

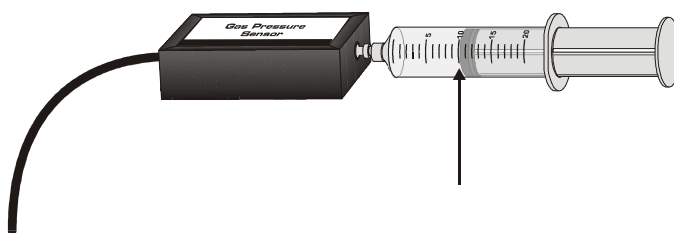
Boyle'i seadus: Rõhu-ruumala suhe gaasis

Peamine katse eesmärk on määrata kindlaks rõhu ja ruumala suhe gaasis. Gaas, mida me kasutame on õhk ning see asub süstlas, mis on ühendatud gaasi rõhu sensoriga (vt joonis 1). Kui muuta mahtu süstlas liigutades kolbi, muutub gaasi surve. Seda surve muutust jälgitakse kasutades gaasi rõhu sensorit. Eeldatakse, et temperatuur on konstantne kogu katse jooksul. Antud katse käigus kogutakse rõhu ja ruumala andmete paare ja seejärel neid analüüsitakse. Saadakse andmed ja graafik, millelt peaks olema võimalik kindlaks määrata, milline matemaatiline seos on gaasi rõhu ja ruumala vahel. Ajalooliselt avastati see suhe Robert Boyle'i poolt aastal 1662 ja seda tuntakse Boyle'i seadusena.

KATSE SISU

Selles katses

- Kasutate gaasi rõhu sensorit ja süstalt, et mõõta õhuproovi rõhku mitmel eri ruumalal.
- määrate kindlaks suhte rõhu ja gaasi ruumala vahel.
- Kirjeldate seost gaasi rõhu ja ruumala vahel matemaatilise võrrandi alusel.
- Kasutades tulemusi ennustate rõhku teistel ruumala väärtustel.



Joonis 1

MATERIALID

Arvuti
LabQuest
LoggerPro

Gaasi rõhu sensor
20 mL gaasisüstal

PROTSEDUUR

1. Gaasi rõhu sensori ja süstla ettevalmistamine.
 - a. Ühendage gaasi rõhu sensor LabQuesti pesasse Channel 1.
 - b. Liigutage süstla kolb 10.0 mL märgini.
 - c. Ühendage süstal gaasi rõhu sensoriga.
2. Valmistage arvuti ette avades Logger Pro faili "06 Boyle's Law". Selle leiate faili menüüst avades *Chemistry with Vernier*.
3. Et eksperiment oleks täpne peame arvestama õhu ruumalaks mitte ainult süstla 10 ml vaid ka gaasi rõhu sensori sees oleva õhu ruumala. See on 0,8ml.
4. Vajutage **Collect** alustamaks andmete kogumist.

Computer 6

5. Koguge paarid rõhk vs. maht. Üks õpilane võiks tegeleda arvuti ja teine süstlaga.
- a. Liigutage süstla kolbi(see Figure 2) märgini 5.0 mL. Hoidke kolbi seal kuni lugem arvutis stabiliseerub.

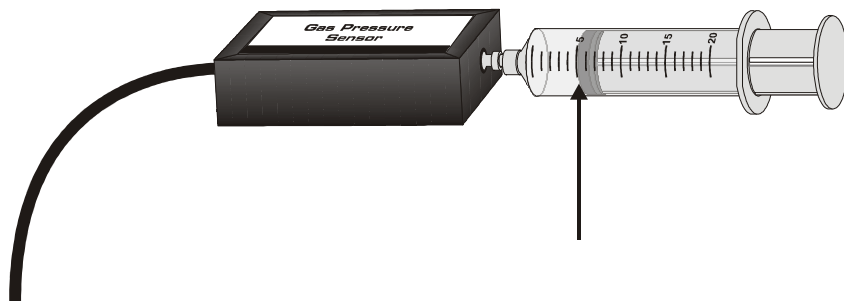


Figure 2

- b. Seejärel vajutage . (Nüüd võib süstla kolvi lahti lasta.) Trükkige gaasi ruumala (antud juhul 5.8 mL) avanenud aknasse. Nagu mäletate tuli konstant 0.8 mL lisada ruumalale süstla skaalal. Vajutage ENTER andmetepaari salvestamiseks.
- c. Valige kolvi uueks asendiks 7.0 mL. Kui lugem on stabiliseerunud, vajutage ja sisestage ruumala 7.8 mL.
- d. Korrake protseduuri mahtude 9.0, 11.0, 13.0, 15.0, 17.0 ja 19.0 mL jaoks.
- e. Vajutage andmete kogumise lõpetamiseks.
6. Mõõtmiste andmed on salvestunud tabelisse.
7. Vaadeldge graafikut rõhk vs. maht. Vaadeldes graafikut arvake mis matemaatilise funktsiooniga on tegemist. Kas suhe on võrdeline või pöördvõrdeline. Et teada saada kas Teie oletus on õige:
- a. Vajutage Curve Fit nuppu, .
- b. Valige Variable Power ($y = Ax^n$) nimekirjast alt vasakult. Sisestage n , (nt, sisestage 1 kui võrdeline funktsioon, -1 kui pöördvõrdeline funktsioon). Vajutage .
- c. Graafikule kuvatakse funktsioon. Kui tegite õige valikud, peaks funktsioon kattuma graafiku joonega. Kui kattumist pole, proovige muud eksponent funktsiooni ja vajutage uuesti. Kui funktsioon kattub kenasti graafikuga, vajutage .
8. Olles leidnud sobiva funktsiooni rõhu – mahu sõltuvusele, trükkige see välja.
9. Kui funktsioon on kuvatud koos graafikuga, liigume edasi andmete töötamise juurde.

ANDMED JA ARVUTUSED

| Maht (mL) | Rõhk (kPa) | Konstant, k (P/V or $P \cdot V$) |
|-----------|------------|----------------------------------------|
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |

| | | |
|--|--|--|
| | | |
| | | |
| | | |


ANDMETE TÖÖTLUS

1. Kui kõige sobivam kõver on veel kuvatud, valige Interpolate Analyze menüüst. Graafikule ilmub vertikaalne kursor. Kursori asukoha mahu ja rõhu koordinaadid kuvatakse ilmunud kastis. Viige kursor mööda regressioonisirget kuni mahu väärtus on 5,0 ml. Pange tähele vastava rõhu väärtust. Nüüd liigutage kursorit kuni mahu väärtus on kahekordistunud (10,0 ml). Mis rõhku näitavad Teie andmed kui maht on kahekordistunud? Näidake rõhu väärtused oma vastuses.
2. Kasutades sama tehnikat nagu esimeses küsimuses, uurige mida näitavad rõhu andmed kui maht on vähenenud väärtuselt 20,0 ml väärtuseni 10,0 ml? Näidake rõhu väärtused oma vastuses.
3. Kasutades sama tehnikat nagu esimeses küsimuses, uurige mida näitavad rõhu andmed kui maht on kolmekordistunud väärtuselt 5,0 ml väärtuseni 15,0 ml? Näidake rõhu väärtused oma vastuses.
4. Teie vastustest kolmele esimesele küsimusele ja kõvera kujust lähtudes, kas seos rõhu ja ruumala vahel võrdeline või pöördvõrdeline? Selgitage oma vastust.
5. Arvestades teie andmeid, milline oleks oodatav rõhk mahu 40,0 ml puhul? Selgita või toeta oma vastust katsega.
6. Arvestades teie andmeid, milline oleks oodatav rõhk mahu 2,5 ml puhul? Selgita või toeta oma vastust katsega.
7. Millised tegurid peaksid katse käigus olema konstantsed?
8. Üks võimalus teha kindlaks, kas suhe on pöördvõrdeline või otsene, on leida andmete põhjal proportsionaalsuse konstant k . Kui see seos on otsene siis $k = P / V$. Kui see on pöördvõrdeline siis $k = P \cdot V$. Arvestades teie küsimuse 4 vastust, kasutage neid valemeid ja arvutage k seitsme andmepaari jaoks teie andmetetabelis (jagada või korrutada P ja V väärtused).
9. Kui lähedased olid k väärtused küsimuse 8 vastuse tabelis? Andmetes võivad olla mõned väikesed erinevused, kuid k väärtused peaksid olema suhteliselt konstantsed.
10. Kasutades P , V ja k , kirjutage Boyle seaduse võrrand. Kirjutage lause, mis väljendaks Boyle'i seadust.

LISA

1. Kinnitamaks rõhu ja ruumala suhet saab joonestada rõhu ja mahu pöördväärtuse graafiku. Selleks saab kasutada Logger Pro – on vaja luua uus andmete tulp mis kasutab olemasolevaid ruumala andmeid.
 - a. Eemalda Curve Fit aken klikkides selle ülemises vasakus nurgas.
 - b. Vali Data menüüst New Calculated Column.
 - c. Nimeks sisesta "1/Volume", lühinimeks "1 / V" ja ühikuks "1/ml". Sisestage tulba valem (1/volume) Equation kasti. Selleks kirjuta "1" ja "/". Seejärel vali "Volume" muutujate loendist. Nüüd kuvatakse: 1 / "Volume". Vajuta .

Computer 6

- d. Vajuta horisontaaltelje nimel, valige “1/Volume” telje nimeks.
2. Otsustage kas suhe on võrdeline või pöördvõrdeline.
- Vajutage Curve Fit nuppu, .
 - Valige Variable Power ($y = Ax^n$) nimekirjast alt vasakult. Sisestage n , (nt, sisestage **1** kui funktsioon, **-1** kui pöördfunktsioon). Vajutage .
 - Graafikule kuvatakse funktsioon. Kui tegite õige valikud, peaks funktsioon kattuma graafiku joonega. Kui kattumist pole, proovige muud eksponent funktsiooni ja vajutage uuesti. Kui funktsioon kattub kenasti graafikuga, vajutage .
3. Kui suhe P ja V vahel on pöördvõrdeline, on graafik P vs. $1/V$ sirge joon. Kas Teie graafiku puhul on see nii?
4. Printige graafik välja.