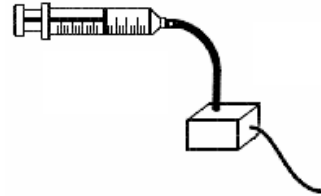


Meno: Škola: Trieda:

1. Izotermický dej v ideálnom plyne

Fyzikálny princíp:

Pri **pomalom** stlačaní 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:

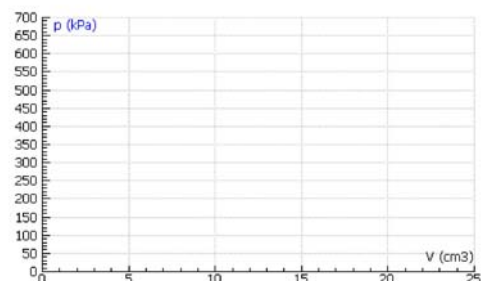
injekčná striekačka, plastová hadička, tlaková sonda, počítač so systémom Coach5, merací panel CoachLabII

Postup:

1. V projekte *Exploring Physics* 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 frekvenciu snímania na *Manual (Vlastné-ručne)* a počet meraní nastavte v ponuke *Number of samples (Počet vzoriek)*, 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 zapíšete 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. 
2. Prezrite si výsledok vášho merania. Napíšte, akú závislosť vám pripomína graf $p = f(V)$?

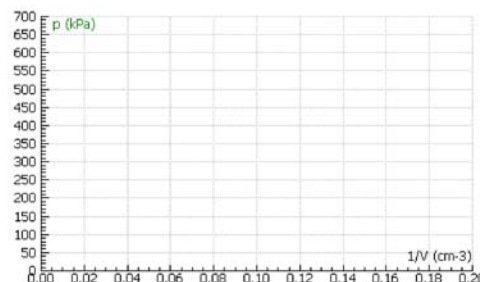


3. Do pripravenej tabuľky zapíšete hodnoty (p_i, V_i) aspoň pre dve dvojice hodnôt tlaku a objemu a vypočítajte hodnoty súčiny $p_i \cdot V_i$.

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 $p = f\left(\frac{1}{V}\right)$. Aká by mala byť táto závislosť? Svoju predpoveď zakreslite.



5. Závislosť $p = f\left(\frac{1}{V}\right)$ fitujte vhodne zvolenou funkciou. Zapište typ vybranej 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 $p = f\left(\frac{1}{V}\right)$?

$$a =$$

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

10. Získané výsledky vytlačte.

2. Izochorický dej v ideálnom plyne

Fyzikálny princíp:

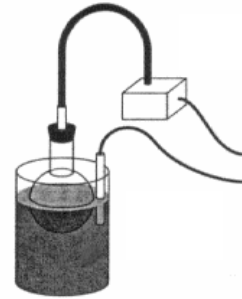
Tlak plynu p pri stálom objeme V sa mení priamo úmerne s jeho termodynamickou teplotou T . Tento dej charakterizuje Charlesov zákon, $\frac{p}{T} = k$ (2), kde k je konštanta.

Ciel':

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



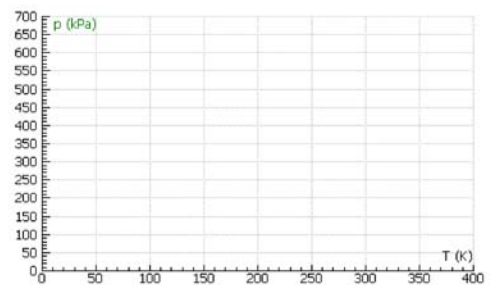
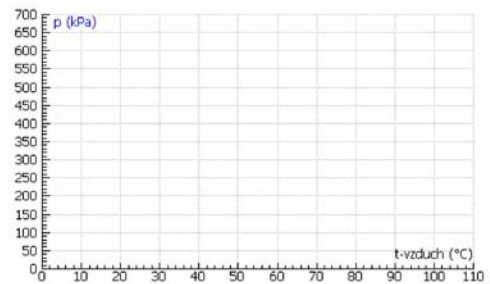
obr. 2 Schéma zostavy experimentu

Postup:

1. V projekte *Exploring Physics* 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.
2. Prezrite si výsledok vášho merania. Napíšte, akú závislosť vám pripomína graf $p = f(t)$?
3. Zobrazte závislosť $p = f(T)$. Do pripraveného grafu $p = f(T)$ zakreslite svoju predpoveď o priebehu sledovanej závislosti.
4. Do pripravenej tabuľky zapíšte hodnoty (p_i, T_i) aspoň pre dve 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. Zapište typ zvolenej funkcie a hodnoty parametrov a, b, \dots 

$$f(x) = \qquad a =$$

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?

10. Získané výsledky vytlačte.

3. Izobarický dej v ideálnom plyne

Fyzikálny princíp:

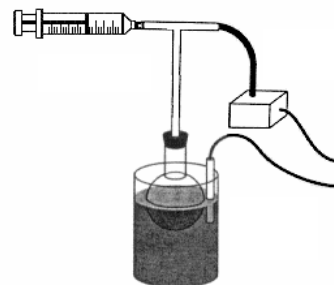
Objem V ideálneho plynu pri stálom tlaku p sa mení priamo úmerne s jeho teplotou T . Tento dej charakterizuje Gay-Lussacov zákon $\frac{V}{T} = k$ (5),

kde k 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. V projekte *Exploring Physics* 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 frekvenciu snímania na *Manual (Vlastné-ručne)* a počet meraní nastavte v ponuke *Number of samples (Počet vzoriek)* 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.

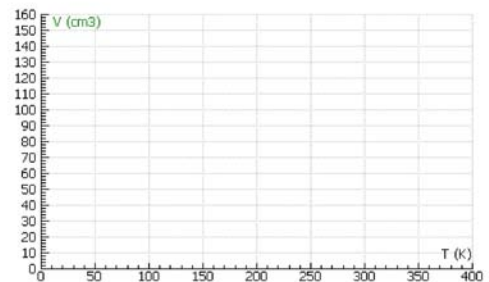
Otázky a úlohy:

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



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


3. Zobrazte závislosť $V = f(T)$. Do pripraveného grafu $V = f(T)$ zakreslite svoju predpoveď o priebehu sledovanej závislosti. 



4. Do pripravenej tabuľky zapíšete 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 (cm ³)	T_i (K)	$\frac{V_i}{T_i}$ ($\frac{cm^3}{K}$)
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. Získané výsledky vytlačte.




Úloha 1(2,3).1: Zvoľte funkciu *Predict (Predpovedať)*, ktorú vyvoláte stlačením pravého tlačidla myši na grafe závislosti $p = f(V)$.

Úloha 1. 4: Kliknite  na **Display Diagram** a zvolte *New diagram (Nový diagram)*. Zadajte názov grafu: $p = f(1/V)$.

Súboru hodnôt *C1* prirad'te *Manual data:V*. Označte *Invisible axis (Neviditeľná os)*.

Súboru hodnôt *C2* prirad'te *Formula (Vzorec)* v tvare: $1/C1$, označte *Horizontal Axis (Horizontálna os)*. Zadajte *Quantity (Veličina): 1/V*, *Unit (jednotka): cm⁻³*, min: 0, max: 0,2.


Súboru hodnôt *C3* prirad'te *Analog In1: Pressure Sensor*, označte *Axis first vertical (Prvá kolmica)*.

Úloha 2. 3: Kliknite na  a zvolte *New diagram (Nový diagram)*. Zadajte názov grafu: $p = f(T)$. Súboru hodnôt *C1* prirad'te *Analog In1: Temperature Sensor*. Zmeňte názov veličiny na *t-vzduch*. Označte *Invisible axis (Neviditeľná os)*.

Súboru hodnôt *C2* prirad'te *Formula (Vzorec)* v tvare: $C1+273.15$, označte *Horizontal Axis (Horizontálna os)*. Zadajte *Quantity (Veličina): T*, *Unit (jednotka): K*, min: 0, max: 400.

Súboru hodnôt *C3* prirad'te *Analog In1: Pressure Sensor*, označte *Axis first vertical (Prvá kolmica)*.

Úloha 1(2,3).5: Zvoľte *Analyse - Function-fit (Analýza-Fit funkcie)*, ktorú vyvoláte stlačením pravého tlačidla myši na grafe. Z ponuky *Function Type (Typ funkcie)* vyberte vhodnú funkciu a kliknite na ikonu *Auto fit*. Opíšte typ funkcie a hodnoty konštánt a, b .

Úloha 3. 3: Kliknite na  a zvolte *New diagram (Nový diagram)*. Zadajte názov grafu: $V = f(T)$. Súboru hodnôt *C1* prirad'te *Analog In1: Temperature Sensor*. Zmeňte názov veličiny na *t-vzduch*. Označte *Invisible axis (Neviditeľná os)*.

Súboru hodnôt *C2* prirad'te *Formula (Vzorec)* v tvare: $C1+273.15$, označte *Horizontal Axis (Horizontálna os)*. Zadajte *Quantity (Veličina): T*, *Unit (jednotka): K*, min: 0, max: 400.

Súboru hodnôt *C3* prirad'te *Manual Data:V*, označte *Axis first vertical (Prvá kolmica)*.