

Úloha o závislosti
tlaku a objemu...

Boylův-Mariottův zákon

Úvod

Snímky a protokoly



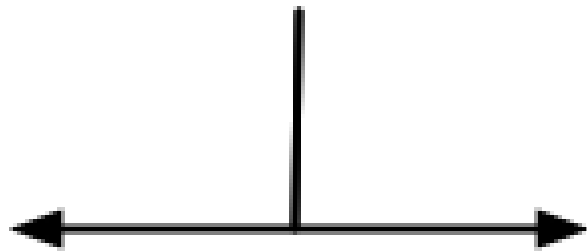
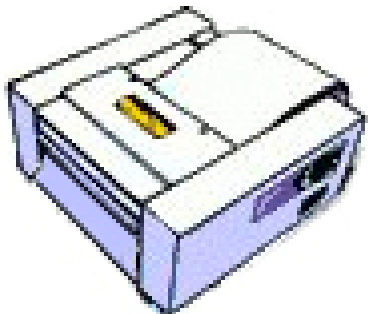
Funkce „Snímek“ slouží k zachycení snímku získaného ve SPARK Science Learning Systemu.




V „Protokolu“ jsou snímky uloženy, mohou být zobrazeny ve SPARK Science Learning Systemu.



Funkce „Sdílení“ slouží k exportu či tisku protokolu, s nímž pracujete.



Tento obrázek  Vám připomene pořízení snímku stránky.

Pozn.: Můžete pořídit např. snímek první stránky, a pak jej použít jako titulní stránku protokolu.

Motivační otázka

Určete vzájemný vztah objemu a tlaku uzavřeného systému (obsahujícího konstantní počet molekul plynu) o konstantní teplotě.

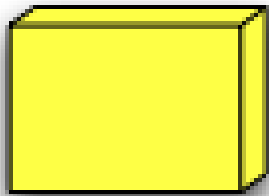


Nafouknutý uzavřený balón obsahuje konstantní počet molekul plynu. Teplota plynu je také konstantní.

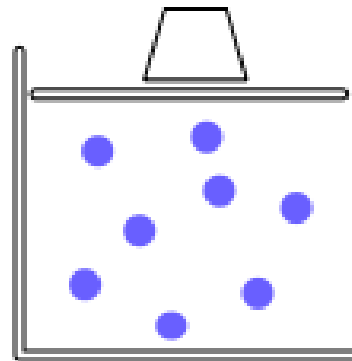
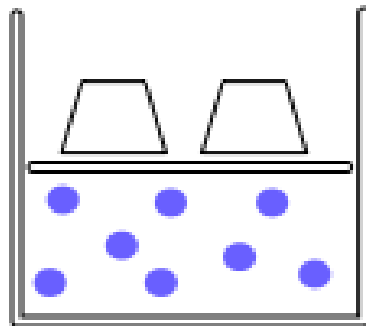
Co se stane s tlakem plynu uvnitř balónu, jestliže zmenšíme jeho objem tím, že si na něj sedneme?

Teoretická příprava

- Pevné látky a kapaliny zabírají stále stejný prostor. Objem plynů se však může měnit.



- Molekuly plynu mohou být stlačeny do menších objemů. Naopak když jsou uvolněny do objemů větších, rozprostřou se a zaplní dostupný prostor.



Kontrolní otázka

1. Molekuly _____ mohou být stlačeny do menších objemů.

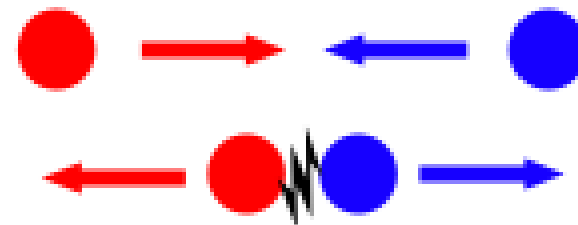
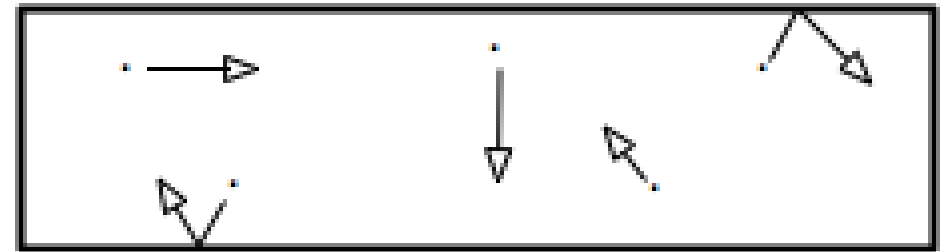
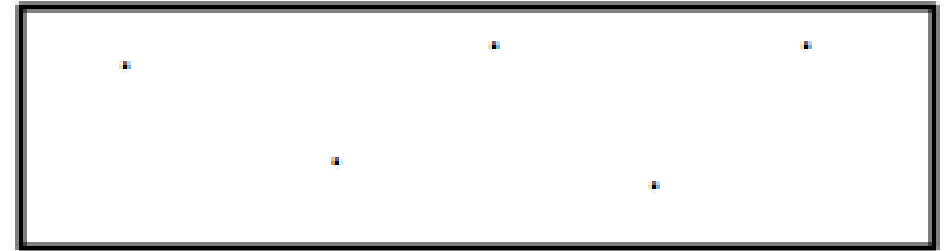
- a) pevných látek
- b) kapalin
- c) plynů
- d) pevných látek, kapalin i plynů

Vyberte, která odpověď je podle Vás správná, a pak pořídte snímek stránky.



...teorie

- Schopnost plynů měnit množství prostoru, který zabírají, je vysvětlena a popsána kinetickou molární teorií plynů.
- Tato teorie pracuje s následujícími představami o plynech:
 - Částice (molekuly) plynu jsou malé kuličky o zanedbatelném (zjednodušeně uvažujeme o nulovém) objemu.
 - Částice plynu se pohybuje přímočaře, dokud její směr nezmění srážka s jinou částicí nebo interakce s povrchem nádoby, v níž je plyn uchováván.
 - Pohyb molekul je náhodný. Jejich srážky jsou pružné (neboť při nich nezískávají ani neztrácejí energii).

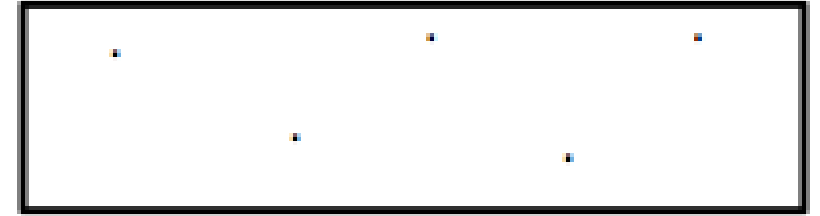


$$KE_i = KE_f$$

Kontrolní otázka

2. Podle kinetické molekulární teorie počítáme s tím, že objem vlastních molekul plynu zabírá _____ objemu nádoby, v níž je plyn uzavřen.

- a) 70%
- b) 50%
- c) 30%
- d) 0%

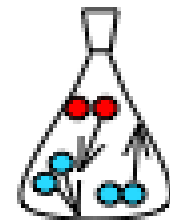
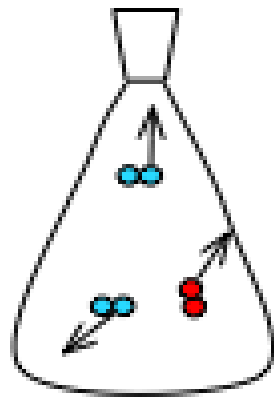
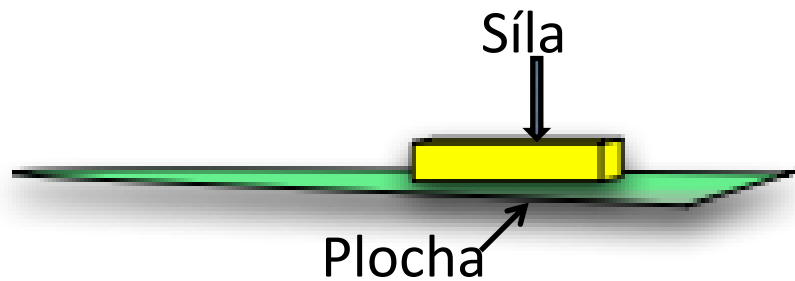


Molekuly plynu

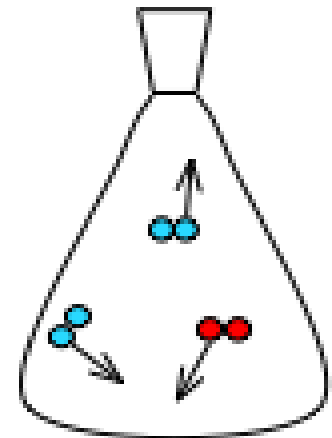


...teorie

- Plyn, který splňuje výše uvedené předpoklady se nazývá **ideálním plynem**. Ačkoli ve skutečnosti žádný plyn není ideální, v mnoha případech se reálné plyny jako ideální chovají.
- Chování ideálního plynu popisuje mnoho zákonitostí, včetně Boylova-Mariottova zákona. Ten popisuje vztah mezi tlakem plynu (p) a objemem (V), který zabírá, při své konstantní teplotě (T).



100 mL



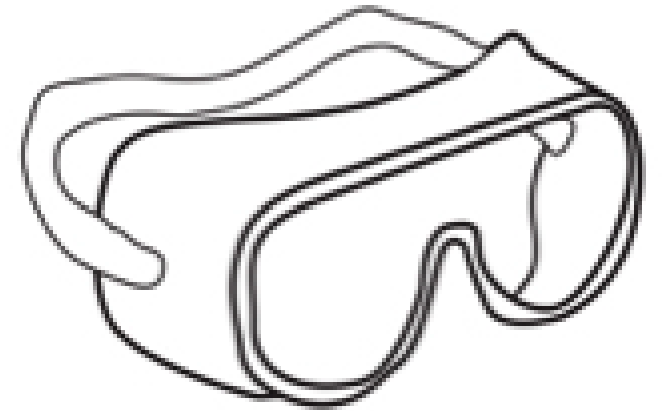
500 mL

Objem je prostor, který daná látka zabírá.

Tlak je vlastně **síla působící na plochu**.
Původci této síly jsou molekuly, jež na plochu stěny narážejí.

Bezpečnost práce:

- Dodržujte všechna bezpečnostní laboratorní nařízení.
- Nesnažte se přetlakovat vzduch ve stříkačce, aby nedošlo ke zranění či zničení laboratorního zařízení.



Výbava a příslušenství:

Před začátkem experimentu si připravte následující věci:

- Senzor na měření absolutní hodnoty tlaku
- Prodlužovací kabel k senzoru
- Stříkačka, 20-ml nebo 60-ml
- Hadička, 1-2 cm
- Rychloupínací spojka
- Glycerin (2-3 kapky)



Správná posloupnost

A. Připojte stříkačku s 20 ml vzduchu na senzor absolutního tlaku.

B. Vypočítejte průměrný tlak při každém z objemů a použij je pro odvození vztahu závislosti mezi p a V .

C. Zaznamenejte absolutní tlak (p) při objemech 20 ml, 18 ml, 16 ml, 14 ml, 12 ml, 10 ml, 8 ml, 6 ml.

D. Pro každý objem naměř tři sady hodnot tlaku.

Činnosti nalevo jsou kroky, které budete v následujícím experimentu provádět. Nejsou však ve správném pořadí. Seřadte je a pak si pořídte snímek této stránky.







Předpověď

01: Co se stane s tlakem vzduchu ve stříkačce, jestliže zmenšíme jeho objem? Nakreslete svůj odhad.*

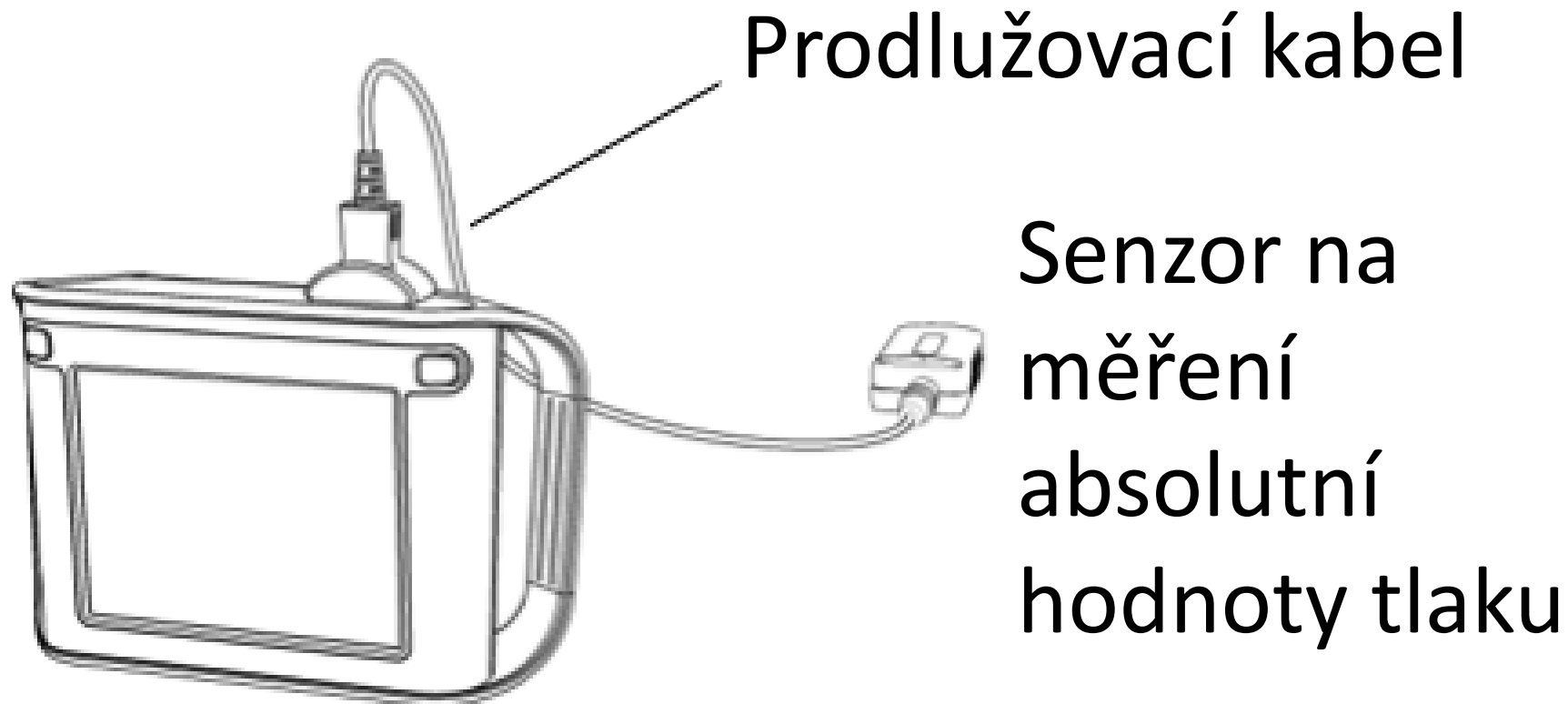


*Jak nakreslit odhad:

1. Zmáčkněte  a otevřete nabídku nástrojů.
2. Stiskněte  a pak prstem nakreslete svou předpověď. Pak stiskněte .
3. Pokud budete chtít obrázek opravit, stiskněte  a tím svou předpověď smažete.

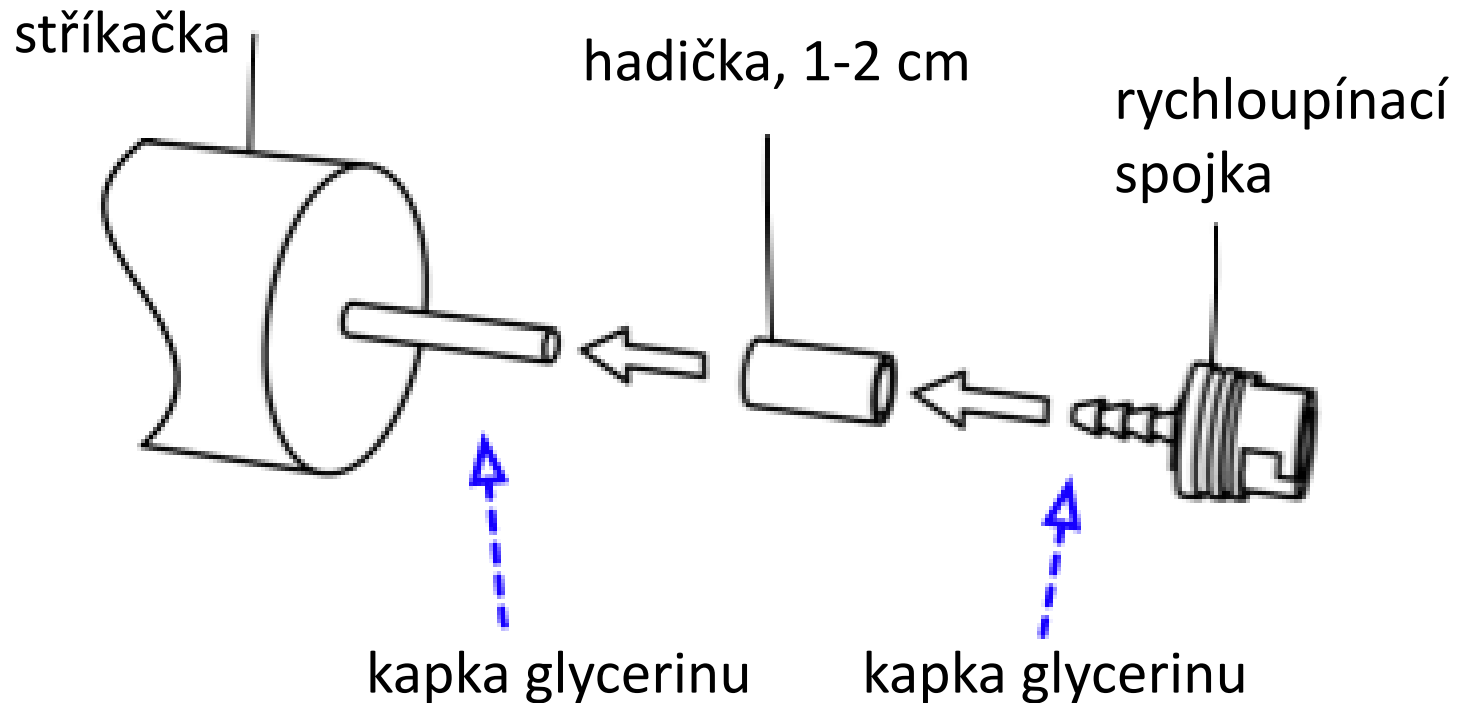
Příprava

1. Připojte senzor na měření absolutní hodnoty tlaku na SPARK Science Learning System pomocí prodlužovacího kabelu.



Příprava

2. Za pomoci hadičky spojte stříkačku a rychloupínací spojku. (Kvůli dokonalé těsnosti je dobré, abyste na oba spojované konce kápily kapku glycerinu.)

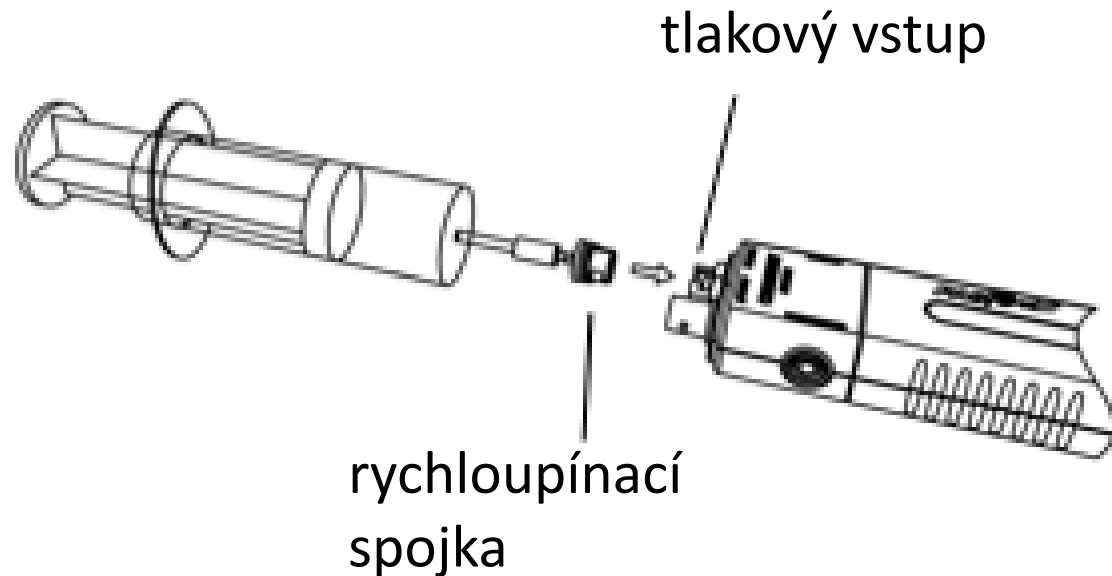


o2: Co je v tomto pokusu nezávislou proměnnou? V jakých jednotkách ji měříme?



Příprava




3. Natáhněte do stříkačky 20 ml vzduchu.
4. Nasadte rychlospojku na tlakový senzor a pootočte s ním ve směru hodinových ručiček (přibližně osminu otáčky), až ucítíte slabé cvaknutí.






o3: Co je v tomto pokusu závislou proměnnou? V jakých jednotkách ji měříme?



Postup

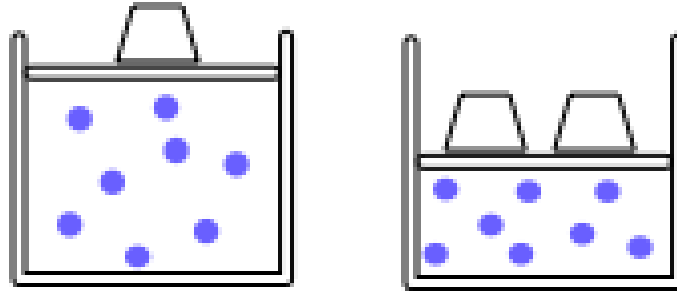
1. Stiskněte  pro začátek sběru dat.
2. Nastavte objem ve stříkačce 20 ml.
3. Až bude tlak stabilizován, stiskněte  pro načtení hodnot.
4. Opakujte kroky 2-3, pro různá nastavení objemů stříkačky 18 ml, 16 ml, 14 ml, 12 ml, 10 ml, 8 ml a 6 ml.
5. Stiskněte  pro ukončení sběru dat.

6. Odpojte stříkačku od tlakového senzoru.
7. Nastavte na ní objem 20 ml a opět ji připojte na senzor.
8. Stiskněte  pro začátek sběru dalšího kola dat.
9. Nastavujte objemy ve stříkačce a vždy po ustálení tlaku stiskněte .
10. Pro ukončení sběru dat stiskněte  .

04: Vysvětlete kdy a proč se stává stlačení pístku stříkačky obtížným.






05: Co je uvnitř stříkačky, co klade odpor stlačování?



06: Proč je důležité sbírat vícrát data z experimentu?



11. Odpojte stříkačku od tlakového senzoru.
12. Nastavte na ní objem 20 ml a opět ji připojte na senzor.
13. Stiskněte  pro začátek sběru třetího kola dat.
14. Nastavujte objemy ve stříkačce a vždy po ustálení tlaku stiskněte .
15. Pro ukončení sběru dat stiskněte  .




Analýza dat

1. Vypočítejte průměrný tlak pro každý objem. Hodnoty vložte do tabulky.*

$$p = \frac{p_1 + p_2 + p_3}{3}$$



***Jak vložit data do tabulky:**

1. Stiskněte  pro otevření panelu nástrojů.
2. Stiskněte  a pak poklepejte na buňku tabulky – podsvítí se žlutě.
3. Stiskněte  a otevřete okno klávesnice.

Analýza dat

2. Popište celkový trend viditelný z grafu. Jakou matematickou funkci zobrazuje závislost mezi tlakem a objemem?



Analýza dat




3. Vypočítejte konstantu "k" pro každé kolo dat. Vložte hodnotu konstanty do tabulky.*

$$p \times V = k$$

Boyle-Marriotův zákon



***Jak vložit data do tabulky:**

1. Stiskněte  pro otevření panelu nástrojů.
2. Stiskněte  a pak poklepejte na buňku tabulky – podsvítí se žlutě.
3. Stiskněte  a otevřete okno klávesnice.

Analýza dat

4. Co konstanta k určuje?
Jaká je její hodnota pro vzduch? Vypočítejte její průměrnou hodnotu z hodnot zjištěných všemi měřeními.





Analýza dat

5. Proložte získané hodnoty (přímkové proložení - linear fit) konstanty "k" v závislosti na objemu.*

***Jak prokládat:**



1. Stiskněte  a otevřete paletu nástrojů.
2. Stiskněte  a otevřete prokládací okno.
3. Zvolte název (typ) křivky, kterou chcete pro proložení použít.

Analýza dat

6. Graf na předchozí stránce ukazuje závislost konstanty "k" na objemu. Uvědomte si, že v případě ideálního plynu je hodnota této konstanty stejná pro všechny objemy. Může být vzduch využitý v tomto pokusu považován za ideální plyn pro všechny objemy? Vysvětlete proč (a kdy) ano a proč (a kdy) ne.



Analýza

1. Jsou tlak a objem navzájem přímo nebo nepřímo úměrné?
Dokážete to na základě výsledků předchozí laboratorní práce?



Analýza


2a. V jaké oblasti závislosti tlaku a objemu se vzduch chová jako ideální a v jaké jako reálný plyn?

2b. Jaký je rozdíl mezi ideálním a reálným plynem?



Analýza

3. Vypočítejte tlak ve stříkačce, pokud zmenšíte její objem z 20 ml na 15 ml. Vypočtenou hodnotu srovnejte s hodnotou, která by odpovídala grafu, který jste dříve naměřili.

Pozn.: Stiskněte  a nahlédněte do svých záznamů, ve kterých jsou hodnoty z předchozích měření.



Shrnutí

1. Vysvětlete, jak je možné, že Boylův-Mariottův zákon můžeme zapsat jak ve tvaru $pV = k$ tak i ve tvaru $p_1V_1 = p_2V_2$.



Shrnutí

2. Balón naplněný heliem je vypuštěn do atmosféry. Čím výše stoupá, tím se nachází v nižším atmosférickém tlaku.

Jak se podle Vás bude měnit objem balónu? Proč?



Shrnutí

3. Jak bychom mohli změnit podmínky experimentu, abychom dostali výsledky více podobné chování ideálního plynu?



Shrnutí

4. V pístu, obsahujícím 250 ml plynu je tlak 350 kPa.
Jak se změní tlak plynu, stlačíme-li jeho objem na 45 ml?

Nápověda: Použijte vztah $p_1V_1 = p_2V_2$.

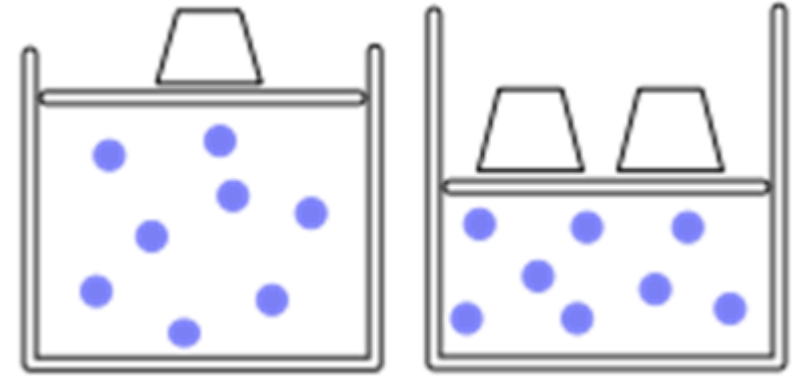


Kontrolní otázka

1. Při pokojové teplotě se vzduch chová jako ideální plyn za

_____.

- a) nízkého tlaku
- b) vysokého tlaku
- c) všech tlaků
- d) vzduch se nikdy ideálně nechová



Kontrolní otázka

2. Co se stane, jestliže se objem plynu zmenší?
- a) zmenší se množství plynu
 - b) poklesne
 - c) vzroste tlak plynu
 - d) poklesne tlak plynu



Kontrolní otázka

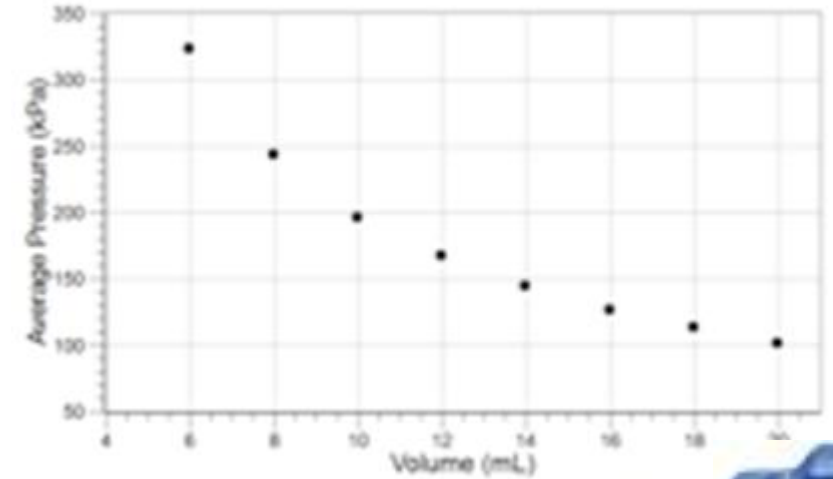
3. Za konstantní teploty je závislost objemu, který plyn zabírá (V), a jeho tlaku (p) vyjádřena vztahem_____.

a) $V = (\text{konstanta})P$

b) $P = (\text{konstanta})V$

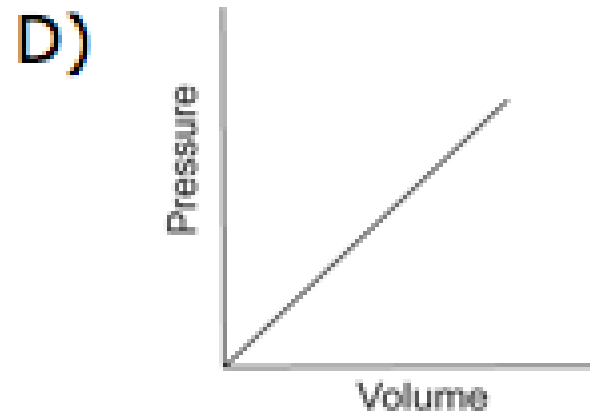
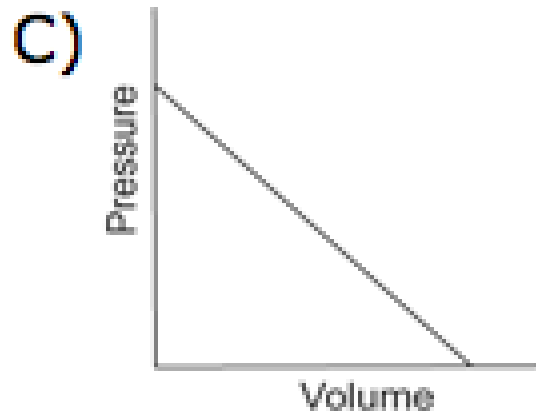
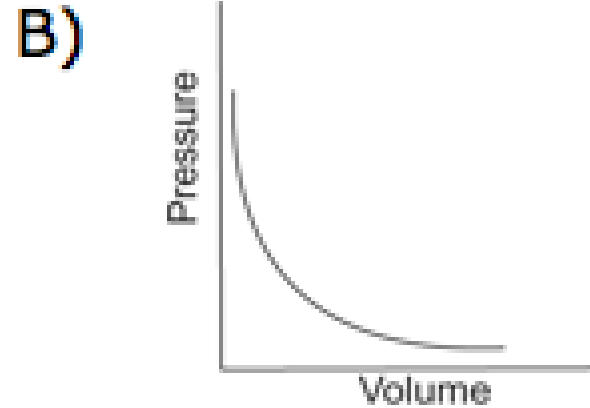
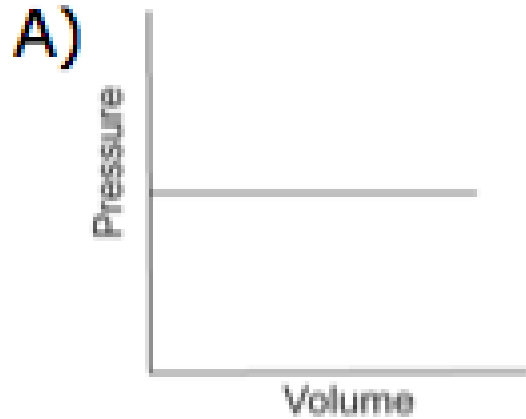
c) $PV = \text{konstanta}$

d) $V/P = \text{konstanta}$



Multiple Choice

4. Který graf ukazuje vztah mezi tlakem a objemem dusíku za konstantní teploty?



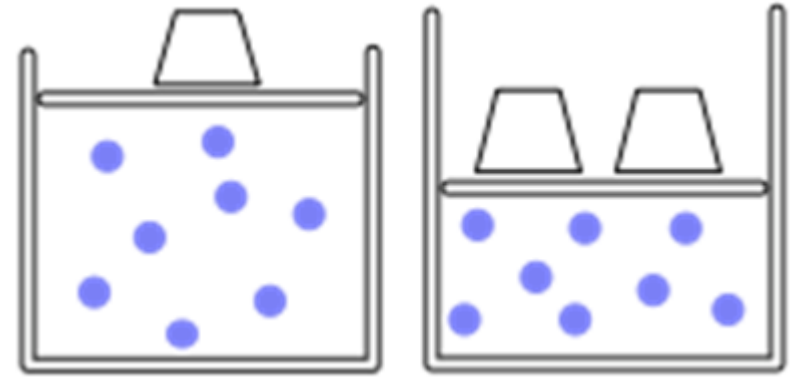
Vypařování
tekutého dusíku



Kontrolní otázka

5. Plyn, obsažený v třílitrové nádobě, má tlak 120 kPa. Do jakého objemu bychom jej museli přečerpat, abychom dosáhli tlaku 240 kPa?

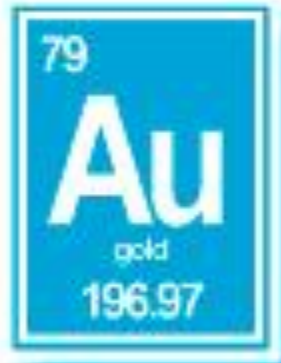
- a) 1.5 L
- b) 3.0 L
- c) 4.5 L
- d) 6.0 L



Blahopřejeme!

Dokončili jste laboratorní cvičení.

Prosím následujte učitelových



Odkazy

1. BOYLE'S LAW DIAGRAM: http://commons.wikimedia.org/wiki/Image:Boyles_Law_animated.gif
2. YOGA LADY <http://www.freeclipartnow.com/recreation/sports/fitness/yoga.jpg.html>
3. PURPLE BALLOON <http://www.freeclipartnow.com/recreation/partying/balloon-purple-aj.jpg.html>
4. HOT AIR BALLOON: <http://www.openstockphotography.org/image-licensing/balloon/Hotairballoon-stockholm.jpg>