - Sběr dat -mód - Události se vstupy. Název sloupce - objem, značka - V, jednotka -ml.
3. V Nastavení grafu - nastavení souřadnicových os - osa x-max 10 ml.
4. Na svislé ose zobrazíme závislou veličinu tlak, předvolbu provedeme v okně Nastavení grafu.

Jednotlivé naměřené hodnoty nebudeme spojovat.

1. Stisknutím tlačítka Start se objeví událost Objem a vložíme údaj počáteční hodnoty 10 ml.
2. Posuneme píst injekční stříkačky stlačením na další polohu, např. 9 ml, znovu vložíme událost.
3. Měření opakujeme postupně pro další hodnoty, např. s krokem 1 ml až do již zdůvodněné hodnoty 5ml.
4. Pak naměříme i hodnoty tlaku při zvětšení počátečního objemu, např. až do 20ml.
5. Pokud chceme mít měření co nejpřesnější, vždy chvíli počkáme, než se teplota plynu ustálí. Mohlo totiž dojít k její změně vlivem stlačování, popř. vytahování pístu.

**Otázky:**

1. Proč se skutečný graf liší od modelu popsaného Boyle-Mariottovým zákonem?

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

1. Lišila by se křivka, kdybychom použili jinou injekční stříkačku (jiného objemu)?

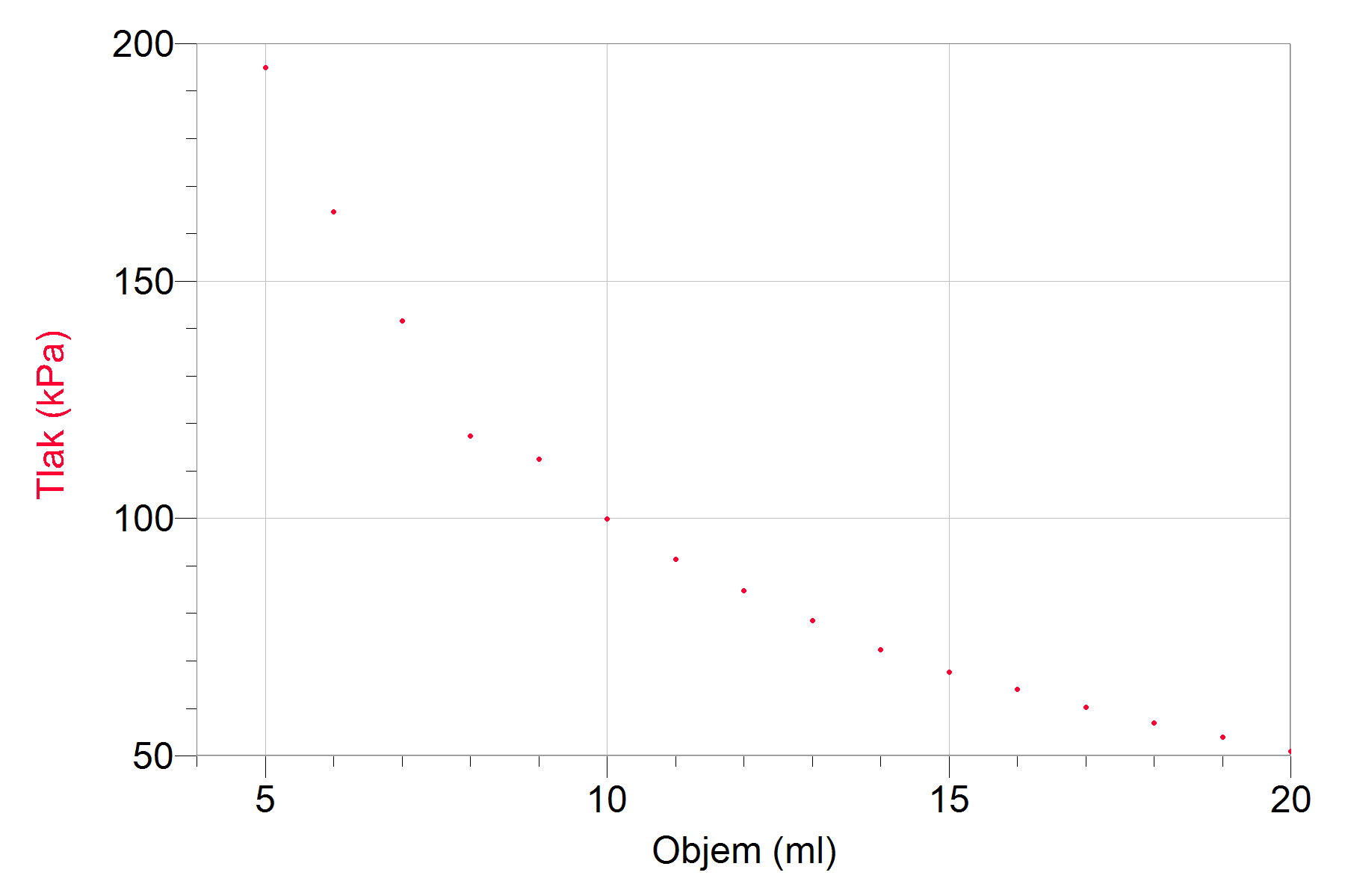
\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

1. Zvaž, zda, popř. jak by se křivka změnila při měření v létě, kdy je vzduch teplý (cca 30oC ) a v zimním období (cca 2 oC).

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

**Řešení:**

1. Vzduch není ideální plyn, ale reálný. V něm Boyle-Mariottův zákon platí jen přibližně. Navíc mechanické nastavení objemu plynu na injekční stříkačce není přesné.



1. Kdybychom použili jinou injekční stříkačku (jiného objemu) při jinak nezměněných podmínkách (např. stejné teplotě), byla by křivka v uvedeném měřítku jiná, protože normální atmosférický tlak (tedy výchozí bod před stačováním a rozpínáním plynu), by odpovídal jiné hodnotě objemu.
2. Je třeba si uvědomit, že teplotu ve stavové rovnici

p V = n R T

uvádíme jako termodynamickou teplotu v jednotkách Kelvin. Pak 30 oC= 303K a 2 oC =275K.

To znamená, že změna teploty není několikanásobná (v hodnotách oC je změna 15x), v jednotkách Kelvin je všech změna jen v řádu 10%.

Získáme také nepřímou úměrnost, ale s jiným koeficientem.