

Meno:

Trieda:

**Laboratórne cvičenie
Tepelné deje v plynach**

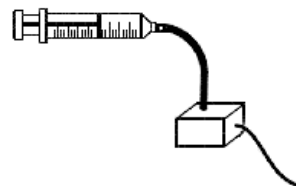
Úlohy:

Overiť zákony platné pre tepelné deje v ideálnom plyne

Aktivita 1 Izotermický dej v ideálnom plyne

Fyzikálny princíp:

Pri **pomalom** stláčaní vzduchu pod piestom injekčnej striekačky zostáva teplota T konštantná a mení sa tlak vzduchu p nepriamo úmerne s jeho objemom V . Platí Boyle-Mariotteov zákon $p = \frac{k}{V}$ (1).



obr.1 Schéma zostavy experimentu

Cieľ:

1. Odmerajte závislosť $p = f(V)$.
2. Overte, že pri konštantnej teplote $T = \text{konšt.}$, je medzi tlakom p a objemom plynu V nepriama úmernosť $p = \frac{k}{V}$, kde k je konštanta.

Pomôcky:

injekčná striekačka, plastová hadička, tlaková sonda, počítač so systémom Coach5, merací panel CoachLabII

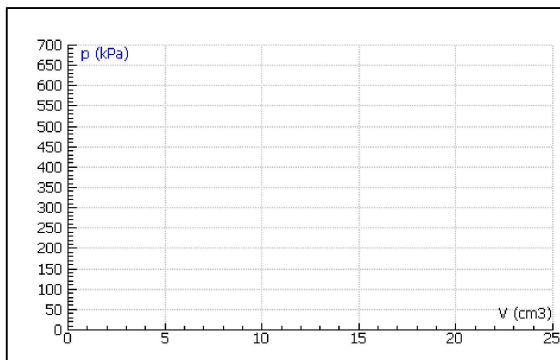
Postup:

1. Otvorte súbor *Izotermický dej*. Ak súbor pripravený nemáte, otvorte novú úlohu, v ktorej na kanál 1 (resp.3) pripojte sondu tlaku. Dobu merania nastavte na 10 min. Keďže objem vzduchu budete zadávať z klávesnice, nastavte typ merania na *Manual (Manuálne)* a počet meraní nastavte v ponuke *Number of samples (Počet meraní)*, napr. na 7. Nastavte osi grafov závislosti tlaku od času, objemu od času a tlaku od objemu.
2. Zostavte experiment podľa zobrazenej schémy (obr.1). Plastovú injekčnú striekačku naplnenú vzduchom spojte so vstupným otvorom tlakovej sondy krátkou plastovou hadičkou. Piest striekačky nastavte tak, aby objem vzduchu pod piestom bol čo najväčší. Ešte pred meraním otvorte ventil tlakovej sondy, aby ste vyrovnali tlak plynu uzavretého v injekčnej striekačke s vonkajším atmosférickým tlakom. Následne ventil uzavrite.
3. Stlačením zeleného tlačidla spustíte meranie. Opätovným stlačením zeleného tlačidla zadajte pomocou klávesnice hodnotu objemu vzduchu uzavretého v striekačke. Pomalým posunutím piesta zmeňte objem vzduchu v striekačke a po dosiahnutí rovnovážneho stavu objem vzduchu opätovne zapíšte rovnakým spôsobom. Meranie môžete kedykoľvek ukončiť stlačením červeného tlačidla na hornom paneli.

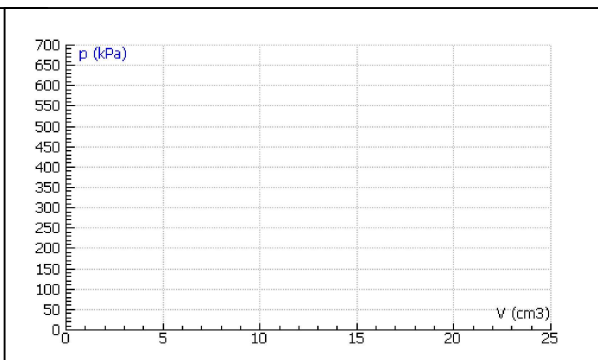
Otázky a úlohy:

1. Do pripraveného grafu $p = f(V)$ zakreslite svoju predpoveď o priebehu sledovanej závislosti.

PREDPOVEĎ



VÝSLEDOK



2. Prezrite si výsledok vášho merania. Napíšte, akú závislosť vám pripomína graf $p = f(V)$?

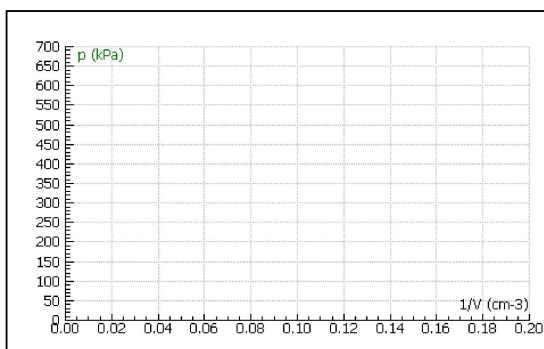
3. Do pripravenej tabuľky zapíšte hodnoty (p_i, V_i) aspoň pre tri dvojice hodnôt tlaku a objemu a vypočítajte hodnoty súčinu $p_i \cdot V_i$.

i	p_i (kPa)	V_i (cm ³)	$p_i \cdot V_i$ (kPa.cm ³)
1			
2			
3			
4			
5			

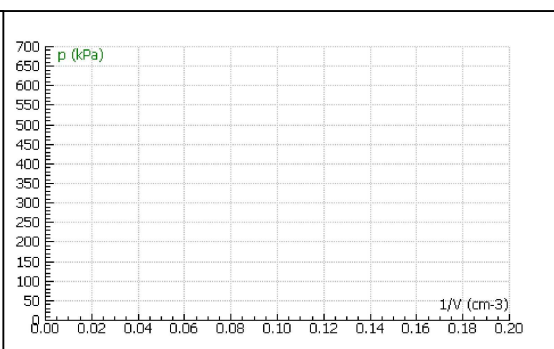
Čo platí pre súčiny $p_i \cdot V_i$ (približne)? Od čoho závisí veľkosť tohto súčinu?

4. Vytvorte graf závislosti tlaku od prevrátenej hodnoty objemu $p = f(\frac{1}{V})$. Aká by mala byť táto závislosť? Svoju predpoveď zakreslite.

PREDPOVEĎ



VÝSLEDOK



5. Závislosť $p = f(\frac{1}{V})$ fitujte vhodne zvolenou funkciou. Zapíšte typ vybranej funkcie a hodnoty parametrov a, b, ...

$$f(x) =$$

$$a =$$

6. Ktorú veličinu v našom meraní predstavuje nezávislá premenná x ?

$$x =$$

7. Ktorú veličinu v našom meraní predstavuje závislá premenná $y = f(x)$?

$$y = f(x) =$$

8. Aký je fyzikálny význam parametra a vo funkcii, ktorou ste fitovali nameranú závislosť

$$p = f(\frac{1}{V})?$$

$$a =$$

9. Zdôvodnite, prečo je nutné stláčať píst striekačky veľmi pomaly.

Aktivita 2 Izochorický dej v ideálnom plyne

Fyzikálny princíp:

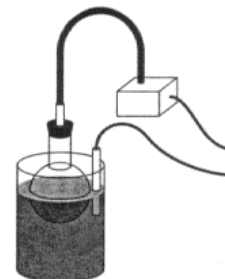
Tlak plynu p pri stálom objeme V sa mení priamo úmerne s jeho termodynamickou teplotou T . Tento dej charakterizuje Charlesov zákon, $\frac{p}{T} = k$ (2), kde k je konštanta.

Cieľ:

1. Odmerajte závislosť $p = p(t)$.
2. Overte, že pre konštantný objem plynu, $V = \text{konšt.}$, je závislosť $p = f(t)$ lineárna.

Pomôcky:

sklenená banka, ohrievač s vodným kúpeľom, svorky, krátka sklenená trubička, gumená zátka, plastová hadička, tlaková sonda, teplotná sonda, počítač so systémom Coach5, merací panel CoachLabII



obr. 2 Schéma zostavy experimentu

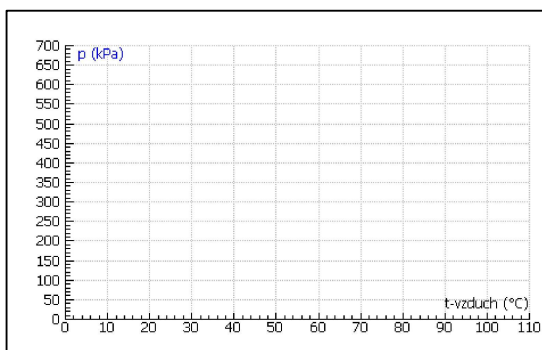
Postup:

1. Otvorte súbor *Izochorický dej*. Ak súbor pripravený nemáte, otvorte novú úlohu, v ktorej na kanál 1 (resp.3) pripojte teplotnú sondu a na kanál 2 (resp.4) sondu tlaku. Dobu merania nastavte na 10 min a nastavte osi grafov závislosti teploty od času, tlaku od času a tlaku od teploty.
2. Zostavte experiment podľa zobrazenej schémy (obr. 2). Banku so suchým vzduchom ponorte celú až po hrdlo do studenej vody v ohrievači. Pomocou prevrtanej gumenej zátky, krátkej sklenenej trubičky a čo najkratšej plastovej hadičky ju spojte so vstupným otvorom tlakovej sondy. Spolu s bankou umiestnite do vody aj sondu teploty.
3. Zapnite ohrievač a stlačením zeleného tlačidla spustíte meranie. Rýchlosť ohrevu upravte pomocou termostatu tak, aby ste dosiahli zmenu teploty v intervale od 20°C do 80°C približne za 10 min. Počas merania vodu v ohrievači občas premiešajte, aby došlo k jej rovnomernému ohrevu. Teplota vzduchu uzavretého v banke zodpovedá teplote vody.

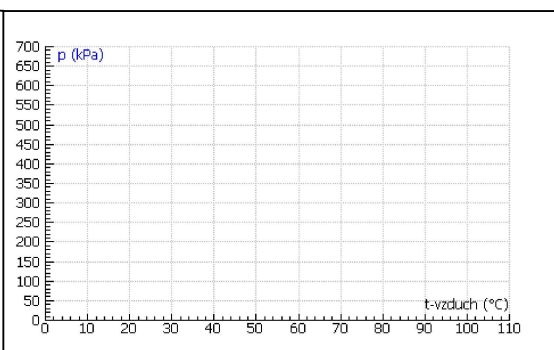
Otázky a úlohy:

1. Do pripraveného grafu $p = f(t)$ zakreslite svoju predpoveď o priebehu sledovanej závislosti.

PREDPOVEĎ

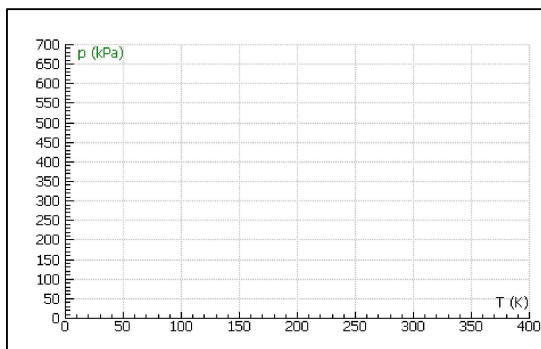


VÝSLEDOK

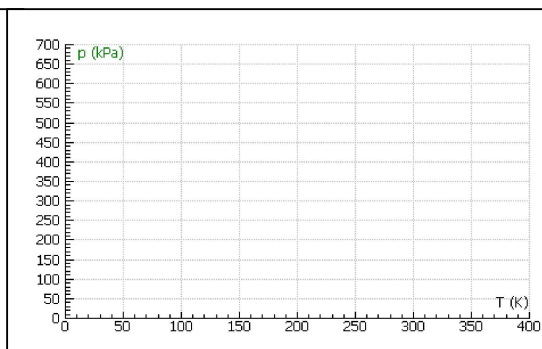


2. Prezrite si výsledok vášho merania. Napíšte, akú závislosť vám pripomína graf $p = f(t)$?
3. Do pripraveného obrázka zakreslite svoju predpoveď o priebehu závislosti $p = f(T)$. Zobrazte závislosť $p = f(T)$.

PREDPOVEĎ



VÝSLEDOK



4. Do pripravenej tabuľky zapíšte hodnoty (p_i, T_i) aspoň pre tri dvojice hodnôt tlaku a teploty a vypočítajte hodnoty podielu $\frac{p_i}{T_i}$.

i	p_i (kPa)	T_i (K)	$\frac{p_i}{T_i}$ ($\frac{kPa}{K}$)
1			
2			
3			
4			
5			

Čo platí pre podiely $\frac{p}{T}$ (približne)? Od čoho závisí veľkosť tohto podielu?

5. Závislosť $p = f(T)$ fitujte vhodne zvolenou funkciou. Zapíšte typ zvolenej funkcie a hodnoty parametrov a, b, \dots

$$f(x) =$$

$$a =$$

6. Ktorú veličinu v našom meraní predstavuje nezávislá premenná x ?

$$x =$$

7. Ktorú veličinu v našom meraní predstavuje závislá premenná $y = f(x)$?

$$y = f(x) =$$

8. Aký je fyzikálny význam parametra a vo funkcii, ktorou ste fitovali nameranú závislosť $p = f(T)$?

$$a =$$

9. V akom bode pretne závislosť $p(T)$, resp. $p(t)$ os teploty? Čo táto hodnota predstavuje?

Aktivita 3 Izobarický dej v ideálnom plyne

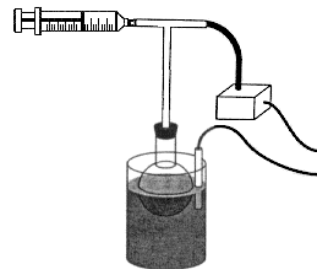
Fyzikálny princíp:

Objem V ideálneho plynu pri stálom tlaku p sa mení priamo úmerne s jeho teplotou T . Tento dej charakterizuje Gay-Lussacov zákon

$$\frac{V}{T} = k \quad (5), \text{ kde } k \text{ je konštanta.}$$

Cieľ:

1. Odmerajte závislosť $V = V(t)$.
2. Overte, že pri konštantnom tlaku $p = \text{konšt.}$, je medzi objemom V a jeho teplotou T priama úmernosť $\frac{V}{T} = k$, kde k je konštanta.



obr. 3 Schéma zostavy experimentu

Pomôcky:

sklenená banka, ohrievač s vodným kúpeľom, svorky, gumená zátka, sklenená trubička v tvare písmena T, plastová hadička, plastová striekačka, tlaková sonda, teplotná sonda, počítač so systémom Coach5, merací panel CoachLabII

Postup:

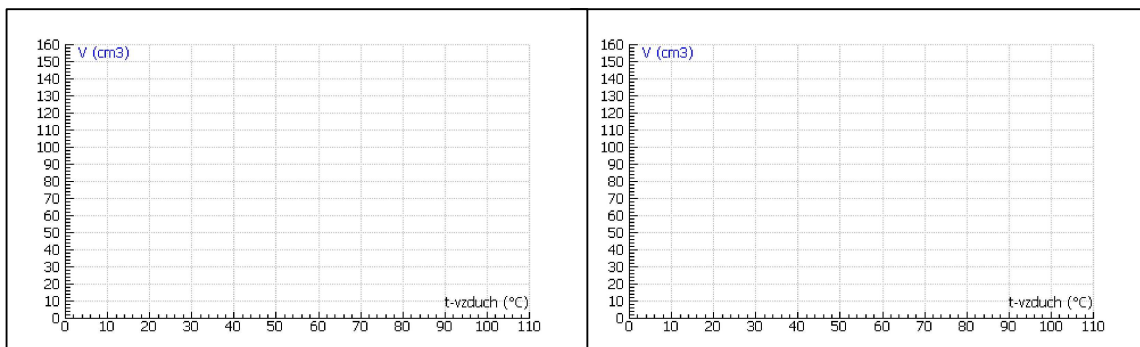
1. Otvorte súbor *Izobarický dej*. Ak súbor pripravený nemáte, otvorte novú úlohu, v ktorej na kanál 1 (resp.3) pripojte sondu tlaku a na kanál 2 (resp.4) teplotnú sondu. Dobu merania nastavte na 10 min. Keďže objem plynu budete zadávať z klávesnice, nastavte typ merania na *Manual* (*Manuálne*) a počet meraní nastavte v ponuke *Number of samples* (*Počet meraní*) napr. na 7. Do jedného z okien môžete zobrazit' hodnoty tlaku v digitálnej podobe pre kontrolu stálej hodnoty tlaku počas merania. Nastavte osi grafov závislosti teploty od času, objemu od času a objemu od teploty.
2. Zostavte experiment podľa zobrazenej schémy (obr.3). Banku so suchým vzduchom ponorte celú až po hrdlo do studenej vody v ohrievači. Pomocou prevrtanej gumenej zátky, sklenenej trubičky v tvare písmena T a krátkej plastovej hadičky ju spojte s tlakovou sondou a plastovou striekačkou. Piest striekačky posuňte tak, aby objem vzduchu v striekačke bol čo najmenší. Spolu s bankou do vody umiestnite aj teplotnú sondu.
3. Stlačením zeleného tlačidla spustíte meranie. Ohrejte vodu v ohrievači o niekoľko stupňov a ohrievač vypnite. Počkajte, kým sa teplota a tlak prestanú meniť. Posuňte piest striekačky tak, aby tlak nadobudol takú hodnotu ako na začiatku merania. Opätovným stlačením zelenej klávesy sa objaví okno, do ktorého prostredníctvom klávesnice zapíšete hodnotu objemu vzduchu. Objem vzduchu získate súčtom objemu vzduchu v striekačke a v sklenenej banke. Hodnoty tlaku, teploty a objemu sa zapisujú do tabuľky. Tento postup opakujte aspoň 5-krát, pokiaľ nedosiahnete maximálne možný objem. Meranie môžete kedykoľvek ukončiť stlačením červeného tlačidla na paneli.

Otázky a úlohy:

1. Do pripraveného grafu $V = f(t)$ zakreslite svoju predpoveď o priebehu sledovanej závislosti.

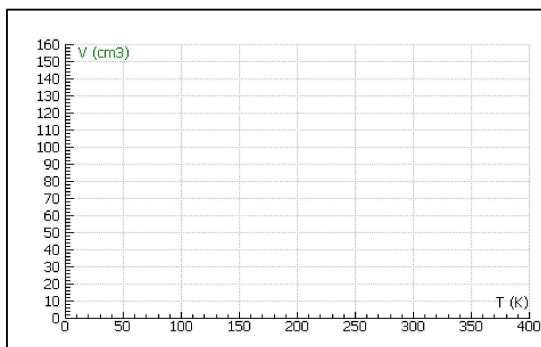
PREDPOVEĎ

VÝSLEDOK



2. Prezrite si výsledok vášho merania. Napíšte, akú závislosť vám pripomína graf $V = f(t)$?
3. Do pripraveného obrázka zakreslite svoju predpoveď o priebehu závislosti $V = f(T)$. Zobrazte závislosť $V = f(T)$.

PREDPOVEĎ



VÝSLEDOK



4. Do pripravenej tabuľky zapíšte hodnoty (V_i, T_i) aspoň pre dve dvojice hodnôt objemu a teploty a vypočítajte hodnoty podielu $\frac{V_i}{T_i}$.

i	$V_i \text{ (cm}^3\text{)}$	$T_i \text{ (K)}$	$\frac{V_i}{T_i} \text{ (}\frac{\text{cm}^3}{\text{K}}\text{)}$
1			
2			
3			
4			
5			

Čo platí pre podiely $\frac{V}{T}$ (približne)? Od čoho závisí veľkosť tohto podielu?

5. Závislosť $V = f(T)$ fitujte vhodne zvolenou funkciou. Zapíšte typ zvolenej funkcie a hodnoty parametrov a, b, \dots

$$f(x) =$$

$$a =$$

6. Ktorú veličinu v našom meraní predstavuje nezávislá premenná x ?

$$x =$$

7. Ktorú veličinu v našom meraní predstavuje závislá premenná $y = f(x)$?

$$y = f(x) =$$

8. Aký je fyzikálny význam parametra a vo funkcii, ktorou ste fitovali nameranú závislosť $V = f(T)$?

$$a =$$

