VY\_32\_INOVACE\_1505



**Izochorický děj ( Charlesův zákon )**

**Ověření stavové rovnice p-T**

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

Jaká je ale tato závislost?

Platí mezi tlakem p a teplotou T přímá uměrnost? Nebo je závislost složitější? Nejedná se například o exponenciální růst?

Podle časových možností a zájmu studentů lze závislost experimentálně objevit nebo ověřit známý Charlesův zákon, který říká, že poměr [tlaku](http://cs.wikipedia.org/wiki/Tlak) a teploty je stálý, tedy

\frac{p}{T} = \mbox{konst}

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

p V = n R T

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

**Pomůcky**

počítač nebo LabQuest

čidlo GO-TEMP

rozhraní GO-LINK

senzor tlaku plynu GPS-BTA s příslušenstvím

skleněná lahvička

větší nádoba (např. miska nebo odříznutá plastová láhev)

rychlovarná konvice

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

p

T

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

**Popis postupu:**

Úlohu budeme realizovat v několika krocích

1. Senzor tlaku GPS-BTA a teploměr GO-TEMP připojíme do vstupů počítače nebo LabQuest. Dále připojíme pomocí hadičky a zátky (příslušenství čidla GPS-BTA) odpovídající skleněnou lahvičku.
2. Při měření budeme potřebovat vodu o různých teplotách. Je proto vhodné předem si připravit např. hodně studenou vodu, do které bude postupně dolévat teplou či horkou vodu z rychlovarné konvice.
3. V základním menu nastavíme Experiment - Sběr dat -mód - Události se vstupy. Název sloupce - teplota, značka - T, jednotka - K (popř. °C).
4. V Nastavení grafu - nastavení souřadnicových os - osa x- max 400 K (nebo 100 °C).
5. Na svislé ose zobrazíme závislou veličinu tlak, předvolbu provedeme v okně Nastavení grafu.

Jednotlivé naměřené hodnoty nebudeme spojovat.

1. Do větší nádoby, do které se vejde skleněná lahvička, nalijeme studenou vodu, ponoříme skleněnou lahvičku připojenou k čidlu GPS-BTA a teploměr GO-TEMP.
2. Po ustálení teploty vzduchu uvnitř lahvičky (kontrolujeme na obrazovce digitální zobrazení průběhu teploty), naměříme „Událost“, tj. okamžitou hodnotu tlaku a teploty. Hodnota se zobrazí v grafu bodem.
3. Přilijeme horkou vodu a měření opakujeme. Je vhodné vodu promíchat např. teploměrem, aby se rychleji ustálila teplotní rovnováha v celém objemu vody.
4. Měření opakujeme alespoň pro 5 různých hodnot teploty vody a tedy i vzduchu ve skleněné lahvičce.

**Otázky:**

1. Popiš charakter naměřené závislosti a diskutuj, jak se závislosti liší či shoduje s ideálním případem.

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

1. Lišila by se tvar křivky, kdybychom použili lahvičku jiného objemu?

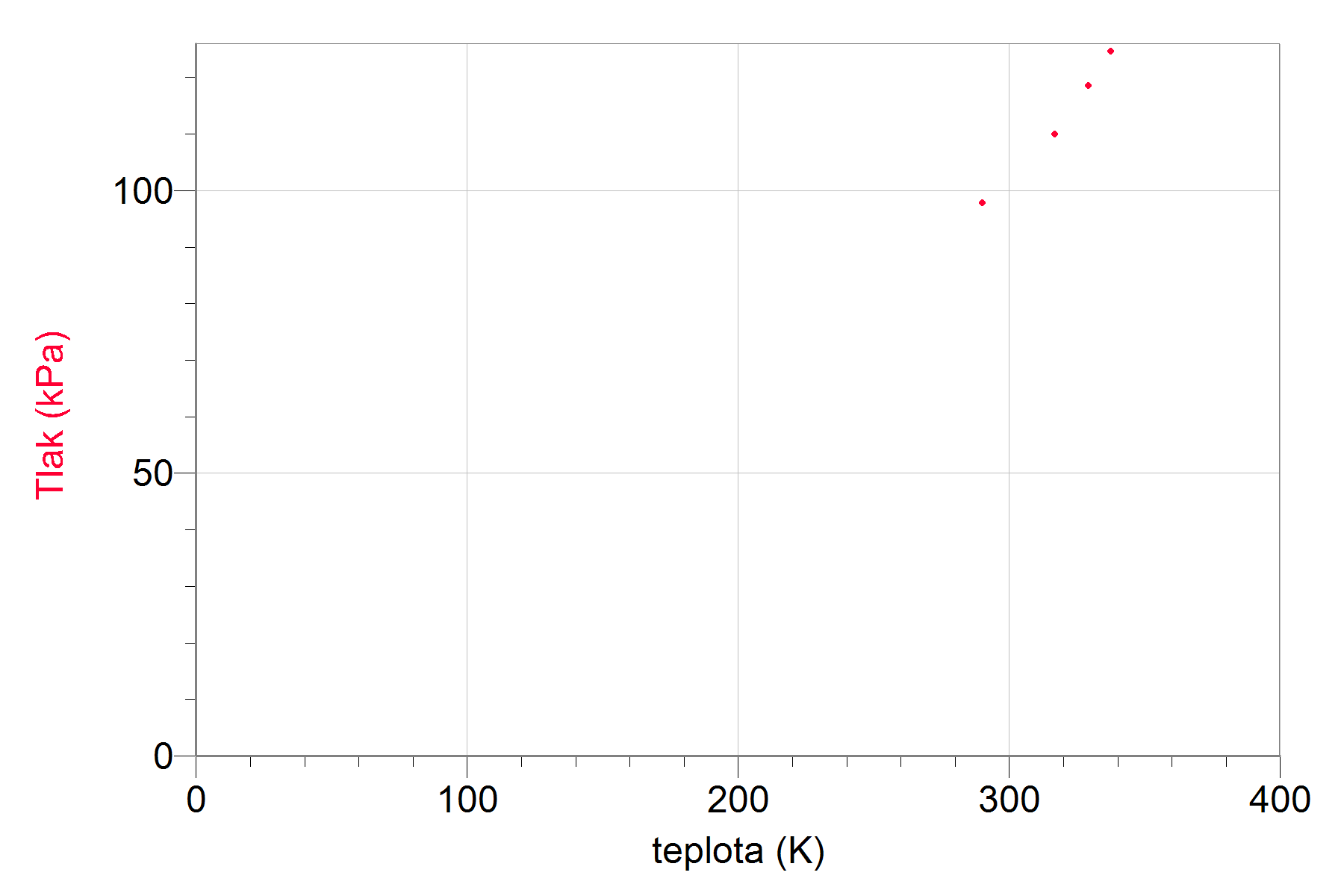
\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_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

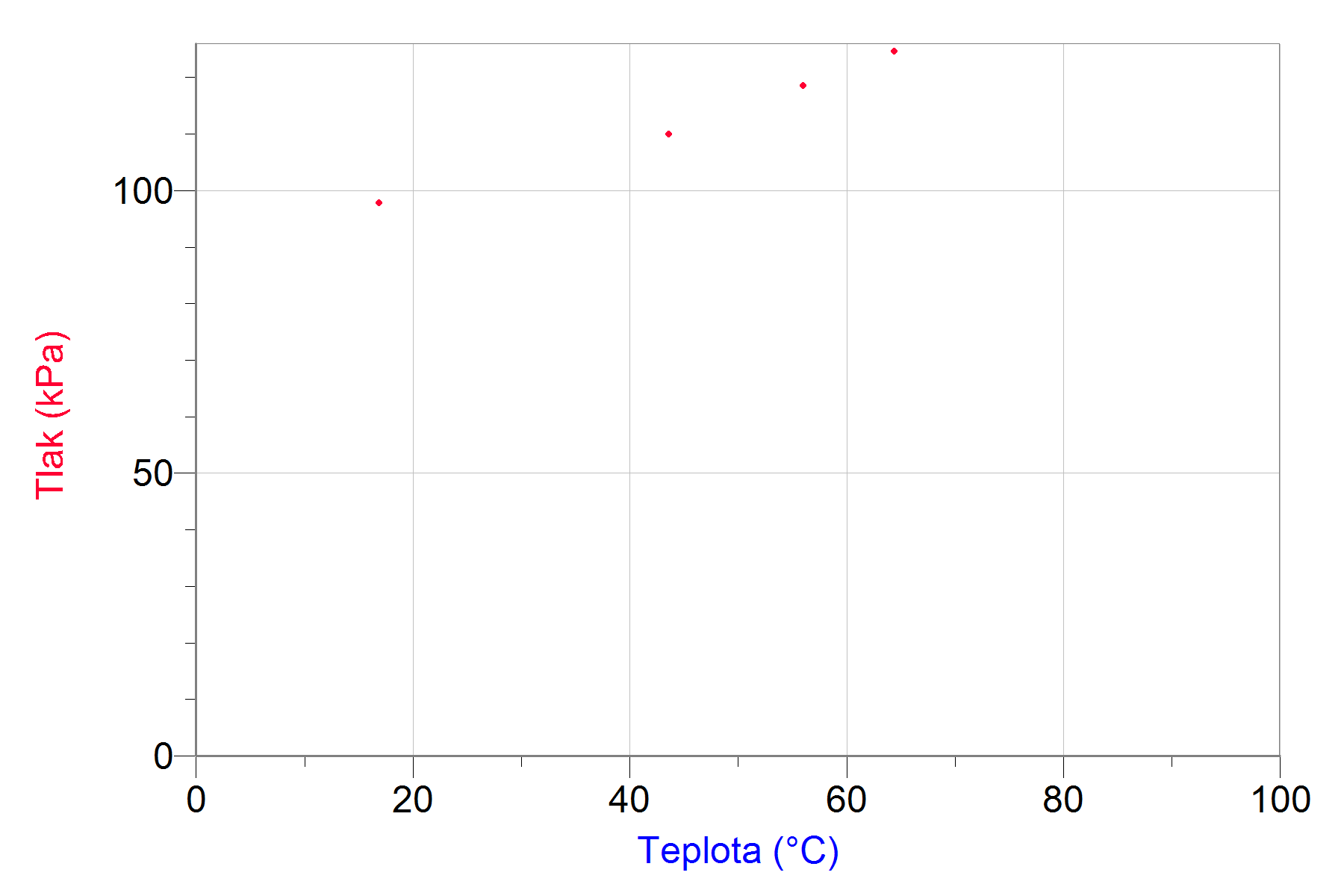
**Jiná možnost realizace měření:**

1. Do rychlovarné konvice se studenou vodou připravíme obdobně jako v přechozím popsaném postupu skleněnou lahvičku připojenou k čidlu tlaku a teplotní čidlo.
2. Nastavíme na časové základně frekvenci čtení 1x/1s. Na svislé ose měříme tlak, na vodorovné ose teplotu.
3. Konvicí ohříváme plynule vodu a vzduch ve skleněné lahvičce, graf je „vykreslen“ plynule.
4. Proložíme lineární křivku. Zapíšeme předpis pro proloženou lineární funkci.

**Řešení:**

Naměřené grafy termodynamickou teplotu v K i pro teplotu ve °C.

****



1) Z měření je vidět, že se vzrůstající teplotou tlak plynu konstantního objemu roste. Při dostatečně velkém množství dat lze usuzovat i na lineární závislost tak, jak vyjadřuje Charlesův zákon. Hodnoty se liší, protože vzduch není ideální plyn.

2) Kdybychom použili jinou lahvičku (jiného objemu), tvar křivky by se nezměnil.