

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 5

Тема. Дослідження ізотермічного, ізобарного та ізохорного процесів.

Мета: експериментально перевірити закони Бойля – Маріотта, Гей-Люссака, Шарля для кількох термодинамічних станів газу.

Обладнання: інтерактивна симуляція PhET (резервуар змінного об'єму з газом, насос, барометр, термометр, нагрівник).

Хід роботи

Підготовка до експерименту

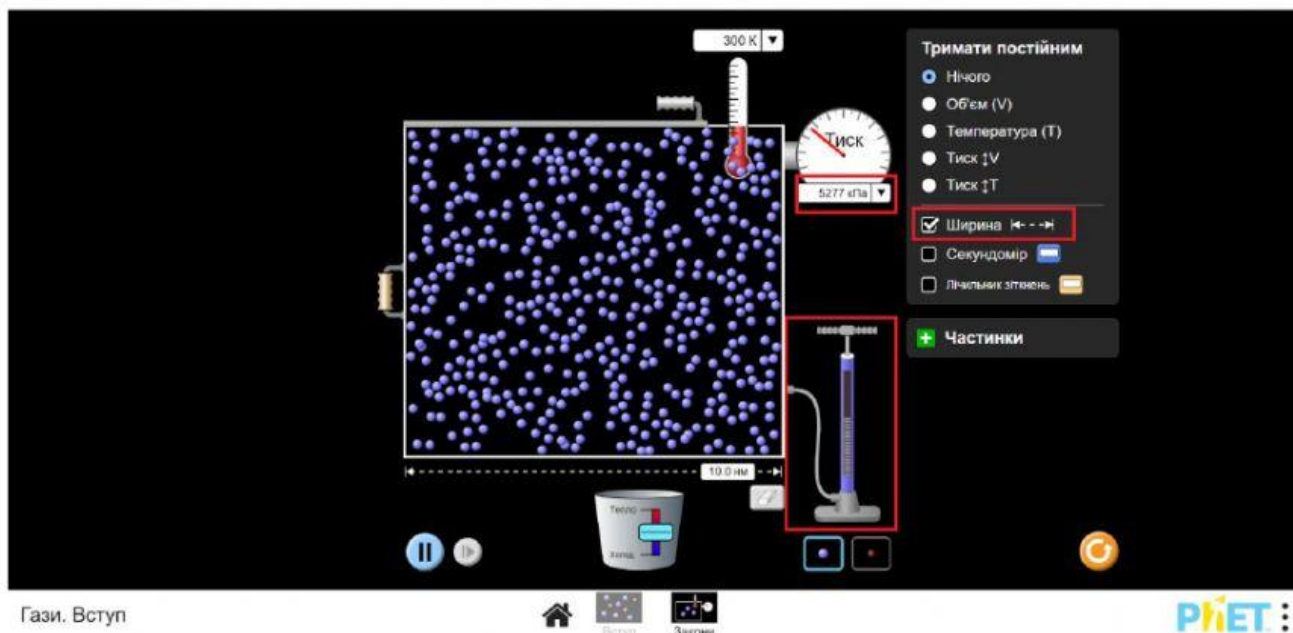
1. Перейдіть за посиланням або QR-кодом, натисніть кнопку

Закони:

https://phet.colorado.edu/sims/html/gases-intro/latest/gases-intro_uk.html



2. Накачайте за допомогою насоса *довільну кількість газу в резервуар*. Налаштуйте параметри як показано на рисунку.



Гази. Вступ



PhET

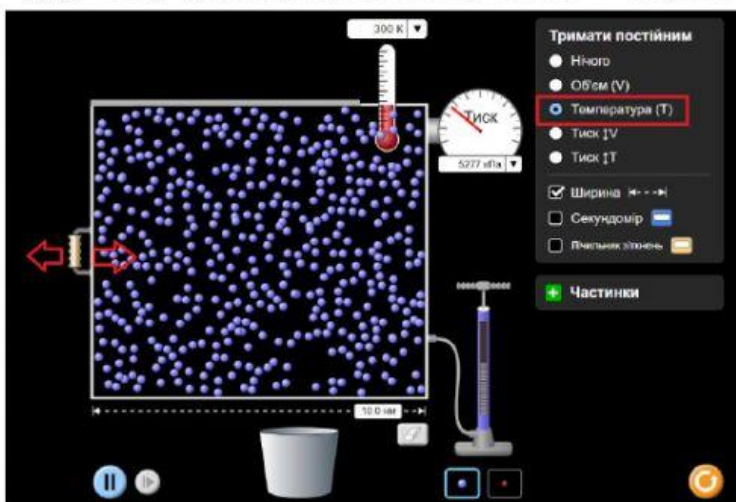
Експеримент 1. Дослідження ізотермічного процесу (експериментальна перевірка закону Бойля – Маріотта для кількох термодинамічних станів газу)

Зверніть увагу: Ізотермічний процес, $T = \text{const}$; Закон Бойля – Маріотта: $p_1 V_1 = p_2 V_2$. Ураховуючи, що $V = Sl$, отримаємо: $p_1 \cdot Sl_1 = p_2 \cdot Sl_2$. А оскільки площа поперечного перерізу резервуару не змінюється, маємо $p_1 l_1 = p_2 l_2$. Тому для перевірки закону Бойля – Маріотта достатньо встановити справедливості рівності $pl = \text{const}$, де p – тиск, l – ширина стовпчика газу в резервуарі.

1. Для дослідження ізотермічного процесу налаштуйте *параметри*, як показано на *рисунку*.

2. За допомогою ручки зліва зменшуйте та збільшуйте об'єм резервуару з газом.

3. Запишіть у таблицю *ширину стовпчика газу l* та *тиск газу p* для *трьох положень ручки резервуару*.



№	Ширина стовпчика газу l , нм	Тиск газу p , кПа	Результат експерименту pl , кПа · нм
1			
2			
3			

4. Для кожного термодинамічного стану газу в резервуарі обчисліть *добуток тиску газу й висоти стовпчика газу pl* . Закінчіть заповнення таблиці.

$$1. p_1 \cdot l_1 = \quad \cdot \quad = \quad \text{кПа} \cdot \text{нм}$$

$$2. p_2 \cdot l_2 = \quad \cdot \quad = \quad \text{кПа} \cdot \text{нм}$$

$$3. p_3 \cdot l_3 = \quad \cdot \quad = \quad \text{кПа} \cdot \text{нм}$$

5. Проаналізуйте експеримент і його результати. *Сформулюйте висновок*, у якому зазначте: 1) який закон ви експериментально перевіряли; 2) які величини для цього вимірювали; 3) яким є результат перевірки.

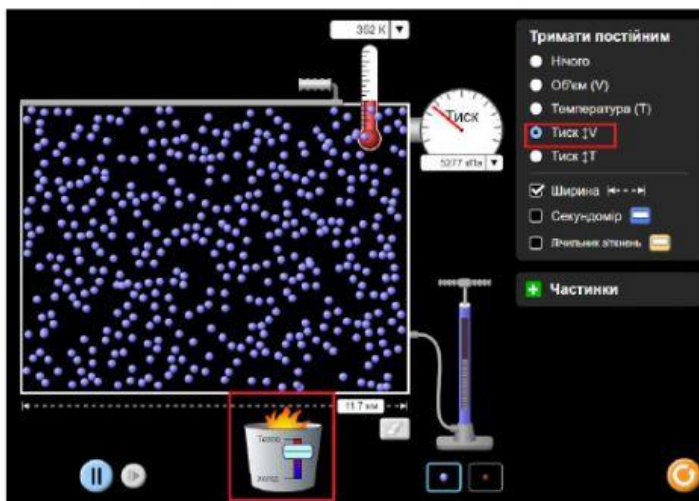
Експеримент 2. Дослідження ізобарного процесу (експериментальна перевірка закону Гей-Люссака для кількох термодинамічних станів газу)

Зверніть увагу: Ізобарний процес, $p = \text{const}$; Закон Гей-Люссака: $\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2}$. Ураховуючи, що $V = Sl$, отримаємо: $\frac{Sl_1}{T_1} = \frac{Sl_2}{T_2}$. А оскільки площа поперечного перерізу резервуару не змінюється, маємо $\frac{l_1}{T_1} = \frac{l_2}{T_2}$. Тому для перевірки закону Гей-Люссака достатньо встановити справедливості рівності $\frac{l}{T} = \text{const}$, де T – температура, l – ширина стовпчика газу в резервуарі.

1. Для дослідження ізобарного процесу налаштуйте **параметри, як показано на рисунку**.

2. За допомогою нагрівника **нагрівайте** та **охолоджуйте** резервуар з газом.

3. Запишіть у таблицю **ширину стовпчика газу l** та **температуру T** газу для трьох станів газу.



№	Ширина стовпчика газу l , нм	Температура газу T , К	Результат експерименту $\frac{l}{T}$ нм/К
1			
2			
3			

4. Для кожного термодинамічного стану газу в резервуарі обчисліть **частку висоти стовпчика газу й температури $\frac{l}{T}$** . Закінчіть заповнення таблиці.

1. $\frac{l_1}{T_1} = \frac{\quad}{\quad} = \frac{\text{нм}}{\text{К}}$

2. $\frac{l_2}{T_2} = \frac{\quad}{\quad} = \frac{\text{нм}}{\text{К}}$

3. $\frac{l_3}{T_3} = \frac{\quad}{\quad} = \frac{\text{нм}}{\text{К}}$

5. Проаналізуйте експеримент і його результати. **Сформулюйте висновок**, у якому зазначте: 1) який закон ви експериментально перевіряли; 2) які величини для цього вимірювали; 3) яким є результат перевірки.

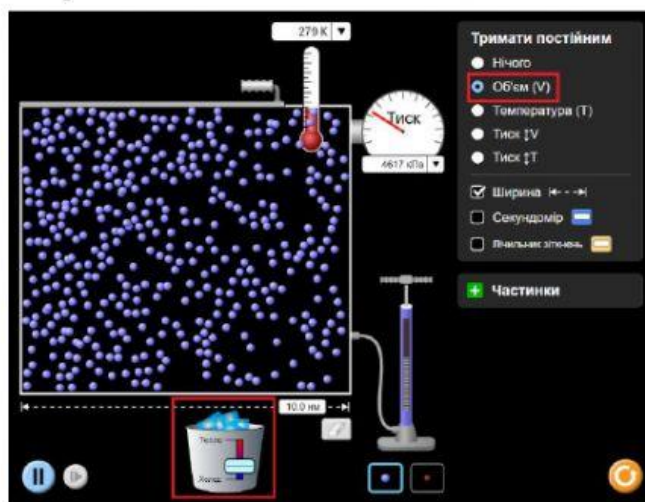
Експеримент 3. Дослідження ізохорного процесу (експериментальна перевірка закону Шарля для кількох термодинамічних станів газу)

Зверніть увагу: Ізохорний процес, $V = \text{const}$; Закон Шарля: $\frac{p_1}{T_1} = \frac{p_2}{T_2}$. Для перевірки закону Шарля достатньо встановити справедливості рівності $\frac{p}{T} = \text{const}$, де p – тиск, T – температура газу в резервуарі.

1. Для дослідження ізохорного процесу налаштуйте **параметри, як показано на рисунку**.

2. За допомогою нагрівника **нагрівайте** та **охолоджуйте резервуар з газом**.

3. Запишіть у таблицю **тиск газу p** та **температуру T газу для трьох станів газу**.



№	Тиск газу p , кПа	Температура газу T , К	Результат експерименту $\frac{p}{T}$ кПа/К
1			
2			
3			

4. Для кожного термодинамічного стану газу в резервуарі обчисліть **частку тиску газу й температури $\frac{p}{T}$** . Закінчіть заповнення таблиці.

1. $\frac{p_1}{T_1} = \underline{\hspace{2cm}} = \frac{\text{кПа}}{\text{К}}$

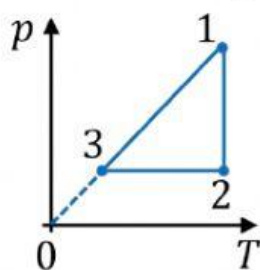
2. $\frac{p_2}{T_2} = \underline{\hspace{2cm}} = \frac{\text{кПа}}{\text{К}}$

3. $\frac{p_3}{T_3} = \underline{\hspace{2cm}} = \frac{\text{кПа}}{\text{К}}$

5. Проаналізуйте експеримент і його результати. **Сформулюйте висновок**, у якому зазначте: 1) який закон ви експериментально перевіряли; 2) які величини для цього вимірювали; 3) яким є результат перевірки.

Контрольні запитання

1. З деякою масою газу відбувся замкнений цикл. Опишіть послідовність процесів.



2. При ізотермічному стисканні газу його об'єм зменшився з 8 л до 6 л, а тиск підвищився на 30 кПа. Визначте початковий тиск газу.

3. Під час ізохорного процесу тиск газу збільшився удвічі. Як змінилася концентрація молекул газу?