

Лабораторна робота № 6. Дослідження ізопроцесів у газі

(робочий аркуш для учнів)

В цій віртуальній лабораторній роботі використовується комп'ютерна модель [Сайту інтерактивних симуляцій PhET](#) Університету Колорадо Боулдер, згідно ліцензії CC-BY 4.0.

Навчальні цілі

- Навчитися керувати комп'ютерною симуляцією¹, зчитувати дані, експериментувати з різними віртуальними елементами установки для перевірки газових законів і інструментами для вимірювання тиску, об'єму і температури.
- Експериментально встановлювати закономірності змін характеристик газу при одному сталому параметрі
- *Вирізняти залежні і незалежні змінні
- Наводити власні міркування для передбачення і пояснення явищ, вимірювань та їх співвідношень при дослідженні газових законів.

В цій віртуальній лабораторній роботі ви спочатку ознайомитеся з симуляцією, дослідите, як вона працює (Частина 1), а потім в ролі дослідника проведете експеримент в лабораторній роботі (Частина 2).

(За вказівкою вчителя ви маєте виконати одне, два або всі три завдання Частини 2)

Частина 1. Ознайомлення з симуляцією

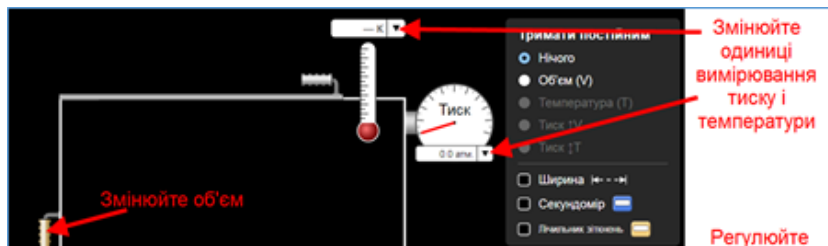
1. Завантажте на свій комп'ютер симуляцію [Гази. Вступ](#). Для цього натисніть на клавіатурі клавішу Ctrl і одночасно клацніть на посиланні-назві симуляції. Завантажиться веб сторінка, як показано на зображенні Рис.1. Оберіть вкладку «Законо», завантажиться сторінка (Рис.2).



Рис.1

Примітка. Контейнер в симуляції поданий в розрізі, він має форму паралелепіпеда, висота контейнера - 4 нм, довжина - 8,75 нм, а його ширину ви можете змінювати за допомогою ручки на контейнері ліворуч. Одиниці вимірювання температури на термометрі можна змінювати (К – Кельвіни, С – градуси Цельсія). Одиниці вимірювання тиску на манометрі теж можна змінювати (кПа і мм.рт.ст). Коли температура системи нижче 0,5 К, на дисплеї термометра з'явиться 0 К. Рух частинок з часом припиниться, якщо контейнер ще більше охолоне, хоча це може зайняти деякий час.

1. Поекспериментуйте 3-5 хвилин і навчіться використовувати моделювання:



- додавайте частинки (молекули) в контейнер;

ані властивості реальних процесів і явищ.

- нагрівайте газ і охолоджуйте його;
- змінюйте об'єм контейнера;
- на термометрі і манометрі змінюйте одиниці вимірювання;

2. Спрогнозуйте, як зміна температури вплине на швидкість молекул газу. Перевірте своє передбачення на симуляції.

Після завершення своїх експериментів з опанування симуляцією потрібно очистити основне поле симуляції, щоб виконувати лабораторну роботу. Для цього клацніть на помаранчевій кнопці з заокругленою стрілкою в правому нижньому куті симуляції.



Частина 2: Виконання лабораторної роботи

В кожному експерименті ми не будемо змінювати кількість частинок (молекул). В цій роботі ми не будемо експериментувати з різними газами і їх сумішами. Тиск, об'єм і температура – це ті параметри, які характеризують стан газу, і за їх змінами ми будемо спостерігати.

Примітка. За вказівкою вчителя ви можете виконувати або всі три завдання, або тільки ті, які запропонує вчитель.

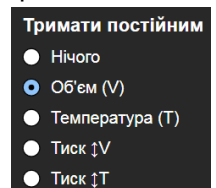
Завдання 1. Дослідження характеристик газу при сталому об'ємі

1. Накачайте приблизно 200 частинок (молекул) газу в контейнер. Ви можете це зробити або насосом (за 1 раз – 50 частинок), або, клацнувши на зеленій кнопці .

Частинки, натискайте на подвійну стрілку .

2. Оберіть одиниці вимірювання: на термометрі – **К**, на манометрі – **кПа**.

3. Виберіть на панелі керування вгорі праворуч **Тримати постійним** - **Об'єм (V)**, як показано праворуч.



• **Яка початкова температура (в К) і тиск (в кПа) в контейнері?** (Вставте курсор в рамку і впишіть свої дві відповіді)

4. Використовуйте повзунок нагрівача/охолоджувача під контейнером з газом, щоб додавати тепло, і підвищити температуру.

• **Тиск підвищується чи знижується? Який новий тиск у контейнері?** (Вставте курсор в рамку і впишіть свої відповіді)

5. Зберігаючи об'єм постійним (і число частинок постійним), повторіть зміну температури 3 рази та запишіть отримані дані до Таблиці 1. В останній колонці розрахуйте для кожної пари даних p/T (тиск поділити на температуру). Результат ділення округліть до трьох **значущих цифр**.²

Примітка. Якщо ви занадто нагрієте газ, верхня кришка може злетіти і молекули вилетять з контейнера. Для продовження вимірювань потрібно повернути контейнер до початкового стану і продовжити дослідження (Потрібно повернути кришку, натиснувши кнопку

, і знову довести кількість частинок до початкового стану – 200шт.)

Таблиця 1

№	Температура T , К	Тиск p , кПа	p/T , кПа/К	ОКРУГЛЕНЕ
---	------------------------	-------------------	------------------	-----------

² **Значущі (значні) цифри** це всі не 0, а саме: 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9. Нуль (0) буде значущою цифрою, якщо він стоїть праворуч від не нульової цифри. Докладніше про значущі цифри див. [«Значущі цифри»](#) (розділ «Визначення значущих цифр»).

				значення p/T , кПа/К
1.				
2.				
3.				

6. Запишіть висновок 1.1: **Коли при сталому об'ємі температура**

_____, **то тиск** _____.

(Використовуйте слова **збільшується, зменшується, не змінюється**)

- **Яка, на вашу думку, можлива причина цього?** (Вставте курсор в рамку і впишіть свою відповідь, використовуючи слово «молекули/або частинки».)

7. Запишіть висновок 1.2: **Чому дорівнює p/T для будь якої пари значень тиску і температури? Як це узгоджується з законом Шарля?** (Вставте курсор в рамку і впишіть свою відповідь)

8. (*додатково): Визначте і запишіть, які для цього досліду³:

Незалежні змінні _____

Залежна змінна _____

Постійні величини (константи) _____

Завдання 2. Дослідження характеристик газу при сталій температурі

Скиньте попередні дані симуляції. Для цього клацніть на помаранчевій кнопці з заокругленою стрілкою в правому нижньому куті симуляції.



1. Накачайте приблизно 200 частинок (молекул) газу в контейнер. Ви можете це зробити або насосом (за 1 раз – 50 частинок), або, клацнувши на зеленій кнопці

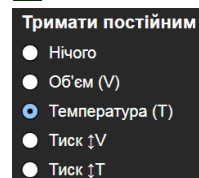


Частинки, натискайте на подвійну стрілку



2. Оберіть одиниці вимірювання: на термометрі – **К**, на манометрі – **кПа**.

3. Виберіть на панелі керування вгорі праворуч **Тримати постійним** – **Температура (Т)**, як показано праворуч.



4. **Який початковий тиск (в кПа) і об'єм газу в контейнері?** (Вставте курсор в рамку і впишіть свою відповідь.)

5. На панелі керування вгорі праворуч поставте прапорець на **Ширина** , щоб під камерою з'явилася величина ширини камери (висоту і довжину див. в Примітці Частини 1).

6. Знайдіть ручку, що розташована ліворуч на контейнері і посуньте її праворуч до упору.

- **Збільшується чи зменшується об'єм при пересуванні ручки праворуч? Тиск збільшився чи зменшився? Чому?** (Вставте курсор в рамку і впишіть відповіді, використовуючи для пояснення «чому?» слово «молекули/або частинки».)

7. Посуньте ручку до упору ліворуч, доки вона не зупиниться.

- **Тиск підвищувався чи знижувався? Чому?** (Вставте курсор в рамку і впишіть відповідь.)

8. Підтримуючи температуру постійною (і кількість частинок постійна), змінійте об'єм,

³ Докладніше - див. статті [Визначення та приклади незалежних та залежних змінних](#) та [Залежна і незалежна змінні](#)

розраховуйте його для контейнера (довжина x ширина x глибина) і записуйте тиск і об'єм до таблиці 2. Довжина і висота контейнера – див. [Примітку](#) в Частині 1. Повторіть дослід 3 рази та запишіть свої дані до таблиці 2. В останній колонці розрахуйте для кожної пари даних pV (тиск помножити на об'єм).

Таблиця 2

№	Об'єм V , нм ³	Тиск p , кПа	pV , нм ³ кПа
1.			
2.			
3.			

9. Запишіть висновок 2.1: **Коли при сталій температурі об'єм _____, то тиск _____.**

(Використовуйте слова **збільшується, зменшується, не змінюється**)

• **Яка, на вашу думку, можлива причина цього?** (Вставте курсор в рамку і впишіть свою відповідь, використовуючи слово «молекули»/або «частинки».)

9. **Чому приблизно (округліть до трьох значущих цифр) дорівнює pV для будь якої пари значень тиску і об'єму? Як це узгоджується з законом Бойля-Маріотта?** (Вставте курсор в рамку і впишіть відповіді.)

10. (*додатково): Визначте і запишіть, які для цього дослід⁴:

Незалежні змінні _____

Залежна змінна _____

Постійні величини (константи) _____

Завдання 3. Дослідження характеристик газу при сталому тиску

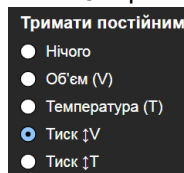
Скиньте попередні дані симуляції. Для цього клацніть на помаранчевій кнопці з  заокругленою стрілкою в правому нижньому куті симуляції.

1. Накачайте приблизно 200 частинок (молекул) газу в контейнер. Ви можете це зробити або насосом (за 1 раз – 50 частинок), або, клацнувши на зеленій кнопці .

Частинки, натискайте на подвійну стрілку .

2. Оберіть одиниці вимірювання: на термометрі – **К**, на манометрі – **кПа**.

3. Виберіть на панелі керування вгорі праворуч **Тримати постійним** – **Тиск (p)**. Зверніть увагу – оберіть сталий тиск так, як показано на зображенні праворуч (змінюється об'єм).



4. На панелі керування вгорі праворуч поставте прапорець на  **Ширина** , щоб під камерою з'явилася величина ширини камери (висоту і довжину див. в [Примітці](#) Частини 1).

• **Які початкова температура і об'єм газу у контейнері?** (Вставте курсор в рамку і впишіть свої відповіді.)

5. Використовуйте повзунок внизу під контейнером з газом, щоб додавати тепло і збільшувати температуру.

⁴ Докладніше - див. статті [Визначення та приклади незалежних та залежних змінних](#) та [Залежна і незалежна змінні](#)

- **Зріс чи зменшився об'єм при збільшенні температури?** (Вставте курсор в рамку і впишіть свою відповідь.)

6. Зберігаючи постійний тиск (і кількість частинок постійним), змінюйте температуру і спостерігайте, як змінюється об'єм. Повторіть дослід 3 рази та запишіть свої дані до таблиці 3. В останній колонці розрахуйте для кожної пари даних V/T (об'єм поділити на температуру). Результат для V/T округліть до трьох значущих цифр.

Таблиця 3

№	Об'єм V , нм ³	Температура T , К	V/T , нм ³ /К
1.			
2.			
3.			

- **Чому дорівнює V/T (округліть до трьох значущих цифр) для будь якої пари значень температури і об'єму? Як це узгоджується з законом Бойля-Маріотта?** (Вставте курсор в рамку і впишіть відповіді.)

7. (*додатково): Визначте і запишіть, які для цього дослід⁵:

Незалежні змінні _____

Залежна змінна _____

Постійні величини (константи) _____

Висновки:

Перегляньте навчальні цілі, що записані на першому аркуші цієї роботи, свої спостереження, висновки і відповіді на запитання. Запишіть, про що нове ви дізналися, чому навчилися, виконуючи цю віртуальну лабораторну роботу.

(Вставте курсор в рамку і впишіть свої висновки)

⁵ Докладніше - див. статті [Визначення та приклади незалежних та залежних змінних](#) та [Залежна і незалежна змінні](#)