



PHẠM NGUYỄN THÀNH VINH – PHÙNG VIỆT HẢI (đồng Chủ biên)
TRẦN NGUYỄN NAM BÌNH – ĐOÀN HỒNG HÀ
BÙI QUANG HÂN – ĐỖ XUÂN HỘI – NGUYỄN NHƯ HUY
TRƯƠNG ĐẶNG HOÀI THU – TRẦN THỊ MỸ TRINH

VẬT LÍ

12



NHÀ XUẤT BẢN GIÁO DỤC VIỆT NAM



HỘI ĐỒNG QUỐC GIA THẨM ĐỊNH SÁCH GIÁO KHOA

Môn: Vật lí – Lớp 12

(Theo Quyết định số 1882/QĐ-BGDDT ngày 29 tháng 6 năm 2023
và Quyết định số 2892/QĐ-BGDDT ngày 03 tháng 10 năm 2023
của Bộ trưởng Bộ Giáo dục và Đào tạo)

Chủ tịch: ĐỖ HƯƠNG TRÀ

Phó Chủ tịch: LỤC HUY HOÀNG

Uỷ viên, Thư ký: NGUYỄN HỮU TÌNH

Các uỷ viên: LÊ ANH ĐỨC – NGUYỄN VĂN HỢP

ĐẶNG TIẾN SƠN – VŨ THỊ THU

NGUYỄN VĂN THUẬN – NGUYỄN VĂN TÚ

PHẠM NGUYỄN THÀNH VINH – PHÙNG VIỆT HẢI (đồng Chủ biên)
TRẦN NGUYỄN NAM BÌNH – ĐOÀN HỒNG HÀ – BÙI QUANG HÂN – ĐỖ XUÂN HỘI
NGUYỄN NHƯ HUY – TRƯƠNG ĐẶNG HOÀI THU – TRẦN THỊ MỸ TRINH



NHÀ XUẤT BẢN GIÁO DỤC VIỆT NAM

Hướng dẫn sử dụng sách

Trong mỗi bài học gồm các nội dung sau:

MỞ ĐẦU



Khởi động, đặt vấn đề, gợi mở và tạo hứng thú vào bài học

HÌNH THÀNH KIẾN THỨC MỚI



Hoạt động hình thành kiến thức mới qua việc quan sát hình ảnh, thí nghiệm hoặc trải nghiệm thực tế



Thảo luận để hình thành kiến thức mới



Tóm tắt kiến thức trọng tâm

LUYỆN TẬP



Củng cố kiến thức và rèn luyện kỹ năng đã học

Chân trời sáng tạo

VẬN DỤNG



Vận dụng kiến thức và kỹ năng đã học vào thực tiễn cuộc sống

MỞ RỘNG



Giới thiệu thêm kiến thức và ứng dụng liên quan đến bài học, giúp các em tự học ở nhà

*Hãy bảo quản, giữ gìn sách giáo khoa để dành tặng
các em học sinh lớp sau!*



LỜI NÓI ĐẦU

Các em học sinh, quý thầy, cô giáo và quý vị phụ huynh thân mến!

Sách giáo khoa Vật lí 10 và 11 đã giúp các em trang bị những nền tảng về một số kiến thức của Vật lí: Cơ học, Dao động, Sóng, Điện trường và Dòng điện không đổi. Trong từng chương sách, từ những kiến thức nền tảng, các em có thể vận dụng để giải thích nhiều hiện tượng trong cuộc sống cũng như những ứng dụng của vật lí trong thực tiễn. Từ đó, ta thấy vật lí có ảnh hưởng sâu rộng đến mọi lĩnh vực trong đời sống và kĩ thuật. Việc học tập và nghiên cứu vật lí giúp phát triển cả khoa học cơ bản và khoa học ứng dụng, góp phần quan trọng trong sự phát triển khoa học kĩ thuật và kinh tế ở tầm quốc gia.

Sách giáo khoa **Vật lí 12** gồm 4 chương, mang đến cho các em những kiến thức vật lí về Vật lí nhiệt (Chương 1), Khí lí tưởng (Chương 2), Từ trường (Chương 3), Vật lí hạt nhân (Chương 4).

Mỗi chương được chia thành một số bài học, mỗi bài học gồm một chuỗi các hoạt động nhằm hình thành năng lực cho học sinh bao gồm: khởi động, khám phá, luyện tập, vận dụng, mở rộng và cuối mỗi bài học sẽ có hệ thống bài tập giúp học sinh rèn luyện và tự đánh giá kết quả học tập của mình. Học sinh có thể tra cứu nhanh các thuật ngữ khoa học liên quan đến bài học dựa vào bảng Giải thích thuật ngữ cuối sách.

Sách giáo khoa **Vật lí 12** thuộc bộ sách giáo khoa **Chân trời sáng tạo** của Nhà xuất bản Giáo dục Việt Nam được biên soạn dựa trên định hướng phát triển phẩm chất và năng lực người học; tạo điều kiện để học sinh phát triển tư duy khoa học dưới góc độ vật lí, tăng cường khả năng vận dụng kiến thức, kĩ năng vật lí trong thực tiễn dưới sự gi.subplots;a của giáo viên.

Rất mong nhận được sự góp ý của quý thầy, cô giáo, quý vị phụ huynh và các em học sinh để sách ngày càng hoàn thiện hơn.

Các tác giả

● ● ● ● ● ● ●
MỤC LỤC

Hướng dẫn sử dụng sách	2
Lời nói đầu	3
Mục lục	4
Chương 1: VẬT LÍ NHIỆT	5
Bài 1. Sự chuyển thể	5
Bài 2. Thang nhiệt độ	15
Bài 3. Nội năng. Định luật 1 của nhiệt động lực học.....	20
Bài 4. Thực hành đo nhiệt dung riêng, nhiệt nóng chảy riêng, nhiệt hoá hơi riêng	29
Chương 2: KHÍ LÍ TƯỞNG	37
Bài 5. Thuyết động học phân tử chất khí	37
Bài 6. Định luật Boyle. Định luật Charles	42
Bài 7. Phương trình trạng thái của khí lí tưởng	48
Bài 8. Áp suất – động năng của phân tử khí	53
Chương 3: TỬ TRƯỜNG	59
Bài 9. Khái niệm tử trường	59
Bài 10. Lực từ. Cảm ứng từ	66
Bài 11. Thực hành đo độ lớn cảm ứng từ.....	72
Bài 12. Hiện tượng cảm ứng điện từ	75
Bài 13. Đại cương về dòng điện xoay chiều	84
Chương 4: VẬT LÍ HẠT NHÂN	94
Bài 14. Hạt nhân và mô hình nguyên tử	94
Bài 15. Năng lượng liên kết hạt nhân	100
Bài 16. Phản ứng phân hạch, phản ứng nhiệt hạch và ứng dụng	105
Bài 17. Hiện tượng phóng xạ	111
Bài 18. An toàn phóng xạ	117
Giải thích thuật ngữ	123



VẬT LÍ NHIỆT

Chương 1

Bài



SỰ CHUYỂN THỂ

- Mô hình động học phân tử, sơ lược về cấu trúc của chất rắn, chất lỏng, chất khí.
- Sơ lược một số hiện tượng vật lí liên quan đến sự chuyển thể: sự nóng chảy, sự hoá hơi.
- Khái niệm nhiệt nóng chảy riêng, nhiệt hoá hơi riêng.



Trong công nghiệp, người ta có thể tạo ra các hợp kim, các sản phẩm đúc kim loại bằng cách nấu chảy kim loại và đổ vào khuôn (Hình 1.1). Một ấm nước được đun sôi và tiếp tục đun thì lượng nước trong ấm sẽ cạn dần (Hình 1.2). Trong các quá trình trên, kim loại và nước đã có sự chuyển thể như thế nào và quá trình chuyển thể này tuân theo những quy luật nào?



▲ Hình 1.1. Kim loại nóng chảy đang được đổ vào khuôn trong nhà máy



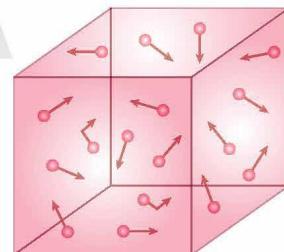
▲ Hình 1.2. Ấm nước đang sôi



MÔ HÌNH ĐỘNG HỌC PHÂN TỬ VÀ CẤU TRÚC VẬT CHẤT

► Mô hình động học phân tử

Để giải thích các hiện tượng nhiệt quan sát được như: sự tồn tại của các thể, sự truyền nhiệt, sự nóng chảy, sự bay hơi,... các nhà khoa học đã đưa ra mô hình lý thuyết khái quát về cấu tạo chất, gọi là mô hình động học phân tử (Hình 1.3).



▲ Hình 1.3. Các phân tử chuyển động không ngừng theo mọi hướng



Mô hình động học phân tử gồm các nội dung cơ bản:

- Vật chất được cấu tạo bởi một số rất lớn những hạt có kích thước rất nhỏ gọi là phân tử¹. Giữa các phân tử có khoảng cách.
- Các phân tử chuyển động không ngừng, gọi là chuyển động nhiệt. Các phân tử chuyển động nhiệt càng nhanh thì nhiệt độ của vật càng cao.
- Giữa các phân tử có các lực tương tác (hút và đẩy).

¹ Chất rắn và khí tro được cấu tạo từ các nguyên tử. Chúng được coi là các phân tử đơn nguyên tử.



➡ Cấu trúc của vật chất

Vật chất xung quanh chúng ta thường tồn tại phổ biến ở ba thể cơ bản là rắn, lỏng và khí.

Ở thể rắn (xét với chất rắn kết tinh¹), các phân tử rất gần nhau (khoảng cách trung bình giữa các phân tử cỡ kích thước phân tử) và các phân tử sắp xếp có trật tự, chặt chẽ (Hình 1.4a₁). Lực tương tác giữa các phân tử rất mạnh, giữ cho chúng không di chuyển tự do mà chỉ có thể dao động quanh vị trí cân bằng xác định (Hình 1.4b₁). Do đó, vật rắn luôn có thể tích và hình dạng riêng xác định (Hình 1.5).

Ở thể khí, các phân tử ở xa nhau (khoảng cách trung bình giữa các phân tử lớn gấp hàng chục lần kích thước của chúng) (Hình 1.4a₃). Lực tương tác giữa các phân tử rất yếu (trừ trường hợp chúng va chạm nhau) nên các phân tử chuyển động hoàn toàn hỗn loạn (Hình 1.4b₃). Do đó, khối chất khí không có hình dạng và thể tích riêng mà nó có hình dạng và thể tích của bình chứa nó và có thể nén được dễ dàng.

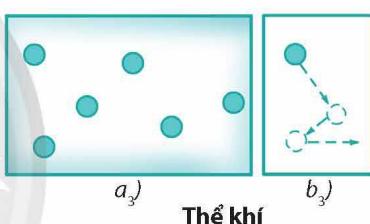
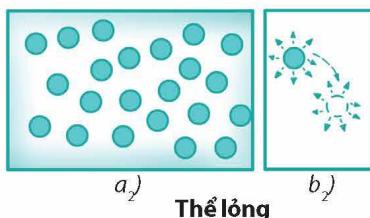
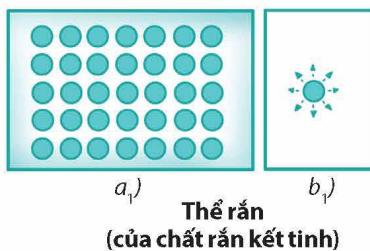
Thể lỏng được coi là trung gian giữa thể khí và thể rắn. Khoảng cách trung bình giữa các phân tử trong chất lỏng lớn hơn khoảng cách trung bình giữa các phân tử trong chất rắn và nhỏ hơn khoảng cách trung bình giữa các phân tử trong chất khí (Hình 1.4a₂). Lực tương tác giữa các phân tử ở thể lỏng lớn hơn lực tương tác giữa các phân tử ở thể khí nên giữ các phân tử không bị phân tán ra xa nhau, do đó chất lỏng có thể tích riêng xác định. Lực tương tác này chưa đủ lớn như trong thể rắn nên các phân tử ở thể lỏng cũng dao động quanh vị trí cân bằng nhưng các vị trí này không cố định mà luôn luôn thay đổi (Hình 1.4b₂). Do đó, khối chất lỏng rất khó bị nén, nó có thể tích xác định nhưng không có hình dạng xác định mà có hình dạng của phần bình chứa nó (Hình 1.6).

Lưu ý: Riêng với nước, khoảng cách trung bình giữa các phân tử ở thể lỏng nhỏ hơn khoảng cách trung bình giữa các phân tử ở thể rắn (nước đá).

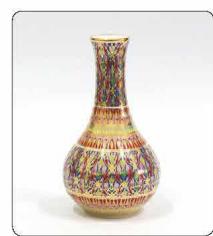
¹Xem mục 3. Sự nóng chảy.



1. Nêu các tính chất của chất rắn, chất lỏng, chất khí về hình dạng và thể tích của chúng. Các tính chất này được giải thích như thế nào?



▲ **Hình 1.4.** Sự sắp xếp (a) và chuyển động (b) của các phân tử ở các thể rắn, lỏng, khí



▲ **Hình 1.5.** Một lọ hoa có hình dạng và kích thước xác định



▲ **Hình 1.6.** Khối nước trà trong ấm và trong tách có hình dạng của phần ấm và phần tách chứa nó



Cấu trúc	Thể rắn	Thể lỏng	Thể khí
Khoảng cách giữa các phân tử	Rất gần nhau (cỡ kích thước phân tử)	Xa nhau	Rất xa nhau (gấp hàng chục lần kích thước phân tử)
Sự sắp xếp của các phân tử	Trật tự	Kém trật tự hơn	Không có trật tự
Chuyển động của các phân tử	Chỉ dao động quanh vị trí cân bằng cố định	Dao động quanh vị trí cân bằng luôn luôn thay đổi	Chuyển động hỗn loạn



Dựa vào mô hình động học phân tử, hãy giải thích hiện tượng: Mở lọ nước hoa và đặt ở một góc trong phòng, một lúc sau, người trong phòng có thể ngửi thấy mùi nước hoa.

2 SỰ CHUYỂN THỂ CỦA CÁC CHẤT

Trong chương trình lớp 6, các em đã biết sự chuyển thể là quá trình chuyển từ thể này sang thể khác của vật chất. Tuỳ theo điều kiện tác động (nhiệt độ, áp suất) mà các chất có thể ở các thể khác nhau (Hình 1.7).

Ví dụ 1: Thép trong điều kiện thường ở thể rắn, nhưng khi đưa vào nấu trong lò luyện kim thì chuyển sang thể lỏng (sự nóng chảy). Sau đó để nguội dần, thép ở thể lỏng sẽ chuyển lại thể rắn (sự đông đặc) (Hình 1.8).



▲ Hình 1.8. Thép được đưa ra khỏi khuôn và để nguội trong nhà máy luyện thép



2. Nêu tên các quá trình chuyển thể qua lại giữa các thể (rắn, lỏng, khí) của vật chất mà em đã học?



▲ Hình 1.7. Các quá trình chuyển thể của vật chất



Ví dụ 2: Một số chất rắn như iodine (i-ốt), băng phiến, đá khô (CO_2 ở thể rắn),... có khả năng chuyển trực tiếp từ thể rắn sang thể hơi khi nó nhận nhiệt. Hiện tượng trên gọi là sự thăng hoa (Hình 1.9). Ngược với sự thăng hoa là sự凝聚 kết.

Ở phần tiếp theo, chúng ta sẽ tìm hiểu hai quá trình chuyển thể thường gặp trong cuộc sống, đó là sự nóng chảy và sự hoá hơi.



▲ **Hình 1.9.** Miếng đá khô chuyển sang thể hơi



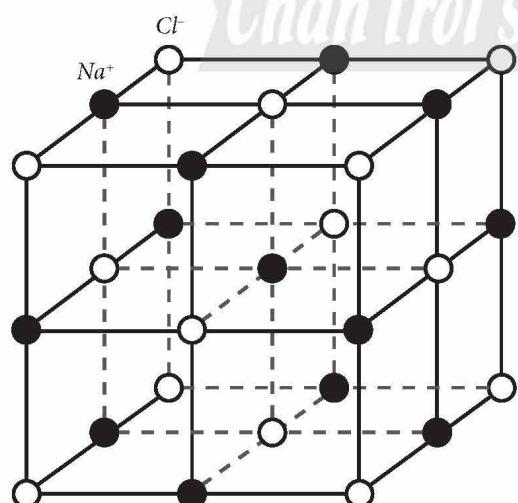
3. Lấy ví dụ minh họa quá trình chuyển từ thể lỏng sang thể khí và ngược lại.

3 SỰ NÓNG CHẢY

Sự nóng chảy là quá trình chuyển từ thể rắn sang thể lỏng của các chất.

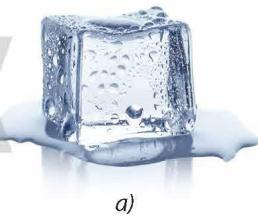
► Sự nóng chảy của chất rắn kết tinh và chất rắn vô định hình

Căn cứ vào cấu trúc sắp xếp của các hạt (phân tử, nguyên tử hoặc ion) tạo nên chất rắn, người ta chia chất rắn thành hai loại: chất rắn kết tinh (chất rắn có cấu trúc tinh thể¹) như thạch anh, muối ăn, kim cương, hầu hết kim loại, nước đá,... và chất rắn vô định hình (chất rắn không có cấu trúc tinh thể nên không có dạng hình học xác định) như thuỷ tinh, nhựa, sôcôla,...



▲ **Hình 1.10.** Mô hình cấu trúc lập phương của tinh thể muối ăn

4. Hãy mô tả quá trình nóng chảy của nước đá (Hình 1.11a) và thanh sôcôla (Hình 1.11b).



a)



b)

▲ **Hình 1.11.**

- a) Viên nước đá đang nóng chảy;
b) Thanh sôcôla đang nóng chảy.

¹Các hạt được sắp xếp theo một dạng hình học không gian xác định, tuần hoàn.

Sự nóng chảy của chất rắn kết tinh

Khi nung nóng liên tục một vật rắn kết tinh (ví dụ nước đá), nhiệt độ của vật rắn tăng dần.

Khi nhiệt độ đạt một giá trị xác định gọi là nhiệt độ nóng chảy thì vật bắt đầu chuyển sang thể lỏng và trong suốt quá trình này nhiệt độ của vật là không đổi.

Khi toàn bộ vật rắn đã chuyển sang thể lỏng, tiếp tục cung cấp nhiệt lượng thì nhiệt độ của vật sẽ tiếp tục tăng (Hình 1.12).

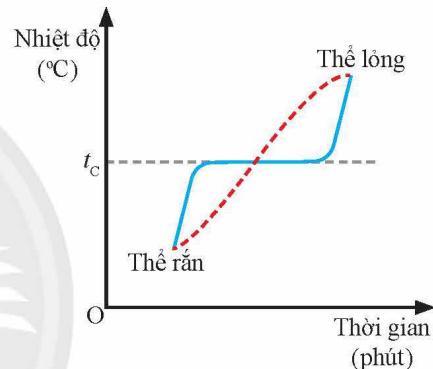
Như vậy, chất rắn kết tinh có nhiệt độ nóng chảy xác định (ở một áp suất cụ thể). Bảng 1.1 cung cấp giá trị nhiệt độ nóng chảy của một số chất rắn kết tinh phổ biến ở áp suất tiêu chuẩn.

▼ **Bảng 1.1. Nhiệt độ nóng chảy của một số chất rắn kết tinh phổ biến ở áp suất tiêu chuẩn**

Chất rắn	Nhiệt độ nóng chảy ($^{\circ}\text{C}$)	Chất rắn	Nhiệt độ nóng chảy ($^{\circ}\text{C}$)
Wolfram	3 422	Bạc	960
Sắt	1 530	Nhôm	659
Thép	1 300	Chì	327
Đồng đỏ	1 083	Thiếc	232
Vàng	1 063	Nước đá	0



5. Quan sát đồ thị ở Hình 1.12, từ đó nhận xét về sự biến đổi nhiệt độ của chất rắn kết tinh và chất rắn vô định hình trong quá trình chuyển thể từ rắn sang lỏng.



▲ **Hình 1.12. Đồ thị phác họa sự thay đổi nhiệt độ theo thời gian trong quá trình chuyển thể từ rắn sang lỏng của chất rắn kết tinh (đường liên tục màu xanh) và của chất rắn vô định hình (đường nét đứt màu đỏ)**

Sự nóng chảy của chất rắn vô định hình

Khi nung nóng liên tục vật rắn vô định hình (ví dụ thanh sôcôla), vật rắn mềm đi và chuyển dần sang thể lỏng một cách liên tục, trong quá trình này nhiệt độ của vật tăng liên tục (Hình 1.12). Do đó, vật rắn vô định hình không có nhiệt độ nóng chảy xác định.



Khi đun nóng đến một nhiệt độ nào đó, vật rắn bắt đầu chuyển trạng thái từ rắn sang lỏng (sự nóng chảy). Chất rắn kết tinh có nhiệt độ nóng chảy xác định (ở một áp suất cụ thể). Chất rắn vô định hình không có nhiệt độ nóng chảy xác định.



➡ Giải thích sự nóng chảy của chất rắn kết tinh

Ở áp suất không đổi, các hạt ở thể rắn liên kết chặt chẽ với nhau, chúng dao động quanh các vị trí cân bằng xác định. Khi nung nóng chất rắn, các hạt được cung cấp nhiệt năng làm tốc độ chuyển động nhiệt của nó tăng lên, mức độ trật tự trong cấu trúc của các hạt giảm đi. Khi đạt đến nhiệt độ nóng chảy, chuyển động của các hạt giống như chuyển động của các phân tử chất lỏng, đó là quá trình nóng chảy.



6. Vận dụng mô hình động học phân tử, hãy giải thích sự nóng chảy của chất rắn kết tinh.



Nêu ứng dụng của sự nóng chảy trong công nghiệp luyện kim, hàn điện, thực phẩm.



Từ Bảng 1.1, hãy giải thích tại sao dây tóc bóng đèn sợi đốt thường được làm bằng wolfram.

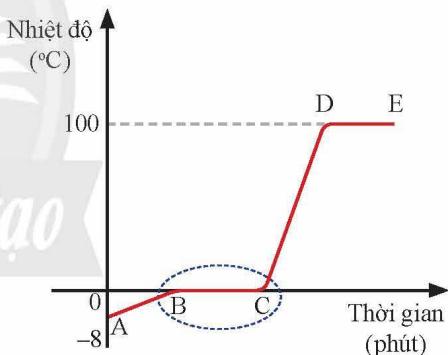
➡ Nhiệt nóng chảy riêng

Xét một khối nước đá ở thể rắn có khối lượng m ở áp suất tiêu chuẩn (1 atm) được đun nóng bằng một nguồn nhiệt có công suất không đổi. Thực nghiệm cho thấy, trong khoảng thời gian từ lúc bắt đầu nóng chảy đến khi nóng chảy hoàn toàn, nhiệt độ của nước đá hầu như không đổi mặc dù nó vẫn nhận nhiệt lượng từ nguồn (đoạn BC trong Hình 1.13), nhiệt độ nước đá ổn định ở 0°C). Nhiệt lượng nước đá nhận được trong quá trình nóng chảy này tỉ lệ với khối lượng của nó.

Mở rộng nghiên cứu về sự nóng chảy với các chất rắn kết tinh khác, người ta cũng thu được kết quả tương tự:

$$Q = m\lambda \quad (1.1)$$

Trong đó, Q là nhiệt lượng khối chất thu vào (đơn vị là J); m là khối lượng của khối chất (đơn vị là kg); λ là hằng số phụ thuộc vào bản chất của chất nóng chảy, gọi là nhiệt nóng chảy riêng của chất đó (đơn vị là J/kg). Bảng 1.2 cung cấp giá trị nhiệt nóng chảy riêng của một số chất ở áp suất tiêu chuẩn.



▲ Hình 1.13. Đồ thị minh họa sự thay đổi nhiệt độ của nước theo thời gian khi nhận nhiệt và chuyển các thể

7. Quan sát Hình 1.13, xác định các quá trình biến đổi ứng với mỗi đoạn AB, BC, CD, DE.



▼ **Bảng 1.2. Nhiệt nóng chảy riêng của một số chất ở áp suất tiêu chuẩn**

Chất rắn	Nhiệt nóng chảy riêng (J/kg)
Nước đá	$3,34 \cdot 10^5$
Nhôm	$4,00 \cdot 10^5$
Sắt	$2,77 \cdot 10^5$
Chì	$0,25 \cdot 10^5$
Bạc	$1,05 \cdot 10^5$
Vàng	$0,64 \cdot 10^5$
Thiếc	$0,61 \cdot 10^5$



Nhiệt nóng chảy riêng của một chất có giá trị bằng nhiệt lượng cần cung cấp cho 1 kg chất đó chuyển hoàn toàn từ thể rắn sang thể lỏng tại nhiệt độ nóng chảy:

$$\lambda = \frac{Q}{m}$$



Để hàn các linh kiện bị đứt trong mạch điện tử, người thợ sửa chữa thường sử dụng mỏ hàn điện để làm nóng chảy dây thiếc hàn. Biết rằng loại thiếc hàn sử dụng là hỗn hợp của thiếc và chì với tỉ lệ khối lượng là 63:37, khối lượng một cuộn dây thiếc hàn là 50 g. Tính nhiệt lượng mỏ hàn cần cung cấp để làm nóng chảy hết một cuộn dây thiếc hàn ở nhiệt độ nóng chảy.



SỰ HOÁ HƠI

Chân trời sáng tạo

Các em đã biết sự hoá hơi là quá trình chuyển từ thể lỏng sang thể khí. Sự hoá hơi thể hiện qua hai hình thức: sự bay hơi và sự sôi.

Sự bay hơi

Ví dụ

Xét sự bay hơi của nước (Hình 1.14), các phân tử nước bay hơi thông qua mặt thoáng (mặt tiếp xúc với không khí). Diện tích mặt thoáng càng lớn, tốc độ gió càng lớn, nhiệt độ càng cao và độ ẩm không khí càng thấp thì tốc độ bay hơi nước càng nhanh. Sự bay hơi nước xảy ra ở nhiệt độ bất kì. Với các chất lỏng khác, hiện tượng cũng xảy ra tương tự. Đồng thời với sự bay hơi, cũng xảy ra hiện tượng các phân tử khí tụ lại ở phía trên mặt thoáng chất lỏng và chuyển về thể lỏng, gọi là sự ngưng tụ.



8. Dự đoán các yếu tố ảnh hưởng đến tốc độ bay hơi của nước trong Hình 1.14.



▲ **Hình 1.14. Nước biển bay hơi để lại những tinh thể muối**



Sự hoà hơi xảy ra trên bề mặt chất lỏng gọi là sự bay hơi. Sự bay hơi xảy ra ở nhiệt độ bất kì.

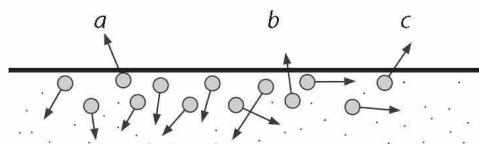
Tốc độ bay hơi của chất lỏng càng nhanh nếu diện tích mặt thoáng càng lớn, tốc độ gió càng lớn, nhiệt độ càng cao, và độ ẩm không khí càng thấp.



9. Vận dụng mô hình động học phân tử, hãy giải thích nguyên nhân gây ra sự bay hơi.

Giải thích sự bay hơi

Các phân tử ở bề mặt chất lỏng tham gia chuyển động nhiệt, trong đó có những phân tử chuyển động hướng ra ngoài chất lỏng (Hình 1.15). Một số phân tử chất lỏng này có động năng đủ lớn, thắng lực tương tác giữa các phân tử chất lỏng với nhau thì chúng có thể thoát ra khỏi mặt thoáng, trở thành các phân tử hơi.



▲ Hình 1.15. Các phân tử a, b, c chuyển động hướng ra ngoài chất lỏng

Tác dụng của sự bay hơi

Nước từ sông, hồ, biển,... liên tục bay hơi tạo thành mây, sương mù, mưa, làm cho khí hậu điều hoà, thực vật phát triển. Sự bay hơi của nước biển được ứng dụng trong ngành sản xuất muối. Sự bay hơi của các khí ammonia (NH_3), difluoromethane (CH_2F_2) còn gọi là R-32... được sử dụng trong các thiết bị làm lạnh như tủ lạnh, máy điều hoà không khí.



- Giả sử được giao nhiệm vụ cất giữ và bảo quản một lít cồn, em hãy nêu cách thực hiện trong điều kiện thực tế sẵn có của gia đình.
- Rau xanh sau khi thu hoạch thường bị héo rất nhanh khi để ngoài nắng. Vì sao lại có hiện tượng trên? Làm thế nào để hạn chế điều này?

➤ Sự sôi

Ví dụ

Đun một nồi nước trên bếp (Hình 1.16), nhiệt lượng từ ngọn lửa truyền đến nồi nước làm nhiệt độ của nước tăng dần. Khi nhiệt độ của nước đạt đến một giá trị xác định (khoảng 100°C ở áp suất tiêu chuẩn), các bọt khí nổi lên từ đáy nồi, lớn dần và vỡ ra trên mặt thoáng để các phân tử hơi nước trong bọt khí thoát ra ngoài.

Làm thí nghiệm với các chất lỏng khác nhau, người ta nhận thấy: Ở áp suất tiêu chuẩn, mỗi chất lỏng sôi ở nhiệt độ xác định; khi áp suất khí trên bề mặt chất lỏng tăng lên, nhiệt độ sôi của chất lỏng cũng tăng lên. Bảng 1.3 cung cấp giá trị nhiệt độ sôi của một số chất lỏng ở áp suất tiêu chuẩn.



▲ Hình 1.16. Nước sôi trên bếp



▼ **Bảng 1.3. Nhiệt độ sôi của một số chất lỏng ở áp suất tiêu chuẩn**

Chất lỏng	Nhiệt độ sôi ($^{\circ}\text{C}$)
Rượu	78,3
Nước	100
Xăng	80,2
Dầu hoả	290
Phenol	182
Thuỷ ngân	357



Sự hoá hơi xảy ra ở bên trong và trên bề mặt chất lỏng gọi là sự sôi. Sự sôi xảy ra ở nhiệt độ sôi. Nhiệt độ sôi của chất lỏng phụ thuộc áp suất khí trên mặt thoáng và bản chất của chất lỏng. Trong suốt thời gian sôi, nhiệt độ chất lỏng không thay đổi.

Giải thích sự sôi của chất lỏng

Khi đun chất lỏng đến nhiệt độ sôi, do tiếp tục được cung cấp nhiệt lượng nên các phân tử chất lỏng chuyển động nhiệt mạnh hơn, làm phá vỡ sự liên kết giữa các phân tử chất lỏng với nhau, phân tử chất lỏng chuyển sang phân tử hơi. Hiện tượng này xảy ra với tất cả các phân tử chất lỏng ở bên trong và trên bề mặt khối chất lỏng.



10. Vận dụng mô hình động học phân tử, giải thích nguyên nhân gây ra sự sôi của chất lỏng.

► Nhiệt hoá hơi riêng

Xét khối nước lỏng có khối lượng m được đun nóng bởi nguồn nhiệt. Thực nghiệm cho thấy, khi nhiệt độ đạt xấp xỉ 100°C ở áp suất tiêu chuẩn, nước bắt đầu sôi. Trong quá trình sôi, nhiệt độ của nước hầu như không đổi là 100°C (đoạn DE trong Hình 1.13). Nhiệt lượng nước nhận được trong quá trình hoá hơi tỉ lệ với khối lượng của nó.

Mở rộng thí nghiệm về sự hoá hơi của các chất khác, người ta cũng thu được kết quả tương tự:

$$Q = mL \quad (1.2)$$

Trong đó, Q là nhiệt lượng khói chất lỏng nhận vào (đơn vị là J); m là khối lượng của khói chất lỏng (đơn vị là kg); L là hằng số phụ thuộc vào bản chất chất lỏng hoá hơi, gọi là nhiệt hoá hơi riêng (đơn vị là J/kg).

Bảng 1.4 cung cấp giá trị nhiệt hoá hơi riêng của một số chất ở nhiệt độ sôi và áp suất tiêu chuẩn.

▼ **Bảng 1.4. Nhiệt hoá hơi riêng của một số chất lỏng ở nhiệt độ sôi và áp suất tiêu chuẩn**

Chất lỏng	Nhiệt hoá hơi riêng (J/kg)
Nước	$2,3 \cdot 10^6$
Ammonia	$1,4 \cdot 10^6$
Rượu	$0,9 \cdot 10^6$
Ether	$0,4 \cdot 10^6$
Thuỷ ngân	$0,3 \cdot 10^6$



Nhiệt hoá hơi riêng của một chất lỏng có giá trị bằng nhiệt lượng cần cung cấp cho 1 kg chất lỏng đó hoá hơi hoàn toàn ở nhiệt độ sôi:

$$L = \frac{Q}{m}$$



1. Bạn A muốn đun sôi 1,5 lít nước bằng bếp gas. Do sơ suất nên bạn quên không tắt bếp khi nước sôi. Tính nhiệt lượng đã làm hoá hơi 1 lít nước trong ấm do sơ suất đó. Biết nhiệt hoá hơi riêng của nước là $2,3 \cdot 10^6 \text{ J/kg}$.
2. Tại sao trên núi cao, ta không thể luộc chín trứng bằng nồi thông thường, mặc dù nước trong nồi vẫn sôi?



Trước đây, để khử trùng các dụng cụ y tế dùng nhiều lần (kéo, kẹp gắp, dao mổ tiểu phẫu,...), người ta thường luộc chúng trong nước sôi. Giả sử cần phải thực hiện nhiệm vụ này nhưng có một số vi khuẩn chỉ bị tiêu diệt ở nhiệt độ 105°C , trong khi nhiệt độ sôi của nước ở điều kiện tiêu chuẩn là 100°C . Hãy đề xuất phương án đơn giản để diệt các vi khuẩn này và giải thích.

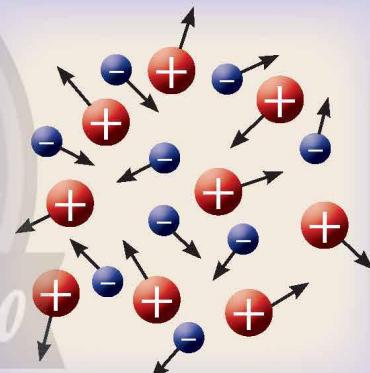


Plasma

Ngoài ba trạng thái quen thuộc của vật chất (rắn, lỏng và khí), vật chất còn một trạng thái thứ tư là plasma.

Khi nung nóng một khối khí lên đến nhiệt độ rất cao (hoặc chiếu vào nó một chùm bức xạ năng lượng cao hoặc đặt khối khí vào một trường điện từ rất mạnh), khi đó xảy ra sự ion hóa. Các nguyên tử, phân tử bị mất electron trở thành các ion dương, các electron bị bứt ra có thể chuyển động tự do. Chất khí khi bị ion hóa gọi là trạng thái plasma (Hình 1.17).

Trạng thái plasma xuất hiện trong đèn huỳnh quang, tia sét, Mặt Trời, các sao,...



▲ Hình 1.17. Thành phần cấu tạo của plasma

BÀI TẬP

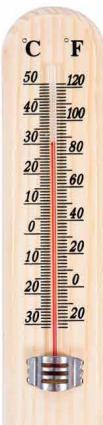
1. Kết luận nào dưới đây là **không** đúng với thể rắn?
 A. Khoảng cách giữa các phân tử rất gần nhau (cỡ kích thước phân tử).
 B. Các phân tử sắp xếp có trật tự.
 C. Các phân tử dao động quanh vị trí cân bằng cố định.
 D. Các phân tử dao động quanh vị trí cân bằng luôn thay đổi.
2. Một nhà máy thép mỗi lần luyện được 35 tấn thép. Cho nhiệt nóng chảy riêng của thép là $2,77 \cdot 10^5 \text{ J/kg}$.
 a) Tính nhiệt lượng cần cung cấp để làm nóng chảy thép trong mỗi lần luyện của nhà máy ở nhiệt độ nóng chảy.
 b) Giả sử nhà máy sử dụng khí đốt để nấu chảy thép trong lò thổi (nồi nấu thép). Biết khi đốt cháy hoàn toàn 1 kg khí đốt thì nhiệt lượng toả ra là $44 \cdot 10^6 \text{ J}$. Xác định lượng khí đốt cần sử dụng để tạo ra nhiệt lượng tính được ở câu a.
 c) Việc sử dụng khí đốt để vận hành các nhà máy thép có thể gây ra những hậu quả gì cho môi trường và đời sống con người?



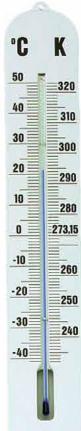
Bài 2



THANG NHIỆT ĐỘ



a)



b)

- Chiều truyền năng lượng nhiệt giữa hai vật chênh lệch nhiệt độ tiếp xúc nhau.
- Các thang nhiệt độ Celsius và Kelvin.
- Nhiệt độ không tuyệt đối.



Để đo nhiệt độ của vật, người ta sử dụng các loại nhiệt kế có thang đo khác nhau (Hình 2.1). Có những thang nhiệt độ nào và làm thế nào để chuyển đổi nhiệt độ giữa các thang đo ấy?

▲ **Hình 2.1. Các đơn vị đo khác nhau của nhiệt độ trên nhiệt kế**

1 CHIỀU TRUYỀN NĂNG LƯỢNG NHIỆT GIỮA HAI VẬT CHÊNH LỆCH NHIỆT ĐỘ TIẾP XÚC NHAU

Thí nghiệm

* **Mục đích:** Xác định chiều truyền năng lượng nhiệt giữa hai vật chênh lệch nhiệt độ tiếp xúc nhau.

* **Dụng cụ:** 1 chậu nhựa nhỏ, 1 chiếc cốc loại lớn (hoặc bát) bằng kim loại, 1 nhiệt kế thuỷ ngân dùng trong phòng thí nghiệm, bình chứa nước nóng, nước ở nhiệt độ phòng.

* **Thực hiện thí nghiệm:**

Bước 1: Đổ nước vào chậu nhựa.

Bước 2: Đổ nước nóng vào cốc kim loại.

Bước 3: Dùng nhiệt kế đo nhiệt độ của nước trong cốc và trong chậu, ghi kết quả đo được.

Bước 4: Đặt cốc nước nóng vào trong chậu sao cho nước trong chậu không tràn vào cốc.

Bước 5: Đợi khoảng 1,5 – 2 phút, sau đó dùng nhiệt kế đo nhiệt độ của nước trong cốc và nước trong chậu. Ghi kết quả đo được.



1. Cho hai vật có nhiệt độ khác nhau tiếp xúc nhau, hãy dự đoán chiều truyền năng lượng nhiệt giữa chúng. Đề xuất phương án thí nghiệm kiểm tra dự đoán.



Bước 6: Lặp lại bước 5 thêm hai lần, nhận xét về nhiệt độ của nước trong cốc và chậu lần cuối cùng.

* Báo cáo kết quả thí nghiệm:

Dựa vào kết quả đo được, cho biết:

- Nước trong chậu nhựa và nước trong cốc kim loại, vật nào truyền nhiệt, vật nào nhận nhiệt?
- Chiều truyền năng lượng nhiệt giữa hai vật?
- Quá trình truyền năng lượng nhiệt giữa hai vật kết thúc khi nào?

Từ đó rút ra kết luận về chiều truyền năng lượng nhiệt giữa hai vật chênh lệch nhiệt độ tiếp xúc nhau.



Khi cho hai vật chênh lệch nhiệt độ tiếp xúc nhau, năng lượng nhiệt luôn truyền từ vật có nhiệt độ cao hơn sang vật có nhiệt độ thấp hơn. Quá trình truyền nhiệt kết thúc khi hai vật ở cùng nhiệt độ (trạng thái cân bằng nhiệt).



Nêu một vài ví dụ về sự truyền năng lượng nhiệt giữa các vật và cho biết chiều truyền năng lượng nhiệt giữa chúng.



2 THANG NHIỆT ĐỘ

Khi nói đến nhiệt độ của một vật, ta thường nghĩ đến cảm giác “nóng” và “lạnh” của vật, nhưng đó chỉ là tương đối vì cảm giác mang tính chủ quan. Để đo nhiệt độ của một vật thì cần sử dụng nhiệt kế.

► Nguyên lý đo nhiệt độ của nhiệt kế

Nhiệt độ đo trên nhiệt kế được xác định thông qua giá trị của một đại lượng vật lí mà đại lượng này phụ thuộc vào nhiệt độ theo một quy luật đã biết.

Với nhiệt kế thuỷ ngân (Hình 2.2a), nhiệt độ được xác định dựa trên hiện tượng dẫn nở vì nhiệt của thuỷ ngân. Thông qua việc xác định độ cao cột thuỷ ngân ở các nhiệt độ khác nhau, ta xác định được nhiệt độ cần đo.

Với nhiệt kế điện trở (Hình 2.2b), nhiệt độ được xác định thông qua biểu thức sự phụ thuộc điện trở của vật theo nhiệt độ, từ giá trị điện trở đo được, ta xác định được nhiệt độ cần đo.



2. Trong thời tiết mùa đông giá lạnh, cùng ở trong phòng học, nếu chạm tay vào song sắt ở cửa sổ, ta có cảm giác lạnh, nhưng chạm tay vào bàn gỗ ta có cảm giác đỡ lạnh hơn. Có phải vì chiếc bàn gỗ có nhiệt độ cao hơn không? Vì sao? Làm thế nào có thể biết được nhiệt độ các vật?

3. Cho biết nhiệt kế thuỷ ngân, nhiệt kế điện trở hoạt động dựa trên nguyên tắc vật lí nào.



▲ Hình 2.2. a) Nhiệt kế thuỷ ngân; b) Nhiệt kế điện trở; c) Nhiệt kế hồng ngoại điện tử



Hiện nay, người ta có thể đo nhiệt độ bằng cảm biến hồng ngoại. Hãy tìm hiểu thông tin và thực hiện các yêu cầu sau:

- Nêu nguyên lý đo nhiệt độ của cảm biến hồng ngoại.
- Nêu cách sử dụng nhiệt kế hồng ngoại điện tử (Hình 2.2c) để đo nhiệt độ.

▶ Thang nhiệt độ

Có thể đo nhiệt độ của vật theo các thang đo khác nhau. Một số loại thang nhiệt độ (còn gọi là nhiệt giao) thông dụng như: thang nhiệt độ Celsius, thang nhiệt độ Kelvin, thang nhiệt độ Fahrenheit (Hình 2.1).

Thang nhiệt độ Celsius

Trong thang nhiệt độ Celsius, chọn hai mốc nhiệt độ là nhiệt độ của nước đá (nước tinh khiết đóng băng) đang tan ở áp suất 1 atm là 0°C và nhiệt độ sôi của nước tinh khiết ở áp suất 1 atm là 100°C . Từ vạch 0°C đến vạch 100°C chia thành 100 khoảng bằng nhau, mỗi khoảng ứng với 1°C .

Nhiệt độ trong thang đo này được kí hiệu là t . Đơn vị là độ Celsius (kí hiệu: $^{\circ}\text{C}$).

Thang nhiệt độ này được lấy theo tên của nhà vật lí thiên văn người Thụy Điển là Anders Celsius (An-đơ Xen-xi-út) (1701 – 1744), người đề xuất thang đo năm 1742.

Thang nhiệt độ Kelvin (thang nhiệt độ tuyệt đối)

Trong thang nhiệt độ Kelvin, chọn hai mốc nhiệt độ là nhiệt độ mà tại đó động năng chuyển động nhiệt của các phân tử, nguyên tử cấu tạo nên các chất bằng không là 0 K (gọi là độ 0 tuyệt đối) và chọn nhiệt độ nước tinh khiết tồn tại ở đồng thời ở thể rắn, lỏng và hơi là $273,16\text{ K}$ (Hình 2.3). Trong khoảng giữa hai giá trị nhiệt độ này, chia thành $273,16$ khoảng bằng nhau, mỗi khoảng là 1 K .

Thang nhiệt độ này được lấy theo tên của nhà vật lí, kĩ sư người Ireland là William Thomson (Guy-li-am Thôm-xơn), nam tước Kelvin thứ nhất (1824 – 1907). Trong thang đo này, nhiệt độ được kí hiệu là T , đơn vị là Kelvin (kí hiệu: K). Một độ chia trên thang nhiệt độ Kelvin bằng một độ chia trên thang nhiệt độ Celsius và tại 0°C trong thang nhiệt độ Celsius ứng với $273,15\text{ K}$ trong thang nhiệt độ Kelvin.



4. Kể tên các thang nhiệt độ mà em biết.

5. Dựa vào cách chia nhiệt độ trong thang nhiệt độ Celsius và thang nhiệt độ Kelvin, hãy chứng minh:

$$1^{\circ}\text{C} = \frac{1}{100} \text{ của khoảng cách}$$

giữa nhiệt độ nóng chảy của nước tinh khiết đóng băng và nhiệt độ sôi của nước tinh khiết (ở áp suất 1 atm);

$$1\text{ K} = \frac{1}{273,16} \text{ của khoảng cách} \\ \text{giữa nhiệt độ không tuyệt đối và} \\ \text{nhiệt độ điểm mà nước tinh khiết} \\ \text{tồn tại đồng thời ở thể rắn, lỏng} \\ \text{và hơi (ở áp suất 1 atm).}$$



Trong thang nhiệt độ Kelvin, nhiệt độ được kí hiệu là T (đơn vị là K). Trong thang nhiệt độ Celcius, nhiệt độ được kí hiệu là t (đơn vị là $^{\circ}\text{C}$). Một độ chia trên thang nhiệt độ Kelvin bằng một độ chia trên thang nhiệt độ Celsius.

➤ Nhiệt độ không tuyệt đối

Từ mô hình động học phân tử, nhiệt độ càng cao thì chuyển động nhiệt của các phân tử càng nhanh. Khi nhiệt độ giảm thì chuyển động nhiệt cũng giảm theo và ở nhiệt độ không tuyệt đối ($T = 0 \text{ K}$) thì chuyển động nhiệt của các phân tử đều dừng lại (động năng của chúng bằng không). Khi đó, không có sự va chạm của các phân tử và thế năng tương tác giữa các phân tử là tối thiểu.



Nhiệt độ không tuyệt đối (0 K) là nhiệt độ mà tại đó động năng chuyển động nhiệt của các phân tử cấu tạo nên vật chất bằng không và thế năng của chúng là tối thiểu.



6. Hãy thiết lập biểu thức chuyển đổi nhiệt độ của một vật từ thang nhiệt độ Celsius sang thang nhiệt độ Kelvin và ngược lại.

➤ Chuyển đổi nhiệt độ giữa các thang đo

Gọi t là giá trị nhiệt độ của vật theo thang nhiệt độ Celcius và T là giá trị nhiệt độ của vật đó theo thang nhiệt độ Kelvin thì:

$$T(\text{K}) = t(^{\circ}\text{C}) + 273,15$$

Có thể áp dụng biểu thức gần đúng:

$$T(\text{K}) = t(^{\circ}\text{C}) + 273 \quad (2.1)$$



1. Nhiệt độ của khối khí trong phòng đo được là 27°C . Xác định nhiệt độ của khối khí trong thang nhiệt độ Kelvin.
2. Một nhiệt kế có phạm vi đo từ 273 K đến $1\,273 \text{ K}$ dùng để đo nhiệt độ của các lò nung.
 - a) Xác định phạm vi đo của nhiệt kế này trong thang nhiệt độ Celcius?
 - b) Nếu sử dụng nhiệt kế này để đo nhiệt độ lò nung đang nấu chảy đồng có nhiệt độ nóng chảy là $1\,083^{\circ}\text{C}$ thì nhiệt kế có đo được không? Vì sao? Em có khuyến cáo gì về việc sử dụng nhiệt kế trong tình huống này?



1. Nhiệt độ thấp nhất có thể tạo ra

Vật lí hiện đại đã chứng tỏ: các hạt không thể đứng yên, điều này có nghĩa chỉ có thể hạ nhiệt độ xuống gần giá trị 0 K nhưng không thể đạt đến giá trị này. Hiện nay, nhiệt độ thấp nhất mà các nhà khoa học có thể tạo ra là $3,8 \cdot 10^{-11} \text{ K}$.

2. Thang nhiệt độ Fahrenheit

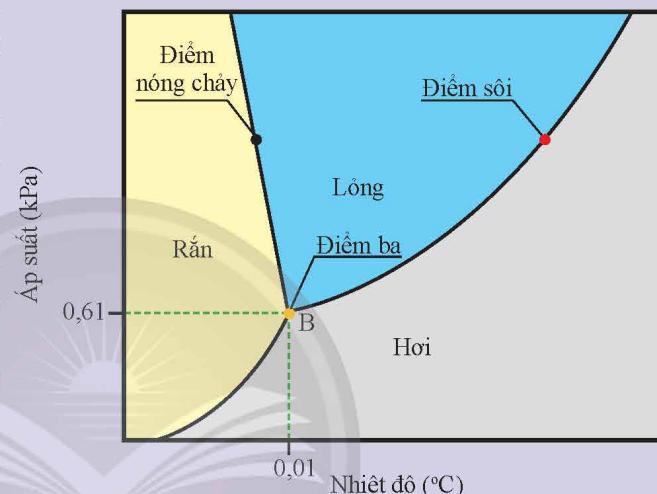
Thang nhiệt độ Fahrenheit được nhà vật lí người Đức là Daniel Gabriel Fahrenheit (Đa-ni-en Ga-ri-eo Fa-ren-hai) đề xuất vào năm 1724. Ông chọn hai mốc nhiệt độ tương ứng với nhiệt độ của nước đá đang tan ở áp suất 1 atm là 32°F và nhiệt độ sôi của nước tinh khiết ở áp suất 1 atm là 212°F . Trong khoảng giữa hai mốc nhiệt độ này, chia thành 180 khoảng bằng nhau, mỗi khoảng ứng với 1°F . Thang đo này được sử dụng phổ biến ở các nước phương Tây. Nếu gọi t là nhiệt độ của vật trong thang nhiệt độ Celsius và T là nhiệt độ của vật trong thang nhiệt độ Fahrenheit thì:

$$T(^{\circ}\text{F}) = 1,8t(^{\circ}\text{C}) + 32$$

3. Điểm ba của nước

Thực nghiệm cho thấy, nước (thể lỏng), nước đá (thể rắn) và hơi nước (thể khí) có thể tồn tại đồng thời tại một trạng thái có nhiệt độ và áp suất xác định (điểm B có nhiệt độ $0,01^{\circ}\text{C}$ và áp suất khoảng 610 Pa như trên Hình 2.3), gọi là điểm ba hay điểm ba thể của nước.

- Nếu tăng nhiệt độ và giữ nguyên áp suất hoặc giảm áp suất thì toàn bộ hệ sẽ chuyển sang thể khí (hơi).
- Nếu tăng áp suất và giữ nguyên nhiệt độ thì toàn bộ hệ sẽ chuyển sang thể lỏng.
- Nếu giảm nhiệt độ và giữ nguyên áp suất thì toàn bộ hệ sẽ chuyển sang thể rắn.



▲ Hình 2.3. Giản đồ mô tả điểm ba của nước

BÀI TẬP

1. Kết luận nào dưới đây là **không** đúng với thang nhiệt độ Celsius?

- A. Kí hiệu của nhiệt độ là t .
- B. Đơn vị đo nhiệt độ là $^{\circ}\text{C}$.
- C. Chọn mốc nhiệt độ nước đá đang tan ở áp suất 1 atm là 0°C .
- D. 1°C tương ứng với 273 K.

2. Giả sử một học sinh tạo ra một nhiệt kế sử dụng một thang nhiệt độ mới cho riêng mình, gọi là thang nhiệt độ Z, có đơn vị là $^{\circ}\text{Z}$. Trong đó, nhiệt độ của nước đá đang tan ở 1 atm là -5°Z và nhiệt độ nước sôi ở 1 atm là 105°Z .

- a) Thiết lập biểu thức chuyển đổi nhiệt độ từ thang nhiệt độ Celsius sang thang nhiệt độ Z.
- b) Nếu dùng nhiệt kế mới này đo nhiệt độ một vật thì thấy giá trị 61°Z , nhiệt độ của vật trong thang nhiệt độ Celsius là bao nhiêu?
- c) Nhiệt độ của vật bằng bao nhiêu (theo thang nhiệt độ Celsius) để số chỉ trên hai thang nhiệt độ bằng nhau?

Bài 3



NỘI NĂNG. ĐỊNH LUẬT 1 CỦA NHIỆT ĐỘNG LỰC HỌC

- Mối liên hệ giữa nội năng của vật với năng lượng của hệ các phân tử tạo nên vật.
- Định luật 1 của nhiệt động lực học và vận dụng trong một số trường hợp đơn giản.
- Khái niệm nhiệt dung riêng.



Ô tô khi đóng kín cửa để ngoài trời nắng nóng (Hình 3.1), nhiệt độ không khí trong xe tăng rất cao so với nhiệt độ bên ngoài, làm giảm tuổi thọ của các thiết bị bên trong xe. Nguyên nhân nào gây ra sự tăng nhiệt độ này?



▲ Hình 3.1. Ô tô đóng kín cửa ở ngoài trời nắng nóng



1 NỘI NĂNG

→ Khái niệm về nội năng

Do các phân tử chuyển động nhiệt không ngừng nên chúng có động năng. Động năng phân tử phụ thuộc vào tốc độ của phân tử. Ngoài ra, do giữa các phân tử có lực tương tác nên ngoài động năng các phân tử còn có thể năng tương tác phân tử. Thể năng tương tác phụ thuộc vào khoảng cách giữa các phân tử. Trong nhiệt động lực học, người ta gọi tổng động năng và thể năng tương tác của các phân tử cấu tạo nên vật là **nội năng** của vật.

Nội năng được ký hiệu là U , đơn vị là J . Nội năng của vật phụ thuộc vào nhiệt độ và thể tích của vật.



Nội năng của một vật là tổng động năng và thể năng tương tác của các phân tử cấu tạo nên vật. Nội năng của vật phụ thuộc vào nhiệt độ T và thể tích V của vật.



1. Chứng tỏ nội năng của vật phụ thuộc vào nhiệt độ và thể tích của vật.

→ Thí nghiệm về mối liên hệ giữa nội năng và năng lượng của các phân tử tạo nên vật

* **Mục đích:** Minh họa mối liên hệ giữa nội năng của vật và năng lượng của các phân tử tạo nên vật.

* **Dụng cụ:** 1 ống nghiệm có nút đậy kín (không quá chật), giá thí nghiệm, đèn côn.



*** Thực hiện thí nghiệm:**

Bước 1: Gắn ống nghiệm chứa không khí có nút đậy kín lên giá thí nghiệm theo phương thẳng đứng.

Bước 2: Hơ ống nghiệm trên ngọn lửa đèn cồn (Hình 3.2a).

*** Báo cáo kết quả thí nghiệm:**

Quan sát và mô tả hiện tượng xảy ra với nút đậy của ống nghiệm.

Từ đó rút ra nhận xét mối liên hệ giữa nội năng của vật và năng lượng của các phân tử cấu tạo nên vật.

*** Kết quả và giải thích**

Sau một thời gian ngắn bị đốt nóng, chiếc nút đậy bị đẩy bật ra khỏi ống nghiệm (Hình 3.2b).

Khi bị đốt nóng, không khí trong ống nghiệm bị nóng lên, nhiệt độ khối khí tăng lên, nội năng khí tăng. Theo mô hình động học phân tử, khi nhiệt độ khối khí tăng, các phân tử khí chuyển động nhiệt nhanh hơn và chạm với thành ống nghiệm nhiều hơn và mạnh hơn làm áp suất khí trong ống tăng lên. Đến một nhiệt độ nào đó, áp suất này tạo ra lực đẩy đủ lớn làm bật nút đậy ra khỏi ống nghiệm.

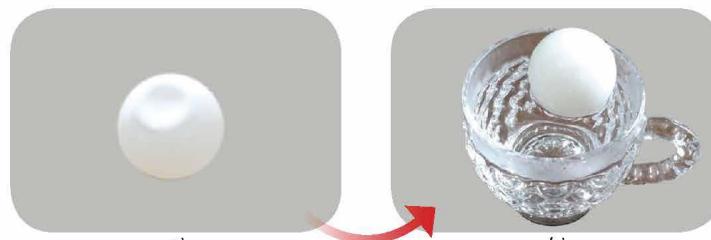
Thí nghiệm trên chứng tỏ, có mối liên hệ giữa nội năng của khối khí và năng lượng (cụ thể là động năng) của các phân tử cấu tạo nên nó. Khi động năng của các phân tử khí tăng thì nội năng của khối khí tăng và ngược lại.



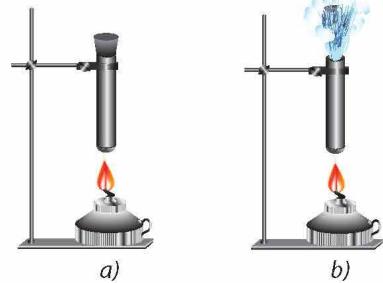
Khi năng lượng của các phân tử cấu tạo nên vật tăng thì nội năng của vật tăng và ngược lại.



Dựa vào mô hình động học phân tử, hãy giải thích hiện tượng quả bóng bàn bị móp (nhưng chưa bị thủng) khi thả vào cốc nước nóng sẽ phồng trở lại (Hình 3.3).



▲ Hình 3.3. a) Quả bóng bàn bị móp; b) Quả bóng bàn phồng trở lại khi đặt vào cốc nước nóng



▲ Hình 3.2. Hơ nóng một khối khí trong ống nghiệm có nút đậy kín (hình a) và kết quả (hình b)



2. Vận dụng mô hình động học phân tử, hãy giải thích hiện tượng chiếc nút bị đẩy bật ra khỏi ống (Hình 3.2b).

3. Việc thay đổi lượng không khí chứa trong ống nghiệm có ảnh hưởng đến kết quả thí nghiệm không? Nếu có thì ảnh hưởng như thế nào?

2 CÁC CÁCH LÀM THAY ĐỔI NỘI NĂNG

Có hai cách làm thay đổi nội năng của vật là thực hiện công và truyền nhiệt.

➡ Thực hiện công

Xét các ví dụ sau:

Ví dụ 1: Dùng tay ăn mạnh và nhanh pit-tông của một xilanh chứa khí (Hình 3.4), thể tích khí trong xilanh giảm, đồng thời người ta thấy khí nóng lên. Nội năng của khí tăng lên.

Ví dụ 2: Dùng tay chà sát một miếng kim loại lên sàn nhà, kết quả miếng kim loại bị nóng dần lên, nội năng của nó tăng.

Các quá trình làm thay đổi nội năng như trên gọi là quá trình thực hiện công (gọi tắt là sự thực hiện công). Trong quá trình thực hiện công, có sự chuyển hoá từ một dạng năng lượng khác (ví dụ trên là cơ năng) sang nội năng.

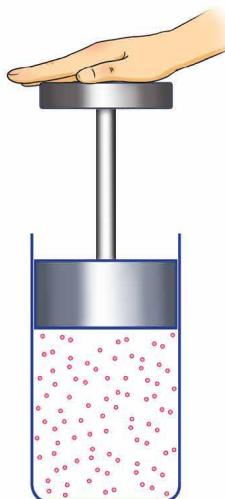
Khi vật⁽¹⁾ nhận công thì nội năng của vật tăng, khi vật thực hiện công cho vật khác thì nội năng của vật giảm.



Quá trình thực hiện công làm cho nội năng của vật thay đổi, vật nhận công thì nội năng tăng, vật thực hiện công cho vật khác thì nội năng giảm.



4. Có những cách nào làm thay đổi nội năng của một vật (hoặc hệ vật)?
Cho ví dụ minh họa.



▲ Hình 3.4. Nén khối khí trong xilanh



Lấy ví dụ minh họa về việc làm thay đổi nội năng của một khối chất rắn, khối chất lỏng và khối chất khí bằng cách thực hiện công trong thực tiễn.

➡ Truyền nhiệt

Xét các ví dụ sau:

Ví dụ 1: Làm nóng khối khí bên trong ống nghiệm (Hình 3.2a) bằng cách hơ ống nghiệm trên ngọn lửa đèn cồn. Khi đó, nội năng của khối khí trong ống nghiệm tăng.

Ví dụ 2: Trong quá trình luyện thép, phôi thép được nung đến nóng chảy rồi được đổ vào khuôn để tạo thành các thanh thép. Sau đó thép được đưa ra khỏi khuôn và đặt lên các giá đỡ để chúng nguội dần (Hình 3.5). Trong quá trình luyện thép, nội năng của thép tăng rồi sau đó giảm dần.



▲ Hình 3.5. Các thanh thép được đưa ra khỏi khuôn và để nguội trong nhà máy luyện thép

¹Vật được hiểu bao gồm vật rắn, khối chất lỏng, khối chất khí.



Các quá trình làm thay đổi nội năng như trên gọi là quá trình truyền nhiệt năng (gọi tắt là truyền nhiệt). Phần năng lượng nhiệt trao đổi giữa hai vật gọi là nhiệt lượng.

Trong quá trình truyền nhiệt, không có sự chuyển hoá năng lượng từ dạng này sang dạng khác mà chỉ có sự truyền nội năng từ vật này sang vật khác.



Khi hai vật có nhiệt độ khác nhau tiếp xúc với nhau thì xảy ra quá trình truyền nhiệt. Quá trình này làm thay đổi nội năng của các vật.



Giải thích tại sao khi hai vật chênh lệch nhiệt độ tiếp xúc với nhau thì nhiệt độ của chúng sẽ tiến đến bằng nhau.

► Nhiệt lượng, nhiệt dung riêng

Thông qua các kết quả thí nghiệm, các nhà khoa học đã tìm ra công thức xác định nhiệt lượng mà một vật có khối lượng m trao đổi khi thay đổi nhiệt độ từ T_1 (K) đến T_2 (K) là:

$$Q = mc(T_2 - T_1) \quad (3.1)$$

Trong đó: c là hằng số phụ thuộc vào chất tạo nên vật, gọi là nhiệt dung riêng của chất đó, đơn vị là J/kg.K. Nhiệt dung riêng của một chất có giá trị bằng nhiệt lượng để làm tăng nhiệt độ của 1 kg của chất đó lên 1 K.

$Q > 0$: vật nhận nhiệt lượng, nhiệt độ của vật tăng lên.

$Q < 0$: vật truyền nhiệt lượng cho vật khác, nhiệt độ của vật giảm xuống.

Trong hệ SI, đơn vị đo nhiệt lượng là jun (J), ngoài ra nhiệt lượng còn được tính theo đơn vị calo (cal).

$$1 \text{ cal} = 4,186 \text{ J}$$

Như vậy, công và nhiệt lượng đều là số đo độ biến thiên nội năng. Công và nhiệt lượng có liên quan chặt chẽ với nhau và có thể chuyển hóa cho nhau thông qua biến thiên nội năng.

▼ **Bảng 3.1. Nhiệt dung riêng của một số chất**

Chất	Nhiệt dung riêng (J/kg.K)	Chất	Nhiệt dung riêng (J/kg.K)
Nhôm	880	Đất	800
Sắt	460	Nước đá	2 100
Đồng	380	Nước	4 180
Chì	130	Rượu	2 500



5. Xét trường hợp đun một ấm nước, nhiệt lượng cần cung cấp cho nước sẽ thay đổi như thế nào nếu khối lượng của nước càng lớn và độ tăng nhiệt độ của nước càng lớn?



Số đo độ biến thiên nội năng trong quá trình truyền nhiệt gọi là nhiệt lượng. Nhiệt lượng vật trao đổi (tỏa ra hoặc nhận vào) được xác định bằng công thức:

$$Q = mc(T_2 - T_1)$$

Nhiệt dung riêng của một chất có giá trị bằng nhiệt lượng để làm tăng nhiệt độ của 1 kg của chất đó lên 1 K. Biểu thức:

$$c = \frac{Q}{m(T_2 - T_1)}$$



1. Tính nhiệt lượng cần cung cấp để đun 3 lít nước từ nhiệt độ 25 °C lên 100 °C, biết nhiệt dung riêng của nước là 4 180 J/kg.K.

2. Một người thợ rèn nhúng một con dao rựa bằng thép có khối lượng 1,1 kg ở nhiệt độ 850 °C vào trong bể nước lạnh để làm tăng độ cứng của lưỡi dao. Nước trong bể có thể tích 200 lít và có nhiệt độ bằng với nhiệt độ ngoài trời là 27 °C. Xác định nhiệt độ của nước khi có sự cân bằng nhiệt. Bỏ qua sự truyền nhiệt cho thành bể và môi trường bên ngoài. Biết nhiệt dung riêng của thép là 460 J/kg.K; của nước là 4 180 J/kg.K.



Hình 3.6 mô tả cách tạo lửa bằng ma sát trong tình huống nguy cấp của con người (như cần sưởi ấm trong thời tiết lạnh, nấu chín thức ăn,...) khi không có bật lửa. Hãy giải thích cách tạo ra lửa trong tình huống này.



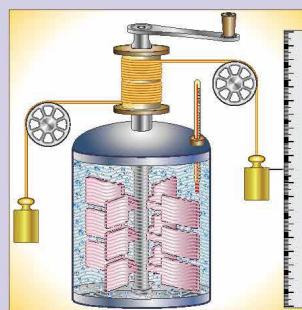
▲ Hình 3.6. Tạo lửa bằng ma sát



Đơn vị đo nhiệt lượng và đo công

Trước năm 1845, các nhà khoa học quan niệm nhiệt lượng và công là hai đại lượng thuộc hai lĩnh vực khác nhau nên xác định đơn vị đo công là jun (J), đơn vị đo nhiệt lượng là calo (cal). Trong đó: 1 calo là nhiệt lượng cần thiết để làm tăng nhiệt độ của 1 g nước từ 14,5 °C lên 15,5 °C.

Năm 1845, nhà bác học James Prescott Joule (Giem Bờ-rét-cót Giun) công bố kết quả thí nghiệm xác định mối liên hệ giữa hai đơn vị đo này (sự tương đương cơ học của nhiệt) với kết quả là 1 cal = 4,41 J. Trong mô hình thí nghiệm của ông (Hình 3.7), các quả nặng chuyển động dưới tác dụng của trọng lực làm cho các cánh quạt quay quanh trục. Cánh quạt quay đã khuấy động khối nước trong bình, làm nội năng của khối nước tăng lên, điều này được xác nhận thông qua sự tăng nhiệt độ của nhiệt kế. Thông qua xác định công của trọng lực và nhiệt lượng nước nhận vào để tăng nhiệt, ông xác định được mối liên hệ hai đơn vị đo trên.



▲ Hình 3.7. Mô hình thí nghiệm xác định mối liên hệ giữa hai đơn vị cal và J

Từ kết quả thí nghiệm, đến năm 1948, sau khi đã công nhận nhiệt lượng và công là hai hình thức biến đổi năng lượng của vật, các nhà khoa học thống nhất lấy đơn vị đo của nhiệt lượng và công trong hệ SI là jun (J) và 1 cal = 4,186 J.

3 ĐỊNH LUẬT 1 CỦA NHIỆT ĐỘNG LỰC HỌC

Nội năng của một vật có thể thay đổi theo hai cách: thực hiện công và truyền nhiệt. Nếu vật đồng thời nhận nhiệt và nhận công từ bên ngoài thì đều làm tăng nội năng của vật. Theo định luật bảo toàn và chuyển hoá năng lượng thì độ biến thiên nội năng của vật bằng tổng công và nhiệt lượng mà vật nhận được:

$$\Delta U = A + Q \quad (3.2)$$

Đây là nội dung của định luật 1 của nhiệt động lực học.

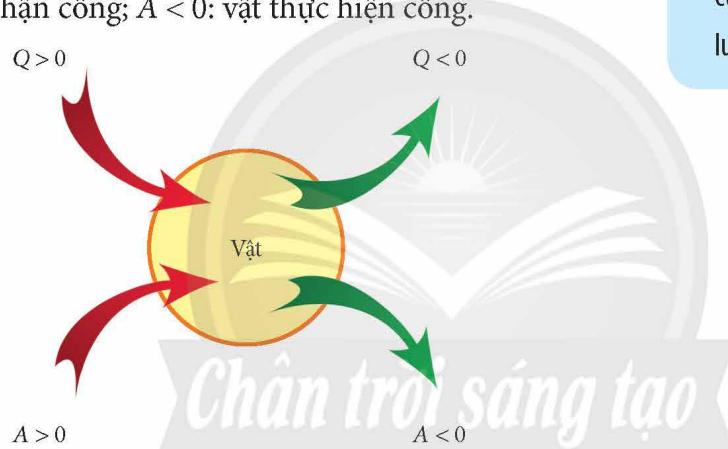
Trong đó: ΔU là độ biến thiên nội năng của vật.

A, Q là các giá trị đại số.

Ý nghĩa về dấu các đại lượng trong biểu thức (3.2) như sau:

$Q > 0$: vật nhận nhiệt lượng; $Q < 0$: vật truyền nhiệt lượng.

$A > 0$: vật nhận công; $A < 0$: vật thực hiện công.



▲ Hình 3.8. Quy ước về dấu của A và Q



Độ biến thiên nội năng của vật bằng tổng công và nhiệt lượng mà vật nhận được:

$$\Delta U = A + Q$$



Giả sử cung cấp cho vật một công là 200 J nhưng nhiệt lượng bị thất thoát ra môi trường bên ngoài là 120 J. Hỏi nội năng của vật tăng hay giảm bao nhiêu?



Hãy giải thích nguyên nhân gây ra sự tăng nhiệt độ trong ô tô ở Hình 3.1. Người ta thường sử dụng biện pháp đơn giản nào để hạn chế sự tăng nhiệt độ không khí trong ô tô trong trường hợp này?



4

VẬN DỤNG ĐỊNH LUẬT 1 CỦA NHIỆT ĐỘNG LỰC HỌC

Ví dụ 1:

Cung cấp nhiệt lượng 1,5 J cho một khối khí trong một xilanh đặt nằm ngang. Chất khí nở ra, đẩy pit-tông đi một đoạn 5 cm. Biết lực ma sát giữa pit-tông và xilanh có độ lớn là 20 N, coi pit-tông chuyển động thẳng đều. Tính:

- Độ lớn công của khối khí thực hiện.
- Độ biến thiên nội năng của khối khí.

Tóm tắt

$$Q = 1,5 \text{ J}$$

$$d = 5 \text{ cm} = 0,05 \text{ m}$$

$$F_{\text{ms}} = 20 \text{ N}, \text{pit-tông chuyển động đều.}$$

- Tính:**
- $|A|$
 - ΔU

Bài giải

a) Do pit-tông chuyển động thẳng đều nên lực đẩy F của khối khí tác dụng lên pit-tông cân bằng với lực ma sát giữa pit-tông và xilanh.

Công của khối khí thực hiện có độ lớn là:

$$|A| = F.d = F_{\text{ms}}.d = 20.0,05 = 1 \text{ J}$$

b) Do khối khí thực hiện công nên $A = -1 \text{ J}$.

Độ biến thiên nội năng của khối khí là:

$$\Delta U = Q + A = 1,5 - 1 = 0,5 \text{ J}$$

Ví dụ 2:

Khi truyền nhiệt lượng Q cho khối khí trong một xilanh hình trụ thì khí dãn nở đẩy pit-tông làm thể tích của khối khí tăng thêm 7 lít. Biết áp suất của khối khí là 3.10^5 Pa và không đổi trong quá trình khí dãn nở. Tính:

- Độ lớn công của khối khí thực hiện.
- Nhiệt lượng cung cấp cho khối khí. Biết rằng trong quá trình này, nội năng của khối khí giảm 1 100 J.

Tóm tắt

$$\Delta V = 7.10^{-3} \text{ m}^3$$

$$p = 3.10^5 \text{ Pa}$$

$$\Delta U = -1\ 100 \text{ J}$$

- Tính:**
- $|A|$
 - Q

Bài giải

a) Công khối khí thực hiện có độ lớn là:

$$|A| = F.d = p.S.d = p.\Delta V = 3.10^5.7.10^{-3} = 2\ 100 \text{ J}$$

b) Do khối khí thực hiện công nên $A = -2\ 100 \text{ J}$.

Nội năng của khối khí giảm 1 100 J, nghĩa là độ biến thiên $\Delta U = -1\ 100 \text{ J}$.

Áp dụng định luật 1 của nhiệt động lực học, nhiệt lượng cần cung cấp cho khí là:

$$Q = \Delta U - A = -1\ 100 + 2\ 100 = 1\ 000 \text{ J}$$



Ví dụ 3:

Hiện nay, kính cường lực (kính chịu lực rất tốt) thường được sử dụng để làm một phần tường của các tòa nhà, chung cư thương mại,... thay thế vật liệu gạch, bê tông (Hình 3.9). Tuy nhiên, vào những ngày hè, nếu bước vào những căn phòng có tường làm bằng kính cường lực bị đóng kín, ta thường thấy không khí trong phòng nóng hơn so với bên ngoài.

- Tại sao không khí trong phòng nóng hơn so với không khí ngoài trời?
- Hãy đề xuất các biện pháp đơn giản để làm giảm sự tăng nhiệt của không khí trong phòng vào những ngày hè.

Gợi ý:

- Vào mùa hè, do mặt trời chiếu sáng, không khí trong phòng nhận nhiệt lượng ($Q > 0$). Do phòng đóng kín nên thể tích khí không đổi, khối khí không sinh công ($A = 0$). Theo định luật 1 của nhiệt động lực học: $\Delta U = Q + A = Q > 0$, nên nội năng của khối khí tăng, làm nhiệt độ không khí trong phòng tăng, trong phòng nóng hơn ngoài trời.
- Biện pháp đơn giản để làm giảm sự tăng nhiệt độ của không khí trong phòng:
 - Mở cửa để không khí đối lưu với bên ngoài, từ đó làm nội năng của không khí trong phòng giảm và nhiệt độ phòng giảm xuống.
 - Lắp rèm cửa: Rèm thường bằng vải dày chuyên dụng, màu sẫm, bề mặt lượn sóng. Khi ánh sáng mặt trời đi qua rèm nó vừa bị phản xạ (do bề mặt, do chất liệu vải), vừa bị hấp thụ (do màu sắc, độ dày của vải). Bên cạnh đó, giữa rèm và mặt kính có một khoảng ngăn cách, lớp không khí này có khả năng ngăn một phần sự truyền nhiệt từ bên ngoài vào phòng (do không khí dẫn nhiệt kém). Các yếu tố trên làm hạn chế khả năng truyền nhiệt trực tiếp từ Mặt Trời vào sâu bên trong phòng, làm nhiệt độ trong phòng tăng chậm hơn.
 - Dán tấm phim cách nhiệt: Phim cách nhiệt thường có cấu tạo đặc biệt (từ nhiều lớp polyester và chất chống ánh sáng tử ngoại), nên khi ánh sáng mặt trời chiếu vào, tấm phim cách nhiệt vừa có tác dụng phản xạ (chủ yếu với ánh sáng hồng ngoại), vừa có tác dụng hấp thụ ánh sáng (chủ yếu với ánh sáng tử ngoại) và truyền qua với các ánh sáng dịu với mắt.



▲ Hình 3.9. Tòa nhà có sử dụng kính cường lực



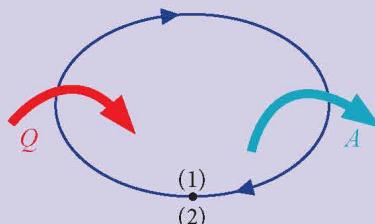
Khối khí thực hiện chu trình

Khi thực hiện một quá trình kín (còn gọi là chu trình) (Hình 3.10) thì trạng thái cuối (2) trùng với trạng thái đầu (1).

Từ định luật 1 của nhiệt động lực học ta thu được:

$$\Delta U = A + Q = 0 \rightarrow Q = -A$$

Như vậy, khi khối khí nhận nhiệt từ môi trường thì nhiệt lượng đó chuyển thành công thực hiện ra bên ngoài. Đây cũng là một phần nguyên tắc hoạt động của động cơ nhiệt, nghĩa là một động cơ nhiệt muốn sinh công thì phải nhận nhiệt.



▲ Hình 3.10. Khối khí thực hiện chu trình

BÀI TẬP

1. Hệ thức nào dưới đây là phù hợp với quá trình một khối khí trong bình kín bị nung nóng?
A. $\Delta U = A; A > 0$.
B. $\Delta U = Q; Q > 0$.
C. $\Delta U = A; A < 0$.
D. $\Delta U = Q; Q < 0$.
2. Một người cọ xát một miếng sắt dẹt có khối lượng 150 g trên một tấm đá mài. Sau một khoảng thời gian, miếng sắt nóng thêm 12°C . Tính công mà người này đã thực hiện, giả sử rằng 40 % công đó được dùng để làm nóng miếng sắt. Biết nhiệt dung riêng của sắt là 460 J/kg.K .
3. Một ấm đun nước bằng nhôm có khối lượng 400 g, chứa 3 lít nước được đun trên bếp. Khi nhận được nhiệt lượng 740 kJ thì ấm đạt đến nhiệt độ là 80°C . Tính nhiệt độ ban đầu của ấm và nước, biết nhiệt dung riêng của nhôm là 880 J/kg.K , nhiệt dung riêng của nước là $4\,180 \text{ J/kg.K}$. Coi nhiệt lượng mà ấm toả ra bên ngoài là không đáng kể.



Bài 4

THỰC HÀNH ĐO NHIỆT DUNG RIÊNG, NHIỆT NÓNG CHẢY RIÊNG, NHIỆT HÓA HƠI RIÊNG

Thiết kế phương án hoặc lựa chọn phương án và thực hiện phương án đo được nhiệt dung riêng, nhiệt hoá hơi riêng của nước và nhiệt nóng chảy riêng của nước bằng dụng cụ thực hành.



Nhiệt dung riêng, nhiệt nóng chảy riêng, nhiệt hoá hơi riêng là các đại lượng vật lý đặc trưng cho mỗi chất khi trao đổi nhiệt và chuyển giữa các thể. Giá trị của các đại lượng trên được các nhà khoa học xác định thông qua thực nghiệm. Vậy các đại lượng trên được đo như thế nào thông qua các dụng thí nghiệm đơn giản ở trường phổ thông?

Thí nghiệm đo nhiệt dung riêng của nước

* **Mục đích:** Xác định nhiệt dung riêng của nước.

* **Cơ sở lí thuyết:**

Cho một lượng nước có khối lượng m_n và nhiệt dung riêng c_n vào trong bình nhiệt lượng kế và que khuấy có khối lượng m_b và nhiệt dung riêng c_b . Ban đầu bình và nước ở nhiệt độ T_0 . Đặt vào hai đầu dây nung của bình nhiệt lượng kế một hiệu điện thế U thì dòng điện I chạy qua dây trong khoảng thời gian t sẽ cung cấp cho bình nước một nhiệt lượng Q làm nhiệt độ của nước và bình tăng từ T_0 lên T . Nếu t vừa đủ để T nhỏ hơn nhiệt độ sôi của nước thì:

$$Q = (m_b c_b + m_n c_n)(T - T_0) = UIt$$

Nếu $m_n c_n \gg m_b c_b$ thì ta có thể bỏ qua nhiệt lượng mà bình nhiệt lượng kế và đũa khuấy thu vào. Khi đó:

$$m_n c_n (T - T_0) \approx UIt$$

Nhiệt dung riêng của nước gần đúng là: $c_n = \frac{UIt}{m_n (T - T_0)}$ (4.1)

Tiến hành đo các giá trị U, I, t, m_n, T_0, T , từ đó tính được giá trị nhiệt dung riêng c_n của nước.



* Dụng cụ:

- 1 biến thế nguồn (1).
- 2 đồng hồ đo điện đa năng dùng làm vôn kế một chiều và ampe kế một chiều (2).
- Dây nối (3).
- 1 bình nhiệt lượng kế (có dây nung và que khuấy) (4).
- 1 đồng hồ đo thời gian có độ chia nhỏ nhất 0,01 s (5).
- 1 nhiệt kế có độ chia nhỏ nhất 1°C (6).
- 1 chai nước ở nhiệt độ phòng (7).
- 1 chiếc cân điện tử có độ chia nhỏ nhất 0,01 g (8).
- 1 công tắc điện (9).



1. Dựa vào cơ sở lí thuyết và các dụng cụ gợi ý, hãy đề xuất phương án thí nghiệm đo nhiệt dung riêng của nước theo các gợi ý sau:

- Xác định các đại lượng trung gian cần đo và dụng cụ để đo các đại lượng này.
- Cách bố trí thí nghiệm và các bước tiến hành thí nghiệm.
- Dự kiến kết quả cần thu thập và xử lý số liệu.



▲ Hình 4.1. Bộ dụng cụ đo nhiệt dung riêng của nước

* Tiến hành thí nghiệm:

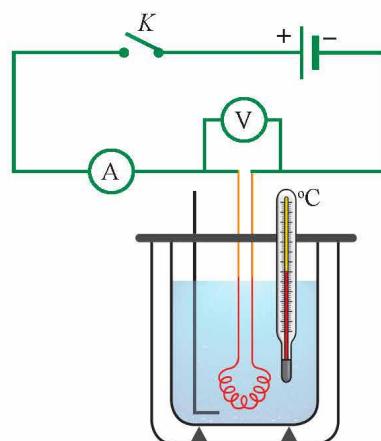
Bước 1: Điều chỉnh đơn vị đo của cân là g. Đặt bình nhiệt lượng kế (đã gắn nhiệt kế và que khuấy) lên đĩa cân, hiệu chỉnh cân về số 0,00.

Bước 2:

- Nhắc bình nhiệt lượng kế khỏi đĩa cân, rót nước ở nhiệt độ phòng vào bình sao cho dây nung ngập hoàn toàn trong nước.
- Đặt bình nhiệt lượng kế chứa nước lên đĩa cân, ghi nhận giá trị khối lượng m_n và nhiệt độ ban đầu T_0 của nước.

Bước 3:

- Mắc bình nhiệt lượng kế vào mạch điện như Hình 4.2. Điều chỉnh biến thế nguồn đến giá trị 6 V.



▲ Hình 4.2. Sơ đồ bố trí thí nghiệm đo nhiệt dung riêng của nước



- Đóng công tắc, đồng thời bấm đồng hồ đo thời gian.
- Ghi nhận giá trị hiệu điện thế U trên vôn kế và cường độ dòng điện I trên ampe kế.
- Dùng que khuấy khuấy nhẹ nhàng, liên tục để nước trong bình nóng đều.
- Quan sát và ghi lại thời gian tại mỗi thời điểm mà số chỉ trên nhiệt kế tăng thêm 1°C , 2°C , 3°C theo mẫu Bảng 4.1.

Bước 4: Ngắt mạch điện.

* **Báo cáo kết quả thí nghiệm:**

▼ **Bảng 4.1. Bảng số liệu thí nghiệm đo nhiệt dung riêng của nước (số liệu minh họa)**

(Với: $m_n = 150,00 \text{ g}$; $T_0 = 299,0 \text{ K}$; $U = 1,60 \text{ V}$; $I = 2,50 \text{ A}$)

Lần đo	$\Delta T = T - T_0 (\text{K})$	$t (\text{s})$	$c_n (\text{J/kg.K})$
1	1,0	171,00	-
2	2,0	350,00	-
3	3,0	528,00	-

- Tính giá trị nhiệt dung riêng c_n của nước trong mỗi lần đo và ghi kết quả theo mẫu Bảng 4.1.

- Tính giá trị nhiệt dung riêng trung bình của nước theo biểu thức:

$$\bar{c} = \frac{c_1 + c_2 + c_3}{3}$$

- Thiết lập biểu thức tính sai số Δc của nước, từ đó viết kết quả theo quy định.

- Nhận xét về kết quả nhiệt dung riêng của nước đo được với giá trị trong Bảng 3.1 (trang 23). Giải thích nguyên nhân gây ra sai số.



2. Đề xuất phương án khắc phục sai số giữa kết quả nhiệt dung riêng của nước vừa đo được với giá trị trong Bảng 3.1 (trang 23).



Đề xuất phương án và thực hiện phương án đo nhiệt dung riêng của một khối kim loại (đồng hoặc nhôm) bằng các dụng cụ thông dụng ở phòng thí nghiệm.

► **Thí nghiệm đo nhiệt nóng chảy riêng của nước đá**

* **Mục đích:** Xác định nhiệt nóng chảy riêng của nước đá.

* **Cơ sở lí thuyết:**

Cho một lượng nước có khối lượng m_n và nhiệt dung riêng c_n vào trong bình nhiệt lượng kế và que khuấy có khối lượng m_b và nhiệt dung riêng c_b . Ban đầu bình và nước ở nhiệt độ T_0 . Thả vào bình một khối nước đá (0°C) có khối lượng m_d , nhiệt nóng chảy riêng λ . Khi đó, có sự trao đổi nhiệt giữa bình nhiệt lượng kế chứa nước và khối nước đá:

- Bình nhiệt lượng kế chứa nước tỏa nhiệt, làm nhiệt độ giảm từ T_0 xuống T .



- Khối nước đá nhận nhiệt lượng để chuyển từ thể rắn sang thể lỏng ở 0°C (273 K) và tăng nhiệt độ lên T .

Phương trình cân bằng nhiệt lúc này:

$$(m_b c_b + m_n c_n)(T_0 - T) = \lambda m_d + m_d c_n (T - 273)$$

Nếu bỏ qua nhiệt lượng tỏa ra của bình nhiệt lượng kế và đũa khuấy thì:

$$m_n c_n (T_0 - T) \approx \lambda m_d + m_d c_n (T - 273) \quad (*)$$

Nhiệt nóng chảy riêng của nước đá gần đúng là:

$$\lambda = \frac{m_n c_n (T_0 - T) - m_d c_n (T - 273)}{m_d} \quad (4.2)$$

Với các giá trị c_n đã biết, tiến hành đo các giá trị m_n , m_d , T_0 , T , từ đó tính được giá trị nhiệt nóng chảy riêng λ của nước đá.



Nếu ban đầu khối nước đá có nhiệt độ T_1 dưới 0°C ($T_1 < 273\text{ K}$) thì về phải của công thức (*) còn có thêm phần năng lượng nước đá nhận vào để tăng nhiệt độ từ T_1 lên 273 K . Khi đó, công thức (*) sẽ là:

$$m_n c_n (T_0 - T) = \lambda m_d + m_d c_n (T - 273) + m_d c_d (273 - T_1)$$

* Dụng cụ:

- 1 bình nhiệt lượng kế (có que khuấy).
- Cốc nước đá.
- 1 nhiệt kế có độ chia nhỏ nhất 1°C .
- 1 chai nước ở nhiệt độ phòng.
- 1 chiếc cân điện tử có độ chia nhỏ nhất $0,01\text{ g}$.

* Tiến hành thí nghiệm:

Bước 1: Điều chỉnh đơn vị đo của cân là g. Đặt bình nhiệt lượng kế (đã gắn nhiệt kế và que khuấy) lên đĩa cân, hiệu chỉnh cân về số 0,00.

Bước 2:

- Nhắc bình nhiệt lượng kế khỏi đĩa cân, rót nước ở nhiệt độ phòng vào bình nhiệt lượng kế (khoảng $\frac{2}{3}$ bình).
- Đặt bình nhiệt lượng kế chứa nước lên đĩa cân, ghi giá trị khối lượng m_n và nhiệt độ ban đầu T_0 của nước theo mẫu Bảng 4.2.
- Lặp lại phép đo khối lượng m_n của nước thêm hai lần.

Bước 3: Đặt lại bình nhiệt lượng kế chứa nước lên đĩa cân, hiệu chỉnh cân về số 0,00.



3. Dựa vào cơ sở lí thuyết và các dụng cụ gợi ý, hãy đề xuất phương án thí nghiệm đo nhiệt nóng chảy riêng của nước đá theo các gợi ý sau:

- Xác định các đại lượng trung gian cần đo và dụng cụ để đo các đại lượng này.
- Cách bố trí thí nghiệm và các bước tiến hành thí nghiệm.
- Dự kiến kết quả cần thu thập và xử lý số liệu.



Bước 4:

- Nhắc bình nhiệt lượng kế khỏi đĩa cân, cho khối nước đá vào bình nhiệt lượng kế.
 - Đậy kín nắp bình nhiệt lượng kế, dùng que khuấy khuấy đều đến khi nước đá tan hết. Ngay khi nhận thấy nước đá vừa tan hết, ghi giá trị nhiệt độ T của nước theo mẫu Bảng 4.2.

Bước 5: Đặt bình nhiệt lượng kế lúc này lên đĩa cân. Ghi giá trị m_d của khối nước đá theo mẫu Bảng 4.2. Lặp lại phép đo khối lượng m_d của khối nước đá thêm hai lần.

Lưu ý: Trong quá trình làm thí nghiệm, tránh làm nước nhỏ xuống khe ở dưới đĩa cân và măt hiển thị số.

* Báo cáo kết quả thí nghiệm:

▼ **Bảng 4.2. Bảng số liệu thí nghiệm đo nhiệt nóng chảy riêng của nước đá (số liệu minh họa)**

Lần đo	m_n (g)	m_d (g)	T_0 (K)	T(K)
1	191,92	36,70	/	/
2	191,94	36,74	/	/
3	191,90	36,75	/	/
Giá trị trung bình	–	–	305,0	288,5

Biết nước có nhiệt dung riêng $c_p = 4180 \text{ J/kg.K}$.

- Tính giá trị trung bình của các đại lượng m_n , m_d .
 - Xác định sai số dụng cụ trong phép đo các đại lượng T_0 , T .
 - Tính giá trị nhiệt nóng chảy riêng trung bình của nước đá theo biểu thức 4.2:

$$\bar{\lambda} = \frac{\bar{m}_n c_n (T_0 - T) - \bar{m}_d c_n (T - 273)}{\bar{m}_d}$$

- Thiết lập biểu thức tính sai số $\Delta\lambda$ của nước đá, từ đó viết kết quả theo quy định.
 - Nhận xét về kết quả nhiệt nóng chảy riêng của nước đá do được với giá trị trong Bảng 1.2 (trang 11). Giải thích nguyên nhân gây ra sai số.

4. Đề xuất phương án khắc phục sai số giữa kết quả nhiệt nóng chảy riêng của nước đá vừa đo được với giá trị trong Bảng 1.2 (trang 11).

► Thí nghiệm đo nhiệt hoá hơi riêng của nước

- * Mục đích: Xác định nhiệt hoá hơi riêng của nước.

* Cơ sở lí thuyết:

Cho một lượng nước vào một ấm đun có công suất \mathcal{P} . Cấp dòng điện xoay chiều cho ấm đun. Khi nước sôi, mở nắp ấm đun để nước bay hơi ra ngoài làm khối lượng nước giảm dần. Tiếp tục cấp điện cho ấm đun, khi đó công của dòng điện chuyển thành nhiệt lượng làm nước hoá hơi. Gọi Δm là khối lượng nước bị bay hơi sau thời gian t , L là nhiệt hoá hơi riêng của nước ở nhiệt độ sôi. Ta có:

$$L\Delta m = \mathcal{P}t$$



Từ đó, ta xác định được nhiệt hoá hơi riêng của nước:

$$L = \frac{\mathcal{P}t}{\Delta m} \quad (4.3)$$

Với giá trị \mathcal{P} đã xác định, ta tiến hành đo các giá trị m , t , từ đó tính được giá trị nhiệt hoá hơi riêng L của nước.

* **Dụng cụ:**

- 1 chiếc cân điện tử có độ chia nhỏ nhất 0,01 g.
- 1 ấm đun nước siêu tốc (loại 1,8 lít).
- 1 đồng hồ đo thời gian có độ chia nhỏ nhất 0,01 s.
- 1 chai nước ở nhiệt độ phòng.

* **Tiến hành thí nghiệm:**

Bước 1:

- Điều chỉnh đơn vị đo của cân là g. Đặt ấm đun lên đĩa cân (Hình 4.3), hiệu chỉnh cân về số 0,00.

- Nhắc ấm đun khỏi đĩa cân, rót nước từ từ vào ấm đun đến giá trị khoảng 320,00 g.

Bước 2: Đặt ấm đun chứa nước lên đĩa cân, bật công tắc để bắt đầu đun nước. Khi nước vừa sôi, mở nắp ấm đun để nước bay hơi. Khi thấy cân điện tử chỉ 300,00 g thì bắt đầu bấm đồng hồ đo thời gian.

Bước 3:

- Khi thấy số chỉ trên cân điện tử giảm còn 250,00 g (là khối lượng m của phần nước còn lại trong ấm đun) thì ghi nhận thời gian t và khối lượng m theo mẫu Bảng 4.3.

- Lặp lại phép đo t và m khi số chỉ trên cân điện tử lần lượt giảm còn 200,00 g và 150,00 g.

* **Báo cáo kết quả thí nghiệm:**

▼ **Bảng 4.3. Bảng số liệu thí nghiệm đo nhiệt hoá hơi riêng của nước (số liệu minh họa)**

(Biết ấm đun có công suất $\mathcal{P} = 1\ 500\ W$, $m_0 = 300,00\ g$)

Lần đo	$m\ (g)$	$\Delta m = m_0 - m\ (g)$	$t\ (s)$	$L\ (J/g)$
1	250,00	50,00	77,00	–
2	200,00	100,00	156,00	–
3	150,00	150,00	235,00	–

- Tính giá trị của đại lượng L trong mỗi lần đo, từ đó tính giá trị trung bình của đại lượng này.
- Thiết lập biểu thức tính sai số ΔL của nước, từ đó viết kết quả theo quy định.
- Nhận xét về kết quả nhiệt hoá hơi riêng của nước đo được với giá trị trong Bảng 1.4 (trang 13). Giải thích nguyên nhân gây ra sai số.



5. Dựa vào cơ sở lí thuyết và các dụng cụ gợi ý, hãy đề xuất phương án thí nghiệm đo nhiệt hoá hơi riêng của nước theo các gợi ý sau:

- Xác định các đại lượng trung gian cần đo và dụng cụ để đo các đại lượng này.
- Cách bố trí thí nghiệm và các bước tiến hành thí nghiệm.
- Dự kiến kết quả cần thu thập và xử lý số liệu.



▲ **Hình 4.3. Bố trí thí nghiệm đo nhiệt hoá hơi riêng của nước**



6. Đề xuất phương án khắc phục sai số giữa kết quả nhiệt hoá hơi riêng của nước vừa đo được với giá trị trong Bảng 1.4 (trang 13).

TỔNG KẾT CHƯƠNG 1

1 SỰ CHUYỂN THỂ CỦA CÁC CHẤT



2 THANG NHIỆT ĐỘ

Nhiệt độ không tuyệt đối (0 K): Là nhiệt độ mà tại đó động năng chuyển động nhiệt của các phân tử cấu tạo nên vật chất bằng không và thế năng của chúng là tối thiểu.

Thang nhiệt độ: Thang nhiệt độ Celsius có kí hiệu nhiệt độ là t và đơn vị là $^{\circ}\text{C}$; Thang nhiệt độ Kelvin có kí hiệu nhiệt độ là T và đơn vị là K. Liên hệ nhiệt độ giữa hai thang đo: $T(\text{K}) = t(^{\circ}\text{C}) + 273$.

3 NỘI NĂNG

Nội năng của một vật là tổng động năng và thế năng tương tác của các phân tử cấu tạo nên vật. Nội năng phụ thuộc vào nhiệt độ và thể tích của vật.

Có hai cách làm biến đổi nội năng là thực hiện công và truyền nhiệt.

4 ĐỊNH LUẬT 1 CỦA NHIỆT ĐỘNG LỰC HỌC

Độ biến thiên nội năng của vật bằng tổng công và nhiệt lượng mà vật nhận được:

$$\Delta U = A + Q$$



5

NHIỆT DUNG RIÊNG, NHIỆT NÓNG CHẢY RIÊNG, NHIỆT HÓA HƠI RIÊNG

Nhiệt dung riêng của một chất có giá trị bằng nhiệt lượng để làm tăng nhiệt độ của 1 kg của chất đó lên 1 K:

$$c = \frac{Q}{m(T_2 - T_1)}$$

Trong hệ SI, nhiệt dung riêng có đơn vị là J/kg.K.

Nhiệt nóng chảy riêng của một chất rắn có giá trị bằng nhiệt lượng cần cung cấp cho 1 kg chất đó chuyển hoàn toàn từ thể rắn sang thể lỏng tại nhiệt độ nóng chảy:

$$\lambda = \frac{Q}{m}$$

Trong hệ SI, nhiệt nóng chảy riêng có đơn vị là J/kg.

Nhiệt hoá hơi riêng của một chất lỏng có giá trị bằng nhiệt lượng cần cung cấp cho 1 kg chất lỏng đó hoá hơi hoàn toàn ở nhiệt độ sôi:

$$L = \frac{Q}{m}$$

Trong hệ SI, nhiệt hoá hơi riêng có đơn vị là J/kg.

Chân trời sáng tạo

KHÍ LÍ TƯỞNG

Chương 2

Bài 5

THUYẾT ĐỘNG HỌC PHÂN TỬ CHẤT KHÍ

- Mô hình chuyển động Brown – tính chất chuyển động hỗn loạn của các phân tử khí.
- Thuyết động học phân tử chất khí.



Đệm hơi cứu nạn (Hình 5.1) là một thiết bị không thể thiếu trong lĩnh vực phòng cháy chữa cháy dùng để giải cứu nhanh chóng các nạn nhân trong trường hợp họ phải nhảy từ trên tầng cao xuống đất trong các vụ cháy nhà cao tầng hoặc động đất xảy ra. Đệm hơi là một tấm đệm được bơm đầy khí bên trong. Nhờ tính chất nào mà đệm hơi có thể giúp giảm chấn thương cho các nạn nhân trong tình huống này?



▲ Hình 5.1. Tập huấn phòng cháy chữa cháy giải cứu nạn nhân bằng đệm hơi



1 CHUYỂN ĐỘNG BROWN

Ở chương 1 chúng ta đã biết các phân tử cấu tạo nên vật chất luôn chuyển động nhiệt. Bằng chứng nào chứng tỏ các phân tử chuyển động nhiệt và đặc điểm của chuyển động nhiệt là gì?

Năm 1827, Robert Brown (Rô-bót Bờ-rao) (1773 – 1858) làm thí nghiệm để quan sát chuyển động nhiệt của các hạt phấn hoa trong một cốc chứa nước bằng kính hiển vi. Kết quả cho thấy, các hạt phấn hoa luôn chuyển động hỗn loạn, không ngừng có quy đạo là những đường gấp khúc bất kì (Hình 5.2a). Nhiệt độ càng cao, các hạt phấn hoa chuyển động càng nhanh. Chuyển động này được gọi là **chuyển động Brown**.

Giải thích chuyển động Brown: Các phân tử nước không đứng yên mà chuyển động nhiệt hỗn loạn, không ngừng. Trong khi chuyển động, các phân tử nước va chạm với các hạt phấn hoa từ nhiều phía (Hình 5.2b). Các va chạm này không cân bằng nhau làm cho các hạt phấn hoa chuyển động hỗn loạn, không ngừng. Do đó, quy đạo của hạt phấn hoa có dạng gấp khúc và không theo quy luật.

Khi nhiệt độ càng cao, các phân tử nước chuyển động càng nhanh, va đập vào các hạt phấn hoa càng mạnh, làm các hạt phấn hoa chuyển động càng nhanh.

Ngoài ra, chuyển động Brown cũng được quan sát trong môi trường chất khí như các hạt bụi lơ lửng trong không khí.

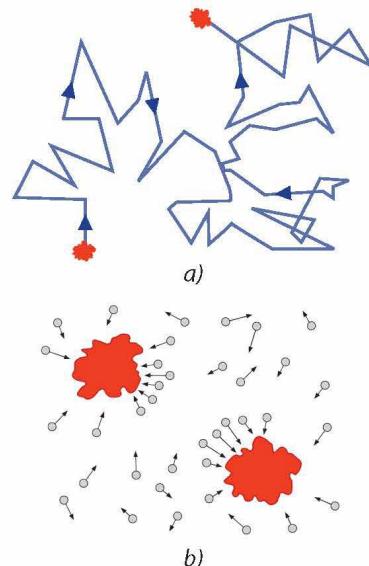


Chuyển động Brown là chuyển động hỗn loạn, không ngừng, có quy đạo là những đường gấp khúc bất kì của các hạt nhẹ trong chất lỏng và chất khí.

Chuyển động Brown chứng tỏ các phân tử chất khí chuyển động hỗn loạn, không ngừng. Nhiệt độ càng cao, các phân tử khí chuyển động càng nhanh.



Ta có thể quan sát được chuyển động Brown đối với các hạt có kích thước và khối lượng lớn hơn nhiều so với hạt phấn hoa không? Tại sao?



▲ **Hình 5.2.** a) Minh họa quy đạo gấp khúc của một hạt phấn hoa trong nước;
b) Va chạm của các phân tử nước lên hạt phấn hoa



1. Nguyên nhân nào gây ra chuyển động Brown?

2 CHẤT KHÍ

► Tính chất của chất khí

Từ quan sát và các phép đo thực nghiệm, các nhà khoa học đã rút ra một số tính chất của chất khí như sau:



Chất khí:

- Có hình dạng và thể tích của bình chứa nó.
- Có khối lượng riêng nhỏ hơn nhiều so với chất lỏng và chất rắn.
- Dễ bị nén.
- Gây ra áp suất lên thành bình chứa nó. Khi nhiệt độ tăng, áp suất khí tác dụng lên thành bình tăng.



2. Căn cứ nội dung bài 1 và quan sát trong thực tế, hãy nêu các tính chất của chất khí.



Đệm hơi cứu nạn trong Hình 5.1 là ứng dụng các tính chất nào của chất khí?
Giải thích tác dụng cứu nạn của đệm hơi đối với người bị nạn rơi từ trên cao xuống.

► Lượng chất

Lượng chất chứa trong một vật được xác định dựa vào số phân tử được chứa trong vật đó. Đơn vị đo lượng chất là mol và được định nghĩa như sau:



Mol là lượng chất trong đó chứa số phân tử (hoặc nguyên tử) bằng

$$N_A \approx 6,02 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$$

N_A được gọi là số Avogadro (số phân tử trong 1 mol chất).

Mol là một trong 7 đơn vị cơ bản trong hệ SI đã được giới thiệu trong chương trình Vật lí 10.

Khối lượng mol của một chất là khối lượng của 1 mol chất đó, được kí hiệu là M .

Như vậy, nếu một mẫu vật chất có khối lượng m , chứa N phân tử thì số mol n của mẫu vật đó được xác định:

$$n = \frac{N}{N_A} = \frac{m}{M}$$

3**THUYẾT ĐỘNG HỌC PHÂN TỬ CHẤT KHÍ**

Từ mô hình động học phân tử (trình bày ở Bài 1) và các kết quả thực nghiệm liên quan đến chất khí, các nhà khoa học đã rút ra những đặc điểm chung nhất về chất khí, gọi là thuyết động học phân tử chất khí, gồm những nội dung chính sau:



Chất khí gồm tập hợp rất nhiều các phân tử có kích thước rất nhỏ so với khoảng cách trung bình giữa chúng.

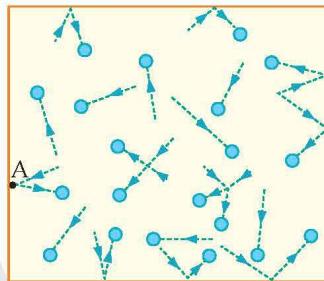
Các phân tử khí luôn chuyển động hỗn loạn, không ngừng. Nhiệt độ càng cao, các phân tử khí chuyển động càng nhanh.

Trong quá trình chuyển động, các phân tử khí va chạm với thành bình chứa, gây ra áp suất lên thành bình (Hình 5.3).



3. Từ mô hình động học phân tử (ở bài 1) và tính chất của chất khí, thảo luận để đưa ra các đặc điểm của các phân tử chất khí về:

- Khoảng cách giữa các phân tử chất khí (so với chất rắn và chất lỏng).
- Nguyên nhân gây ra áp suất chất khí.



▲ **Hình 5.3. Các phân tử khí va chạm vào thành bình (điểm A)**



- Trong quá trình bơm xe đạp, khi lốp xe đã gần căng, càng về cuối của mỗi lần bơm ta càng thấy khó nén pit-tông xuống. Hãy giải thích.
- Khi sản xuất vỏ bình chứa khí gas, khí oxygen, các nhà sản xuất thường sử dụng vật liệu là thép không gỉ hoặc nhôm có bề dày đủ lớn để đảm bảo an toàn trong quá trình sử dụng. Hãy giải thích điều này.



Chuyển động nhiệt của các phân tử khí trong bầu khí quyển là một trong những nguyên nhân gây nên áp suất khí quyển. Khi áp suất khí quyển thay đổi sẽ ảnh hưởng bất lợi đến sức khoẻ của con người và điển hình là những người mắc bệnh viêm xoang. Từ các nguồn sách, báo, internet,... em hãy trình bày ngắn gọn ảnh hưởng bất lợi của sự thay đổi áp suất khí quyển đối với người mắc bệnh viêm xoang và biện pháp hạn chế.



BÀI TẬP

- 1.** Nội dung nào dưới đây ***không phải*** là tính chất của các phân tử khí?
 - A. Chuyển động hỗn loạn, không ngừng.
 - B. Nhiệt độ càng cao, các phân tử khí chuyển động càng nhanh.
 - C. Các phân tử khí va chạm vào thành bình gây ra áp suất.
 - D. Chuyển động hỗn loạn xung quanh các vị trí cân bằng cố định.

- 2.** Mùi hôi từ các bãi rác thải là một vấn nạn đối với cư dân sống xung quanh. Khi thời tiết càng nắng nóng thì mùi hôi bốc ra càng nồng nặc và càng bay xa (ngay cả trong điều kiện không có gió). Dựa vào thuyết động học phân tử chất khí, hãy giải thích điều này và đề xuất biện pháp hạn chế tình trạng trên.

- 3.** Đun một nồi nước trên bếp, khi nước sôi nắp nồi thường bị đẩy lên. Hãy giải thích điều này.

- 4.** Coi Trái Đất là một khối cầu bán kính 6 400 km, nếu lấy toàn bộ số phân tử nước trong 1,0 g hơi nước trải đều trên bề mặt Trái Đất thì mỗi mét vuông trên bề mặt Trái Đất có bao nhiêu phân tử nước? Biết khối lượng mol của phân tử nước khoảng 18 g/mol.

Chân trời sáng tạo



Bài

6



ĐỊNH LUẬT BOYLE. ĐỊNH LUẬT CHARLES

- Mỗi liên hệ giữa áp suất và thể tích của một khối lượng khí xác định khi nhiệt độ không đổi.
- Mỗi liên hệ giữa thể tích và nhiệt độ của một khối lượng khí xác định khi áp suất không đổi.



Để đưa thuốc từ lọ vào trong xilanh của ống tiêm, ban đầu nhân viên y tế đẩy pit-tông sát đầu trên của xilanh, sau đó đưa đầu kim tiêm (được gắn với ống tiêm) vào trong lọ thuốc. Khi kéo pit-tông, thuốc sẽ chảy vào trong xilanh (Hình 6.1). Quá trình lấy máu dùng trong xét nghiệm tại các cơ sở y tế cũng hoàn toàn tương tự. Ứng dụng trên dựa vào các định luật của chất khí. Vậy, đó là những định luật nào?



▲ Hình 6.1. Quá trình đưa thuốc vào ống tiêm



1 TRẠNG THÁI VÀ QUÁ TRÌNH BIẾN ĐỔI TRẠNG THÁI CỦA KHÍ

Trạng thái của một khối lượng khí (gọi tắt là khối khí) không đổi được xác định bằng ba thông số, gọi là thông số trạng thái của khối khí: thể tích V , áp suất p và nhiệt độ tuyệt đối T . Giữa các thông số trạng thái của một khối khí xác định có những mối liên hệ mang tính quy luật.

Quá trình khối khí biến đổi từ trạng thái này sang trạng thái khác gọi là quá trình biến đổi trạng thái.

Quá trình biến đổi trạng thái của một khối lượng khí xác định mà trong đó có một thông số trạng thái không đổi gọi là đẳng quá trình:

- Đẳng nhiệt là quá trình biến đổi trạng thái, trong đó nhiệt độ được giữ không đổi.
- Đẳng áp là quá trình biến đổi trạng thái, trong đó áp suất được giữ không đổi.
- Đẳng tích là quá trình biến đổi trạng thái, trong đó thể tích được giữ không đổi.

Để tìm ra mối liên hệ giữa các thông số trạng thái, chúng ta lần lượt tiến hành các thí nghiệm khảo sát các đẳng quá trình của chất khí.

2 ĐỊNH LUẬT BOYLE

Thí nghiệm khảo sát quá trình đẳng nhiệt

* **Mục đích:** Khảo sát mối liên hệ giữa thể tích và áp suất của một khối lượng khí xác định khi nhiệt độ được giữ không đổi.

* **Dụng cụ:**

- Xilanh (1) chứa khí có các vạch chia độ giúp xác định thể tích. Thể tích của lượng khí trong xilanh có thể thay đổi bằng cách di chuyển pit-tông (2).
- Áp kế (3) được gắn sẵn để đo áp suất của khí trong xilanh.
- Trụ thép (4), đế ba chân (5).

* **Tiến hành thí nghiệm:**

Bước 1: Bố trí thí nghiệm như Hình 6.2.

Bước 2: Mở nút cao su ở đáy xilanh để lấy khí, điều chỉnh để đáy pit-tông ngang vạch số 2 trên xilanh (tương ứng với 20 mL không khí), sau đó lắp chặt nút cao su lại.

Bước 3: Dùng tay ấn từ từ pit-tông xuống đến vạch tương ứng với 15 mL (đoạn dịch chuyển tương ứng với hai khoảng nhỏ trên xilanh), đọc số chỉ trên áp kế, ghi số liệu theo mẫu Bảng 6.1.

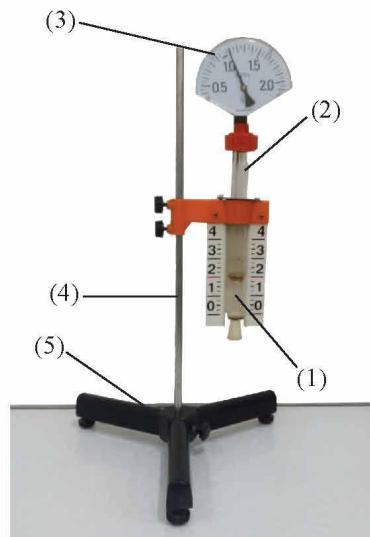
Bước 4: Lần lượt điều chỉnh pit-tông đến vạch 20 mL; 25 mL; 30 mL; 35 mL và lặp lại thao tác như bước 3, ghi số liệu theo mẫu Bảng 6.1.

Lưu ý:

- Trong thí nghiệm này, 1 đơn vị thể tích trên xilanh là 10 mL khí.
- Sai số của phép đo áp suất được lấy là $\frac{1}{2}$ độ chia nhỏ nhất của áp kế, tức là $0,025 \cdot 10^5$ Pa.

* **Báo cáo kết quả thí nghiệm**

- Ghi lại giá trị thể tích và áp suất khí sau mỗi lần đo theo mẫu Bảng 6.1.



▲ Hình 6.2. Bố trí thí nghiệm khảo sát quá trình đẳng nhiệt



1. Dự đoán mối liên hệ giữa áp suất và thể tích khi nén pit-tông xuống hoặc kéo pit-tông lên.
2. Tiến hành thí nghiệm theo các bước hướng dẫn, từ đó tính toán và kiểm tra biểu thức dự đoán, rút ra kết luận về mối liên hệ giữa p và V .

▼ **Bảng 6.1. Bảng số liệu thí nghiệm khảo sát quá trình đẳng nhiệt (số liệu minh họa)**

Lần đo	Thể tích V (mL)	Áp suất p (10^5 Pa)
1	15	1,30
2	20	1,00
3	25	0,80
4	30	0,65
5	35	0,55

- Tính giá trị biểu thức dự đoán trong các lần đo.
- Nhận xét về mối liên hệ giữa áp suất p và thể tích V trong quá trình đẳng nhiệt.

► Nội dung định luật Boyle

Kết quả thí nghiệm chứng tỏ: khi nhiệt độ của khối khí không đổi, tích số giữa áp suất và thể tích trong các lần đo là xấp xỉ nhau, hay áp suất tỉ lệ nghịch với thể tích.

Kết luận này đã được nhà khoa học người Ireland là Robert Boyle (Rô-bort Bô-i-lo) (1627 – 1691) tìm ra vào năm 1662 khi tiến hành thí nghiệm với các chất khí khác nhau và được gọi là **định luật Boyle**.

Nếu gọi p_1, V_1 và p_2, V_2 lần lượt là áp suất và thể tích của một khối lượng khí xác định ở trạng thái 1 và trạng thái 2, thì:

$$p_1 V_1 = p_2 V_2 \quad (6.1)$$

Đường biểu diễn sự phụ thuộc của p theo V khi nhiệt độ của khối khí không đổi gọi là **đường đẳng nhiệt** (Hình 6.3).

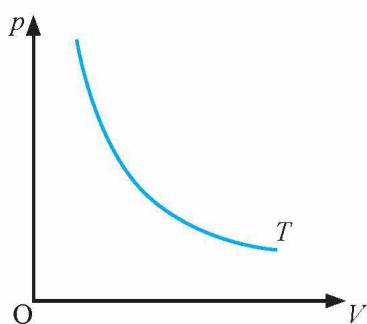


- Từ số liệu Bảng 6.1, vẽ đồ thị biểu diễn mối liên hệ giữa p và V trong hệ toạ độ $p - V$ và $p - \frac{1}{V}$. Nhận xét về dạng đồ thị.
- Từ Hình 6.4, chứng minh rằng $T_2 > T_1$.

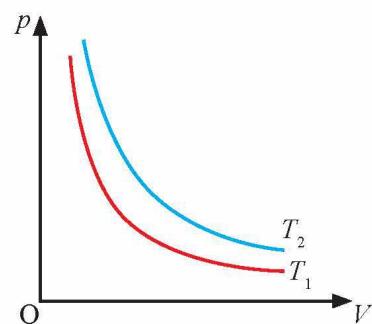


Định luật Boyle: Ở nhiệt độ không đổi, áp suất của một khối lượng khí xác định tỉ lệ nghịch với thể tích của nó.

$$pV = \text{hằng số}$$



▲ **Hình 6.3. Đường đẳng nhiệt ứng với nhiệt độ T**



▲ **Hình 6.4. Các đường đẳng nhiệt của một khối khí tương ứng với các nhiệt độ T_1 và T_2 ($T_1 < T_2$)**



Nén đẳng nhiệt một khối khí từ thể tích ban đầu 9 lít xuống còn 4 lít. Áp suất của khối khí sau khi nén tăng hay giảm bao nhiêu lần?



Dựa vào định luật Boyle, giải thích tại sao có thể rút thuốc (thể lỏng) từ trong lọ thuốc vào xilanh của ống tiêm khi nhân viên y tế kéo pit-tông như Hình 6.1.



ĐỊNH LUẬT CHARLES

Thí nghiệm khảo sát quá trình đẳng áp

* **Mục đích:** Khảo sát mối liên hệ giữa thể tích và nhiệt độ của một khối lượng khí xác định khi áp suất được giữ không đổi.

* **Dụng cụ:**

- Xilanh chứa khí có gắn với áp kế (1).
- Nhiệt kế (2).
- Ca nhựa trong (3).
- Chậu nhựa trong (4).
- Que khuấy (5).
- Ống nhựa mềm để hút nước (6).
- Trụ thép (7), đế ba chân (8).
- Kẹp đa năng và khớp nối đa năng (9).
- Ấm đun nước (10).
- Nước đá đang tan.

* **Tiến hành thí nghiệm:**

Bước 1: Mở nút cao su ở đáy xilanh để lấy khí. Điều chỉnh để đáy pit-tông ngang vạch số 2 trên xilanh và giá trị của áp suất là $1,1 \cdot 10^5$ Pa, sau đó lắp chặt nút cao su lại.

Bước 2: Bố trí thí nghiệm như Hình 6.5.

Bước 3: Đổ nước nóng (khoảng 90°C) vào ca nhựa sao cho ngập phần khí trong xilanh.

Dùng que khuấy khuấy nhẹ nhàng (khoảng 30 giây) để nhiệt độ của nước ổn định (số chỉ nhiệt kế gần như không đổi).

Kéo pit-tông lên từ từ để số chỉ áp kế về giá trị ban đầu ($1,1 \cdot 10^5$ Pa). Đọc giá trị nhiệt độ và thể tích khi đó, ghi số liệu theo mẫu Bảng 6.2.



▲ Hình 6.5. Bố trí thí nghiệm khảo sát quá trình đẳng áp



5. Tiến hành thí nghiệm theo các bước hướng dẫn, thu thập số liệu T, V trong các lần đo. Từ đó:
 - Vẽ đồ thị V theo T trong hệ trục tọa độ $V - T$, nhận xét dạng đồ thị.
 - Rút ra mối liên hệ giữa V và T trong quá trình biến đổi đẳng áp.



Bước 4: Đổ từ từ nước đá đang tan vào ca nhựa, quan sát số chỉ trên nhiệt kế giảm khoảng 15 đến 20 °C. Dùng que khuấy khuấy nhẹ nhàng để nhiệt độ ổn định.

Nén pit-tông từ từ để số chỉ áp kế về giá trị ban đầu ($1,1 \cdot 10^5$ Pa). Đọc giá trị nhiệt độ và thể tích khi đó, ghi số liệu theo mẫu Bảng 6.2.

Bước 5: Lặp lại bước 4 ứng với các giá trị nhiệt độ của nước trong ca lần lượt khoảng: 50 °C; 30 °C; 10 °C.

Lưu ý: Sử dụng ống nhựa mềm để hút bớt nước trong ca nhựa, tránh làm nước bị tràn ra ngoài khi thay đổi nhiệt độ.

* Báo cáo kết quả thí nghiệm

▼ **Bảng 6.2. Bảng số liệu thí nghiệm khảo sát quá trình đẳng áp**

(số liệu minh họa ở áp suất $p = 1,1 \cdot 10^5$ Pa)

Lần đo	Nhiệt độ t (°C)	Nhiệt độ T (K)	Thể tích V (mL)
1	90	363	25,0
2	69	342	22,5
3	50	323	21,0
4	30	303	20,0
5	11	284	18,5

- Từ bảng số liệu, vẽ đồ thị V theo T trong hệ trục toạ độ $V - T$.
- Nhận xét dạng đồ thị, từ đó rút ra nhận xét về mối liên hệ giữa V và T trong quá trình biến đổi đẳng áp.

➡ Nội dung định luật Charles

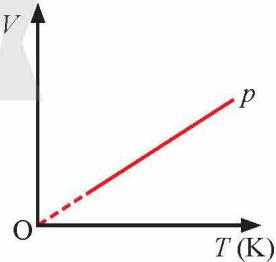
Kết quả thí nghiệm chứng tỏ: Đồ thị thể tích theo nhiệt độ tuyệt đối của một khối lượng khí xác định khi áp suất không đổi có dạng đường thẳng có đường kính kéo dài qua gốc toạ độ, hay thể tích tỉ lệ với nhiệt độ tuyệt đối.

Kết luận này được nhà khoa học người Pháp, Jacques Charles (Giắc-quy Sác-lơ) (1746 – 1823) tìm ra từ năm 1780, được gọi là định luật Charles.

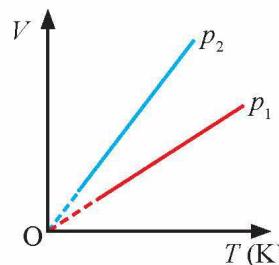
Nếu gọi T_1, V_1 và T_2, V_2 lần lượt là nhiệt độ và thể tích của một khối lượng khí xác định ở trạng thái 1 và trạng thái 2, thì:

$$\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2} \quad (6.2)$$

Đường biểu diễn sự phụ thuộc của V theo T khi áp suất của khối khí không đổi gọi là **đường đẳng áp** (Hình 6.6).



▲ **Hình 6.6. Đường đẳng áp ứng với áp suất p**



▲ **Hình 6.7. Các đường đẳng áp của một khối khí tương ứng với các áp suất p_1 và p_2 ($p_2 < p_1$)**



Định luật Charles: Ở áp suất không đổi, thể tích của một khối lượng khí xác định tỉ lệ thuận với nhiệt độ tuyệt đối của nó.

$$\frac{V}{T} = \text{hằng số}$$



6. Dựa vào thuyết động học phân tử chất khí, hãy giải thích vì sao đường đẳng áp p_2 lại ở trên đường đẳng áp p_1 trong Hình 6.7.



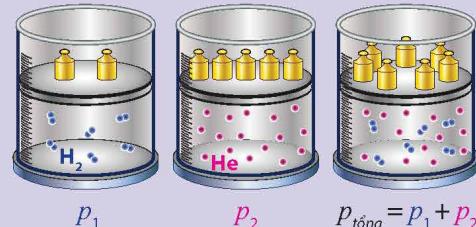
Cho một khối khí dãn nở đẳng áp từ nhiệt độ $t_1 = 32^\circ\text{C}$ đến nhiệt độ $t_2 = 117^\circ\text{C}$, thể tích khối khí tăng thêm 1,7 lít. Xác định thể tích khối khí trước và sau khi dãn nở.



Định luật Dalton

Năm 1801, John Dalton (Giôn Đan-tơn) (1766 – 1844) phát hiện một tính chất của chất khí và được phát biểu thành định luật Dalton có nội dung cơ bản như sau:

Ở một nhiệt độ và thể tích xác định, áp suất toàn phần của một hỗn hợp khí gồm các khí không phản ứng hóa học với nhau bằng tổng áp suất riêng phần của mỗi khí thành phần có trong hỗn hợp đó (Hình 6.8).



▲ Hình 6.8. Áp suất của hỗn hợp hai khí bằng tổng áp suất do mỗi khí gây ra

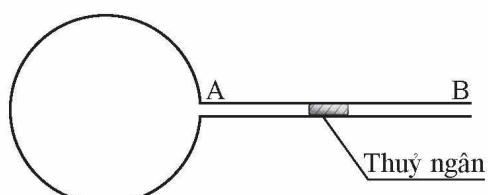
BÀI TẬP

1. Hình nào dưới đây mô tả quá trình đẳng áp của một khối lượng khí xác định?



2. Một khối khí xác định dãn nở đẳng nhiệt từ thể tích ban đầu 5 lít đến 12 lít thì áp suất khối khí đã giảm một lượng 80 kPa. Áp suất ban đầu của khối khí bằng bao nhiêu?

3. Một mô hình áp kế khí (Hình 6P.1) gồm một bình cầu thuỷ tinh có thể tích 270 cm^3 gắn với một ống nhỏ AB nằm ngang có tiết diện $0,1\text{ cm}^2$. Trong ống có một giọt thuỷ ngân. Ở 0°C giọt thuỷ ngân cách A 30 cm. Tính khoảng di chuyển của giọt thuỷ ngân khi hơ nóng bình cầu đến 10°C . Coi thể tích bình là không đổi.



▲ Hình 6P.1. Mô hình áp kế khí

4. Vào những ngày trời nắng nóng, nhiệt độ không khí ngoài sân là 42°C , trong khi nhiệt độ không khí trong nhà là 27°C . Xem áp suất không khí trong nhà và ngoài sân là như nhau. Khối lượng riêng của không khí trong nhà lớn hơn khối lượng riêng của không khí ngoài sân bao nhiêu lần?

Bài

7

PHƯƠNG TRÌNH TRẠNG THÁI CỦA KHÍ LÍ TƯỞNG

Khí lí tưởng. Phương trình trạng thái của khí lí tưởng.



Hình 7.1 cho thấy một người đang bơm xe đạp, mỗi động tác đẩy pit-tông xuống ứng với một lượng không khí đang được đưa vào trong sǎm xe. Trong quá trình bơm, tất cả các thông số trạng thái: thể tích, áp suất, nhiệt độ và cả lượng không khí trong sǎm xe thay đổi. Sự thay đổi của các thông số này tuân theo quy luật nào?



▲ Hình 7.1. Bơm xe đạp



KHÍ LÍ TƯỞNG

Boyle và Charles đã tìm ra các định luật bằng phương pháp thực nghiệm khi tiến hành các thí nghiệm với các chất khí thực tế (gọi tắt là khí thực) như: không khí, oxygen, nitrogen, carbon dioxide,... ở điều kiện nhiệt độ và áp suất thông thường trong phòng thí nghiệm. Nếu áp suất khí quá lớn hoặc nhiệt độ khí quá thấp thì các kết quả thực nghiệm thu được của các khí thực không còn tuân theo các định luật Boyle và Charles.

Cụ thể: Khi nhiệt độ khí quá thấp, hầu hết các khí thực đều đã hoá lỏng. Khi áp suất quá lớn, tích số pV bị thay đổi với các loại khí khác nhau, ở các áp suất khác nhau (nhiệt độ 0 °C) (Bảng 7.1).

▼ **Bảng 7.1. Tích pV của một số loại khí ứng với các áp suất khác nhau
(với khối lượng khí không đổi và nhiệt độ ở 0 °C)**

p (at)	pV			
	Hydrogen	Oxygen	Nitrogen	Không khí
1	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000
100	1,0690	1,0690	0,9941	0,9730
1 000	1,7200	1,7355	2,0685	1,9920



Để đơn giản trong việc nghiên cứu, người ta xây dựng khái niệm khí lí tưởng.



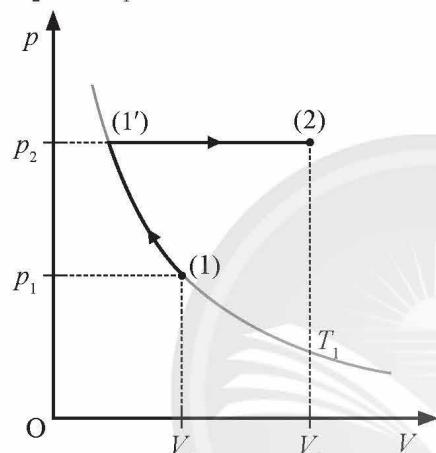
Khí lí tưởng là khí tuân theo đúng định luật Boyle và định luật Charles.



PHƯƠNG TRÌNH TRẠNG THÁI CỦA KHÍ LÍ TƯỞNG

Thiết lập phương trình

Xét một khối khí lí tưởng xác định biến đổi từ trạng thái 1 (p_1, V_1, T_1) sang trạng thái 2 (p_2, V_2, T_2) thông qua trạng thái trung gian 1' (p_1', V_1', T_1').



▲ Hình 7.2. Sơ đồ quá trình biến đổi trạng thái

(1) → (1') → (2)

Áp dụng định luật Boyle và định luật Charles, thiết lập được biểu thức:

$$\frac{p_1 V_1}{T_1} = \frac{p_1' V_1'}{T_1'} \text{ hay } \frac{p_1 V_1}{T_1} = C \quad (7.1)$$

Trong đó, C là hằng số phụ thuộc vào số mol khí.

Xác định hằng số C

Để xác định giá trị của C trong biểu thức (7.1), ta xét một lượng khí lí tưởng có khối lượng m và khối lượng mol là M . Khi đó số mol khí là $n = \frac{m}{M}$.

Xét trong điều kiện tiêu chuẩn:

Áp suất $p = 1 \text{ atm} = 1,013 \cdot 10^5 \text{ Pa}$; nhiệt độ $T = 273 \text{ K}$ và thể tích $V = 22,4n \text{ (lít)} = 0,0224n \text{ (m}^3\text{)}$.



1. Quan sát Hình 7.2, thảo luận và thực hiện các nhiệm vụ sau:

- Khối khí biến đổi trạng thái (1) → (1') theo quá trình nào? Viết biểu thức liên hệ giữa p_1, V_1 và p_1', V' .
- Khối khí biến đổi trạng thái (1') → (2) theo quá trình nào? Viết biểu thức liên hệ giữa V', T_1 và V_2, T_2 .
- Từ hai biểu thức ở câu a và b, thiết lập mối liên hệ giữa p_1, V_1, T_1 và p_2, V_2, T_2 .

2. Kết quả câu thảo luận 1 có thay đổi không nếu cho khối khí biến đổi từ trạng thái 1 sang trạng thái 2 thông qua trạng thái trung gian 1" theo trình tự: biến đổi đẳng áp, sau đó biến đổi đẳng nhiệt?



Thay vào (7.1), ta có:

$$C = \frac{pV}{T} = \frac{1,013 \cdot 10^5 \cdot 0,0224}{273} n \approx 8,31n$$

Đặt $R \approx 8,31 \frac{\text{J}}{\text{mol.K}}$ gọi là hằng số khí lí tưởng.

Khi đó: $pV = nRT$ (7.2)

Biểu thức (7.2) là phương trình trạng thái của khí lí tưởng.



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

$$\frac{pV}{T} = nR \text{ hay } \frac{p_1 V_1}{T_1} = \frac{p_2 V_2}{T_2}$$

Trong đó: n là số mol khí, $R \approx 8,31 \frac{\text{J}}{\text{mol.K}}$ là hằng số khí lí tưởng.



3 VẬN DỤNG PHƯƠNG TRÌNH TRẠNG THÁI CỦA KHÍ LÍ TƯỞNG

► Quá trình biến đổi đẳng tích

Từ (7.1) ta rút ra được phương trình liên hệ giữa áp suất và nhiệt độ tuyệt đối khi thể tích không đổi là:

$$\frac{p}{T} = \text{hằng số} \text{ hay } \frac{p_1}{T_1} = \frac{p_2}{T_2} \quad (7.3)$$

Trong quá trình biến đổi đẳng tích của một khối lượng khí xác định, áp suất tỉ lệ thuận với nhiệt độ tuyệt đối.



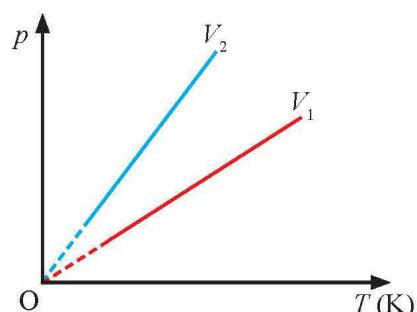
3. Áp dụng phương trình trạng thái của khí lí tưởng, thiết lập mối liên hệ giữa áp suất và nhiệt độ tuyệt đối của khí trong quá trình đẳng tích. Vẽ phác đồ thị đường đẳng tích trong hệ toạ độ $V - T$.

Đường biểu diễn sự phụ thuộc của p theo T khi thể tích của khối khí không đổi gọi là **đường đẳng tích** (Hình 7.3).



Một chiếc lốp ô tô chứa không khí có áp suất tiêu chuẩn do nhà sản xuất công bố là 2,3 bar ứng với nhiệt độ 25°C ($1 \text{ bar} = 10^5 \text{ Pa}$). Khi xe chạy nhanh, lốp xe nóng lên làm cho nhiệt độ không khí trong lốp tăng lên tới 50°C . Tính áp suất của không khí trong lốp xe lúc này.

(Coi gần đúng thể tích của lốp xe không đổi trong suốt quá trình nóng lên)



▲ **Hình 7.3. Các đường đẳng tích của một khối khí tương ứng với các thể tích V_1 và V_2 ($V_2 > V_1$)**



Hình 7.4 là hình ảnh một bình xịt côn trùng. Vì sao người ta đưa ra khuyến cáo “Không được ném bình vào lửa ngay cả khi đã dùng hết”?



▲ Hình 7.4. Bình xịt côn trùng

► Bài tập vận dụng phương trình trạng thái của khí lí tưởng

Ví dụ 1: Trong xilanh của một động cơ đốt trong có 0,5 lít hỗn hợp khí ở áp suất 1 atm và nhiệt độ 47°C . Án pit-tông xuống làm cho thể tích của hỗn hợp khí chỉ còn 0,05 lít và áp suất tăng lên 15 atm. Giả thiết rằng hỗn hợp khí tuân theo phương trình trạng thái của khí lí tưởng. Tính nhiệt độ của hỗn hợp khí ở trạng thái nén.

Bài giải

Trạng thái đầu:

$$p_1 = 1 \text{ atm}$$

$$V_1 = 0,5 \text{ lít}$$

$$T_1 = 273 + 47 = 320 \text{ K}$$

Trạng thái sau:

$$p_2 = 15 \text{ atm}$$

$$V_2 = 0,05 \text{ lít}$$

$$T_2 = ? \text{ K}$$

Do lượng khí là không đổi, áp dụng phương trình trạng thái của khí lí tưởng:

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

$$\text{Ta có: } T_2 = \frac{p_2 V_2 T_1}{p_1 V_1} = \frac{15.0,05.320}{1.0,5} = 480 \text{ K}$$

Ví dụ 2: Tăng đồng thời nhiệt độ và áp suất của một khối khí lí tưởng từ 27°C lên 177°C và từ 100 kPa lên 300 kPa. Hỏi khối lượng riêng của khối khí tăng hay giảm bao nhiêu lần?

Bài giải

Trạng thái đầu:

$$T_1 = 273 + 27 = 300 \text{ K}$$

$$p_1 = 100 \text{ kPa}$$

$$\rho_1, V_1$$

Trạng thái sau:

$$T_2 = 273 + 177 = 450 \text{ K}$$

$$p_2 = 300 \text{ kPa}$$

$$\rho_2, V_2$$

$$\frac{\rho_2}{\rho_1} = ?$$

Gọi ρ_1, V_1 và ρ_2, V_2 lần lượt là khối lượng riêng, thể tích lúc đầu và lúc sau của khối khí đang xét; m là khối lượng của khối khí.

$$\text{Ta có: } \rho_1 = \frac{m}{V_1} \text{ và } \rho_2 = \frac{m}{V_2}.$$



Áp dụng phương trình trạng thái của khí lí tưởng:

$$p_1 V_1 = \frac{m}{M} R T_1 \text{ và } p_2 V_2 = \frac{m}{M} R T_2$$

Rút gọn, ta được:

$$\frac{\rho_2}{\rho_1} = \frac{p_2 T_1}{p_1 T_2} = \frac{300(27 + 273)}{100(177 + 273)} = 2$$

Như vậy, khối lượng riêng của khối khí lí tưởng này tăng 2 lần.

BÀI TẬP

1. Người ta nén 10 lít khí ở nhiệt độ 27°C , áp suất 1 atm để thể tích của khí chỉ còn 4 lít. Vì nén nhanh nên khí bị nóng lên đến 60°C . Áp suất khối khí sau khi nén là
A. 2,78 atm. B. 2,25 atm. C. 5,56 atm. D. 1,13 atm.
2. Sử dụng một cái bơm để bơm không khí vào quả bóng đá có bán kính khi bơm căng là 11 cm. Mỗi lần bơm đưa được 0,32 lít khí ở điều kiện 1 atm vào bóng. Giả thiết rằng quả bóng trước khi bơm không có không khí và nhiệt độ không đổi trong quá trình bơm. Hỏi sau 35 lần bơm thì áp suất khí trong bóng là bao nhiêu?
3. Giác hơi là một kĩ thuật chữa bệnh trong đông y để điều trị các bệnh do nguyên nhân hàn (lạnh) gây ra như: đau bụng, lưng, vai, gáy, cổ,... Trong giác hơi khô (Hình 7P.1), không khí bên trong những chiếc cốc thuỷ tinh được đốt nóng bằng que lửa, sau đó úp nhanh cốc lên vùng đau của người bệnh. Theo quan điểm của đông y, giác hơi giúp thải các độc tố tích tụ dưới lỗ chân lông ra khỏi cơ thể. Giải thích tại sao vùng da bên trong các cốc lại bị lồi lên, từ đó có thể giải phóng các độc tố khỏi cơ thể, làm người bệnh giảm đau và đỡ mỏi hơn.



▲ Hình 7P.1. Kĩ thuật giác hơi khô trong đông y



Bài 8

ÁP SUẤT – ĐỘNG NĂNG CỦA PHÂN TỬ KHÍ

– Ảnh hưởng của chuyển động các phân tử khí đến áp suất tác dụng lên thành bình chứa.

– Biểu thức áp suất $p = \frac{1}{3} \mu m v^2$.

– Biểu thức hằng số Boltzmann $k = \frac{R}{N_A}$. Độ động năng tịnh tiến trung bình của các phân tử khí tỉ lệ với nhiệt độ tuyệt đối.



Ở các bài trước ta đã biết, nguyên nhân gây ra áp suất khí là sự va chạm của các phân tử khí với thành bình. Các phân tử chuyển động nhiệt càng nhanh thì sự va chạm càng mạnh và hệ quả là áp suất của khí lên thành bình càng lớn. Mặt khác, việc các phân tử chuyển động nhiệt càng nhanh cũng có nghĩa nhiệt độ khí càng lớn. Như vậy giữa nhiệt độ khí, áp suất khí và động năng các phân tử khí có mối liên hệ chặt chẽ. Làm thế nào để thiết lập được một cách định lượng mối liên hệ này?

1

ÁP SUẤT CỦA CHẤT KHÍ

→ Ảnh hưởng của chuyển động các phân tử khí đến áp suất tác dụng lên thành bình

Khi các phân tử chất khí chuyển động nhiệt đến va chạm vào thành bình sẽ gây áp suất lên thành bình. Ta đã biết, áp suất này được tính bằng áp lực của các phân tử khí tác dụng lên một đơn vị diện tích thành bình.

Áp lực này càng lớn khi động lượng $m\vec{v}$ của các phân tử khí đập vào thành bình càng lớn và số lượng phân tử khí va chạm với thành bình sau mỗi giây càng lớn. Số lượng phân tử khí va chạm với thành bình tỉ lệ với mật độ phân tử khí (số lượng phân tử khí trong một đơn vị thể tích của bình chứa).



1. Áp suất do các phân tử khí tác dụng lên thành bình phụ thuộc như thế nào vào tốc độ chuyển động nhiệt, khối lượng và mật độ của các phân tử khí?



Áp suất khí tác dụng lên thành bình càng tăng khi các phân tử khí chuyển động nhiệt càng nhanh, khối lượng và mật độ phân tử khí càng lớn.



Biểu thức áp suất khói khí tác dụng lên thành bình

Để xác định áp suất khói khí tác dụng lên thành bình ta cần xác định lực do một phân tử khói tác dụng lên thành bình và số phân tử khí đập vào diện tích S của thành bình gây ra áp suất.

Xét một phân tử khí có khối lượng m chuyển động với vận tốc \vec{v} theo phương Ox đập vuông góc vào thành bình. Sau khi va chạm với thành bình, phân tử khí bật ngược lại với vận tốc \vec{v}' (Hình 8.1). Khi đó, lực do thành bình tác dụng lên phân tử trong thời gian va chạm Δt là

$$\vec{f} = \frac{\Delta \vec{p}}{\Delta t} = \frac{m(\vec{v}' - \vec{v})}{\Delta t} \quad (8.1)$$

Theo định luật III Newton, lực do phân tử khí tác dụng lên thành bình cũng có cùng độ lớn là f . Chiếu (8.1) lên trực Ox ta được

$$f = \left| \frac{m(-v' - v)}{\Delta t} \right|$$

Coi va chạm là hoàn toàn đàn hồi nên $v' = v$.

$$\text{Do đó: } f = \left| \frac{m(-v - v)}{\Delta t} \right| = \frac{2mv}{\Delta t}$$

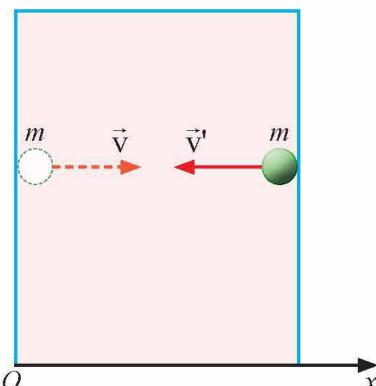
Xét khói khí trong một hình lập phương có cạnh là $v\Delta t$, diện tích mặt bên là S (Hình 8.2). Gọi μ là mật độ phân tử khí trong bình. Số phân tử khí trong hình lập phương là

$$N = \mu S v \Delta t$$

Sau thời gian Δt , N phân tử này đều có khả năng đến đập vào diện tích S nếu vận tốc của chúng hướng về S . Do các phân tử khí chuyển động nhiệt hỗn loạn, không có phương ưu tiên nên số lượng các phân tử khí đập vào mỗi mặt của hình lập phương là như nhau và bằng $\frac{N}{6}$.

Tổng hợp lực do $\frac{N}{6}$ phân tử khí tác dụng lên diện tích S của thành bình là

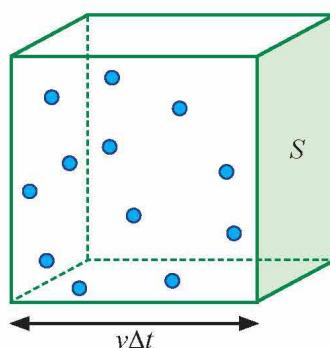
$$F = \frac{N}{6} \cdot f = \frac{\mu S v \Delta t}{6} \cdot \frac{2mv}{\Delta t} = \frac{1}{3} \mu m v^2 S$$



▲ Hình 8.1. Một phân tử khí đập vuông góc với thành bình và bật ngược lại



2. Áp dụng các kiến thức về động lực học (định luật III Newton, xung lượng của lực) cho bài toán va chạm của phân tử khí với thành bình. Thảo luận để rút ra biểu thức $p = \frac{1}{3} \mu m v^2$.



▲ Hình 8.2. Minh họa các phân tử khí N trong hình lập phương có cạnh là $v\Delta t$, diện tích mặt bên là S



Áp suất tác dụng lên thành bình là

$$p = \frac{F}{S} = \frac{1}{3} \mu m v^2 \quad (8.2)$$

Để thiết lập công thức (8.2), ta đã giả thiết các phân tử chuyển động với cùng tốc độ v . Trong thực tế, các phân tử chuyển động với tốc độ khác nhau. Do đó, trong công thức (8.2), v^2 chính là trung bình của bình phương tốc độ chuyển động nhiệt của các phân tử ($\overline{v^2} = \frac{v_1^2 + v_2^2 + \dots + v_N^2}{N}$). Khi đó:

$$p = \frac{1}{3} \mu m \overline{v^2} \quad (8.3)$$



Biểu thức áp suất chất khí tác dụng lên thành bình là

$$p = \frac{1}{3} \mu m \overline{v^2}$$

Trong đó: μ là mật độ phân tử khí; m , $\overline{v^2}$ lần lượt là khối lượng và trung bình của bình phương tốc độ chuyển động nhiệt của các phân tử khí.

2 ĐỘNG NĂNG PHÂN TỬ

Gọi W_d là động năng trung bình của mỗi phân tử khí

$$W_d = \frac{1}{2} m \overline{v^2}$$

Thay vào (8.3), ta được: $p = \frac{2}{3} \mu W_d \quad (8.4)$

Như vậy, áp suất khí tỉ lệ với động năng trung bình của mỗi phân tử.

Kết hợp với phương trình trạng thái khí lí tưởng và số Avogadro:

$$N_A = \frac{\mu V}{n} = \frac{N}{n}; pV = nRT.$$

Từ (8.4) ta rút ra được: $W_d = \frac{3}{2} \frac{R}{N_A} T$

$$\text{Đặt } k = \frac{R}{N_A} = \text{const, khi đó: } W_d = \frac{3}{2} kT \quad (8.5)$$

Biểu thức (8.5) cho thấy động năng trung bình của mỗi phân tử khí tỉ lệ với nhiệt độ tuyệt đối của khí. Động năng này còn được gọi là động năng tịnh tiến trung bình của phân tử.

Hằng số $k = \frac{R}{N_A}$ gọi là hằng số Boltzmann mang tên nhà vật lí người Áo Lugwig Eduard Boltzmann (Lu-vit E-đua Bôn-dơ-man) (1844 – 1906).



- 3.** Thực nghiệm đo được tốc độ trung bình của hầu hết các phân tử khí trong khoảng từ vài trăm m/s đến vài ngàn m/s. Tuy nhiên, phải sau một khoảng thời gian người ta mới cảm nhận được mùi thơm của lọ nước hoa bị đổ trong phòng. Hãy giải thích.



Tính trung bình của bình phương tốc độ trong chuyển động nhiệt của phân tử khí helium có khối lượng mol là 4 g/mol ở nhiệt độ 320 K. Coi các phân tử khí là giống nhau.



Hằng số Boltzmann k là hằng số khí đặc trưng cho mối liên hệ giữa nhiệt độ và năng lượng. Giá trị của hằng số Boltzmann trong hệ SI bằng

$$k = \frac{R}{N_A} \approx 1,38 \cdot 10^{-23} \text{ J/K}$$

Động năng tịnh tiến trung bình của phân tử khí tỉ lệ với nhiệt độ tuyệt đối của khí.

$$W_d = \frac{3}{2} kT$$



Không khí nóng sẽ bốc lên cao, tuy nhiên khi đứng trên đỉnh núi cao ta lại thấy lạnh hơn so với khi ở chân núi.
Hãy giải thích điều này.



Nội năng của khí lí tưởng

Giả sử n mol khí lí tưởng chúng ta xét là loại đơn nguyên tử. Vì nội năng của khí lí tưởng bằng tổng động năng tịnh tiến trung bình của các phân tử khí.

$$\text{Ta có: } U = nN_A W_d = nN_A \frac{3}{2} kT$$

Thay $R = kN_A$ ta được:

$$U = \frac{3}{2} nRT$$

Nội năng của một khối lượng khí lí tưởng xác định chỉ phụ thuộc vào nhiệt độ.

Chân trời sáng tạo

BÀI TẬP

- Hai bình kín có thể tích bằng nhau đều chứa khí lí tưởng ở cùng một nhiệt độ. Khối lượng khí trong hai bình bằng nhau nhưng khối lượng một phân tử khí của bình 1 lớn gấp hai lần khối lượng một phân tử khí ở bình 2. Áp suất khí ở bình 1
 - bằng áp suất khí ở bình 2.
 - gấp bốn lần áp suất khí ở bình 2.
 - gấp hai lần áp suất khí ở bình 2.
 - bằng một nửa áp suất khí ở bình 2.
- Tính nhiệt độ của một khối khí để động năng tịnh tiến trung bình của các phân tử khí đó bằng $1,0 \text{ eV}$. Lấy $1 \text{ eV} = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ J}$.
- Xét khối khí chứa trong một bình kín, biết mật độ động năng phân tử (tổng động năng tịnh tiến trung bình của các phân tử khí trong 1 m^3 thể tích khí) có giá trị 10^{-4} J/m^3 . Tính áp suất của khí trong bình.



TỔNG KẾT CHƯƠNG 2

1

THUYẾT ĐỘNG HỌC PHÂN TỬ CHẤT KHÍ

- Chất khí gồm tập hợp rất nhiều các phân tử có kích thước rất nhỏ so với khoảng cách trung bình giữa chúng.
- Các phân tử khí luôn chuyển động hỗn loạn, không ngừng. Nhiệt độ càng cao các phân tử chuyển động càng nhanh.
- Trong quá trình chuyển động, các phân tử khí va chạm với thành bình chứa, gây ra áp suất lên thành bình.

2

KHÍ LÍ TƯỞNG

Khí lí tưởng là khí tuân theo đúng các định luật Boyle và Charles.

3

QUÁ TRÌNH BIẾN ĐỔI TRẠNG THÁI CỦA KHÍ LÍ TƯỞNG

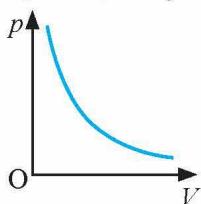
Phương trình trạng thái của một khối lượng khí lí tưởng xác định

$$\frac{pV}{T} = nR \text{ hay } \frac{p_1 V_1}{T_1} = \frac{p_2 V_2}{T_2} \text{ (với } n \text{ là số mol khí, } R = 8,31 \frac{\text{J}}{\text{mol.K}} \text{ là hằng số khí lí tưởng)}$$

Quá trình đẳng nhiệt ($T = \text{const}$)

$$pV = \text{const} \Rightarrow p_1 V_1 = p_2 V_2$$

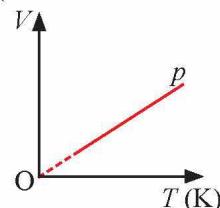
(Định luật Boyle)



Quá trình đẳng áp ($p = \text{const}$)

$$\frac{V}{T} = \text{const} \Rightarrow \frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2}$$

(Định luật Charles)



Quá trình đẳng tích ($V = \text{const}$)

$$\frac{P}{T} = \text{const} \Rightarrow \frac{P_1}{T_1} = \frac{P_2}{T_2}$$



4 ÁP SUẤT CỦA CHẤT KHÍ

Áp suất khí tác dụng lên thành bình càng tăng khi các phân tử khí chuyển động nhiệt càng nhanh, khối lượng và mật độ phân tử khí càng lớn.

$$p = \frac{1}{3} \mu m \bar{v^2}$$

với m , $\bar{v^2}$ lần lượt là khối lượng và trung bình của bình phương tốc độ chuyển động nhiệt của các phân tử khí; μ là mật độ phân tử khí.

5 ĐỘNG NĂNG TỊNH TIẾN TRUNG BÌNH CỦA PHÂN TỬ

Động năng tịnh tiến trung bình của phân tử khí tỉ lệ với nhiệt độ tuyệt đối của khí.

$$W_d = \frac{3}{2} kT$$

với $k \approx 1,38 \cdot 10^{-23}$ J/K gọi là hằng số Boltzmann.

Chân trời sáng tạo

TỪ TRƯỜNG

Chương 3

Bài



KHÁI NIỆM TỪ TRƯỜNG

- Thí nghiệm tạo ra các đường sức từ bằng các dụng cụ đơn giản.
- Khái niệm từ trường.



Các nghiên cứu cho thấy, chim manh manh (Hình 9.1) có khả năng cảm nhận được từ trường dựa vào một số loại protein có trong mắt chim (Nguồn: *Science News*). Đặc điểm này giúp chim dựa vào từ trường của Trái Đất để xác định được phương hướng trong quá trình di cư. Vậy từ trường là gì và làm thế nào để mô tả từ trường?



▲ Hình 9.1. Chim manh manh



TỪ TRƯỜNG

Khái niệm từ trường

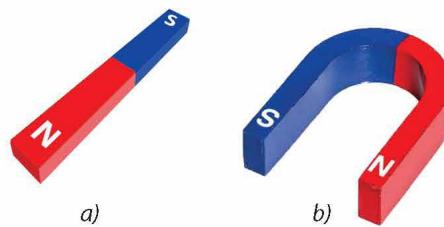
Ở cấp Trung học cơ sở, các em đã biết mỗi nam châm (Hình 9.2) đều có hai loại cực là cực Bắc (kí hiệu N – North) và cực Nam (kí hiệu S – South). Để phân biệt các cực, thông thường, cực Nam sẽ được tô màu xanh, còn cực Bắc sẽ được tô màu đỏ. Khi đưa hai cực của hai nam châm lại gần nhau, nếu hai cực cùng tên thì chúng đẩy nhau, nếu hai cực khác tên thì chúng hút nhau. Mặt khác, khi ta đặt kim nam châm gần dây dẫn có dòng điện không đổi, ta sẽ thấy kim nam châm bị lệch so với vị trí ban đầu. Lực tương tác giữa các nam châm hay giữa kim nam châm và dòng điện được gọi là lực từ. Dạng vật chất bao quanh một nam châm (hoặc dây dẫn mang dòng điện) được gọi là **từ trường**. Từ trường tác dụng lực từ lên một dòng điện hay một nam châm đặt trong nó.



1. Dựa vào kiến thức đã học ở môn Khoa học tự nhiên lớp 7, từ các dụng cụ như thanh nam châm, dây dẫn có dòng điện, kim nam châm có thể quay quanh trực hoặc la bàn, hãy thiết kế phương án và thực hiện thí nghiệm để nhận biết vùng không gian tồn tại từ trường. Ngoài các dụng cụ trên, ta có thể nhận biết từ trường bằng dụng cụ nào khác?



Từ trường là trường lực gây ra bởi dòng điện hoặc nam châm, là một dạng của vật chất tồn tại xung quanh dòng điện hoặc nam châm mà biểu hiện cụ thể là sự xuất hiện của lực từ tác dụng lên một dòng điện hay một nam châm đặt trong đó.

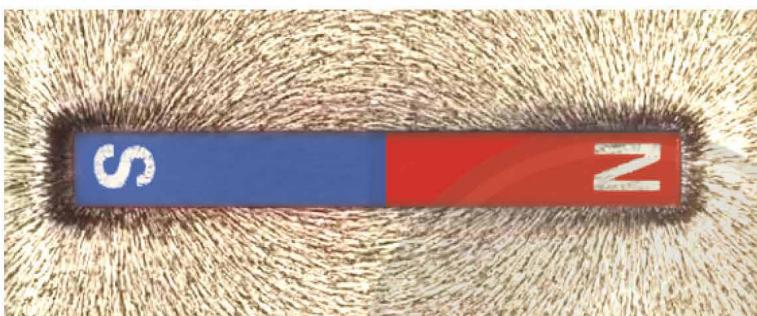


Hình 9.2. a) Nam châm thẳng;

b) Nam châm chữ U

➔ Từ phổ

Đặt thanh nam châm thẳng lên mặt phẳng nằm ngang, sau đó đặt lên một hộp nhựa trong đó có chứa dầu và các mạt sắt. Gõ nhẹ hộp nhựa, các mạt sắt sẽ sắp xếp lại thành những hình dạng đặc biệt. Hình ảnh tạo bởi các mạt sắt được gọi là từ phổ của nam châm thẳng (Hình 9.3).



Hình 9.3. Từ phổ của nam châm thẳng

2 CẢM ỨNG TỪ

➔ Khái niệm cảm ứng từ

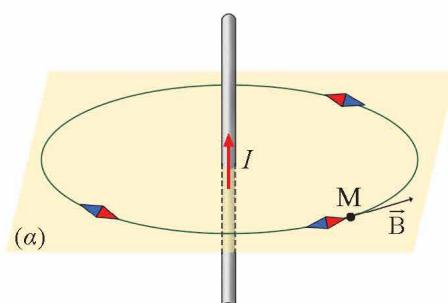
Tương tự điện trường, để đặc trưng cho từ trường về phương diện tác dụng lực tại một điểm, người ta đưa ra khái niệm vectơ cảm ứng từ, kí hiệu \vec{B} . Khi đặt các kim nam châm vào vùng không gian có từ trường, ở trạng thái cân bằng, các kim nam châm có xu hướng định hướng theo các phương xác định. Từ đó, ta coi phương của kim nam châm khi nằm cân bằng tại một điểm trong từ trường trùng với phương của vectơ cảm ứng từ \vec{B} của từ trường tại điểm đó. Ta quy ước chiều từ cực Nam sang cực Bắc của kim nam châm là chiều của \vec{B} .

Cảm ứng từ tại một điểm gây ra bởi một dòng điện chạy trong dây dẫn thẳng dài vô hạn là một vectơ nằm trong mặt phẳng (α) vuông góc với dòng điện, có phương tiếp tuyến với đường tròn đi qua điểm đó. Trong đó, tâm đường tròn là giao điểm của dòng điện và mặt phẳng (α), có chiều từ cực Nam sang cực Bắc của kim nam châm tại mỗi điểm đang xét (Hình 9.4).



2. Từ các dụng cụ đơn giản như nam châm thẳng, nam châm chữ U, mạt sắt, hộp nhựa trong chứa dầu và mạt sắt, giấy A4,... Hãy thiết kế phương án và thực hiện thí nghiệm để quan sát hình ảnh từ phổ của các nam châm này.

3. Khi nào thì ta có thể xem dây dẫn thẳng có dòng điện chạy qua có chiều dài vô hạn?



Hình 9.4. Vectơ cảm ứng từ do dòng điện chạy trong dây dẫn thẳng dài vô hạn gây ra tại một điểm bất kỳ



Ta đã biết, điện trường là dạng vật chất bao quanh điện tích. Vậy, theo em xung quanh điện tích có thể tồn tại từ trường hay không? Nếu có thì khi nào từ trường xuất hiện xung quanh điện tích?

Đường sức từ

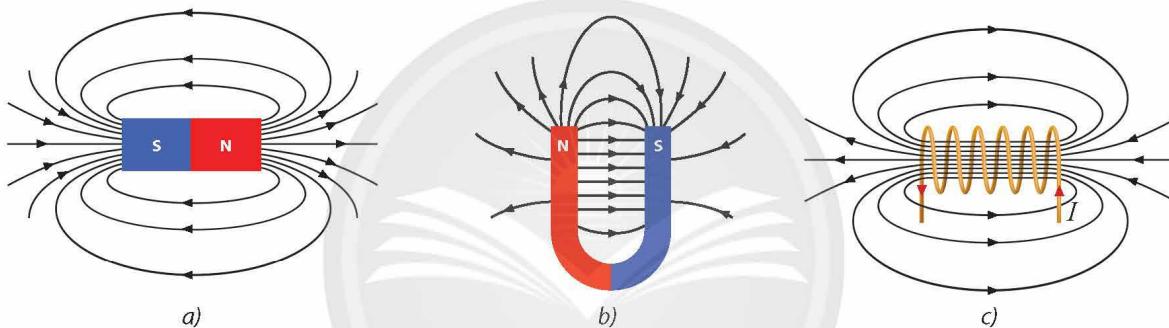
Tương tự như điện trường, từ trường không thể quan sát được bằng mắt thường. Do đó, để mô tả từ trường một cách trực quan, ta sử dụng khái niệm **đường sức từ**. Đường sức từ là những đường mô tả “hình dạng” của từ trường và cũng là sự mô hình hoá hình ảnh từ phổ.



Đường sức từ là những đường mô tả từ trường, sao cho tiếp tuyến tại bất kỳ điểm nào trên đường sức từ đều có phương, chiều trùng với phương, chiều của vectơ cảm ứng từ tại điểm đó.



4. Hãy mô tả hình ảnh đường sức từ (hướng và độ mau (dày)/thưa) trong các trường hợp ở Hình 9.5.



▲ Hình 9.5. Các đường sức từ của: a) nam châm thẳng; b) nam châm chữ U; c) ống dây có dòng điện chạy qua

Từ các trường hợp ở Hình 9.5 và các trường hợp khác, người ta rút ra các tính chất của đường sức từ như sau:

- Tại mỗi điểm trong từ trường, có một và chỉ một đường sức từ đi qua điểm đó.
- Các đường sức từ là những đường cong kín. Đối với nam châm, các đường sức từ đi ra từ cực Bắc và đi vào cực Nam.
- Nơi nào từ trường mạnh hơn thì các đường sức từ ở đó mau (dày) hơn, nơi nào từ trường yếu hơn thì các đường sức từ ở đó thưa hơn.

Lưu ý: Vùng không gian ở giữa hai cực của nam châm chữ U có các đường sức từ gần nhau song song và cách đều nhau (Hình 9.5b). Khi đó, từ trường giữa hai cực của nam châm chữ U được gọi là từ trường đều. Thực nghiệm cho thấy, tại mọi điểm trong từ trường đều, vectơ cảm ứng từ bằng nhau.



Dùng kim nam châm và các hình ảnh từ phổ thu được từ câu Thảo luận 2, hãy thiết kế phương án thí nghiệm để nhận biết được chiều của đường sức từ đi ra từ cực Bắc và đi vào cực Nam của kim nam châm.



Từ trường đều là từ trường có vectơ cảm ứng từ tại mọi điểm đều bằng nhau. Từ trường đều có các đường sức từ song song, cách đều nhau.

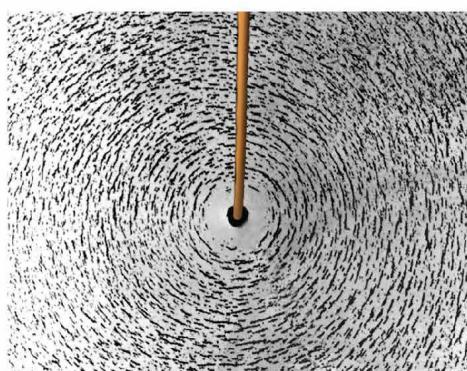
► Đường sức từ của một số dây dẫn đặc biệt

Dòng điện thẳng

Xét đoạn dây dẫn mang dòng điện được đặt thẳng đứng xuyên qua tấm nhựa cứng trong suốt nằm ngang. Rắc mạt sắt lên tấm nhựa. Sau đó gõ nhẹ tấm nhựa, ta quan sát được từ phô của dòng điện thẳng như Hình 9.6.



5. Đề xuất cách xác định chiều đường sức từ trong Hình 9.6.



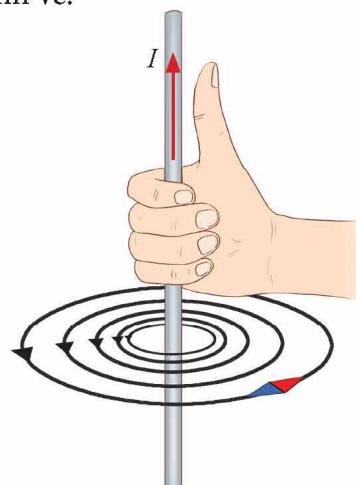
▲ Hình 9.6. Từ phô của dòng điện thẳng

Mô hình hoá hình ảnh từ phô ở Hình 9.6, ta thu được đường sức từ của dòng điện thẳng là những đường tròn đồng tâm với tâm là giao điểm của đoạn dây dẫn và tấm nhựa. Xét trường hợp chiều dòng điện qua đoạn dây dẫn như Hình 9.7, khi đặt các kim nam châm xung quanh dòng điện, ta thấy kim nam châm luôn có phương tiếp tuyến với đường sức từ tại điểm khảo sát và chiều Nam – Bắc của kim nam châm luôn hướng như hình vẽ.

Quan sát hình dạng của các đường sức từ, chiều dòng điện và hướng sắp xếp của các kim nam châm, ta có thể xác định chiều của đường sức từ xung quanh dòng điện thẳng theo quy tắc nắm tay phải: Đặt bàn tay phải sao cho ngón cái hướng theo chiều dòng điện, khum các ngón tay còn lại xung quanh đoạn dây dẫn, khi đó chiều từ cổ tay đến các ngón tay chỉ chiều của đường sức từ (Hình 9.7).



Vẽ phác đường sức từ của các dòng điện thẳng vuông góc với mặt phẳng giấy đặt trên bàn và có chiều từ trên xuống dưới.



▲ Hình 9.7. Quy tắc nắm tay phải để xác định chiều đường sức từ của dòng điện thẳng



Dòng điện tròn

Xét dây dẫn được uốn thành vòng tròn có dòng điện chạy qua. Ta gọi dòng điện chạy trong dây dẫn uốn thành vòng tròn là *dòng điện tròn*. Đặt vòng dây nằm trong mặt phẳng vuông góc với tấm nhựa cứng trong suốt, xuyên qua tấm nhựa đặt trên mặt phẳng nằm ngang và chứa tâm dòng điện. Rắc mạt sắt lên tấm nhựa. Sau đó gõ nhẹ tấm nhựa, ta quan sát được từ phổi của dòng điện tròn như Hình 9.8.



▲ Hình 9.8. Từ phổi của dòng điện tròn

Mô hình hoá hình ảnh từ phổi ở Hình 9.8, ta thu được đường sức từ tại những điểm nằm trên trực vòng dây của dòng điện tròn là đường thẳng. Xét trường hợp chiều dòng điện qua vòng dây như Hình 9.9, khi đặt các kim nam châm lên đường sức từ này, ta thấy kim nam châm luôn có phương nằm dọc theo đường sức từ tại điểm khảo sát và chiêu Nam – Bắc của kim nam châm luôn hướng như hình vẽ.

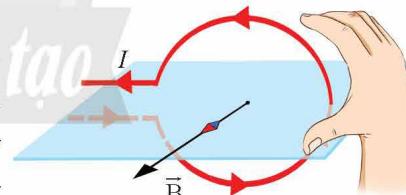
Quan sát hình dạng của đường sức từ, chiều dòng điện và hướng sắp xếp của các kim nam châm, ta có thể xác định chiêu của đường sức từ trên trực vòng dây theo quy tắc nắm tay phải: Khum bàn tay phải sao cho các ngón tay hướng theo chiều dòng điện trong vòng dây, khi đó ngón tay cái choai ra chỉ chiêu của đường sức từ trên trực vòng dây (Hình 9.9).

Dòng điện trong ống dây

Xét ống dây có chiều dài L và N vòng dây. Đặt ống dây nằm trong mặt phẳng vuông góc với tấm nhựa cứng trong suốt, xuyên qua tấm nhựa đặt trên mặt phẳng nằm ngang chứa trực ống dây. Cho dòng điện I chạy qua ống dây. Rắc mạt sắt lên tấm nhựa. Sau đó gõ nhẹ tấm nhựa, ta quan sát được từ phổi của dòng điện qua ống dây như Hình 9.10.



6. Hãy vẽ phác hình dạng đường sức từ của dòng điện tròn trong Hình 9.8.



▲ Hình 9.9. Quy tắc nắm tay phải để xác định chiêu đường sức từ trên trực vòng dây của dòng điện tròn

7. Hãy vẽ phác hình dạng đường sức từ trong vùng không gian xung quanh ống dây khi có dòng điện chạy qua.



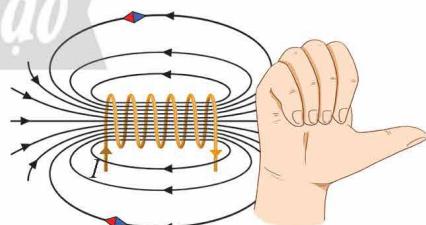
▲ Hình 9.10. Từ phô của dòng điện trong ống dây

Mô hình hoá hình ảnh từ phô ở Hình 9.10, ta thu được đường sức từ tại những điểm nằm trên đường đi qua trực của ống dây là đường thẳng. Trong trường hợp nếu chiều dài ống dây rất lớn so với bán kính các vòng dây, các đường sức từ bên trong ống dây sẽ song song và cách đều nhau. Một cách gần đúng, ta có thể xem từ trường bên trong ống dây là từ trường đều. Xét trường hợp chiều dòng điện qua ống dây như Hình 9.11, khi đặt các kim nam châm xung quanh ống dây, ta thấy các kim nam châm khi cân bằng có phương luôn tiếp tuyến với đường sức từ tại điểm khảo sát và có chiều Nam – Bắc luôn hướng như hình vẽ.

Quan sát hình dạng của đường sức từ, chiều dòng điện và hướng sắp xếp của các kim nam châm, ta có thể xác định chiều của đường sức từ bên trong ống dây theo quy tắc nắm tay phải: Khum bàn tay phải sao cho các ngón tay theo chiều dòng điện qua ống dây, khi đó ngón tay cái choai ra chỉ chiều của đường sức từ bên trong ống dây (Hình 9.11).



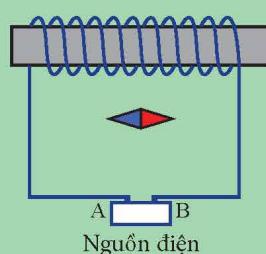
8. Ống dây được tạo thành từ việc quấn nhiều vòng dây giống nhau. Dựa vào quy tắc nắm tay phải để xác định chiều đường sức từ của dòng điện tròn, hãy đề xuất cách xác định chiều đường sức từ của dòng điện bên trong ống dây.



▲ Hình 9.11. Quy tắc nắm tay phải để xác định chiều của đường sức từ bên trong ống dây



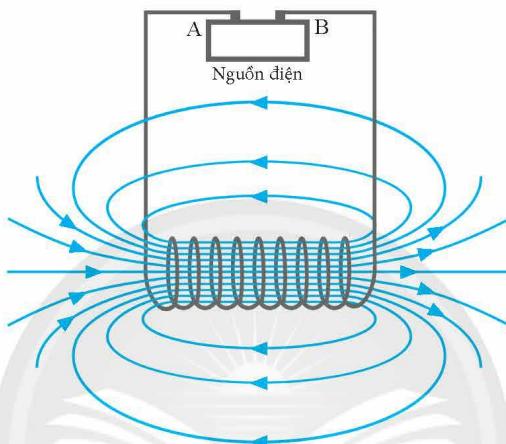
Xét một ống dây có dòng điện chạy qua và một nam châm thử định hướng như Hình 9.12. Biết A, B là các cực của nguồn điện không đổi. Hãy xác định chiều đường sức từ của từ trường trong ống dây. Từ đó xác định tên các cực của nguồn điện.



▲ Hình 9.12. Định hướng nam châm thử xung quanh ống dây

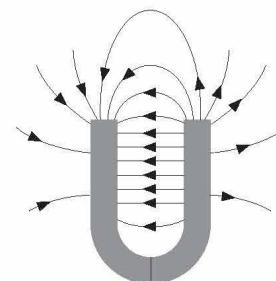
BÀI TẬP

- 1.** Đường sức từ được tạo bởi nam châm thẳng có đặc điểm nào sau đây?
- Là đường thẳng song song với trục nam châm, hướng từ cực Bắc đến cực Nam.
 - Là đường khép kín, đi ra từ cực Bắc và đi vào cực Nam của nam châm.
 - Là đường tròn nằm trong mặt phẳng vuông góc với trục của thanh nam châm.
 - Là đường tròn nằm trong mặt phẳng chứa trục của thanh nam châm.
- 2.** Xét một ống dây được nối với hai cực A, B của một nguồn điện. Khi đó, đường sức từ qua ống dây có dạng như Hình 9P.1. Hãy xác định tên các cực của nguồn điện.



▲ Hình 9P.1. Đường sức từ xung quanh ống dây

- 3.** Xung quanh Trái Đất có tồn tại từ trường, do đó Trái Đất được coi như một nam châm khổng lồ. Dựa vào điều này, hãy giải thích tại sao kim la bàn luôn chỉ theo hướng Bắc – Nam địa lý.



▲ Hình 9P.2. Đường sức từ xung quanh nam châm chữ U

- 4.** Dựa vào hình ảnh các đường sức từ của nam châm chữ U như Hình 9P.2, em hãy xác định các cực của nam châm này.

Bài 10



LỰC TỪ. CẢM ỨNG TỪ

- Thí nghiệm mô tả hướng của lực từ tác dụng lên đoạn dây dẫn mang dòng điện đặt trong từ trường.
- Định nghĩa cảm ứng từ B , đơn vị tesla, đơn vị cơ bản và dẫn xuất để đo các đại lượng từ.
- Biểu thức tính lực từ $F = BIL\sin\theta$.



Loa điện động là thiết bị biến đổi tín hiệu điện thành dao động cơ học, từ đó tạo ra sóng âm lan truyền ra môi trường vật chất. Bộ phận thực hiện nhiệm vụ này là củ loa (Hình 10.1) có cấu tạo cơ bản gồm cuộn dây được đặt trong từ trường của một nam châm vĩnh cửu, cuộn dây cũng đồng thời được nối với màng loa. Khi có dòng điện thay đổi qua cuộn dây, cuộn dây sẽ dao động làm cho màng loa cũng dao động tạo ra sóng âm. Vậy lực nào làm cho cuộn dây dao động?



▲ Hình 10.1. Củ loa điện động

1 THÍ NGHIỆM KHẢO SÁT PHƯƠNG VÀ CHIỀU CỦA LỰC TỪ TÁC DỤNG LÊN DÒNG ĐIỆN

* **Mục đích:** Khảo sát phương và chiều của lực từ tác dụng lên đoạn dây dẫn mang dòng điện đặt trong từ trường.

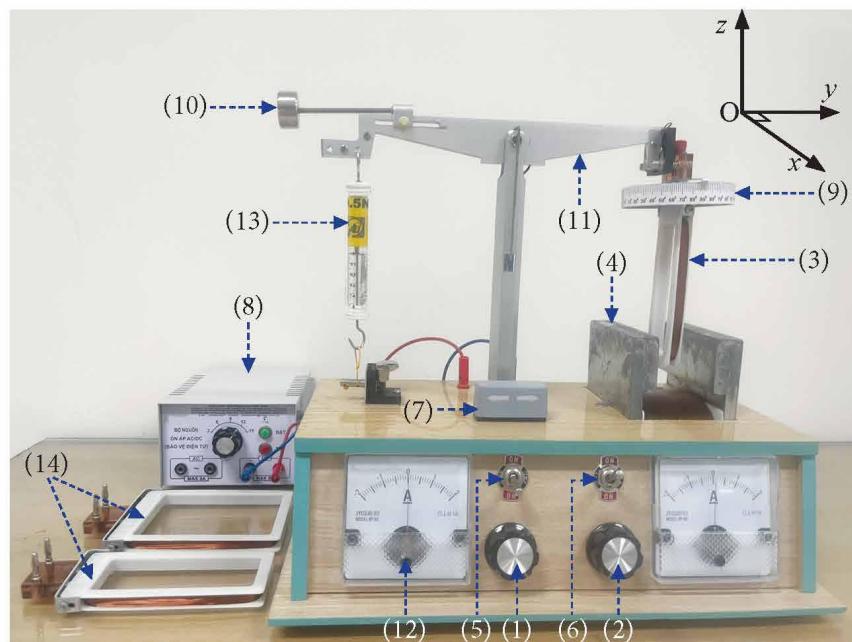
* **Dụng cụ:**

- Hộp gỗ có gắn hai núm xoay (1) và (2) để thay đổi các giá trị cường độ dòng điện qua khung dây (3) và cuộn dây của nam châm điện hình chữ U (4).
- Hai công tắc (5) và (6) có tác dụng đảo chiều dòng điện qua khung dây và cuộn dây của nam châm điện.
- Đèn báo (7) cho biết chiều từ trường đều trong lòng cuộn dây của nam châm điện.
- Nguồn điện (8) nối với hai đầu mạch điện trong hộp gỗ để tạo ra các dòng điện.
- Bảng chia độ (9) gắn với khung dây (3) để xác định góc hợp bởi mặt phẳng khung dây này và đường sức từ.
- Quả nặng (10) làm đối trọng để điều chỉnh trạng thái cân bằng của đòn cân (11).
- Ampe kế (12) cho biết giá trị cường độ dòng điện I qua khung dây.
- Lực kế (13).
- Hai khung dây (14) có kích thước khác khung dây (3).



1. Bố trí thí nghiệm như Hình 10.2, thực hiện thí nghiệm theo các bước gợi ý để xác định phương, chiều của lực từ tác dụng lên đoạn dây dẫn mang dòng điện đặt trong từ trường.

2. Quan sát bố trí thí nghiệm trong Hình 10.2, hãy trình bày nguyên tắc đo lực từ.



▲ **Hình 10.2. Bố trí thí nghiệm khảo sát phương và chiều của lực từ tác dụng lên đoạn dây dẫn mang dòng điện đặt trong từ trường**

* Tiến hành thí nghiệm:

Bước 1: Bố trí thí nghiệm như Hình 10.2.

Bước 2: Điều chỉnh cho mặt phẳng khung dây song song với mặt phẳng (Oxz). Điều chỉnh để đòn cân nằm ngang và thước đo góc chỉ vạch 0.

Bước 3: Bật công tắc của nguồn điện để cho dòng điện chạy qua cuộn dây của nam châm điện.

Bước 4: Bật công tắc để cho dòng điện qua khung dây, quan sát chiều dịch chuyển của khung dây.

Bước 5: Ngắt dòng điện qua khung dây, điều chỉnh cho đòn cân nằm ngang. Sau đó đóng công tắc để đổi chiều dòng điện qua khung dây, quan sát chiều dịch chuyển của khung dây.

Bước 6: Đổi chiều từ trường bằng cách đổi chiều dòng điện qua cuộn dây của nam châm điện, quan sát chiều dịch chuyển của khung dây.

Lưu ý: Khi quan sát chiều chuyển động của khung dây đặt trong từ trường, ta cần chú ý thước đo góc. Nếu trong các trường hợp khảo sát, thước đo góc luôn chỉ vạch 0, chứng tỏ lực tác dụng lên khung dây có phương song song với trục Oz .



3. Hãy dự đoán chiều dịch chuyển của đoạn dây dẫn nằm trong từ trường phụ thuộc vào những yếu tố nào. Tiến hành thí nghiệm kiểm chứng.



* Báo cáo kết quả thí nghiệm:

Hình 10.3 biểu diễn trường hợp lực từ tác dụng lên đoạn dây dẫn nằm trong từ trường của nam châm, làm khung dây đi xuống.

Quan sát chiều của từ trường, chiều dòng điện và chiều dịch chuyển của khung dây trong thí nghiệm trên như gợi ý ở Bảng 10.1.

▼ **Bảng 10.1. Gợi ý kết quả thí nghiệm khảo sát phương và chiều của lực từ tác dụng lên đoạn dây dẫn mang dòng điện đặt trong từ trường**

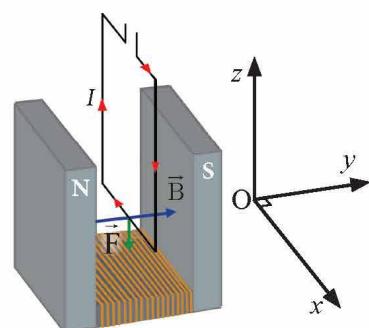
Chiều của từ trường \vec{B}	Chiều của dòng điện I	Chiều của lực từ \vec{F} tác dụng lên đoạn dây dẫn mang dòng điện
Cùng chiều Oy	Cùng chiều Ox	Cùng chiều Oz
Cùng chiều Oy	Ngược chiều Ox	Ngược chiều Oz
Ngược chiều Oy	Ngược chiều Ox	Cùng chiều Oz
Ngược chiều Oy	Cùng chiều Ox	Ngược chiều Oz
Song song Oy	Song song Oy	Không có lực từ

Từ các quan sát được ghi nhận trong Bảng 10.1, ta nhận thấy lực từ tác dụng lên đoạn dây dẫn mang dòng điện đặt trong từ trường làm dây dẫn dịch chuyển theo phương vuông góc với mặt phẳng chứa dòng điện và từ trường tại điểm khảo sát. Ta kết luận:

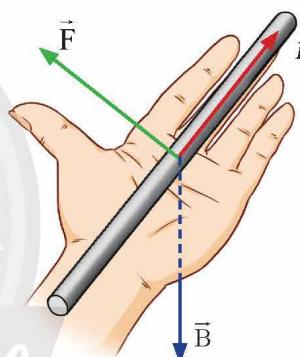


Lực từ tác dụng lên đoạn dây dẫn mang dòng điện đặt trong từ trường đều có:

- Điểm đặt là tại trung điểm của đoạn dây.
- Phương vuông góc với mặt phẳng chứa đoạn dây dẫn mang dòng điện và vectơ cảm ứng từ.
- Chiều được xác định bằng quy tắc bàn tay trái: Đặt bàn tay trái sao cho các đường sức từ hướng vào lòng bàn tay, chiều từ cổ tay đến các ngón tay trùng với chiều dòng điện, khi đó ngón cái choai ra 90° chỉ chiều của lực từ tác dụng lên dòng điện (Hình 10.4).



▲ **Hình 10.3. Lực từ tác dụng lên khung dây làm khung dây đi xuống**



▲ **Hình 10.4. Quy tắc bàn tay trái để xác định chiều của lực từ**



4. Xét đoạn dây dẫn thẳng mang dòng điện được đặt trong từ trường có các đường sức từ song song với đoạn dây. Có thể sử dụng quy tắc bàn tay trái để xác định lực từ tác dụng lên đoạn dây dẫn trong trường hợp này không? Thảo luận để rút ra lưu ý của quy tắc bàn tay trái.



Xác định phương và chiều của lực từ tác dụng lên đoạn dây dẫn thẳng mang dòng điện I đặt trong từ trường đều như Hình 10.5. Biết dòng điện I có phương vuông góc với mặt phẳng hình vẽ.

Lưu ý: Kí hiệu \odot chỉ chiều dòng điện từ mặt phẳng hình vẽ hướng thẳng ra ngoài; \otimes chỉ chiều dòng điện từ ngoài hướng thẳng vào mặt phẳng hình vẽ.



▲ Hình 10.5. Đoạn dây dẫn thẳng mang dòng điện đặt trong từ trường đều



Dựa vào kiến thức đã học về lực từ cũng như tìm hiểu trên sách, báo, internet,... em hãy trình bày sơ lược về cấu tạo và nguyên lí hoạt động của loa điện động.



ĐỘ LỚN CẢM ỨNG TỪ

Xét thí nghiệm được bố trí như trong Hình 10.2. Gọi θ là góc hợp bởi hướng dòng điện qua đoạn dây dẫn đặt trong từ trường đều và hướng của các đường sức từ; L là chiều dài của đoạn dây dẫn; I là cường độ dòng điện qua đoạn dây dẫn, F là độ lớn lực từ tác dụng lên đoạn dây dẫn.

Thực nghiệm chứng tỏ, F tỉ lệ với với cường độ dòng điện I , chiều dài L và $\sin\theta$.

Hay tỉ số $\frac{F}{IL \sin\theta}$ không thay đổi tại mỗi điểm đặt đoạn dây trong từ trường và tỉ số này sẽ thay đổi khi đặt đoạn dây L đến vị trí khác trong từ trường.

Đại lượng $B = \frac{F}{IL \sin\theta}$ là độ lớn cảm ứng từ tại một điểm trong từ trường đều.



5. Độ lớn lực từ tác dụng lên đoạn dây dẫn mang dòng điện phụ thuộc vào các yếu tố nào?



Cảm ứng từ \vec{B} là một đại lượng vectơ, đặc trưng cho từ trường về phương diện tác dụng lực. Cảm ứng từ tại một điểm trong từ trường có:

- Phương trùng với phương của nam châm thứ nằm cân bằng tại điểm đó.
- Chiều từ cực Nam sang cực Bắc của nam châm thứ.
- Độ lớn được xác định bằng biểu thức:

$$B = \frac{F}{IL \sin \theta} \quad (10.1)$$

Trong hệ SI, cảm ứng từ có đơn vị là tesla (T). Đơn vị tesla là đơn vị dẫn xuất, có mối liên hệ với các đơn vị cơ bản theo biểu thức:

$$1\text{T} = 1 \frac{\text{N}}{\text{A}\cdot\text{m}}$$

1 T là độ lớn của cảm ứng từ của một từ trường đều mà khi đặt một dây dẫn có chiều dài 1 m mang dòng điện có cường độ 1 A vào trong từ trường đó và vuông góc với vectơ cảm ứng từ thì dây dẫn sẽ chịu một lực từ có độ lớn 1 N.

Lực từ tác dụng lên một đoạn dây dẫn mang dòng điện đặt trong từ trường đều được tính bởi biểu thức:

$$F = BIL \sin \theta \quad (10.2)$$

Ví dụ: Xét một đoạn dây dẫn dài 40 cm đặt trong từ trường đều có độ lớn cảm ứng từ là 5 mT, theo phương vuông góc với đường sức từ.

- Nếu mỗi giây có 10^{18} electron đi qua một tiết diện thẳng trong dây dẫn thì cường độ dòng điện chạy qua dây dẫn bằng bao nhiêu?
- Với dòng điện chạy qua dây dẫn như câu a, hãy xác định độ lớn lực từ tác dụng lên dây dẫn.

Bài giải

- Cường độ dòng điện chạy qua đoạn dây dẫn:

$$I = \frac{q}{t} = \frac{N|q_e|}{t} = \frac{10^{18} \cdot |-1,6 \cdot 10^{-19}|}{1} = 0,16 \text{ A}$$

- Do đoạn dây dẫn được đặt vuông góc với từ trường nên $\theta = 90^\circ$. Lực từ tác dụng lên dây dẫn:

$$F = BIL \sin \theta = 5 \cdot 10^{-3} \cdot 0,16 \cdot 40 \cdot 10^{-2} \cdot \sin 90^\circ = 3,2 \cdot 10^{-4} \text{ N}$$



Dựa vào biểu thức (10.1),
hãy xác định đơn vị đo
cảm ứng từ B theo các
đơn vị cơ bản trong hệ
đơn vị SI.



Độ lớn cảm ứng từ của một số dòng điện có dạng đặc biệt đặt trong không khí

- Độ lớn cảm ứng từ tại một điểm cách dòng điện thẳng dài vô hạn một đoạn r :

$$B = 2 \cdot 10^{-7} \frac{I}{r} \quad (10.3)$$

- Độ lớn cảm ứng từ tại tâm dòng điện tròn có N vòng dây và có bán kính R :

$$B = 2\pi \cdot 10^{-7} \frac{NI}{R} \quad (10.4)$$

- Độ lớn cảm ứng từ bên trong ống dây có chiều dài L và N vòng dây (chiều dài ống dây rất lớn so với bán kính vòng dây):

$$B = 4\pi \cdot 10^{-7} \frac{NI}{L} \quad (10.5)$$

với I là cường độ dòng điện trong dây dẫn.

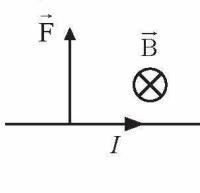
Nguyên lí chồng chất từ trường

Xét hệ có n dây dẫn lần lượt mang các dòng điện có cường độ dòng điện là I_1, I_2, \dots, I_n . Cảm ứng từ do mỗi dòng điện gây ra tại điểm M trong không gian là $\vec{B}_1, \vec{B}_2, \dots, \vec{B}_n$. Khi đó cảm ứng từ tổng hợp tại điểm M là:

$$\vec{B}_M = \vec{B}_1 + \vec{B}_2 + \dots + \vec{B}_n \quad (10.6)$$

BÀI TẬP

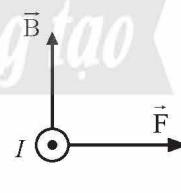
1. Xét đoạn dây dẫn thẳng, dài mang dòng điện đặt trong từ trường đều theo phương vuông góc với đường sức từ. Hình vẽ nào dưới đây biểu diễn đúng phương, chiều của lực từ tác dụng lên dây dẫn?



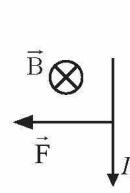
A.



B.

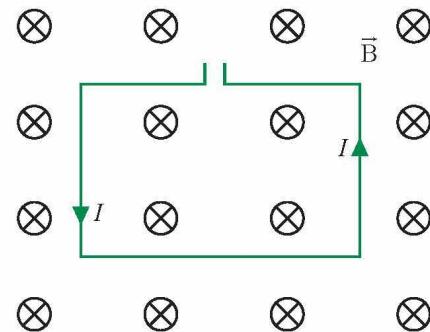


C.



D.

2. Đặt một khung dây dẫn hình chữ nhật mang dòng điện có cường độ I trong từ trường đều có vectơ cảm ứng từ vuông góc với mặt phẳng khung dây như Hình 10P.1. Xác định lực từ tác dụng lên các cạnh của khung dây.



▲ Hình 10P.1. Khung dây đặt trong từ trường

3. Một đoạn dây dài 15 cm được đặt vuông góc với một từ trường đều. Khi có dòng điện 2 A chạy trong đoạn dây thì có lực từ tác dụng lên đoạn dây. Biết lực từ có độ lớn là 0,015 N. Xác định cảm ứng từ của từ trường đều.

Bài 11

THỰC HÀNH ĐO ĐỘ LỚN CẢM ỨNG TỪ

Thiết kế phương án và thực hành đo cảm ứng từ bằng cân “dòng điện”.



Trong đời sống hằng ngày, chúng ta có thể tiếp xúc với từ trường ở mọi nơi (ví dụ Trái Đất cũng có từ trường và được xem như một nam châm khổng lồ, với cực Bắc – Nam địa lí lần lượt là cực Nam – Bắc của nam châm). Đại lượng đặc trưng cho độ mạnh yếu của từ trường là vectơ cảm ứng từ. Vậy làm thế nào để xác định được độ lớn của cảm ứng từ?

Thí nghiệm đo cảm ứng từ

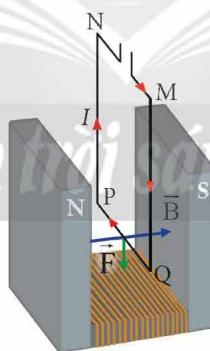
* **Mục đích:** Xác định độ lớn cảm ứng từ của từ trường nam châm điện bằng cân “dòng điện”.

* **Cơ sở lí thuyết:**

Xét khung dây MNPQ có dòng điện I chạy qua. Khung dây được đặt sao cho chỉ có một cạnh PQ có chiều dài L nằm hoàn toàn trong từ trường đều giữa hai cực của nam châm điện hình chữ U với các đường súc từ vuông góc với mặt phẳng khung dây (Hình 11.1).



- Dựa vào bộ dụng cụ thí nghiệm đã liệt kê trong Bài 10, hãy thiết kế và thực hiện phương án để đo cảm ứng từ của từ trường đều giữa hai cực của nam châm điện hình chữ U.



▲ Hình 11.1. Lực từ tác dụng lên khung dây mang dòng điện đặt trong từ trường

Lực từ tác dụng lên khung dây chủ yếu do lực từ tác dụng lên đoạn dây dẫn có chiều dài L đặt trong từ trường gây ra.

- Nếu khung dây chỉ có 1 vòng dây thì độ lớn lực từ tác dụng lên khung dây là: $f = IBL$.
- Nếu khung dây có N vòng dây thì lực từ tác dụng lên khung dây là tổng hợp lực từ tác dụng lên N vòng dây có cùng chiều dòng điện. Độ lớn lực từ khi đó là: $F = Nf = NIBL$.

Từ đó, ta suy ra độ lớn cảm ứng từ là:

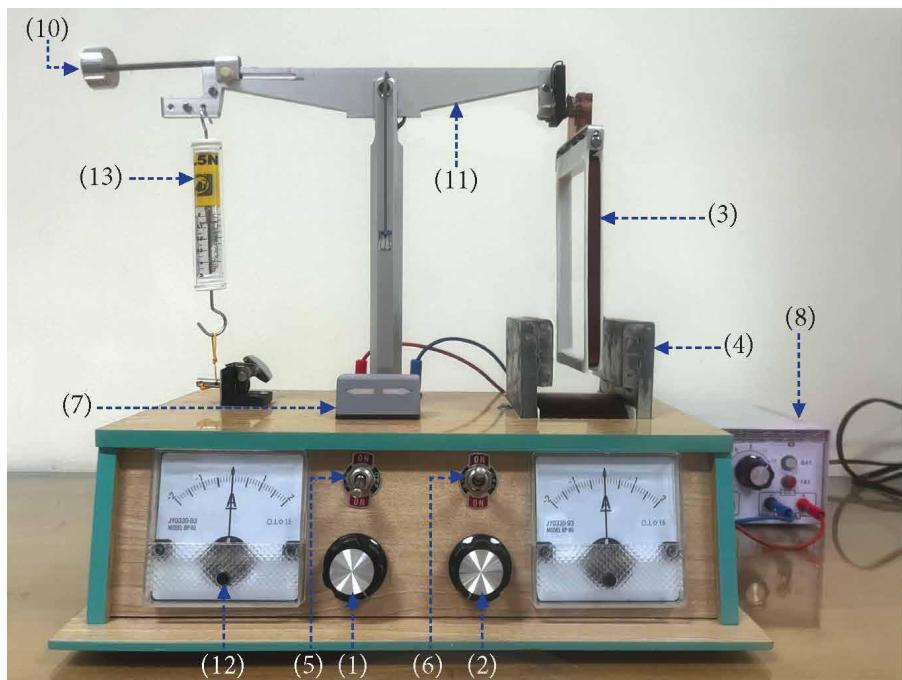
$$B = \frac{F}{NIL} \quad (11.1)$$

Biết N, I, L và đo được độ lớn lực F ta sẽ xác định được độ lớn cảm ứng từ B của nam châm.

Đoàn văn Doanh - THPT Nam Trực - Nam Định



* **Dụng cụ:** Được trình bày chi tiết trong Bài 10.



▲ **Hình 11.2. Bố trí thí nghiệm đo cảm ứng từ của từ trường nam châm điện bằng cân “dòng điện”**

* **Tiến hành thí nghiệm:**

Bước 1: Bố trí thí nghiệm như Hình 11.2.

Bước 2: Điều chỉnh để cho đòn cân nằm ngang. Đọc số chỉ F_1 của lực kế và ghi kết quả như gợi ý ở Bảng 11.1.

Bước 3:

- + Bật công tắc để dòng điện chạy qua khung dây dẫn và nam châm điện. Chọn chiều của dòng điện sao cho lực từ tác dụng lên cạnh của khung dây có hướng thẳng đứng từ trên xuống.

- + Đọc số chỉ của ampe kế (12) và ghi kết quả như gợi ý ở Bảng 11.1.

- + Điều chỉnh để đòn cân trở lại trạng thái cân bằng nằm ngang.

- + Đọc số chỉ F_2 của lực kế và ghi kết quả như gợi ý ở Bảng 11.1.

- + Xác định độ lớn lực từ tác dụng lên cạnh của khung dây đặt trong từ trường $F = F_2 - F_1$. Ghi kết quả như gợi ý ở Bảng 11.1.

Bước 4: Thực hiện lại bước 3 với ít nhất hai giá trị I khác nhau. Ghi kết quả như gợi ý ở Bảng 11.1.



2. Giải thích tại sao độ lớn lực từ F tác dụng lên cạnh của khung dây đặt trong từ trường bằng $F_2 - F_1$.



* **Báo cáo kết quả thí nghiệm:**

- Tính độ lớn cảm ứng từ tương ứng vào bảng số liệu như gợi ý trong Bảng 11.1.
- Tính cảm ứng từ trung bình \bar{B} , sai số trung bình của phép đo $\Delta\bar{B}$ và viết kết quả phép đo $B = \bar{B} \pm \Delta\bar{B}$.

▼ **Bảng 11.1. Bảng số liệu gợi ý thí nghiệm đo cảm ứng từ của từ trường nam châm điện**

$\theta = 90^\circ, L = 0,08 \text{ m}, N = 200 \text{ vòng}$					
Lần	$I (\text{A})$	$F_1 (\text{N})$	$F_2 (\text{N})$	$F = F_2 - F_1 (\text{N})$	$B = \frac{F}{NIL} (\text{T})$
1	0,2	0,210	0,270	–	–
2	0,4	0,210	0,320	–	–
3	0,6	0,210	0,380	–	–
–	–	–	–	–	–



3. Nêu những lưu ý khi làm thí nghiệm để thu được kết quả chính xác.

4. Từ số liệu thu được ở Bảng 11.1 ứng với một giá trị cường độ dòng điện xác định, hãy xử lý số liệu để tính toán cảm ứng từ B và sai số của phép đo.

- Kết quả đo độ lớn cảm ứng từ của từ trường nam châm điện:

+ Giá trị trung bình: $\bar{B} = \frac{B_1 + B_2 + B_3}{3} = \dots$

+ Sai số trung bình: $\Delta\bar{B} = \frac{|\bar{B} - B_1| + |\bar{B} - B_2| + |\bar{B} - B_3|}{3} = \dots$

+ Ghi kết quả đo: $B = \bar{B} \pm \Delta\bar{B} = \dots$



Thay đổi độ lớn từ trường bằng cách điều chỉnh cường độ dòng điện chạy vào nam châm điện. Thực hiện lại thí nghiệm trên để đo cảm ứng từ B . Nhận xét về mối liên hệ giữa cảm ứng từ B và cường độ dòng điện qua nam châm điện.



Cho các dụng cụ: khung dây chữ nhật, dây treo, các nam châm chữ U, thước đo góc, thước thẳng, nguồn điện, ampe kế, lực kế. Hãy thiết kế phương án đo độ lớn cảm ứng từ của vùng từ trường giữa hai cực của nam châm chữ U.

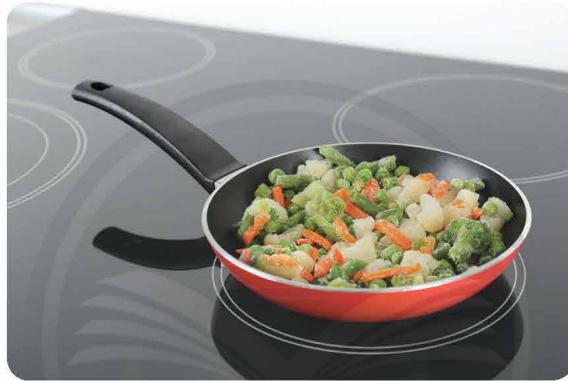
Bài 12

HIỆN TƯỢNG CẢM ỨNG ĐIỆN TỪ

- Định nghĩa và đơn vị đo từ thông.
- Thí nghiệm đơn giản minh họa hiện tượng cảm ứng điện từ.
- Định luật Faraday và định luật Lenz về cảm ứng điện từ và một số ứng dụng đơn giản của hiện tượng cảm ứng điện từ.
- Mô hình sóng điện từ và ứng dụng để giải thích sự tạo thành và lan truyền của các sóng điện từ trong thang sóng điện từ.



Hiện nay, để giảm bớt lượng khí thải độc hại ra môi trường cũng như giảm các nguy hiểm từ việc rò rỉ khí gas, người ta có thể sử dụng bếp từ trong nấu ăn (Hình 12.1). Vậy bếp từ hoạt động theo nguyên tắc nào?



▲ Hình 12.1. Bếp từ sử dụng trong nấu ăn

**TỪ THÔNG**

Chân trời sáng tạo

Xét một vòng dây có diện tích S được đặt trong từ trường đều. Gọi \vec{n} là vectơ đơn vị pháp tuyến của mặt phẳng vòng dây, α là góc hợp bởi vectơ cảm ứng từ \vec{B} và \vec{n} (Hình 12.2). Khi đó đại lượng

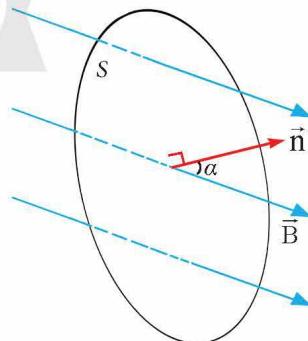
$$\Phi = BS \cos \alpha \quad (12.1)$$

được gọi từ thông qua diện tích S .

Trong hệ SI, từ thông có đơn vị là weber (Wb), với

$$1 \text{ Wb} = 1 \text{ T.m}^2$$

Từ thông là một đại lượng vô hướng, có giá trị phụ thuộc vào góc α . Khi không có những điều kiện bắt buộc về vectơ đơn vị pháp tuyến của mặt phẳng vòng dây, ta thường chọn chiều của \vec{n} sao cho α là góc nhọn để từ thông có giá trị dương.



▲ Hình 12.2. Các đường sức từ xuyên qua vòng dây có diện tích S



1. Hãy nêu sự phụ thuộc của từ thông vào góc hợp bởi vectơ cảm ứng từ \vec{B} và \vec{n} .

Nếu các đường sức từ vuông góc với mặt phẳng vòng dây và diện tích vòng dây là 1 m^2 thì trị số của từ thông bằng độ lớn của cảm ứng từ. Do số đường sức từ qua một đơn vị diện tích đặt vuông góc với vectơ cảm ứng từ tại một điểm tỉ lệ thuận với độ lớn của vectơ cảm ứng từ tại điểm đó nên từ thông là đại lượng đặc trưng cho số đường sức từ xuyên qua mặt phẳng vòng dây.



Từ thông là đại lượng đặc trưng cho số đường sức từ xuyên qua diện tích S và được xác định bởi biểu thức:

$$\Phi = BS\cos\alpha$$

Trong hệ SI, từ thông có đơn vị là weber (Wb).

$$1 \text{ Wb} = 1 \text{ T.m}^2$$

Lưu ý: Nếu khung dây có N vòng dây được đặt trong từ trường đều, thì từ thông qua khung dây được xác định bởi biểu thức:

$$\Phi = NBScos\alpha \quad (12.2)$$



2 HIỆN TƯỢNG CẢM ỨNG ĐIỆN TỪ

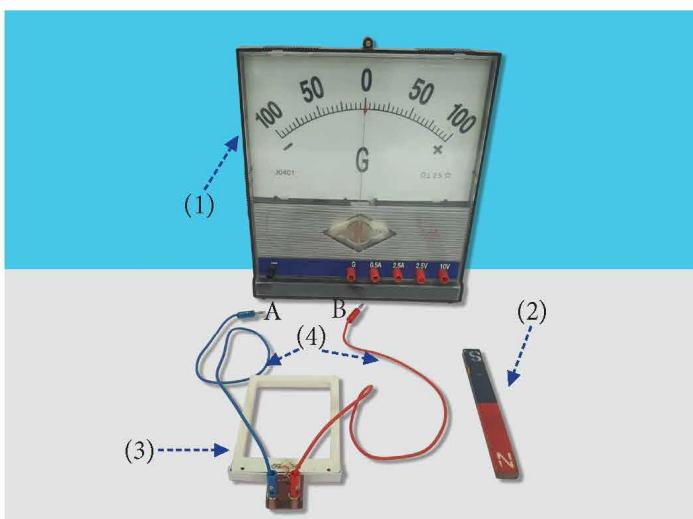
Thí nghiệm khảo sát hiện tượng cảm ứng điện từ

* **Mục đích:** Khảo sát được hiện tượng cảm ứng điện từ.

* **Dụng cụ:**

- Điện kế (1).
- Nam châm thẳng (2).
- Khung dây dẫn (3).
- Hai dây dẫn (4) nối khung dây và điện kế thông qua hai chốt cắm A, B.

Chân trời sáng tạo



▲ Hình 12.3. Dụng cụ thực hiện thí nghiệm
khảo sát hiện tượng cảm ứng điện từ



2. Từ biểu thức (12.1) và kiến thức đã học, hãy biểu diễn đơn vị của từ thông qua các đơn vị cơ bản trong hệ SI.



* Tiến hành thí nghiệm:

Bước 1: Điều chỉnh kim điện kế ở vạch số 0. Nối hai đầu khung dây với điện kế.

Bước 2: Đưa một đầu của nam châm tiến lại gần khung dây, khi nam châm vừa tiến đến mặt phẳng khung dây thì dừng lại. Quan sát kim điện kế trong quá trình nam châm lại gần khung dây.

Bước 3: Từ vị trí của nam châm ở cuối bước 2, đưa nam châm ra xa khung dây. Quan sát kim điện kế trong quá trình nam châm ra xa khung dây.

* Kết quả thí nghiệm:

- Trong quá trình đưa nam châm lại gần hay ra xa khung dây, ta thấy kim điện kế bị lệch, điều này chứng tỏ đã có dòng điện qua khung dây. Ngoài ra, chiều lệch của kim điện kế trong hai trường hợp là ngược nhau, cho thấy hai dòng điện ngược chiều nhau.
- Khi nam châm dừng lại, ta thấy kim điện kế dừng lại ở vạch số 0, chứng tỏ không có dòng điện qua khung dây.

► Hiện tượng cảm ứng điện từ

Hiện tượng xuất hiện dòng điện trong khung dây dẫn ở thí nghiệm trên được gọi là **hiện tượng cảm ứng điện từ** và dòng điện này được gọi là **dòng điện cảm ứng**.

Thí nghiệm về hiện tượng cảm ứng điện từ có thể giải thích như sau: Trong quá trình đưa nam châm lại gần hay ra xa khung dây dẫn kín, số đường sức từ của nam châm xuyên qua khung dây biến thiên, nghĩa là từ thông qua khung dây thay đổi (Hình 12.4). Khi đó, trong khung dây xuất hiện dòng điện. Khi nam châm dừng lại, từ thông qua khung dây không còn biến thiên, không có dòng điện qua khung dây nên kim điện kế chỉ về vạch số 0.

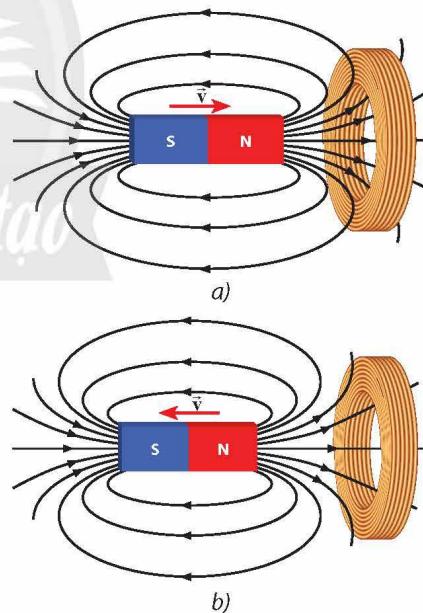


Khi từ thông qua mặt giới hạn bởi một khung dây dẫn kín biến thiên thì trong khung dây xuất hiện dòng điện cảm ứng. Hiện tượng này được gọi là **hiện tượng cảm ứng điện từ**.



3. Hãy dự đoán khoảng thời gian xuất hiện hiện tượng cảm ứng điện từ trong khung dây khi thực hiện thí nghiệm ở bước 2 và 3.

4. Trong bước 2 và 3 của thí nghiệm, từ thông qua khung dây biến thiên như thế nào trong quá trình đưa nam châm lại gần hay ra khung dây?



▲ **Hình 12.4. Minh họa sự thay đổi từ thông qua khung dây dẫn kín:**

- a) khi đưa nam châm lại gần khung dây
- b) khi đưa nam châm ra xa khung dây

5. Hãy đề xuất các phương án khác để làm xuất hiện dòng điện cảm ứng trong khung dây.