

Nom de l'étudiant
Étudiant

RAPPORT LABORATOIRE
Vérification de la loi de Boyle

Travail soumis à Nom du TA
CHM 1711 section A02

Université d'Ottawa
21 septembre 2017

Expérience 1- Vérification de la loi de Boyle

Introduction :

Les gaz se distinguent par leurs capacités d'avoir différentes formes et leurs volumes variables. Ceux-ci ont la faculté d'occuper l'entièreté du volume leur étant alloué. ¹ Les gaz parfaits sont des gaz dont les particules ne se collent ni s'attirent. Ils ne font qu'entrer en collision, ainsi ils ont alors un volume pratiquement nul. Les gaz parfaits décrivent la relation entre la pression P , le volume V , la température T et la quantité de matière n . Cette relation se décrit par la formule suivante:

$$PV = nRT$$

Il doit être souligné que dans la réalité, les gaz ne respectent pas toutes les limites des gaz parfaits. Donc, cette équation représente une limite. Les gaz réels ne répondent pas au critère des gaz parfait. Au besoin de cette expérience il est sous-entendu qu'ils obéissent aux mêmes critères.

C'est d'ailleurs grâce à la formule ci-haut ($PV=nRT$) et à l'équation linéaire ($y=mx$) qu'on peut calculer la constante de pression/volume. Par la suite, il est possible de calculer la valeur expérimentale, ce qui donne une idée de l'exactitude des résultats. Puis, afin d'obtenir le pourcentage d'erreur lors de l'expérience, nous prenons la formule ci-dessous.

$$\frac{\text{valeur expérimentale} - \text{valeur réelle}}{\text{valeur réelle}} \times 100\%$$

Suite à la découverte de deux chercheurs portant sur les gaz, presque simultanément, on nomme cette théorie Boyle-Mariotte. Pour les besoins du cours, nous parlerons de la théorie de Boyle, qui exprime qu'«à température constante, le volume V d'une quantité donnée de gaz est inversement proportionnelle à la pression P .» ² En autres mots, lorsque le volume augmente, la pression diminue et vice-versa. Celle-ci est donc inversement proportionnelle au volume. Toutefois, il est important de

¹ FAUDET, Henrie, *Principes fondamentaux du génie des procédés et de la technologie chimique* (2^e Éd.),

² St-Amant, J-F, CHM1963, Module 4 - les gaz[Présentation PowerPoint], 2017, Récupéré dans l'environnement StudiUM.

noter que la température doit rester constante. Ainsi, il est possible d'affirmer que $V \propto \frac{1}{P}$. Une constante peut donc, être exprimé suite à cette dernière équation :

$V = k_1 \frac{1}{P}$ ³ est égale $V \times P = K$ (Formule utilisée lors des calculs présentés plus bas)

La variable **dépendante** lors de cette expérience sera la pression (kPa) puisqu'elle variera en conséquence du volume de gaz déterminé. Les données obtenues pour la pression dépendent des variations appliquées sur le volume.

La variable **indépendante** sera alors le volume puisque ces données peuvent être déterminées indépendamment de la pression.

Problème : Valider la Loi de Boyle qui décrit la variation du volume d'un gaz en relation avec la pression.

Procédure: Ci-jointe en Annexe- 1

Observations, données & résultats

Il est possible d'observer sur le graphique une courbe inversement proportionnelle qui aurait dû en temps normal être suivie par les données dans une expérience sans influence d'éléments extérieurs.

REMARQUE: 1- Le tableau 2 n'entre pas dans la discussion puisqu'il contient des données erronées dues à une mauvaise procédure d'exécution lors de l'expérience. De plus, la pression varie sans cesse donc les données n'ont pu être tout à fait exactes.
2- La lecture des données relative à la pression n'était pas précise puisque celles-ci divergeaient de quelques millièmes de kPa constamment.

³ Ibid

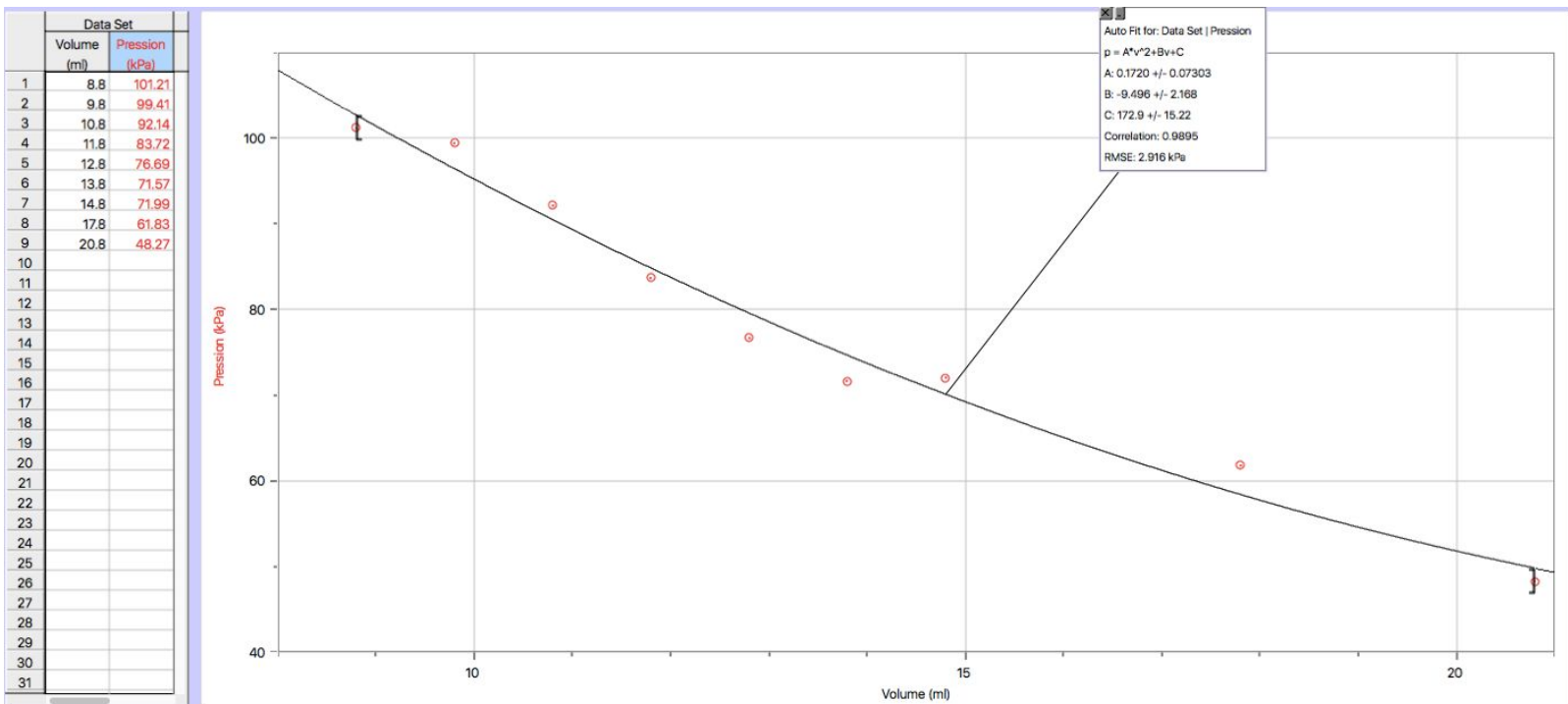
Tableau 1- Données expérimentales

	Volume (ml)	Pression (kPa)
Valeur initial #1	8,80	101,21
	9,80	99,41
	10,80	92,14
	11,80	83,72
	12,80	76,69
	13,80	71,57
	14,80	71,99
	17,80	61,83
	20,80	48,27
Valeur initial #2	8,80	115,06

Tableau 2- Données expérimentales erronées

Volume (ml)	Pression (kPa)
10,80	101,14
9,80	117,04
8,80	125,57
7,80	143,28
6,80	129,41
5,80	130,95
4,80	129,45

Graphique 1- Variation de la pression en fonction du volume donné



$$P_1 V_1 = P_2 V_2$$

$$PV = k \text{ (T}^\circ \text{ et n constante)}$$

Température = Constante

- a) $P_1 V_1 = k = (8,80 \text{ ml} \times 101,21 \text{ kPa}) = 890,648$
- b) $P_2 V_2 = k = (9,80 \text{ ml} \times 99,41 \text{ kPa}) = 974,218$
- c) $P_3 V_3 = k = (10,80 \text{ ml} \times 92,14 \text{ kPa}) = 995,112$
- d) $P_4 V_4 = k = (11,80 \text{ ml} \times 83,72 \text{ kPa}) = 1087,252$
- e) $P_5 V_5 = k = (12,80 \text{ ml} \times 76,69 \text{ kPa}) = 981,632$
- f) $P_6 V_6 = k = (13,80 \text{ ml} \times 71,57 \text{ kPa}) = 987,666$
- g) $P_7 V_7 = k = (14,80 \text{ ml} \times 71,99 \text{ kPa}) = 1065,452$
- h) $P_8 V_8 = k = (17,80 \text{ ml} \times 61,83 \text{ kPa}) = 1100,574$
- i) $P_9 V_9 = k = (20,80 \text{ ml} \times 48,27 \text{ kPa}) = 1004,016$

j) Constante Moyenne : $(890,648 + 974,218 + 995,112 + 1087,252 + 981,632 + 987,666 + 1065,452 + 1100,574 + 1004,016) / 9 = \mathbf{1009,6189}$

k)

$P_2 =$ Pression finale

$P_1 =$ Pression initiale

$V_1 =$ Volume initial

$V_2 =$ Volume final

$$P_2 = \frac{P_1 V_1}{V_2}$$

$$P_2 = \frac{101,21 \times 8,80}{14,80} = 60,1789$$

1. Calcul de la valeur expérimentale

$$P_2 = \frac{P_1 V_1}{V_2}$$

$$P_2 = \frac{101.21 \times 8.8}{9.8}$$

$$P_2 = 90.88 \text{ kPa}$$

2. Calcul de la constante

$$PV = nRT \quad y = mx$$

$$P = nRT(V)$$

Corrélation entre les 2 équations: $y = Px = Vm = nRT$

$$m = \frac{P_2 - P_1}{V_2 - V_1} = \frac{99.41 - 101.21}{9.8 - 8.8} = -1.8 \text{ kPa/mL}$$

$$V_2 - V_1 \quad 9.8-8.8$$

3. Pourcentage d'erreur

$$\% \text{ d'erreur} : \frac{P_2 - \text{valeur réelle}}{\text{valeur réelle}} \times 100\% =$$

$$\% \text{ d'erreur} : \frac{90.88 - 99.41}{99.41} \times 100\% = - 8.58 \%$$

Discussion :

Le but principal de ce laboratoire visait à vérifier la loi de Boyle. Pour démontrer cela, une constante a donc dû être calculée. La constante de la loi de Boyle pour ce laboratoire fut déterminée à l'aide de la formule $PV=k$, soit k la constante. Toutes les paires de données soit la pression multipliée par le volume nous donnent une constante. Cette constante aurait dû être analogue pour chacun des calculs. Malheureusement, notre expérience n'a pas bien fonctionné dû à plusieurs raisons expliquées plus bas. Donc, afin d'avoir une meilleure idée de la constante que nous aurions dû avoir, nous avons fait une moyenne. Nous arrivons donc avec une constante moyenne de 1009.62 kPa.

La loi de Boyle stipule que le volume est inversement proportionnel à la pression. Ce qui veut dire que n'importe laquelle des valeurs de P et V multiplié ensemble devrait toujours donner la même constante et donc $P_1V_1=P_2V_2$. En considérant que la température ainsi que le nombre de moles soient constants, la loi de Boyle devrait s'appliquer. Par conséquent, lors de cette expérience la loi de Boyle n'a pas pu être validée puisque des conditions extérieures ont grandement influencé la constante qui s'avéra alors imprécise. Et donc, la pression n'était pas inversement proportionnelle au volume lors de ce laboratoire comme le démontre le calcul k) ci-dessus. Le résultat expérimental ne concorde point avec les résultats réels obtenus lors de l'expérience.

En ce qui concerne le calcul du pourcentage d'erreur, les deux équations $PV=nRT$ et $y=mx$ nous ont permis d'arriver à la conclusion que notre valeur réelle n'était pas correcte. Nous pouvons donc affirmer que le pourcentage d'erreur de - 8.58% est

trop élevé comparativement à ce qu'un pourcentage d'erreur pourrait être dit raisonnable.

Outre que le volume et la pression, deux autres variables sont impliquées dans la loi de Boyle, c'est-à-dire le nombre de moles et la température. Ces deux dernières doivent être, dans un monde idéal, constantes. Dans notre expérience, elles n'ont pas été vérifiées, donc il peut s'agir d'une autre cause de la fausseté de nos résultats.

D'autre part, deux mesures de la valeur initiale furent prises en note. La première valeur initiale, soit le volume initial de 8.80mL, fut gardée puisque les conditions entourant le deuxième volume initial étaient différentes, ce qui a affecté la pression. Cela peut être expliqué par la loi de Boyle. Celle-ci stipule que la diminution du volume entraîne l'augmentation de la pression.⁴ En premier lieu, le volume initial n'a pas pu être influencé par d'autres actions puisqu'il fut pris au début de l'expérience. Par conséquent, le volume initial 2 (8,80mL) fut pris à la toute fin de l'expérience. Tandis que le dernier volume, soit 20,8, précédait le volume initial 2. Dans un environnement idéal, la pression du volume initial 2 aurait dû être la même.

Il est important de prendre plusieurs mesures d'une variable dépendante pour la même valeur de la variable indépendante afin de valider la précision de la prise de donnée. Aussi, des erreurs humaines peuvent affecter la prise de données et donc une deuxième et même troisième prise de donnée peut confirmer ou infirmer la validité des données.

Lors de ce laboratoire, plusieurs sources d'erreurs sont à prendre en considération. La majorité des données furent affectées par ces facteurs extérieurs telle une mauvaise utilisation de la sonde à gaz qui a pu être mal branchée. Cela a peut-être engendré une lecture incorrecte des données. De plus, il y a une possibilité d'avoir utilisé une sonde défectueuse au départ puisque la corrélation des données est médiocre. Ensuite, lors de la prise de résultats, la pression ne restait jamais stable, elle changeait constamment de quelques millièmes de kPa. Un autre facteur est la température qui est assumée comme étant constante. Par conséquent, aucune prise de donnée concernant la température ne fut recueillie. Une fissure au niveau de la sonde aurait pu engendrer une variation de pression. Pour finir, les erreurs humaines peuvent

⁴ Janvier 1999. Adaptation d'extraits tirés du guide d'apprentissage *Étude des gaz*, SOFAD.
http://cours1.sofad.qc.ca/ressources/fichiers/pestsfu_etude_gaz.pdf

aussi entrer en considération puisque la seringue devait être retenue par l'étudiant lorsque la pression était trop forte pour que la seringue reste en place. L'étudiant pouvait trembler et donc compromettre la précision du volume.

Conclusion :

En conclusion, suite à nos calculs, nous avons fait une moyenne des constantes étant donné que nos données sont erronées. Nous avons donc déterminé la constante de Boyle qui est de 1009.62 kPa. Nous sommes conscientes que la relation entre le volume et la pression aurait dû être inversement proportionnelle, ce qui nous aurait donné une courbe sur le graphique.

BIBLIOGRAPHIE

i) Site internet consultés

SOFAD, «Étude des gaz», 1999, [En ligne],
[http://cours1.sofad.qc.ca/ressources/fichiers/pestsfu_etude_gaz.pdf], (consulté le 18 septembre)

ii) Note de cours consultés

ST-AMANT, J-F, CHM1963, Module 4 - les gaz [Présentation PowerPoint], 2017, Récupéré dans l'environnement StudiUM.

iii) Livres et ouvrages en ligne

FAUDET, Henrie, «Principes fondamentaux du génie des procédés et de la technologie chimique (2^e Éd.)»,
[https://books.google.ca/books?id=OV6vAgAAQBAJ&pg=PA147&dq=loi+de+boyle&hl=en&sa=X&ved=0ahUKEwjwscm5tLLWAhXi5oMKHV_3DskQ6AEIVjAl#v=onepage&q=loi%20de%20boyle&f=false] (consulté le 19 septembre)

FOSSET, BAUDIN, LAHITÈTE, «Chimie tout-en-un MPSI-PTSI - 3e éd», août 2016,
[https://books.google.ca/books?id=efDiDAAAQBAJ&pg=PA4&dq=les+gaz+parfaits&hl=en&sa=X&ved=0ahUKEwj_-6H1v7LWAhVo64MKHULfAIIQ6AEIVjAG#v=onepage&q=les%20gaz%20parfaits&f=false] (consulté le 19 septembre)

Procédure:

1. Préparer la sonde de pression & la brancher au *LabQuest2*.
2. Déterminer le volume initial et ajouter 0.8mL (marge d'erreur de la sonde).
3. Attacher la seringue à la sonde de pression.
4. Prise des données de la pression affichées sur la *LabQuest2* selon le volume initial.
5. Modifier le volume et noter le changement de pression et répéter cette étape 6 à 8 fois.
6. Ranger le matériel et nettoyer le poste de travail.

Variable indépendante Variable dépendante (m)
Volume (ml) (x) pression (kPa)

10,80	100,42
9,80	115,39

Volume (ml) pression (kPa)

10,80	101,14
9,80	117,04
8,80	125,57
7,80	143,28
6,80	129,41
5,80	130,95
4,80	129,45

24

Volume (ml) pression (kPa)

① Volume initial 8,80	101,21
9,80	99,41
10,80	92,14
11,80	83,72
12,80	76,69
13,80	71,57
14,80	71,99
17,80	61,83
20,80	48,27
② Volume initial 8,80	115,06

On prend le volume puisque les conditions entourant le volume étaient différentes ce qui a affecté la pression

Procédure « La vapeur des brouillard ne voile point les cieux » 14 sept. 2017

Expérience :

1) Préparer la sonde de pression des gaz + un échantillon d'air

a) sonde de pression reliée au LabQuest 2

Allumez LabQuest :

Nouveau du menu Fichier T gauche ? ATM

Sonde de pression : variables considérées à choisir : Pression
Unités qui serviront à mesurer variable? Volume

↳ :

GA

b) Pousser injecteur de seringue : choisir volume initial

o Décidez partie d'injecteur à aligner avec marque de volume.

o m̄ m̄thodes pour toute prise de donnée
autres variables à utiliser? Volume
unité? _____

c) Seringue 20 ml attachez à la valve de pression de gaz

2) établir mode de récolte de donnée

a) écran → Mode

Mode devient → Événements avec Entrée

b) entrée Nom (variable) + Unités → OK

pas 10 ml : ~~*~~ ajouté 0,8 à chaque mesure

Procédure : « La vapeur des brouillards ne voile point les cieux » 14 sept. 2017

3) Recueillir les données et faire le graphique

a) Recueillir données

b) garder injecteur à marque de volume initial

c) après stabilisation tapez GARDER et
* entrez mon volume + 0,8 → OK

d) • bougez injecteur pour changer le volume d'air ds seringue → garder injecteur en place
• après stabilisation de P tapez GARDER
entré V + 0,8 → OK

e) • continuez m̄ façon 6 à 8 volumes différents
• Remesurez pression initial
• STOP

4) Décider quelle mesure initial garder

a) • examinez pt. sur graphique
• décider quelle pt. initial est mieux

b) • Tapez l'icône du tableau ↑ droit
• choisir pt. initial à enlever

c) • ouvrir menu tableau tapez mot Tableau
• Rayonner Données
• données rayonnées = enlever du graphique

EA

Procédure: « La vapeur des brouillards
ne voile point les cieux »

14 sept. 2017

- 5) analyser graphique des variables
- ° déterminer le rapport mathématique
 - ° plusieurs diff. fonction maths

a) ~~Analyser~~ choisir Curve Fit
(ma variable) du menu analy

b) Ouvrir menu Fit Equation
Choisir fonction à appliquer aux données

c) OK pour retourner au graphique
fonction choisi sera appliquée

d) Répétez étapes a à c
si je veux essayer d'autres fonctions

EA

14 sept. 2017

« La vapeur des brouillards ne voit
point les cieux »

Valider la loi de Boyle ^{qui décrit} à l'aide d'un la
Variation du volume d'un gaz en relation
avec la pression.

LabQuest 2

Sonde de pression de gaz par Vernier
Seringue plastique de 20 ml
Clé USB

Variable dépendante: pression (kPa)
Variable indépendante: Volume (ml)

Procédure:

- Préparer la sonde de pression
- déterminer le volume initial 10 ml + 0,8 ml
~~de la sonde~~ d'espace dans la sonde
- attaché la ~~sonde~~ à la sonde
- prise de donnée ^{Seringue} de la pression initial

