

Bài 6 (P2320162E):**PHƯƠNG TRÌNH TRẠNG THÁI KHÍ LÝ TƯỞNG
CÁC ĐỊNH LUẬT CHẤT KHÍ: GAY-LUSSAC, AMONTONS
VÀ BOYLE & MARIOTTE****I. MỤC ĐÍCH THÍ NGHIỆM**

- Thực nghiệm kiểm chứng ba định luật chất khí với một lượng khí không đổi.
- Tính hằng số khí lý tưởng từ mối quan hệ thu được.

II. CƠ SỞ LÝ THUYẾT

Trạng thái của hệ khí được xác định thông qua các thông số trạng thái như áp suất p , thể tích V , nhiệt độ T , và lượng chất n , các đại lượng này có mối quan hệ qua lại lẫn nhau. Trong trường hợp khí lý tưởng (áp suất đủ thấp, nhiệt độ đủ cao), mối quan hệ giữa các biến trạng thái p , V , T , và n được mô tả bởi phương trình trạng thái khí lý tưởng:

$$pV = nRT, \quad (6.1)$$

với R là hằng số khí lý tưởng, $R=8.31 \text{ J/(mol.K)}$.

1. Định luật Boyle-Mariotte (quá trình đẳng nhiệt $T = \text{const.}$)

Quá trình đẳng nhiệt là quá trình biến đổi trạng thái trong đó nhiệt độ được giữ không đổi. Đối với một lượng khí không đổi và quá trình biến đổi là đẳng nhiệt thì phương trình trạng thái (6.1) được đưa về dạng sau:

$$pV = \text{const} \quad (6.2)$$

hoặc

$$p \sim \frac{1}{V} \quad (6.3)$$

Mối quan hệ này được xác định bởi Boyle và Mariotte, việc tăng áp suất đi kèm với giảm thể tích và ngược lại. Đồ thị biểu diễn hàm $V = f(p)$ hoặc $p = f(V)$ có dạng đường hypebol được chỉ ra ở Hình 6.2.

Ngược lại, nếu biểu diễn áp suất p theo $1/V$, ta sẽ có dạng đường thẳng như hình 6.5. Từ hệ số góc của đường thẳng

$$h/s = nRT, \quad (6.4)$$

ta có thể xác định được hằng số khí R bằng thực nghiệm khi biết số mol khí n , với n bằng tỉ số của thể tích V và thể tích mol V_m ,

$$n = \frac{V}{V_m}. \quad (6.5)$$

2. Định luật Charles và Amontons (quá trình đẳng tích $V = \text{const}$)

Quá trình đẳng tích là quá trình biến đổi trạng thái trong đó thể tích được giữ không đổi. Đối với một lượng khí không đổi và quá trình biến đổi là đẳng tích ($V = \text{const}$) thì phương trình (6.1) được đưa về dạng sau:

$$\frac{p}{T} = \text{const} \quad (6.7)$$

hay

$$p \sim T. \quad (6.8)$$

Đồ thị biểu diễn sự phụ thuộc của áp suất p theo nhiệt độ T có dạng đường thẳng tăng dần (Hình 6.9). Từ phương trình khí lí tưởng (6.1), ta tìm được hệ số góc của đường thẳng như sau:

$$h/s = \frac{nR}{V}. \quad (6.9)$$

Từ đó, hằng số khí R có thể được xác định thông qua thể tích V ban đầu và một lượng chất n đã biết.

3. Định luật Gay-Lusac (quá trình đẳng áp $p = \text{const}$)

Quá trình đẳng áp là quá trình biến đổi trạng thái trong đó áp suất được giữ không đổi. Đối với trường hợp lượng chất không đổi và quá trình là đẳng áp thì phương trình (6.1) được đưa về dạng sau:

$$\frac{V}{T} = \text{const}, \quad (6.10)$$

hay

$$V \sim T. \quad (6.11)$$

Đồ thị biểu diễn sự phụ thuộc của thể tích V theo nhiệt độ T có dạng đường thẳng tăng dần (Hình 6.6). Từ phương trình khí lí tưởng (6.1) ta tìm được hệ số góc của đường thẳng như sau:

$$h/s = \frac{nR}{p}. \quad (6.12)$$

Từ đó, hằng số khí R có thể được xác định cho áp suất ban đầu p và một lượng chất n đã biết.

III. DỤNG CỤ THÍ NGHIỆM

- + Bộ định luật khí có áo giữ nhiệt thủy tinh Cobra4
- + Bộ kết nối USB với máy tính
- + Bộ điều pha có phần điều khiển pha
- + Phần mềm điều khiển
- + Máy tính kết nối: Intel Core i3-8100 (4 Cores/ 6MB/4T/3.6GHz/65W); Ram:4GB (1x4GB) 2666MHz DDR4, Hard Drive: 1TB 7200rpm, Optical Drive: 8x DVD+/-RW 9.5, OS: Windows 10 Pro (64bit) English
- + Màn hình: 21.5" Wide LED, Full HD 1920 x 1080, 1VGA, 1HDMI port (Cable HDMI kèm theo)

IV. TIẾN HÀNH THÍ NGHIỆM

1. Thiết lập các thiết bị



Hình 6.1: Thiết lập thí nghiệm

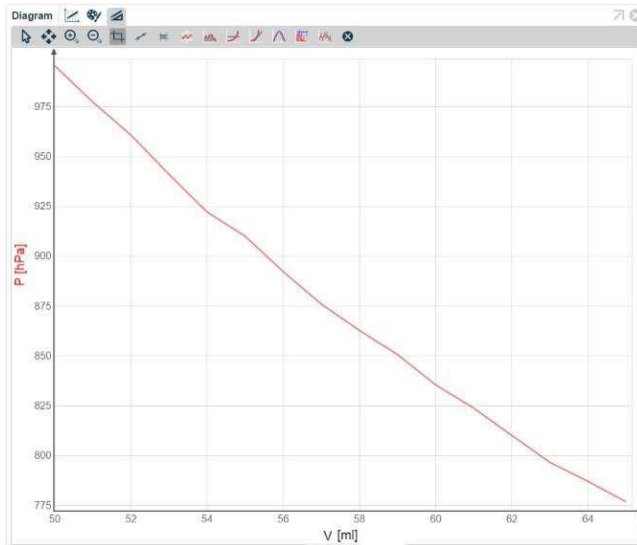
- + Thiết lập thí nghiệm như Hình 6.1.
- + Kết nối Cobra4 Sensor-Unit Thermodynamics với Cobra4 MobileLink2. Nối cặp nhiệt điện với ổ cắm T_1 của Cobra4 Sensor-Unit Thermodynamics.
 - Bật PC và kết nối nó với Cobra4 MobileLink2.
 - Chạy phần mềm “Measure” trên máy tính và chọn thí nghiệm từ màn hình khởi động (“PHYWE experiments”, tìm kiếm “P2320162”, và click vào mục chứa thí nghiệm này). Tất cả các cài đặt cần thiết sẽ được nạp.

- Sau khi bật Cobra4 MobileLink2, cảm biến sẽ tự động được nhân dạng.
- + Lắp xilanh khí trong vỏ bọc thủy tinh như mô tả trong hướng dẫn vận hành đi kèm. Đặc biệt chú ý đến độ kín khí.
- + Để khí không thể thoát ra ngay cả ở áp suất cao, cần bôi trơn pitton bằng một vài giọt dầu động cơ, để pitton được phủ một lớp dầu trong suốt quá trình làm thí nghiệm, nhưng tránh thừa dầu.
- + Đổ đầy nước vào trong lớp vỏ thủy tinh qua phễu và lắp thanh khuấy từ.
- + Nối một ống silicon với núm phía trên của vỏ, ống phía trên vỏ hở để khi đun nóng nước có thể chảy qua ống vào cốc.
- + Lắp cặp nhiệt điện và để nó càng gần xilanh càng tốt.
- + Điều chỉnh thể tích ban đầu của xilanh khí chính xác ở 50ml, nối vòi của xilanh khí với Cobra4 Sensor-Unit Thermodynamics qua một ống cao su ngắn sao cho các ống nối càng ngắn càng tốt.
- + Cố định các ống trên cả vòi phun của xilanh khí và bộ chuyển đổi bằng kẹp ống.

2. Tiến hành thí nghiệm

a. Định luật Boyle và Mariotte (quá trình đẳng nhiệt $T = \text{const.}$)

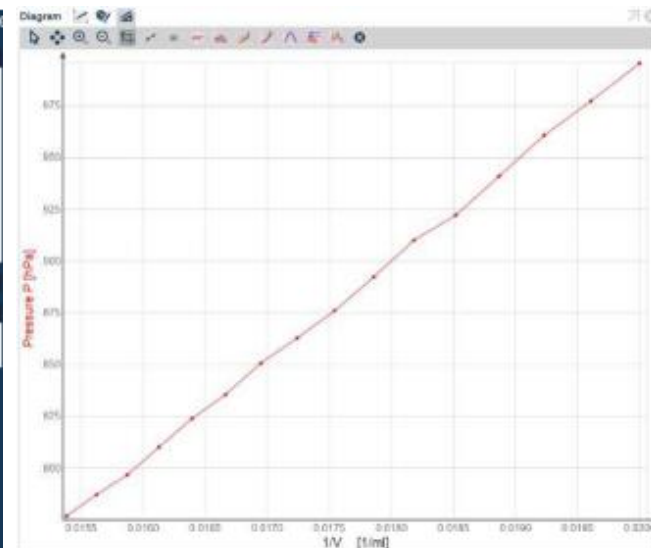
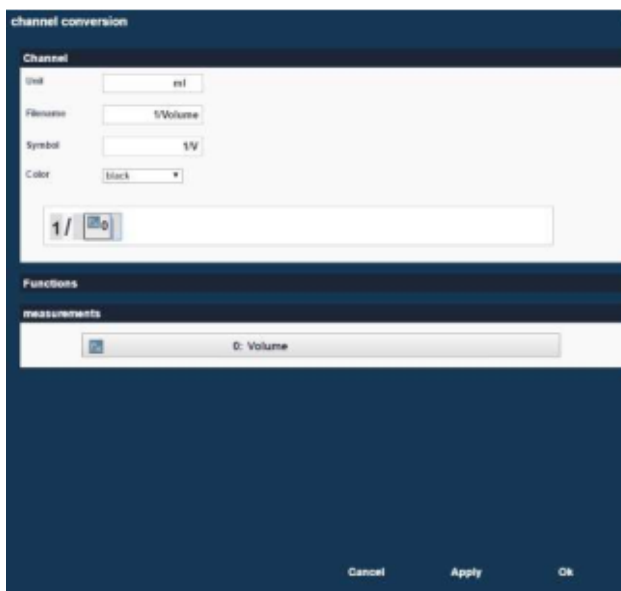
- + Bắt đầu phép đo, điều chỉnh thể tích ban đầu của xilanh khí ở vị trí 50 ml
- + Tăng dần thể tích khí theo từng bước, mỗi bước tăng 1 ml đến thể tích khoảng 65 ml.
- + Ghi lại thể tích của mỗi bước.
- + Trộn nước trong vỏ thủy tinh bằng cách di chuyển thanh khuấy từ và tạo điều kiện cân bằng áp suất trong xilanh khí bằng cách quay pitton.
- + Kết thúc phép đo.
- + Sau khi kết thúc, phần mềm “Measure” biểu diễn đồ thị mối tương quan giữa thể tích và áp suất khi nhiệt độ không đổi (Hình 6.2)



Hình 6.2: Đồ thị p - V khi $T = \text{const}$ và $n = \text{const}$ (Hình 6.3: Nhóm dữ liệu
($T = 295,15\text{K}$; $n = 2,086 \text{ mmol}$)


+ Để có đồ thị của áp suất theo nghịch đảo thể tích, click vào biểu tượng để mở nhóm dữ liệu (Hình 6.3).

+ Bây giờ ta có thể thực hiện một số thay đổi kênh bằng click lên nút . Đầu tiên, kéo và thả dữ liệu đo (thể tích) vào các phép đo, sau đó kéo và thả dữ liệu vào công thức (Hình 6.4).



Hình 6.4: Cài đặt chuyển đổi kênh

Hình 6.5: Đồ thị p theo $1/V$ khi $T = \text{const}$ và $n = \text{const}$ ($T = 295,15\text{K}$; $n = 2,086\text{mmol}$)

+ Quay lại nhóm dữ liệu  và chọn dữ liệu đo cho áp suất và kênh pVT đã sửa đổi. Khi đó, chọn tùy chọn “Diagram” và phần mềm sẽ hiển thị biểu đồ mong muốn như Hình 6.5 cho thấy mối tương quan giữa p và $1/V$.

+ Có thể chọn để chương trình hiển thị hệ số góc.

b. Định luật Gay-Lussac (quá trình đẳng áp)

+ Bắt đầu đo với “start”

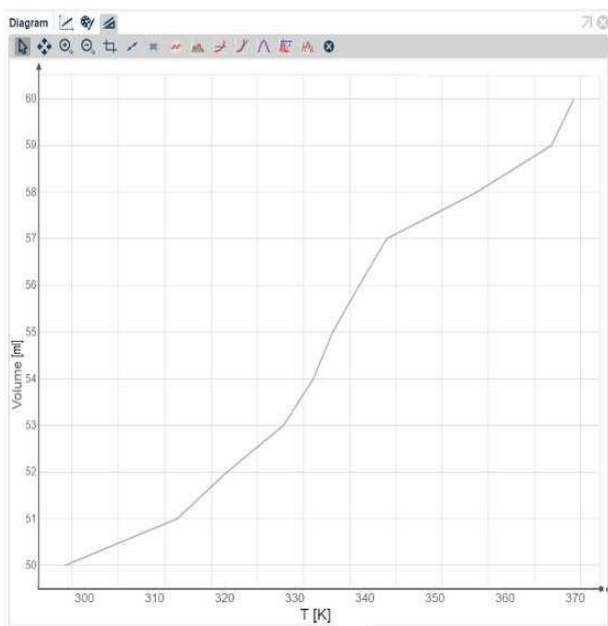
+ Ghi lại giá trị đầu tiên cho nhiệt độ ban đầu bằng các nhấp chuột vào “record”

+ Bật thiết bị làm nóng và điều chỉnh nguồn để vỏ thủy tinh được làm nóng từ từ.

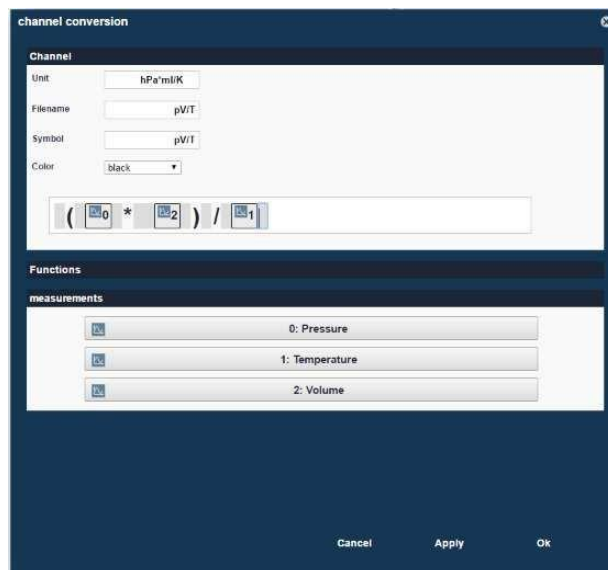
+ Trộn nước trong vỏ thủy tinh bằng cách di chuyển thanh khuấy và tạo điều kiện cân bằng áp suất trong xilanh khí bằng cách xoay pitton tăng thể tích để.

+ Sau khi thể tích đạt 60 ml, tắt thiết bị gia nhiệt và kết thúc phép đo bằng cách nhấn vào “stop”.



+ Hình 6.6 chỉ ra biểu đồ được thực hiện bởi chương trình.




Hình 6.6: Sự phụ thuộc của V-T ở áp suất không đổi $p = 1020$ hPa và $n = \text{const}$ ($n = 2,086$ mmol).

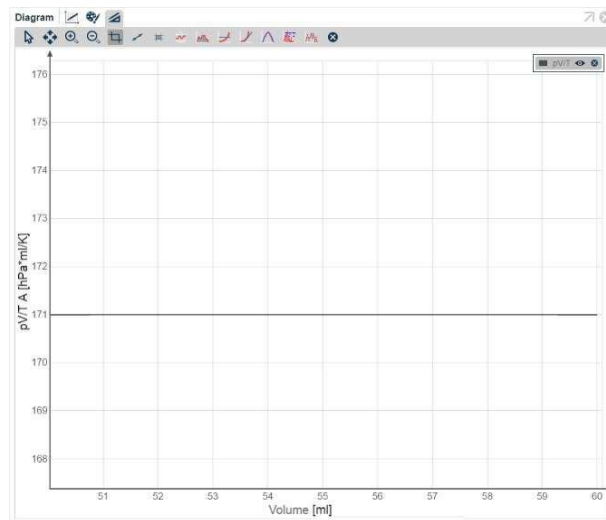


Hình 6.7: Cài đặt chỉnh sửa kênh.

+ Để vẽ đại lượng pV/T theo thể tích V , chuyển đến nhóm dữ liệu  và nhấp vào .

+ Bây giờ có thể thực hiện một số chỉnh sửa kênh, kéo và thả dữ liệu đo cho thể tích, nhiệt độ và áp suất để đo. Sau đó, kéo và thả dữ liệu vào công thức (Hình 6.7).

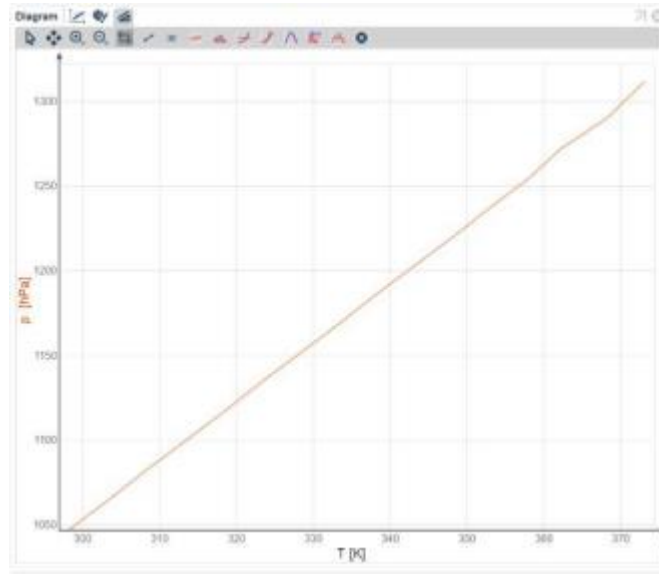
+ Quay lại nhóm dữ liệu  và chọn dữ liệu đo cho thể tích và kênh pVT đã sửa đổi. Khi đó, chọn tùy chọn “Diagram” và phần mềm sẽ hiển thị biểu đồ mong muốn như Hình 6.8.



Hình 6.8: Đại lượng pV/T theo thể tích V .

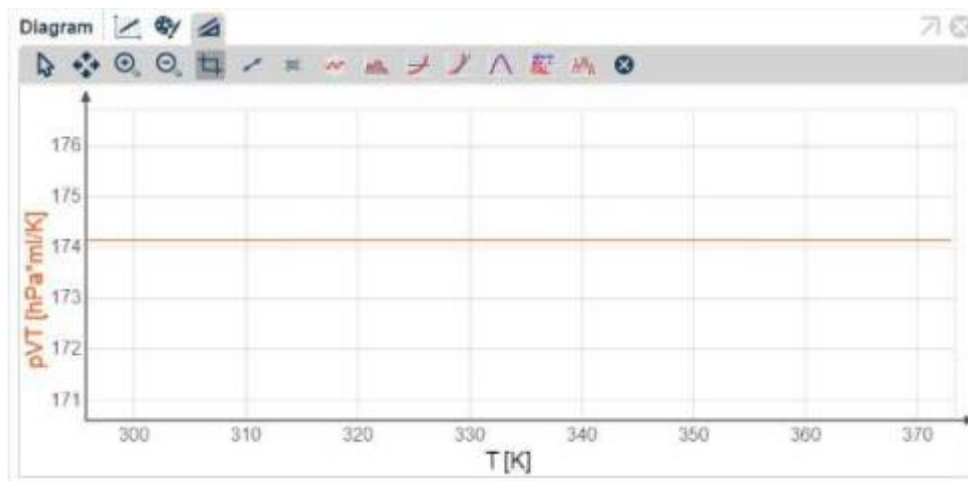
c. Định luật Charles-Amotons (quá trình đẳng tích $V=const$)

- + Bắt đầu đo với start.
- + Điều chỉnh thiết bị gia nhiệt để làm nóng chậm hệ.
- + Trộn nước trong vỏ thủy tinh bằng cách di chuyển thanh khuấy và tạo điều kiện cân bằng áp suất trong xilanh khí bằng cách xoay pitton.
- + Ghi lại áp suất tương ứng với nhiệt độ ban đầu bằng cách nhấp vào “record”.
- + Sau mỗi lần tăng nhiệt độ 5K, đẩy nhanh pitton vào xilanh khí cho đến khi thể tích khí được nén đến thể tích ban đầu là $V = 50$ ml và lấy giá trị tiếp theo bằng cách nhấp vào “record”.
- + Sau khi nhiệt độ đạt cỡ 370K hoặc nếu có sự mất mát khí rõ ràng trong quá trình nén, hãy tắt thiết bị gia nhiệt và kết thúc phép đo bằng cách nhấn “stop”.
- + Hình 6.10 biểu diễn sự phụ thuộc của áp suất p theo nhiệt độ T ở thể tích không đổi V như được thực hiện bởi chương trình.



Hình 6.9: Sự phụ thuộc của p vào T ở thể tích không đổi $V = 50\text{ml}$, và $n = 2.23\text{mmol}$

- + Để có vẽ đại lượng pV/T theo nhiệt độ, chuyển đến nhóm dữ liệu và nhấp vào .
- + Bây giờ có thể thực hiện một số chỉnh sửa kênh, kéo và thả dữ liệu đo cho thể tích, nhiệt độ và áp suất để đo. Sau đó, kéo và thả dữ liệu vào công thức (Hình 6.7).
- + Quay lại nhóm dữ liệu và chọn dữ liệu đo cho thể tích và kênh pVT đã sửa đổi. Khi đó, chọn tùy chọn “Diagram” và phần mềm sẽ hiển thị biểu đồ mong muốn như hình 10.



Hình 6.10: Đại lượng pV/T theo nhiệt độ T .

Chú ý:

+ Các kết quả chỉ được chấp nhận sử dụng để làm báo cáo thí nghiệm nộp cho Giảng viên khi đã được xác nhận của GVHD.

+ Mỗi báo cáo nộp in bản viết lại trên file văn bản và đính kèm bản kết quả thí nghiệm với dữ liệu gốc có chữ kí của giảng viên hướng dẫn. Các báo cáo không có bản kết quả thí nghiệm với dữ liệu gốc đều không hợp lệ (có thể trừ đến 50% số điểm bài báo cáo).

BẢNG SỐ LIỆU THÍ NGHIỆM
Bài thí nghiệm
CÁC ĐỊNH LUẬT THỰC NGHIỆM VỀ CHẤT KHÍ
(Dùng cho sinh viên trong buổi thực hành để ghi số liệu)

Tên nhóm thực hành:..... Lớp:.....

Thành viên nhóm:

STT	Họ và tên	MSSV	Vai trò (Ghi rõ vai trò từng thành viên)
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			

1. Định luật Boyle-Mariotte

Bảng 6.1: Khảo sát sự phụ thuộc thể tích vào áp suất khi nhiệt độ không đổi

Kết quả đo khi nhiệt độ không thay đổi: $T =$

STT	$V (ml)$	p
1	50	
2	51	
3	52	
4	53	
5	54	
6	55	
7	56	
8	57	
9	58	
10	59	
11	60	
12	61	
13	62	
14	63	
15	64	
16	65	

- Vẽ đồ thị biểu diễn sự phụ thuộc áp suất p vào $1/V$.
- Tính hệ số góc của đồ thị và sai số của nó.

2. Định luật Gay-Lussac

Bảng 6.2: Khảo sát sự phụ thuộc thể tích vào nhiệt độ khi áp suất không đổi

Kết quả đo khi áp suất không thay đổi: $p =$

STT	$T (K)$	$V (ml)$
1		
2		
3		
4		

5		
6		
7		
8		
9		
10		
11		
12		

- Vẽ đồ thị biểu diễn sự phụ thuộc thể tích vào nhiệt độ.
- Tính hệ số góc của đồ thị và sai số của nó.

3. Định luật Charles-Amotons

Bảng 6.3: Khảo sát sự phụ thuộc thể tích vào nhiệt độ khi thể tích không đổi

Kết quả đo khi nhiệt thể tích không thay đổi: $V =$

STT	$T (K)$	p
1		
2		
3		
4		
5		
6		
7		
8		
9		
10		
11		

- Vẽ đồ thị biểu diễn sự phụ thuộc áp suất vào nhiệt độ.
- Tính hệ số góc của đồ thị và sai số của nó.

Lưu ý: Bảng kết quả thực nghiệm phải được xác nhận của giáo viên hướng dẫn thí nghiệm, nó phải được ghi rõ ràng, không tẩy xóa (có thể ghi nháp trước, khi nào thấy kết quả hợp lý, chắc chắn, mới ghi vào bảng).

Ngày tháng năm
Xác nhận của giáo viên hướng dẫn thí nghiệm

BÁO CÁO THÍ NGHIỆM
CÁC ĐỊNH LUẬT THỰC NGHIỆM VỀ CHẤT KHÍ
(Báo cáo nộp GVHD)

Tên nhóm thực hành	Lớp	Ngày thực hành	Họ tên, chữ ký GVHD

Thành viên nhóm:

STT	Họ và tên	MSSV	Vai trò (Ghi rõ vai trò từng thành viên)
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			

9			
---	--	--	--

I. MỤC ĐÍCH THÍ NGHIỆM

Trình bày tóm tắt mục đích thí nghiệm

II. CƠ SỞ LÝ THUYẾT

Trình bày ngắn gọn lý thuyết liên quan phép đo và đại lượng tính thông qua các câu hỏi hướng dẫn sau.

- Định luật Boyle-Mariotte. Mô tả vắn tắt cách kiểm chứng ĐL.
- Định luật Gay-Lussac. Mô tả vắn tắt cách kiểm chứng ĐL.
- Định luật Charles-Amontons. Mô tả vắn tắt cách kiểm chứng ĐL.
- Đại lượng cần đo trong thí nghiệm.

III. KẾT QUẢ THÍ NGHIỆM

1. Định luật Boyle-Mariotte

Bảng 6.1: Khảo sát sự phụ thuộc thể tích vào áp suất khi nhiệt độ không đổi

Kết quả đo khi nhiệt độ không thay đổi: $T =$

STT	$V (ml)$	p
1	50	
2	51	
3	52	
4	53	
5	54	
6	55	
7	56	
8	57	
9	58	
10	59	
11	60	
12	61	
13	62	
14	63	
15	64	
16	65	

- Vẽ đồ thị biểu diễn sự phụ thuộc áp suất p vào $1/V$.
- Tính hệ số góc của đồ thị và sai số của nó.

2. Định luật Gay-Lussac

Bảng 2: Khảo sát sự phụ thuộc thể tích vào nhiệt độ khi áp suất không đổi

Kết quả đo khi áp suất không thay đổi: $p =$

STT	$T (K)$	$V (ml)$
1		
2		
3		
4		
5		
6		
7		
8		
9		
10		
11		
12		

- Vẽ đồ thị biểu diễn sự phụ thuộc thể tích vào nhiệt độ.
- Tính hệ số góc của đồ thị và sai số của nó.

3. Định luật Charles-Amotons

Bảng 3: Khảo sát sự phụ thuộc thể tích vào nhiệt độ khi thể tích không đổi

Kết quả đo khi nhiệt thể tích không thay đổi: $V =$

STT	$T (K)$	p
1		
2		
3		
4		
5		
6		
7		
8		
9		
10		
11		
12		

- Vẽ đồ thị biểu diễn sự phụ thuộc áp suất vào nhiệt độ.
- Tính hệ số góc của đồ thị và sai số của nó.

IV. Nhận xét

- Nhận xét các kết quả thí nghiệm, xác định nguyên nhân của các sai số.
- Ý kiến đề nghị để bài thí nghiệm được tốt hơn (nếu có).