

Feuilles de Travail – Expérience 1

Titre de l'Expérience: Vérification des lois des gaz

Nom(s) de(s) Auteur(s):

Nom du partenaire de l'auteur qui fait la soumission:

Nom du TA (Démonstrateur):

Date de l'Expérience:

Date de soumission:

Attachez ici (au besoin; indiquez le(s) document(s) branché(s)):

Absence motivé: N/A

Permission pour le changement d'une Séance de Laboratoire: N/A

Changement de la section de laboratoire: N/A

Laissez-Passer: N/A

Procédure – Loi de Charles' :

Comme décrit dans le manuel de laboratoire.¹

Procédure – Loi de Boyle:

1. Cherchez une sonde de pression de gaz. Reliez la sonde de pression de gaz au LabQuest 2.
2. Allumez le LabQuest 2 et sélectionnez *Nouveau* du menu *Fichier* au coin supérieur gauche.
3. Poussez l'injecteur d'une seringue de plastique de 20 mL à un volume de 10 mL.
 - a. Décidez quelle partie de l'injecteur vous alignez avec la marque de volume. Utilisez la même méthode pour prendre toutes les données.
4. Attachez la seringue de 20 mL à la valve de la sonde de pression de gaz.
 - a. S'assurer de faire la moitié d'un tour pour verrouiller la seringue à la sonde; sinon vous allez abîmer le filetage de la seringue et/ou la sonde.
5. Ouvrez le mode récolte des données sur LabQuest 2. Sur l'écran, tapez *Mode*. Changez le mode à *Événements avec Entrées*.
6. Entrez le volume et l'unité de mesure (mL).
 - a. S'assurer d'ajouter 0,8 mL au volume pour tenir compte du volume contenu dans la sonde de pression de gaz.
7. Gardez l'injecteur à la marque de votre volume initial.
8. Une fois que la pression est stable, tapez *Garder* et entrez le volume du gaz en mL.
 - a. Bougez l'injecteur afin de changer le volume d'air dans la seringue et gardez l'injecteur en place.
 - b. Après stabilisation de la pression, tapez *Garder* et entrez votre volume + 0.8 mL.
9. Répétez l'étape 9 jusqu'à ce que vous ayez mesuré la pression dans la seringue pour 6 à 8 volumes différents.
10. Finalement, mesurez de nouveau la pression au volume initial.
11. Décidez quelle mesure initiale garder en examinant soigneusement les points sur le graphique et décidez lequel parmi les deux points de volume initial, est mieux.
12. Tapez l'icône du tableau (coin supérieur droit de l'écran). Choisissez le point de volume initial que vous vouliez enlever du graphique en tapant dessus.
13. Ouvrez le menu du tableau en tapant le mot *Tableau*.
 - a. Sur le menu qui devient visible, choisissez *Rayonner Donnée*.
 - b. Si les données sont rayonnées, ceci veut dire qu'elles ont été enlevées du graphique.
 - c. Tapez l'icône *Graphique* pour retourner à l'écran qui contient le graphique.
14. Analyser le graphique de vos variables afin de déterminer le rapport mathématique.
 - a. Essayez plusieurs fonctions mathématiques.

¹ « Toute Autour, La Chimie Nous Entoure », Manuel de chimie générale, Dr. Rashmi Venkateswaran, 2019.

15. Tapez *Analyser* et choisissez *Curve Fit* ► *volume*, à partir du menu *Analyser*.
16. Ouvrez le menu au-dessous de *Fit Equation* et choisissez une fonction à appliquer aux données.
17. Répétez l'étape 16 au besoin si vous voulez essayer d'autres fonctions.

Discussion:

Loi de Charles'

Nous nous attendions aux résultats que nous avons obtenus. Ils reflètent la théorie de l'expérience : les volumes sont proportionnels à la température exprimée en Kelvin et cela, à pression constante². Il est possible de le visualiser avec l'aide de ce tableau :

Tableau 1 — Données et Résultats pour vérifier la loi de Charles

Données	Essai 1	V / T, mL/K	Pourcentage d'erreur, %
V ₁ , mL	155 ± 0,5	0,415	-4,94
T ₁ , K	373,15 ± 0,005		
V ₂ , mL	126 ± 0,5	0,436	
T ₂ , K	289,05 ± 0,005		

L'observation d'un tel phénomène fût possible lors de notre expérience, car un plus grand volume, tel que 155 mL, a eu une température plus élevée, soit 373,15 K. À un même taux, un plus petit volume, soit 126 mL, a eu une température plus basse, étant 289,05 K. Dans ce cas, l'énergie cinétique moyenne, qui augmente proportionnellement avec la température, des molécules font en sorte que la force de contact sur les parois du contenant augmente à un même rythme et élève ainsi le volume³. Toutefois, nous n'avons pas été en mesure de vérifier la loi de Charles puisque sa formule, $V_1 / T_1 = V_2 / T_2$, résulte une inégalité par la présence de sources d'erreurs. Par contre les données étaient raisonnables puisque les deux côtés de l'inégalité étaient proches l'un de l'autre, soient 0,415 mL/K et 0,436 mL/K. Nous nous attendions tout de même à percevoir cette égalité suite au laboratoire.

Nos sources d'erreurs se délimitent principalement à ne pas avoir submergé complètement l'erlenmeyer à l'étape 10, ce qui a eu comme effet que le volume d'eau entré dans la fiole était inégal à l'espace non occupé par le gaz dans la fiole. De plus, l'erlenmeyer est demeuré dans le bassin d'eau glacé pendant douze et non six minutes comme demandé. La température prise en note était devenue inexacte puisqu'elle a refroidi davantage due au milieu glacé. Au total cependant, l'expérience a donné une très bonne estimation de la constante de la loi de Charles puisque le pourcentage d'erreur de l'expérience fût que -4,95%.

² « Toute Autour, La Chimie Nous Entoure », Manuel de chimie générale, Dr. Rashmi Venkateswaran, 2019.

³ Techno-Science.net. (s.d.). Loi de Charles. Tiré de <https://www.techno-science.net/definition/3434.html>

Loi de Boyle

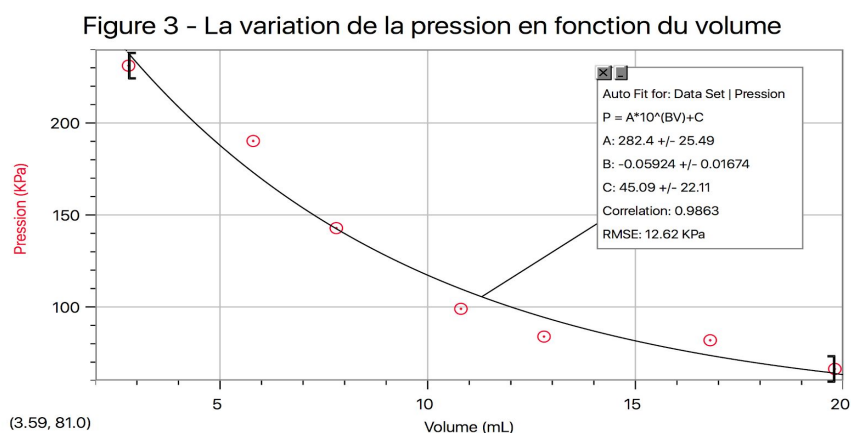
La loi de Boyle explique la relation entre la pression et le volume d'un gaz, qui sont inversement proportionnels l'un de l'autre⁴. Nous pouvons voir que les résultats que nous avons obtenus sont valables puisque les deux variables sont bel et bien inversement proportionnelles :

Tableau 2 — Données et résultats pour vérifier la loi de Boyle

Volume (mL)	Pression (KPa)
2 ± 0,5	231,15
5 ± 0,5	190,20
7 ± 0,5	142,85
10 ± 0,5	98,98
10 ± 0,5	101,58
12 ± 0,5	83,89
16 ± 0,5	81,89
19 ± 0,5	66,30

Nous nous attendions à ces résultats, car nous avons déduit que plus on comprime un gaz, plus son volume va diminuer.

Nous avons calculé la valeur de la constante de la loi de Boyle en calculant les constantes de chacun de nos volumes en les multipliant à la pression. Étant donné que les constantes n'étaient pas précises, nous avons calculé la moyenne des constantes pour nous donner une moyenne expérimentale de $11,0 \times 10^2$ mL/KPa. Tel qu'illustré à l'aide de ce graphique:



L'équation pour la loi de Boyle est une fonction exponentielle de base 10 selon l'emplacement des données sur le graphique. Plus précisément, les données se rapprochent de la fonction $P = 282,4 \times 10^{(-0.05924 \times V)} + 42,0$. Dans

⁴ Marieb, N., & Hoehn, K. (Édit). (2019). Anatomie et physiologie humaines. Montréal, Canada : Pearson.

ce cas, plus le volume augmente, à température constante, plus la pression diminue. Le volume a une tendance à être inversement proportionnel à la pression.

Lors de l'expérience, nous avons dû mesurer la pression de l'air deux fois à 10 mL. Premièrement, puisque cette mesure était notre valeur initiale, et donc notre point de départ, nous voulons nous assurer que la valeur est bonne, afin que toutes nos autres mesures ne soient pas erronées. De plus, puisque la pression est la variable dépendante, c'est elle qui va varier en fonction du volume, qui lui est la variable indépendante. C'est donc une bonne idée de confirmer la variation en la mesurant plus d'une fois. Si les valeurs sont similaires, nous nous approchons probablement d'une valeur exacte. Si elles sont très différentes, il y a probablement eu une erreur faite en cours de route. Comme on peut le voir dans le graphique (Figure 1), nous avons obtenu deux valeurs différentes pour la pression du gaz à 10 mL, soit 98,98 KPa et 101,58 KPa. Celles-ci étaient assez proches l'une de l'autre pour renforcer leur exactitude. En examinant les autres points du graphique, nous voyons clairement que la mesure 98,98 KPa suit beaucoup plus la tendance. C'est donc pour cette raison que nous l'avons choisi comme valeur initiale.

Pendant la vérification de la loi de Boyle, il y a certaines variables qui décrivent les gaz et qui peuvent affecter nos résultats si nous n'en tenons pas compte. En effet, dans cette expérience, nous avons examiné le volume et la pression, mais certaines conditions doivent rester constantes pour obtenir les meilleurs résultats possible. Par exemple, la température dans la pièce ne doit pas changer puisque comme nous l'avons appris pendant la première partie de l'expérience, la température influence le volume du gaz. Nous ne pouvons pas contrôler la température de la pièce durant l'expérience alors cette variable n'a pas été prise en compte. Par contre, puisque la variation de température était très petite, celle-ci n'aura pas eu un effet assez important sur nos résultats. Aussi, le nombre de moles retrouvées dans la seringue doit rester le même tout au long du processus. Cette variable est une que nous avons pu contrôler, et elle n'a donc pas affecté nos résultats. Nous nous sommes assurées de ne pas détacher la seringue de la sonde de pression, justement pour que la quantité initiale (en moles) soit la même que la quantité finale (en moles). De cette façon, aucun gaz a pu s'échapper de la seringue, et la variable est restée constante.

Conclusion:

L'expérience a prouvé la loi de Charles où le volume est proportionnel à la température, et cela avec un pourcentage d'erreur de -4,94 %. La loi de Boyle a été vérifiée sachant que le volume est inversement proportionnel à la pression.

Référence(s) : N/A

Annexe:

Données brutes:

Procédure

1. Cherchez une sonde de pression de gaz. Reliez la sonde de pression de gaz au LabQuest 2.
2. Allumez le LabQuest et sélectionnez Nouveau du menu Écran au coin supérieur gauche.
3. Poussez l'injecteur d'une seringue de plastique de 20 ml à un volume de 10 mL. Décidez quelle partie de l'injecteur vous alignez avec la marque de volume. Utilisez la même méthode pour prendre toute les données.
4. Attachez la seringue de 20 mL à la valve de la sonde de pression de gaz. S'assurer de faire la moitié d'un tour pour verrouiller la seringue à la sonde; sinon vous allez abîmer le filetage de la Seringue et/ou la sonde.
5. Ouvrez le mode récolte des données sur LabQuest 2. Sur l'écran, tapez Mode. Changez le mode à Événement avec Entrées.
6. Entrez le volume et l'unité de mesure (mL). S'assurer d'ajouter 0,8 mL au volume pour tenir compte du volume contenu dans la sonde de pression de gaz. Sélectionnez OK.
7. Gardez l'injecteur à la marque de votre volume initial.
8. Une fois que la pression est stable, tapez Garder et entrez le volume du gaz en mL. Sélectionnez OK pour continuer.
9. Bougez l'injecteur afin de changer le volume d'air dans la seringue et gardez l'injecteur en place. Après stabilisation de la pression, tapez Garder et entrez votre volume + 0,8 mL. Sélectionnez OK et continuez.

10. Répétez l'étape 9 jusqu'à ce que vous ayez mesuré la pression dans la seringue pour 6 à 8 volumes différents. Finalement, mesurez de nouveau la pression au volume initial.
11. Décidez quelle mesure initiale garder en examinant soigneusement les points sur le graphique et décidez lequel parmi les deux points de volume initial est mieux. N'oubliez pas d'expliquer les raisons de votre choix dans le rapport.
12. Tapez l'icône du tableau (coin supérieur droit de l'écran). Choisissez le point de volume initial que vous voulez enlever en tapant dessus.
13. Ouvrez le menu du tableau en tapant le mot Tableau. Sur le menu qui devient visible, choisissez Rayonner Donnée. Si les données sont rayonnées, ceci veut dire qu'elles sont enlevées du graphique.
14. Tapez l'icône Graphique pour retourner à l'écran qui contient le graphique.
15. Analysez le graphique de vos variables afin de déterminer le rapport mathématique. Essayez plusieurs fonctions mathématiques.
16. Tapez Analyser et choisissez Curve Fit ► volume, à partir du menu Analyser.
17. Ouvrez le menu au-dessus de Fit Equation et choisissez une fonction à appliquer aux données.

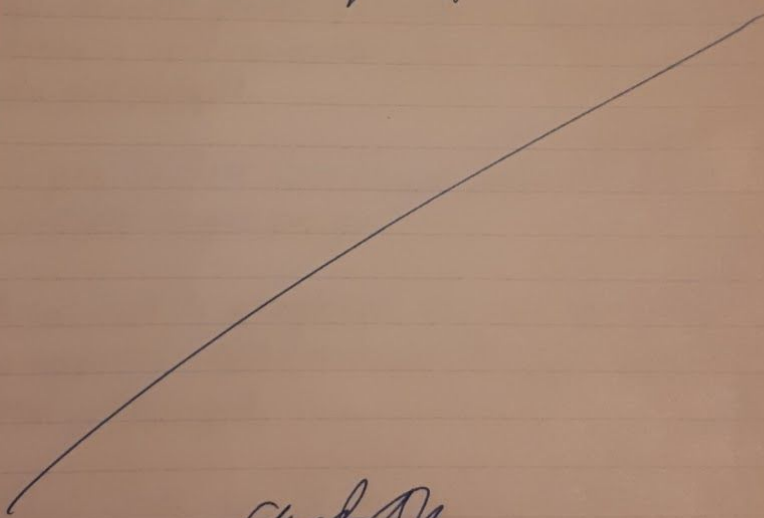
18. Sélectionnez OK pour retourner à l'écran graphique, où la fonction que vous avez choisie sera appliquée.
19. Répétez les étapes 16 à 18 au besoin si vous voulez essayer d'autres fonctions.

Amor

Tableau de données:

Volume	Pression(kPa)
10 mL	101.58 98.98
2 mL	102.35 231.15
5 mL	101.86 190.20
7 mL	101.88 142.85
12 mL	101.88 83.89
16 mL	81.89
19 mL	66.30
10 mL	101.58

[Signature]



[Signature]

Loi de Boyle:

variable dépendante: pression (va varier en fonction du volume)
variable indépendante: Volume (car elles sont des valeurs prédéterminées)

Les volumes prédéterminées:
(compris entre 0 et 20)

- 10 mL (initial)
- 12 mL
- 16 mL
- 7 mL
- 5 mL
- 2 mL
- 19 mL

Les limitations: la variation de la température ambiante, mesures du volume peuvent être inexact.

Loi de Charles:

La température pour le bain de glace est $15,9^{\circ}\text{C}$ ou $289,05\text{K}$ (20)

$$V_{cw} = 29\text{ mL}$$

$$V_1 = 155\text{ mL}$$

$$T_1 = 100^{\circ}\text{C} \text{ ou } 373,15\text{K}$$

$$V_2 = 155\text{ mL} - 29\text{ mL}$$

$$V_2 = 126\text{ mL}$$

[Signature]

Données Supplémentaires, Loi de Charles' : N/A

Graphiques Supplémentaires, Loi de Charles' : N/A

Calculs, Loi de Charles'

a) $V_2 = V_{cw} - V_1$

$$V_2 = (155\text{ mL}) - (29\text{ mL})$$

$$V_2 = 126\text{ mL}$$

b) $V_1 / T_1 = V_2 / T_2$
 $(155 \text{ mL}) / (373,15 \text{ K}) = (126 \text{ mL}) / (289,05 \text{ K})$
 $0,415 \text{ mL/K} \neq 0,436 \text{ mL/K}$

c) % d'erreur = $(V_1 / T_1 - V_2 / T_2) / (V_1 / T_1) \times 100\%$
% d'erreur = $(155 \text{ mL} / 373,15 \text{ K} - 126 \text{ mL} / 289,05 \text{ K}) / (155 \text{ mL} / 373,15 \text{ K}) \times 100\%$
% d'erreur = $-4,94 \%$

Données Supplémentaires. Loi de Boyle : N/A

Graphiques Supplémentaires. Loi de Boyle

Figure 1 - La variation de la pression en fonction du volume

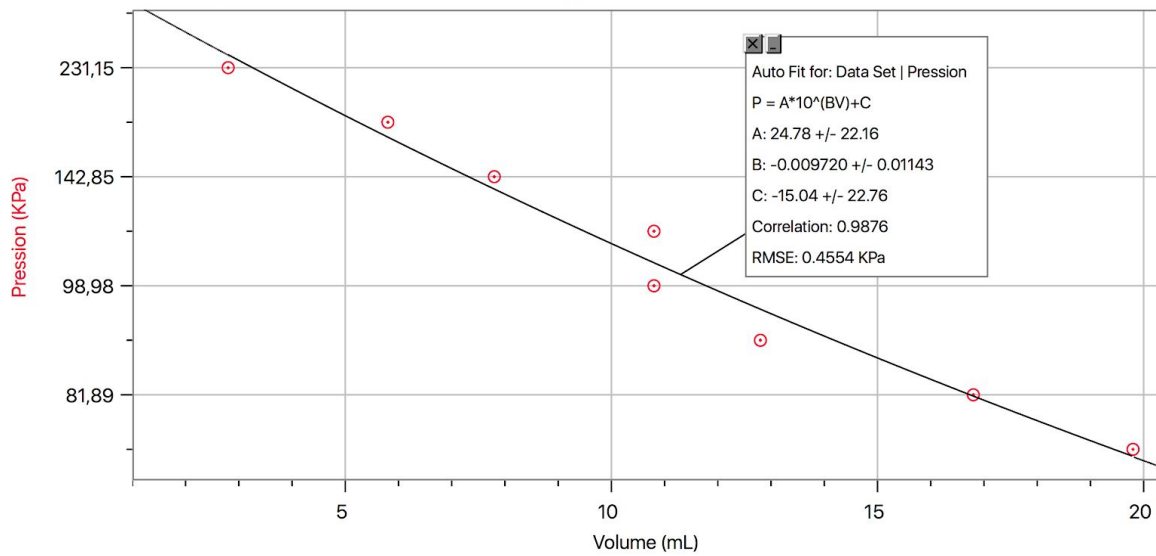
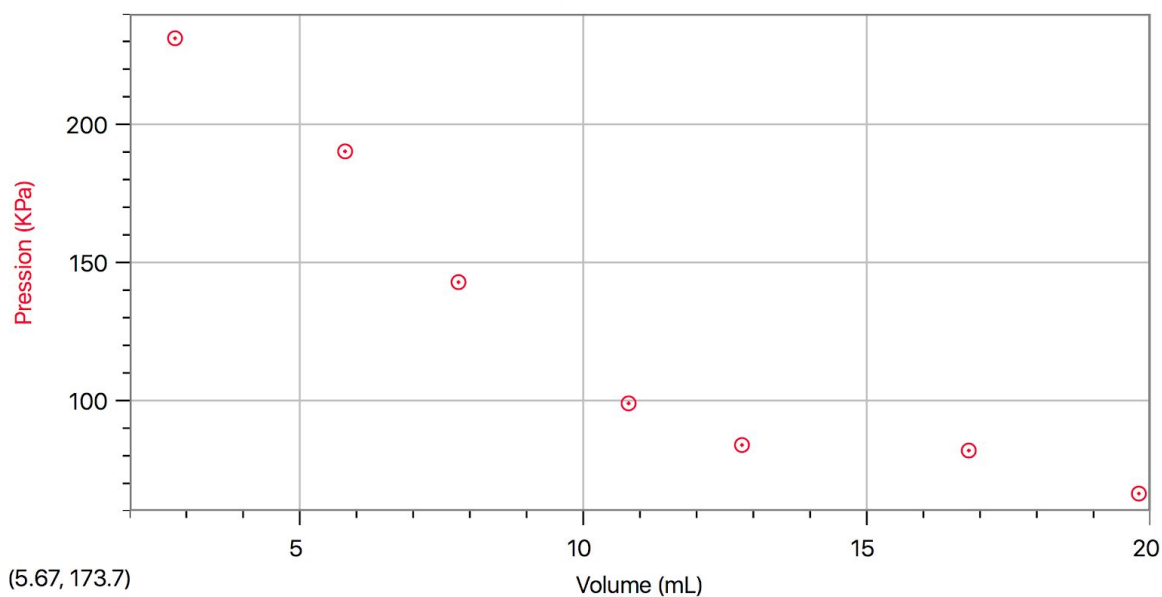


Figure 2 - La variation de la pression en fonction du volume



Calculs. Loi de Boyle

a) Constante de la loi de Boyle = $P_1 V_1$

Constante de la loi de Boyle = (19,8 mL)(66,30 KPa)

Constante de la loi de Boyle = 1310 mL/KPa

b) Valeur moyenne = (1310 mL/KPa + 1380 mL/KPa + 1070 mL/KPa +

1070 mL/KPa + 1110 mL/KPa + 11,0x10² mL/KPa +

647 mL/KPa) / 7

Valeur moyenne = 11,0x10² mL/KPa

Critères d'Évaluation