

BÀI 12: PHƯƠNG TRÌNH TRẠNG THÁI KHÍ LÝ TƯỞNG

I. MỤC TIÊU

1. Kiến thức

Sau bài học này, HS sẽ:

- Rút ra được phương trình trạng thái của khí lý tưởng dựa trên định luật Boyle và định luật Charles.
- Rút ra được phương trình Clapeyron từ phương trình trạng thái của khí lý tưởng.
- Vận dụng được các phương trình trạng thái của khí lý tưởng để giải thích được một số hiện tượng đơn giản có liên quan và giải được các bài tập có liên quan.

2. Năng lực

Năng lực chung:

- *Năng lực tự học:* Tích cực làm việc cá nhân để hoàn thiện nhiệm vụ tính toán xác định tỉ số pV/nT của n mol khí lý tưởng biến đổi trạng thái từ điều kiện tiêu chuẩn ban đầu.
- *Năng lực giao tiếp hợp tác:* Phối hợp nhóm để tìm ra phương trình trạng thái.
- *Năng lực giải quyết vấn đề:* Xác định được và biết tìm hiểu các thông tin liên quan đến phương trình trạng thái của khí lý tưởng, đề xuất giải pháp giải quyết.

Năng lực vật lý:

- Bằng kiến thức cũ về quá trình đẳng nhiệt và đẳng áp, HS thiết lập được mối liên hệ p , V , T của một khối khí lý tưởng xác định.
- Viết được phương trình trạng thái của khí lý tưởng.
- Viết được phương trình Clapeyron.
- Tính toán để tìm được hằng số khí lý tưởng $R = 8,31 \text{ J/mol.K}$.
- Áp dụng phương trình trạng thái của khí lý tưởng giải được một số bài tập. – Vận dụng được phương trình trạng thái của khí lý tưởng giải thích được một số hiện tượng đơn giản, giải thích được nguyên lý hoạt động của một số thiết bị như bóng thám không, túi khí trong xe ô tô,...

3. Phẩm chất

- Chăm chỉ, trung thực, trách nhiệm trong học tập và thí nghiệm.

II. THIẾT BỊ DẠY HỌC VÀ HỌC LIỆU:

1. Đối với giáo viên:

- SGK, SBT, SGV Vật lý 12, Kế hoạch bài dạy.
- Hình vẽ và đồ thị trong SGK: Hình ảnh túi khí trong ô tô khi phồng lên, hình quá trình chuyển trạng thái,...
- Video: Nguyên lý hoạt động của túi khí trên xe ô tô:
<https://www.youtube.com/watch?v=BqX-s7Brdf>
- Máy chiếu, máy tính (nếu có).

2. Đối với học sinh:

- SGK, SBT Vật lý 12.

- Các dụng cụ học tập theo yêu cầu của GV.

III. TIỀN TRÌNH DẠY HỌC

A. HOẠT ĐỘNG KHỞI ĐỘNG

- Mục tiêu:** Xác định được vấn đề của bài học này là nghiên cứu phương trình trạng thái của khí lí tưởng.
- Nội dung:** GV cho HS thảo luận về câu hỏi, HS phát biểu ý kiến của bản thân về kiến thức đã học kết hợp với kinh nghiệm thực tế, từ đó GV định hướng HS vào nội dung của bài học.
- Sản phẩm học tập:** Câu trả lời của HS và nhu cầu tìm hiểu về mối liên hệ của các thông số trạng thái của khí lí tưởng.
- Tổ chức thực hiện:**

Bước 1: GV chuyển giao nhiệm vụ học tập

- GV yêu cầu HS trả lời nội dung **Khởi động (SGK – tr44):**

Các định luật Boyle và Charles chỉ xác định mối liên hệ giữa hai cặp thông số “áp suất – thể tích” và “thể tích – nhiệt độ” của một khối lượng khí xác định. Vậy, làm thế nào để xác định được mối liên hệ của cả ba thông số trạng thái của một khối lượng khí xác định?

Bước 2: HS thực hiện nhiệm vụ học tập

- HS thảo luận và suy nghĩ câu trả lời.

Bước 3: Báo cáo kết quả hoạt động và thảo luận

- GV mời 2 – 3 HS trả lời câu hỏi.

Bước 4: Đánh giá kết quả, thực hiện nhiệm vụ học tập

- GV nhận xét chung và dẫn dắt vào bài học mới: *Để tìm hiểu rõ hơn phương trình trạng thái của khí lí tưởng, chúng ta cùng tìm hiểu trong bài học ngày hôm nay – Bài 11: Phương trình trạng thái của khí lí tưởng.*

B. HOẠT ĐỘNG HÌNH THÀNH KIẾN THỨC

Hoạt động 1. Tìm hiểu về phương trình trạng thái của một lượng khí xác định

a. Mục tiêu:

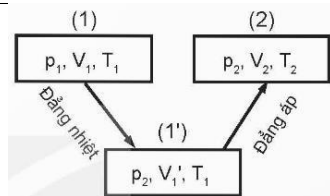
- Bằng kiến thức cũ về quá trình đẳng nhiệt và đẳng áp, HS thiết lập được mối liên hệ p , V , T của một khối khí lí tưởng xác định.
- Phối hợp với các bạn trong nhóm hoàn thành phiếu học tập để tìm ra phương trình trạng thái.
- Viết được phương trình trạng thái của khí lí tưởng.

b. Nội dung: GV hướng dẫn HS thực hiện theo các hoạt động trong SGK để tìm hiểu về phương trình trạng thái của khí lí tưởng.

c. Sản phẩm: Kết quả HS thực hiện các yêu cầu, gợi ý, dẫn dắt của GV để thiết lập được mối quan hệ giữa p , V và T của khối khí lí tưởng.

d. Tổ chức thực hiện:

HOẠT ĐỘNG CỦA GV – HS	DỰ KIẾN SẢN PHẨM
Bước 1: GV chuyển giao nhiệm vụ học tập - GV chiếu hình ảnh quá trình chuyển trạng thái (hình 11.1) cho HS quan sát.	I. PHƯƠNG TRÌNH TRẠNG THÁI CỦA KHÍ LÍ TỬ 1. Phương trình trạng thái của một lượng khí xác định



Hình 11.1. Quá trình chuyển từ trạng thái (1) qua trạng thái trung gian (1') tới trạng thái (2) của một khối lượng khí xác định

- GV yêu cầu HS thảo luận theo nhóm đôi và trả lời nội dung

Hoạt động (SGK – tr44)

Hãy dựa vào các định luật Boyle, Charles và Hình 11.1 về quá trình chuyển trạng thái của một khối lượng khí xác định để lập phương trình dưới đây về mối liên hệ giữa ba thông số trạng thái của một khối lượng khí xác định:

$$\frac{p_1 V_1}{T_1} = \frac{p_2 V_2}{T_2} \Rightarrow \frac{pV}{T} = \text{hằng số}$$

Độ lớn của hằng số trên phụ thuộc vào lượng khí ta xét.

- Sau khi HS trả lời, GV kết luận về phương trình trạng thái của khí lí tưởng.

- GV yêu cầu HS thảo luận và trả lời nội dung **Câu hỏi và**

Hoạt động (SGK – tr45)

+ Câu hỏi (SGK – tr45):

1. Hãy lập phương trình $\frac{p_1 V_1}{T_1} = \frac{p_2 V_2}{T_2}$ bằng một cách biến đổi trạng thái khác cách trong Hình 11.1 để chứng tỏ: "Quá trình chuyển trạng thái không phụ thuộc cách chuyển trạng thái mà chỉ phụ thuộc trạng thái đầu và trạng thái cuối."

2. Tại sao không gọi phương trình (11.1) là phương trình trạng thái của chất khí mà lại gọi là phương trình trạng thái của khí lí tưởng?

+ Hoạt động (SGK – tr44):

1. Hãy biểu diễn bằng đồ thị trong hệ tọa độ (p – V) các quá trình chuyển trạng thái vẽ ở Hình 11.1.

2. Từ phương trình trạng thái của khí lí tưởng suy ra hệ thức liên hệ giữa áp suất và nhiệt độ tuyệt đối trong quá trình đẳng tích.

- Sau khi HS trả lời, GV kết luận về nội dung phương trình trạng thái của một lượng khí xác định.

- Để củng cố kiến thức vừa học, GV yêu cầu HS trả lời nội dung **Bài tập ví dụ (SGK – tr45)**

Một cái bơm chứa 100 cm^3 không khí ở nhiệt độ 27°C và áp suất 10^5 Pa . Tính áp suất của không khí trong bơm khi nó bị nén xuống còn 20 cm^3 và tăng nhiệt độ lên đến 39°C .

Bước 2: HS thực hiện nhiệm vụ học tập

- Phương trình trạng thái của một khối lượng khí lí tưởng xác định:

$$\frac{pV}{T} = \text{hằng số}$$

Độ lớn của hằng số trên phụ thuộc vào lượng khí ta xét.

- Quá trình chuyển trạng thái không phụ thuộc cách chuyển trạng thái mà chỉ phụ thuộc trạng thái đầu và trạng thái cuối.

- HS đọc thông tin SGK, làm việc theo nhóm và trả lời câu hỏi.

- GV quan sát, hướng dẫn, hỗ trợ HS (nếu cần thiết).

Bước 3: Báo cáo kết quả hoạt động và thảo luận

- GV mời đại diện HS báo cáo kết quả thực hiện nhiệm vụ trước lớp.

*Trả lời Hoạt động (SGK – tr44)

- Vì quá trình chuyển từ (1) sang (1') là đẳng nhiệt nên: $p_1V_1 = p_2V_1'$.

- Vì quá trình chuyển từ (1') sang (2) là đẳng áp nên: $\frac{V_1'}{T_1} = \frac{V_2}{T_2}$.

- Suy ra: $\frac{p_1V_1}{T_1} = \frac{p_2V_2}{T_2}$.

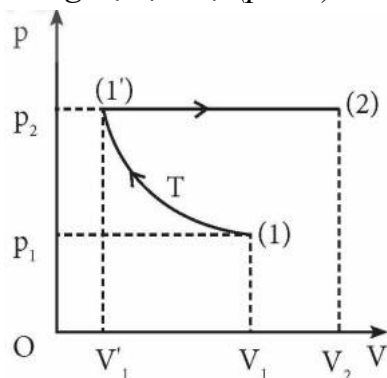
*Trả lời Câu hỏi (SGK – tr45)

1. Chuyển từ (1) sang (1') bằng quá trình đẳng áp và từ (1') sang (2) bằng quá trình đẳng nhiệt.

2. Vì phương trình trạng thái của khí lí tưởng được xây dựng trên các định luật Boyle và Charles là các định luật chỉ đúng với khí lí tưởng.

*Trả lời Hoạt động (SGK – tr45)

1. Các quá trình chuyển trạng thái vẽ ở Hình 11.1 được biểu diễn bằng đồ thị trong hệ tọa độ (p – V) như hình.



2. $\frac{p_1V_1}{T_1} = \frac{p_2V_2}{T_2}$. Vì quá trình đẳng tích nên: $V_1 = V_2$. Suy ra:

$\frac{p_1}{T_1} = \frac{p_2}{T_2}$ và $\frac{p}{T}$ = hằng số.

*Các bước giải Bài tập ví dụ (SGK – tr45)

(HS tham khảo lời giải trong SGK).

- GV mời HS khác nhận xét, bổ sung.

Bước 4: Đánh giá kết quả, thực hiện nhiệm vụ học tập

- Từ kết quả thảo luận của nhóm, GV nhận xét, đánh giá quá trình HS thực hiện nhiệm vụ.

- GV kết luận về nội dung Phương trình trạng thái của một lượng khí xác định.

- GV chuyển sang nội dung Phương trình Clapeyron.

Hoạt động 2. Tìm hiểu về phương trình trạng thái của một lượng khí xác định

a. Mục tiêu:

- Tính toán xác định tỉ số pV/nT của n mol khí lí tưởng biến đổi trạng thái từ điều kiện tiêu chuẩn ban đầu.
- Tính toán để tìm được hằng số khí lí tưởng $R = 8,31 \text{ J/mol.K}$.
- Viết được phương trình Claperon.

b. Nội dung: GV hướng dẫn HS thực hiện theo các hoạt động trong SGK để tìm hiểu về phương trình Clapeyron.

c. Sản phẩm:

- Kết quả HS thực hiện các yêu cầu, gợi ý, dẫn dắt của GV để nêu được phương trình Clapeyron và hằng số khí lí tưởng R .
- Hoàn thành nội dung Phiếu học tập.

PHIẾU HỌC TẬP

Họ và tên:.....

+) Xét n mol khí lí tưởng ở điều kiện tiêu chuẩn.

Ở điều kiện tiêu chuẩn, khí có:

Thể tích: $V_0 = n \times \dots\dots\dots (\text{lít}) = \dots\dots\dots (\text{m}^3)$

Áp suất: $p_0 = \dots\dots\dots (\text{Pa})$.

Nhiệt độ tuyệt đối: $T_0 = \dots\dots\dots (\text{K})$.

+) Thực hiện quá trình biến đổi trạng thái của khối khí này từ trạng thái đầu sang trạng thái mới có áp suất p , thể tích V , nhiệt độ T .

Quá trình biến đổi được tóm tắt bằng sơ đồ sau:

(trạng thái đầu) $p_0 = \dots\dots\dots V_0 = \dots\dots\dots T_0 = \dots\dots\dots$

Áp dụng phương trình trạng thái của khí lí tưởng, thu được:

$$\frac{pV}{T} = \dots\dots\dots$$

Từ đây suy ra:

$$\frac{pV}{nT} = \dots\dots\dots$$

trong dấu (.....) là đơn vị của đại lượng.

d. Tổ chức thực hiện:

HOẠT ĐỘNG CỦA GV – HS	DỰ KIẾN SẢN PHẨM
Bước 1: GV chuyển giao nhiệm vụ học tập - GV yêu cầu HS nghiên cứu SGK, thảo luận theo nhóm đôi và hoàn thành nội dung Phiếu học tập. - GV lưu ý HS về sự giống và khác nhau của hai phương trình $\frac{pV}{T} = \text{hằng số}$ và $pV = nRT$, cách ứng dụng vào từng trường hợp cụ thể. - GV kết luận về nội dung phương trình Clapeyron. Bước 2: HS thực hiện nhiệm vụ học tập - HS đọc thông tin SGK, làm việc theo nhóm và trả lời câu hỏi.	2. Phương trình Clapeyron - Phương trình trạng thái của khí lí tưởng (phương trình Clapeyron): $pV = nRT$ trong đó, R là hằng số khí lí tưởng ($R = 8,31 \text{ J/mol.K}$); n là số mol khí: $n = \frac{m(\text{kg})}{M(\text{kg/mol})}$

- GV quan sát, hướng dẫn, hỗ trợ HS (nếu cần thiết). Bước 3: Báo cáo kết quả hoạt động và thảo luận - GV mời đại diện HS báo cáo kết quả thực hiện nhiệm vụ trước lớp. *Trả lời Phiếu học tập (Đính kèm phía dưới hoạt động). - GV mời HS khác nhận xét, bổ sung. Bước 4: Đánh giá kết quả, thực hiện nhiệm vụ học tập - Từ kết quả thảo luận của nhóm, GV nhận xét, đánh giá quá trình HS thực hiện nhiệm vụ. - GV kết luận về nội dung <i>Phương trình Clapeyron</i>. - GV chuyển sang nội dung Luyện tập.	
--	--

C. HOẠT ĐỘNG LUYỆN TẬP

a. Mục tiêu: HS củng cố những kiến thức, kỹ năng đã học về định luật Charles.

b. Nội dung: GV trình chiếu câu hỏi, HS suy nghĩ trả lời các câu hỏi trắc nghiệm liên quan đến định luật Charles.

c. Sản phẩm học tập: HS đưa ra được các đáp án đúng và chuẩn kiến thức của GV.

d. Tổ chức thực hiện:

Bước 1: GV chuyển giao nhiệm vụ học tập

- GV trình chiếu lần lượt các câu hỏi trắc nghiệm nhiều phương án lựa chọn:

Khoanh tròn vào câu trả lời đúng:

Câu 1: Hệ thức nào sau đây **không đúng** với phương trình trạng thái khí lí tưởng?

A. $\frac{p_1 V_1}{T_1} = \frac{p_2 V_2}{T_2}$.

B. $p_1 V_1 T_2 = p_2 V_2 T_1$.

C. $\frac{p_1 T_1}{V_1} = \frac{p_2 T_2}{V_2}$.

D. $\frac{pV}{T} = \text{hằng số}$.

Câu 2: Xét 1 mol chất khí có áp suất p, nhiệt độ T, thể tích V, phương trình mô tả mối liên hệ của các đại lượng trên là

A. $pV = R$.

B. $pV = 1$.

C. $pV = T$.

D. $pV = RT$.

Câu 3: Một cái bơm chứa 100 cm³ không khí ở nhiệt độ 27°C và áp suất 10⁵ Pa. Nén khí trong bơm để thể tích khí giảm đi 20 cm³ và thấy nhiệt độ của khí trong bơm tăng lên đến 37°C. Coi khí là khí lí tưởng. Áp suất của khí trong bơm lúc này gần bằng

A. 1,3.10⁵ Pa.

B. 1,2.10⁵ Pa.

C. 1,1.10⁵ Pa.

D. 1,4.10⁵ Pa.

Câu 4: Một bình kín có thể tích không đổi chứa một khối lượng khí $m = 1 \text{ kg}$ ở áp suất $p_1 = 10^7 \text{ Pa}$. Lất ở bình ra một lượng khí cho tới khi áp suất của khí còn lại trong bình là $p_2 = 2,5 \cdot 10^6 \text{ Pa}$. Biết nhiệt độ khí không đổi. Khối lượng khí được lấy ra khỏi bình là

- A. 0,75 kg.
- B. 1,5 kg.
- C. 1,75 kg.
- D. 0,5 kg.

Câu 5: Đại lượng **không phải** thông số trạng thái của một lượng khí là

- A. thể tích.
- B. khối lượng.
- C. nhiệt độ.
- D. áp suất.

Câu 6: Phương trình trạng thái của khí lí tưởng **không** được ứng dụng trong trường hợp nào dưới đây?

- A. Nghiên cứu sự thay đổi khối lượng của không khí trong khí quyển.
- B. Nghiên cứu sự thay đổi áp suất và thể tích của các lớp khí tồn tại trong các vật liệu.
- C. Nghiên cứu, chế tạo các thiết bị liên quan đến chất khí.
- D. Nghiên cứu sự thay đổi khối lượng riêng của không khí trong khí quyển.

Bước 2: HS thực hiện nhiệm vụ học tập

- HS vận dụng kiến thức đã học và hiểu biết thực tế của bản thân về để trả lời câu hỏi.
- GV hướng dẫn, hỗ trợ HS (nếu cần thiết).

Bước 3: HS báo cáo kết quả hoạt động và thảo luận

- HS lần lượt đưa ra đáp án cho các bài tập:

Câu 1	Câu 2	Câu 3	Câu 4	Câu 5	Câu 6
C	D	A	A	B	A

- GV yêu cầu các HS khác lắng nghe, nhận xét, nêu đáp án khác (nếu có).

Bước 4:

- GV đánh giá kết quả, thực hiện nhiệm vụ học tập và chuyển sang nội dung vận dụng.

D. HOẠT ĐỘNG VẬN DỤNG

a. Mục tiêu: Vận dụng được phương trình trạng thái của khí lí tưởng giải thích được một số hiện tượng đơn giản, giải thích được nguyên lí hoạt động của một số thiết bị như bóng thám không, túi khí trong xe ô tô,...

b. Nội dung: GV chiếu câu hỏi, yêu cầu HS suy nghĩ trả lời.

c. Sản phẩm học tập: HS hoàn thành nội dung Vận dụng.

d. Tổ chức thực hiện:

Bước 1: GV chuyển giao nhiệm vụ học tập

- GV yêu cầu HS hoàn thành nội dung **Hoạt động (SGK – tr46)** mục II. **Vận dụng:**

1. Bóng thám không. Bóng thám không được sử dụng để thu thập thông tin về môi trường không khí và thời tiết. Bóng thường được bơm khí hiếm nhẹ hơn không khí, nhờ đó có thể bay lên các tầng không khí khác nhau để thu thập thông tin về nhiệt độ, độ ẩm, áp suất, tốc độ gió,...

Người ta muốn chế tạo một bóng thám không có thể tăng bán kính lên tới 1 m khi bay ở tầng khí quyển có áp suất $0,3 \cdot 10^5 \text{ Pa}$ và nhiệt độ 200 K. Hỏi bán kính của bóng khí vừa bơm xong phải bằng bao nhiêu? Biết bóng được bơm ở áp suất $1,02 \cdot 10^5 \text{ Pa}$ và nhiệt độ 300 K.

2. Túi khí. Trong ô tô, người ta thường đặt ở hệ thống tay lái một thiết bị nhằm bảo vệ người lái xe khi xe gặp tai nạn, gọi là "túi khí". Túi khí được chế tạo bằng vật liệu co giãn, chịu được áp suất lớn. Trong túi khí thường chứa chất NaN_3 , khi xe va chạm mạnh vào vật cản thì hệ thống cảm biến của xe sẽ kích thích chất rắn này làm nó phân hủy tạo thành Na và khí N. Khí N_2 được tạo thành có tác dụng làm phồng túi lên, giúp người lái xe không bị va chạm trực tiếp vào hệ thống lái (Hình 11.2).

a) Viết phương trình phân hủy NaN_3 .



Hình 11.2. Túi khí trong ô tô khi phồng lên

b) Tính lượng chất khí N_2 được giải phóng khi xảy ra phản ứng phân hủy NaN_3 , biết trong túi chứa 100 g NaN_3 và thể tích mol là 24,0 lít/mol.

c) Biết thể tích túi khí khi phồng lên có độ lớn tới 48 lít. Bỏ qua thể tích khí có trong túi trước khi phồng lên và thể tích của Na được tạo thành trong túi do phản ứng phân hủy. Tính áp suất của khí N_2 trong túi khí khi đã phồng lên, biết nhiệt độ là 30°C .

- GV có thể chiếu video nguyên lý hoạt động của túi khí cho HS quan sát:

<https://www.youtube.com/watch?v=BqX-s7Brdf>

Bước 2: HS tiếp nhận, thực hiện nhiệm vụ học tập

- HS thực hiện nhiệm vụ theo GV đã hướng dẫn.
- GV theo dõi, động viên, hỗ trợ HS trong quá trình thực hiện.

Bước 3: Báo cáo kết quả hoạt động, thảo luận

- HS nộp sản phẩm cho GV vào tiết học tiếp theo.

Gợi ý trả lời:

1. Thể tích của quả bóng khí vừa bơm xong là

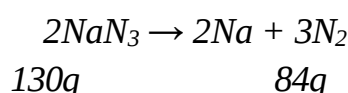
$$\frac{p_1 V_1}{T_1} = \frac{p_2 V_2}{T_2} \Rightarrow V_1 = \frac{p_2 V_2 T_1}{p_1 T_2} = 2,67 \text{ lít}$$

Bán kính của quả bóng là

$$\frac{4}{3} \pi R^3 = V \Rightarrow R$$

2.

a) Phương trình phân hủy NaN_3



b) Phương trình trên cho thấy: 130 g NaN_3 giải phóng 84 g N_2 nên 100 g NaN_3 giải phóng:

$$m = \frac{84.100}{130} = 64,6 \text{ g}$$

c) Từ $pV = nRT$ suy ra: $p = \frac{nRT}{V}$ với:

$$n = \frac{64,6}{28} = 2,31 \text{ mol}; R = 8,31 \text{ J/mol.K}; T = 303 \text{ K}; V = 48\,000 \text{ cm}^3 = 48.10^{-3} \text{ m}^3.$$

Từ đó tính được $p = 1,21.10^5 \text{ Pa}$.

- Các nhóm khác nhận xét, đánh giá.

Bước 4: Đánh giá kết quả thực hiện nhiệm vụ học tập

- GV nhận xét, đánh giá sản phẩm của HS.

- GV tổng kết nội dung chính và hướng dẫn HS tự đánh giá sau bài học.

HƯỚNG DẪN VỀ NHÀ

- Xem lại kiến thức đã học ở bài 11.

- Hoàn thành các bài tập trong Sách bài tập Vật lý 12 và nội dung Vận dụng.

- Xem trước nội dung *Bài 12: Áp suất khí theo mô hình động học phân tử. Quan hệ giữa động năng phân tử và nhiệt độ.*