



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 LÝ

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-BGDĐT ngày 29 tháng 6 năm 2023
và Quyết định số 2892/QĐ-BGDĐT 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

Ủy viên, Thư kí: NGUYỄN HỮU TÌNH

Các uỷ viên: LÊ ANH ĐỨC – NGUYỄN VĂN HỢP

ĐẶNG TIẾN SƠN – VŨ THỊ THU

NGUYỄN VĂN THUẬN – NGUYỄN VĂN TÚ

Chân trời sáng tạo

PHẠM NGUYỄN THÀNH VINH – PHÙNG VIỆT HẢI (đồng Chủ biên)

TRẦN NGUYỄN NAM BÌNH – ĐOÀN HỒNG HÀ – BUI QUANG HÂN – ĐỖ XUÂN HỘI

NGUYỄN NHƯ HUY – TRƯƠNG ĐẶNG HOÀI THU – TRẦN THỊ MỸ TRINH

VẬT LÝ

12

Chân trời sáng tạo

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

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 giúp đỡ 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

Hướng dẫn sử dụng sách	2
Lời nói đầu	3
Mục lục	4
Chương 1: VẬT LÝ 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 LÝ TƯỢNG	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 lý tưởng.....	48
Bài 8. Áp suất – động năng của phân tử khí	53
Chương 3: TỪ TRƯỜNG	59
Bài 9. Khái niệm từ 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 LÝ 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 1

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 lý 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

1 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 lí 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 trơ 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).

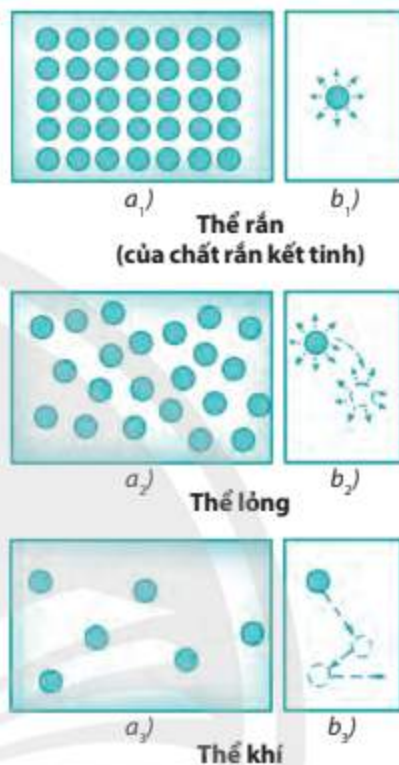
Ở thể khí, các phân tử ở xa nhau (khoảng cách trung bình giữa các phân tử lớn gấp hàng chục lần kích thước của chúng) (Hình 1.4a₃). Lực tương tác giữa các phân tử rất yếu (trừ trường hợp chúng va chạm nhau) nên các phân tử chuyển động hoàn toàn hỗn loạn (Hình 1.4b₃). Do đó, khối chất khí không có hình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



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

¹ Xem mục 3. Sự nóng chảy.



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. Tùy 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).



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



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



▲ 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 ngưng 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



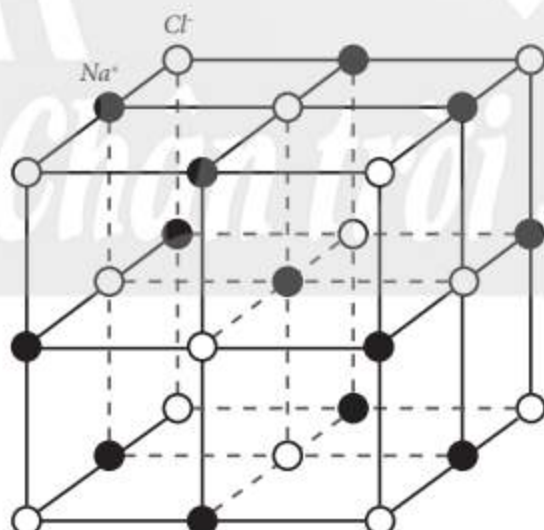
3. Lấy ví dụ minh hoạ quá trình chuyển từ thể lỏng sang thể khí và ngược lại.

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 thủy 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).



▲ Hình 1.11.

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

¹ Các 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).

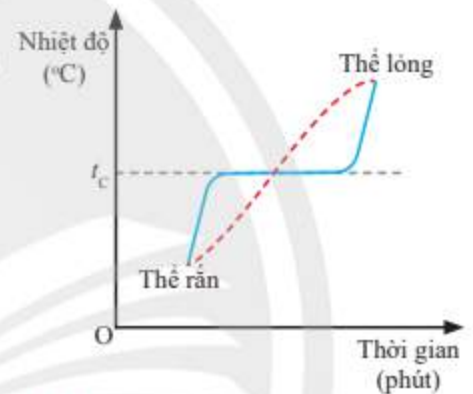
Như vậy, chất rắn kết tinh có nhiệt độ nóng chảy xác định (ở một áp suất cụ thể). Bảng 1.1 cung cấp giá trị nhiệt độ nóng chảy của một số chất rắn kết tinh phổ biến ở áp suất tiêu chuẩn.

▼ **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.

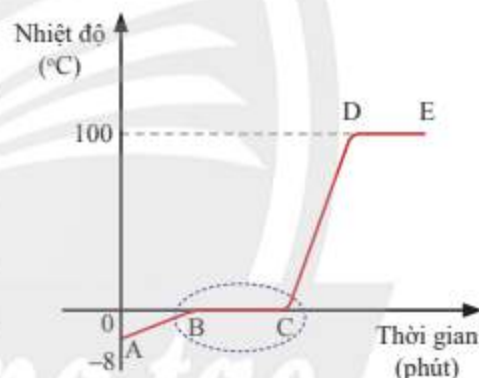
Nhiệt nóng chảy riêng

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	$3,34.10^5$
Nhôm	$4,00.10^5$
Sắt	$2,77.10^5$
Chì	$0,25.10^5$
Bạc	$1,05.10^5$
Vàng	$0,64.10^5$
Thiếc	$0,61.10^5$



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

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

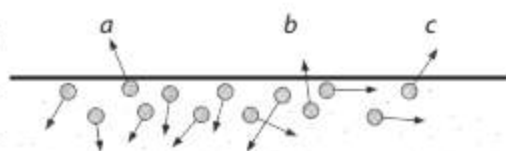
Tốc độ bay hơi của chất lỏng càng nhanh nếu diện tích mặt thoáng càng lớn, tốc độ gió càng lớn, nhiệt độ càng cao, và độ ẩm không khí càng thấp.



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.



1. 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.
2. 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 (°C)
Rượu	78,3
Nước	100
Xăng	80,2
Dầu hoả	290
Phenol	182
Thủy 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 khối chất lỏng nhận vào (đơn vị là J); m là khối lượng của khối 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	$0,4 \cdot 10^6$
Thủy 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 $2,3 \cdot 10^6$ 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 gấp, 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.

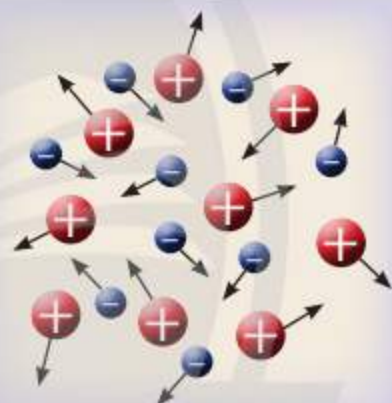


Plasma

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 hoá. 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 hoá 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

- Kết luận nào dưới đây là **không** đúng với thể rắn?
 - Khoảng cách giữa các phân tử rất gần nhau (cỡ kích thước phân tử).
 - Các phân tử sắp xếp có trật tự.
 - Các phân tử dao động quanh vị trí cân bằng cố định.
 - Các phân tử dao động quanh vị trí cân bằng luôn thay đổi.
- Một nhà máy thép mỗi lần luyện được 35 tấn thép. Cho nhiệt nóng chảy riêng của thép là $2,77 \cdot 10^5$ J/kg.
 - Tính nhiệt lượng cần cung cấp để làm nóng chảy thép trong mỗi lần luyện của nhà máy ở nhiệt độ nóng chảy.
 - 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 $44 \cdot 10^6$ J. Xác định lượng khí đốt cần sử dụng để tạo ra nhiệt lượng tính được ở câu a.
 - 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



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

- 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?



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 thủy 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).



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?



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 lý mà đại lượng này phụ thuộc vào nhiệt độ theo một quy luật đã biết.

Với nhiệt kế thủy ngân (Hình 2.2a), nhiệt độ được xác định dựa trên hiện tượng giãn nở vì nhiệt của thủy ngân. Thông qua việc xác định độ cao cột thủy 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.

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



▲ Hình 2.2. a) Nhiệt kế thủy 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 giai) 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 lý 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 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 tước vị của nhà vật lý, kỹ 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 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:

$1^{\circ}\text{C} = \frac{1}{100}$ 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);

$1\text{ K} = \frac{1}{273,16}$ của khoảng cách giữa nhiệt độ không tuyệt đối và nhiệt độ điểm mà nước tinh khiết tồn tại đồng thời ở thể rắn, lỏng 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 đo 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 1273 K dùng để đo nhiệt độ của các lò nung.
 - a) Xác định phạm vi đo của nhiệt kế này trong thang nhiệt độ Celsius?
 - b) Nếu sử dụng nhiệt kế này để đo nhiệt độ lò nung đang nấu chảy đồng có nhiệt độ nóng chảy là 1083°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 lý 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 lý 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 Celcius và T là nhiệt độ của vật trong thang nhiệt độ Fahrenheit thì:

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

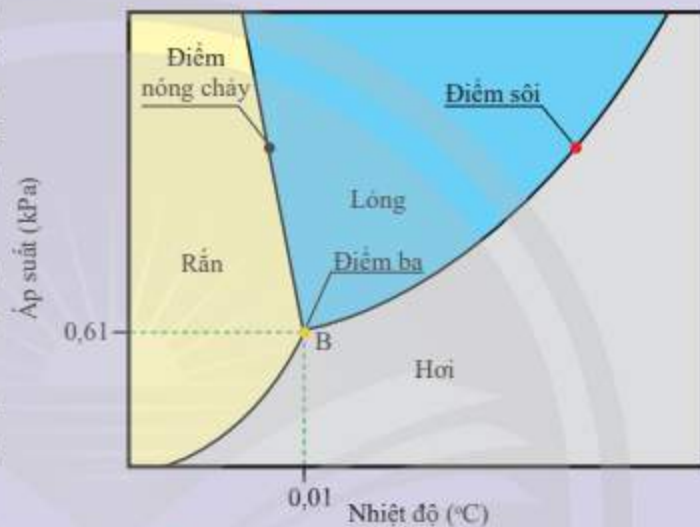
3. Điểm ba của nước

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. Biểu đồ mô tả điểm ba của nước

BÀI TẬP

- Kết luận nào dưới đây là **không** đúng với thang nhiệt độ Celsius?
 - Kí hiệu của nhiệt độ là t .
 - Đơn vị đo nhiệt độ là $^{\circ}\text{C}$.
 - Chọn mốc nhiệt độ nước đá đang tan ở áp suất 1 atm là 0°C .
 - 1°C tương ứng với 273 K.
- 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 .
 - Thiết lập biểu thức chuyển đổi nhiệt độ từ thang nhiệt độ Celcius sang thang nhiệt độ Z.
 - 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 Celcius là bao nhiêu?
 - Nhiệt độ của vật bằng bao nhiêu (theo thang nhiệt độ Celcius) 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



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 thế năng tương tác phân tử. Thế năng tương tác phụ thuộc vào khoảng cách giữa các phân tử. Trong nhiệt động lực học, người ta gọi tổng động năng và thế năng tương tác của các phân tử cấu tạo nên vật là **nội năng** của vật.

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



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



Nội năng của một vật là tổng động năng và thế 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.

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 chặt), giá thí nghiệm, đèn cồn.

* Thực hiện thí nghiệm:

Bước 1: Gắn ống nghiệm chứa không khí có nút đẩy 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:

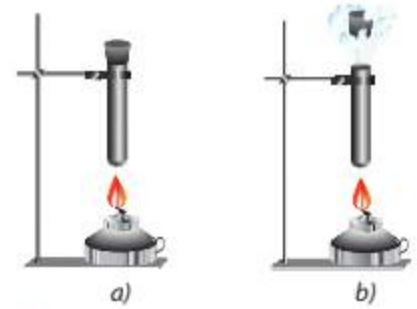
Quan sát và mô tả hiện tượng xảy ra với nút đẩy của ống nghiệm. Từ đó rút ra nhận xét mối liên hệ giữa nội năng của vật và năng lượng của các phân tử cấu tạo nên vật.

* Kết quả và giải thích

Sau một thời gian ngắn bị đốt nóng, chiếc nút đẩy 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 nên va 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 đẩy 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.



▲ Hình 3.2. Hơ nóng một khối khí trong ống nghiệm có nút đẩy 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?



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

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 ấn 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.

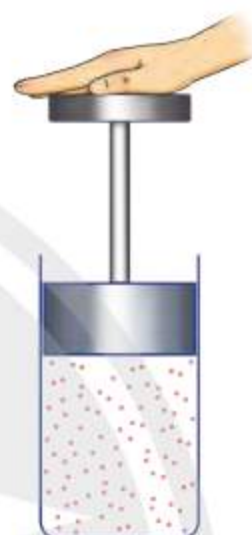
Khi vật⁽¹⁾ nhận công thì nội năng của vật tăng, khi vật thực hiện công cho vật khác thì nội năng của vật giảm.



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

¹ Vật 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 hoá cho nhau thông qua biến thiên nội năng.



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?

▼ 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



Số đo độ biến thiên nội năng trong quá trình truyền nhiệt gọi là nhiệt lượng. Nhiệt lượng vật trao đổi (toả 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 rửa 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.



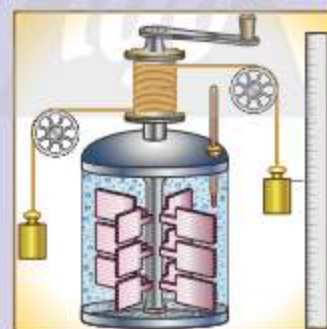
▲ Hình 3.6. Tạo lửa bằng ma sát



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-côt 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.

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.

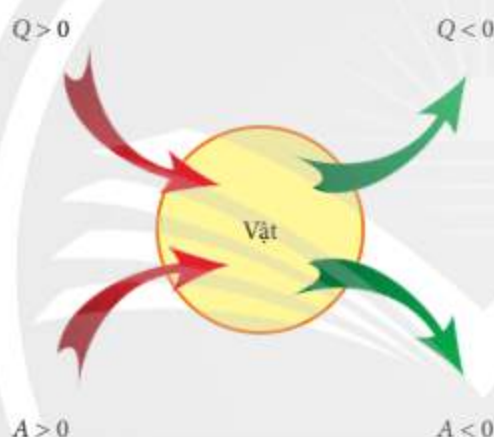
Trong đó: ΔU là độ biến thiên nội năng của vật.

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



6. Xét khối khí như trong Hình 3.4, nếu ta vừa dùng tay ấn mạnh và nhanh pit-tông, vừa nung nóng khí bằng ngọn lửa đèn cồn thì nội năng của khí biến thiên như thế nào so với trường hợp không nung nóng? Vận dụng định luật bảo toàn và chuyển hoá năng lượng, viết biểu thức liên hệ độ biến thiên nội năng của khối khí với công và nhiệt lượng mà khí nhận được.



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?



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

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

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

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

Tính: a) $|A|$

b) ΔU

Bài giải

a) Do pit-tông chuyển động thẳng đều nên lực đẩy $\vec{F}$ 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:

$$|A| = F \cdot d = F_{\text{ms}} \cdot d = 20 \cdot 0,05 = 1 \text{ J}$$

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 giãn nở đẩy pit-tông làm thể tích của khối khí tăng thêm 7 lít. Biết áp suất của khối khí là $3 \cdot 10^5 \text{ Pa}$ và không đổi trong quá trình khí giãn 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

$$\Delta V = 7 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3$$

$$p = 3 \cdot 10^5 \text{ Pa}$$

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

Tính: a) $|A|$

b) Q

Bài giải

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

$$|A| = F \cdot d = p \cdot S \cdot d = p \cdot \Delta V = 3 \cdot 10^5 \cdot 7 \cdot 10^{-3} = 2 \text{ 100 J}$$

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

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

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

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

Ví dụ 3:

Hiện nay, kính cường lực (kính chịu lực rất tốt) thường được sử dụng để làm một phần tường của các toà nhà, chung cư thương mại,... thay thế vật liệu gạch, bê tông (Hình 3.9).

Tuy nhiên, vào những ngày mùa 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.

a) Tại sao không khí trong phòng nóng hơn so với không khí ngoài trời?

b) Hãy đề xuất các biện pháp đơn giản để làm giảm sự tăng nhiệt của không khí trong phòng vào những ngày mùa hè.



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

Gợi ý:

a) 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.

b) 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.

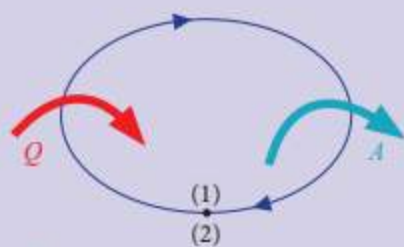


Khối khí thực hiện chu trình

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

- Hệ thức nào dưới đây là phù hợp với quá trình một khối khí trong bình kín bị nung nóng?
 - $\Delta U = A; A > 0.$
 - $\Delta U = Q; Q > 0.$
 - $\Delta U = A; A < 0.$
 - $\Delta U = Q; Q < 0.$
- 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.
- 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 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 HOÁ 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 đá 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 lý 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 thìa 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 lý 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:**

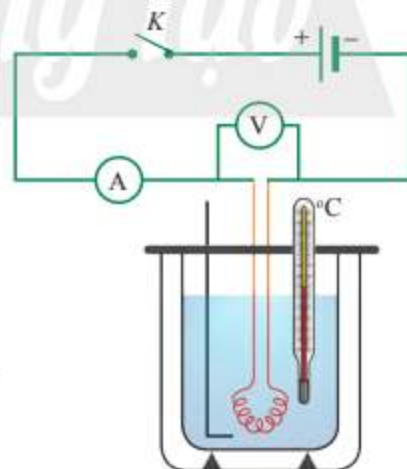
Bước 1: Điều chỉnh đơn vị đo của cân là g. Đặt bình nhiệt lượng kế (đã gắn nhiệt kế và que khuấy) lên đĩa cân, hiệu chỉnh cân về số 0,00.

Bước 2:

- Nhấc 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. Để 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 lý 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 (ở 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 toả 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 toả 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 vế 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 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:

- Nhấc 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 lý 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:

- Nhấc 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 mặt 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 $c_n = 4180 \text{ J/kg.K}$.

- 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 đo được với giá trị trong Bảng 1.2 (trang 11). Giải thích nguyên nhân gây ra sai số.



4. Để 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 lý 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.
- Nhấc 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 $\mathcal{P} = 1\,500\text{ W}$, $m_0 = 300,00\text{ g}$)

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 lý 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:

$$\Delta U = A + Q$$



NHIỆT DUNG RIÊNG, NHIỆT NÓNG CHẢY RIÊNG, NHIỆT HOÁ 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 TƯỢNG

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

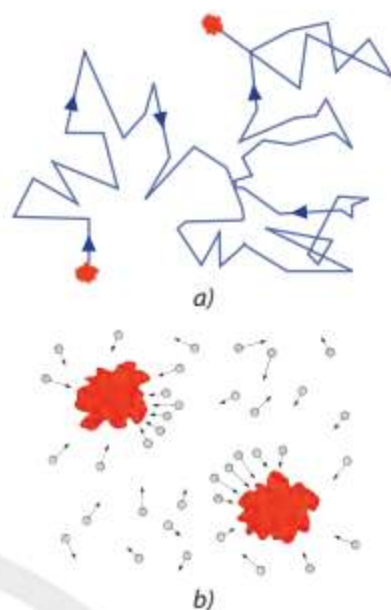
Ở chương 1 chúng ta đã biết các phân tử cấu tạo nên vật chất luôn chuyển động nhiệt. Bằng chứng nào chứng tỏ các phân tử chuyển động nhiệt và đặc điểm của chuyển động nhiệt là gì?

Năm 1827, Robert Brown (Rô-bốt 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 quỹ 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, quỹ 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.



Hình 5.2. a) Minh họa quỹ 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?



Chuyển động Brown là chuyển động hỗn loạn, không ngừng, có quỹ 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?

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 khỏe 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

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



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.

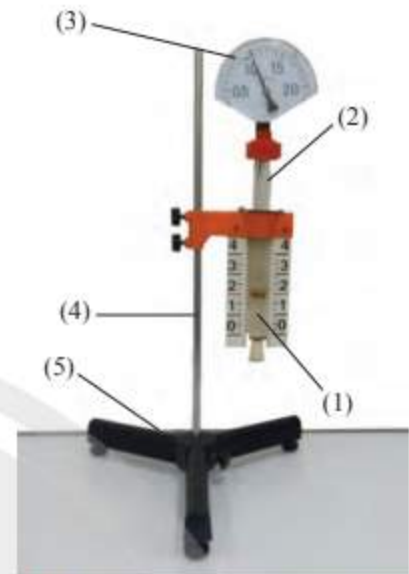
Bước 4: Lần lượt điều chỉnh pit-tông đến vạch 20 mL; 25 mL; 30 mL; 35 mL và lặp lại thao tác như bước 3, ghi số liệu theo mẫu Bảng 6.1.

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 $0,025 \cdot 10^5 \text{ Pa}$.

* **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 hoạ)

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-bốt Bôi-lơ) (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).



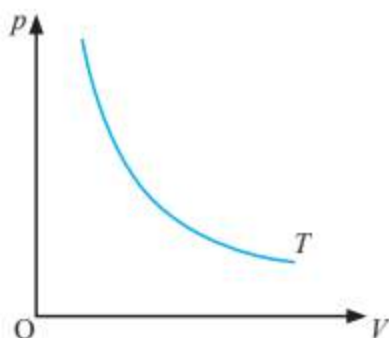
3. Từ số liệu Bảng 6.1, vẽ đồ thị biểu diễn mối liên hệ giữa p và V trong hệ toạ độ $p - V$ và $p - \frac{1}{V}$. Nhận xét về dạng đồ thị.

4. Từ Hình 6.4, chứng minh rằng $T_2 > T_1$.

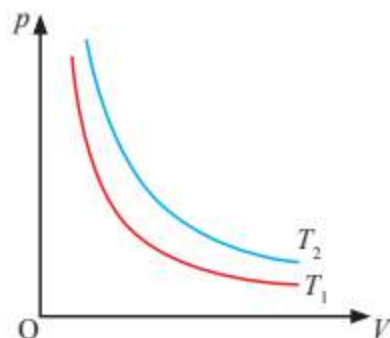


Định luật Boyle: Ở nhiệt độ không đổi, áp suất của một khối lượng khí xác định tỉ lệ nghịch với thể tích của nó.

$$pV = \text{hằng số}$$



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.



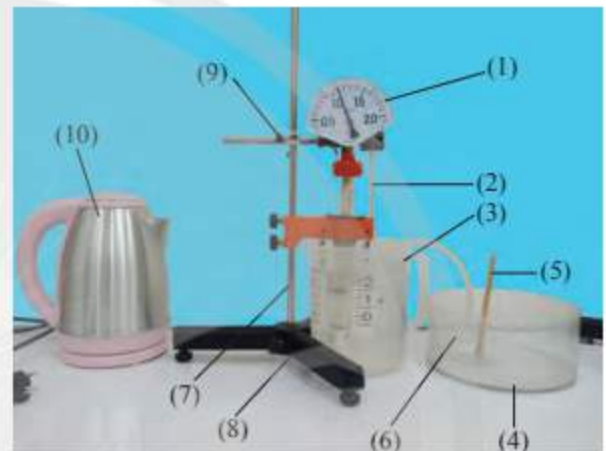
ĐỊNH LUẬT CHARLES

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.



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

* **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 khí đó, ghi số liệu theo mẫu Bảng 6.2.



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 tọa 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

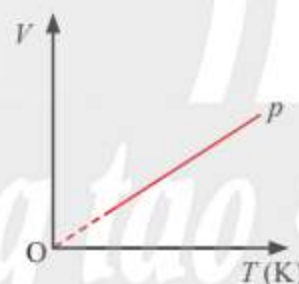
Kết quả thí nghiệm chứng tỏ: Đồ thị thể tích theo nhiệt độ tuyệt đối của một khối lượng khí xác định khi áp suất không đổi có dạng đường thẳng có đường kéo dài qua gốc tọa độ, hay thể tích tỉ lệ với nhiệt độ tuyệt đối.

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.

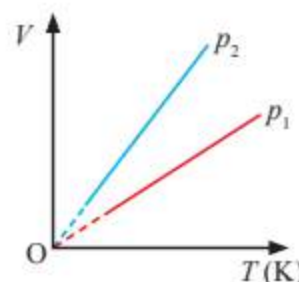
Nếu gọi T_1 , V_1 và T_2 , V_2 lần lượt là nhiệt độ và thể tích của một khối lượng khí xác định ở trạng thái 1 và trạng thái 2, thì:

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

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.



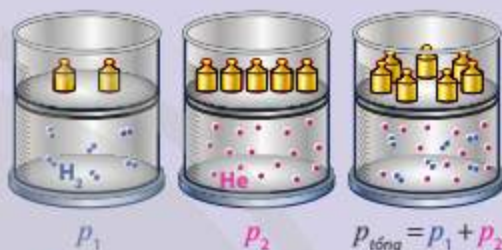
Cho một khối khí giãn nở đẳng áp từ nhiệt độ $t_1 = 32^\circ\text{C}$ đến nhiệt độ $t_2 = 117^\circ\text{C}$, thể tích khối khí tăng thêm 1,7 lít. Xác định thể tích khối khí trước và sau khi giãn nở.



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:

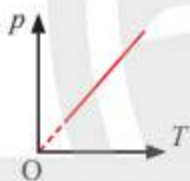
Ở một nhiệt độ và thể tích xác định, áp suất toàn phần của một hỗn hợp khí gồm các khí không phản ứng hoá học với nhau bằng tổng áp suất riêng phần của mỗi khí thành phần có trong hỗn hợp đó (Hình 6.8).



▲ 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?



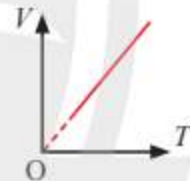
A.



B.

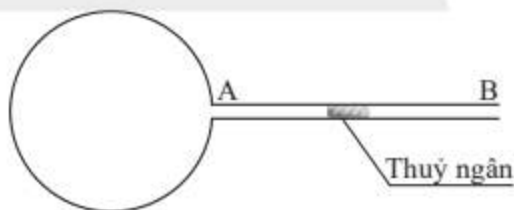


C.



D.

2. Một khối khí xác định giãn 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 thủy 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 thủy ngân. Ở 0°C giọt thủy ngân cách A 30 cm. Tính khoảng di chuyển của giọt thủy ngân khi hơi 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?

PHƯƠNG TRÌNH TRẠNG THÁI CỦA KHÍ LÝ TƯỞNG

Khí lý tưởng. Phương trình trạng thái của khí lý 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 săm xe. Trong quá trình bơm, tất cả các thông số trạng thái: thể tích, áp suất, nhiệt độ và cả lượng không khí trong săm xe thay đổi. Sự thay đổi của các thông số này tuân theo quy luật nào?



▲ Hình 7.1. Bơm xe đạp

1 KHÍ LÝ 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.

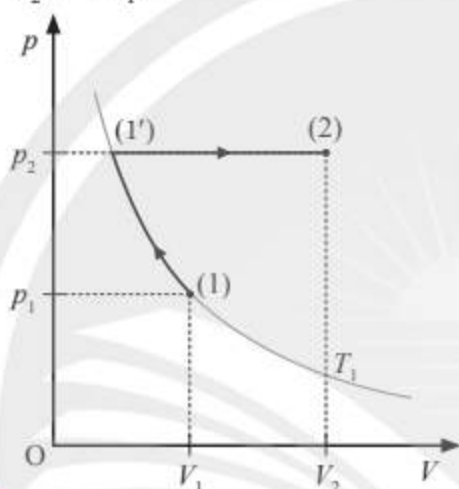


Khí lí tưởng là khí tuân theo đúng định luật Boyle và định luật Charles.

2 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_2, V', 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:

$$\frac{p_1 V_1}{T_1} = \frac{p_2 V_2}{T_2} \text{ hay } \frac{pV}{T} = C \quad (7.1)$$

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_2, 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.



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.

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).

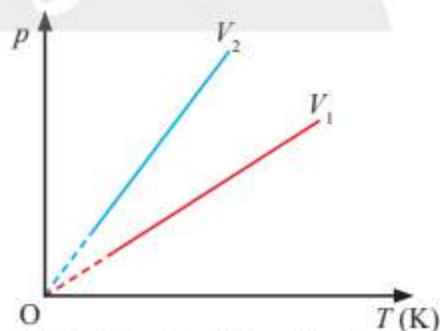


Một chiếc lốp ô tô chứa không khí có áp suất tiêu chuẩn do nhà sản xuất công bố là 2,3 bar ứng với nhiệt độ 25 °C (1 bar = 10⁵ Pa). Khi xe chạy nhanh, lốp xe nóng lên làm cho nhiệt độ không khí trong lốp tăng lên tới 50 °C. Tính áp suất của không khí trong lốp xe lúc này.

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



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 tọa độ $V - T$.



▲ 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. Ấn 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:

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

$$\text{Ta có: } T_2 = \frac{p_2 V_2 T_1}{p_1 V_1} = \frac{15 \cdot 0,05 \cdot 320}{1 \cdot 0,5} = 480 \text{ K}$$

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:

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

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

$$\rho_2, V_2$$

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

$$\rho_1$$

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:

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

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 thủy 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 $p = \frac{1}{3} \rho \overline{mv^2}$.
- Biểu thức hằng số Boltzmann $k = \frac{R}{N_A}$. 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 khối khí tác dụng lên thành bình

Để xác định áp suất khối khí tác dụng lên thành bình ta cần xác định lực do một phân tử khí 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 trục Ox ta được

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

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

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

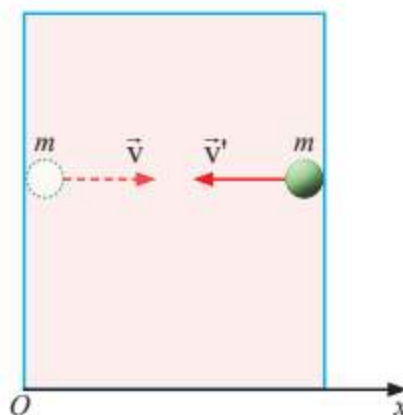
Xét khối khí trong một hình lập phương có cạnh là $v\Delta t$, diện tích mặt bên là S (Hình 8.2). Gọi μ là mật độ phân tử khí trong bình. Số phân tử khí trong hình lập phương là

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

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

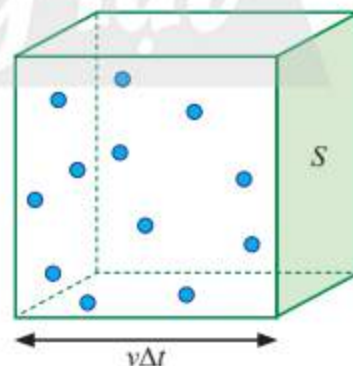
$$F = \frac{N}{6} \cdot f = \frac{\mu S v \Delta t}{6} \cdot \frac{2mv}{\Delta t} = \frac{1}{3} \mu m v^2 S$$



▲ 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 $\left(\overline{v^2} = \frac{v_1^2 + v_2^2 + \dots + v_N^2}{N} \right)$. Khi đó:

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



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.



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: $W_d = \frac{3}{2} \frac{R}{N_A} T$

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 Ludwig Eduard Boltzmann (Lu-vit E-đua Bôn-dơ-man) (1844 – 1906).



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.

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.

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 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 LÝ TƯỞNG

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

3 QUÁ TRÌNH BIẾN ĐỔI TRẠNG THÁI CỦA KHÍ LÝ TƯỞNG

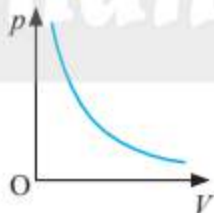
Phương trình trạng thái của một khối lượng khí lí tưởng xác định

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

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

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

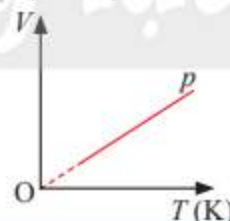
(Định luật Boyle)



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.

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

với 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; 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 9

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.



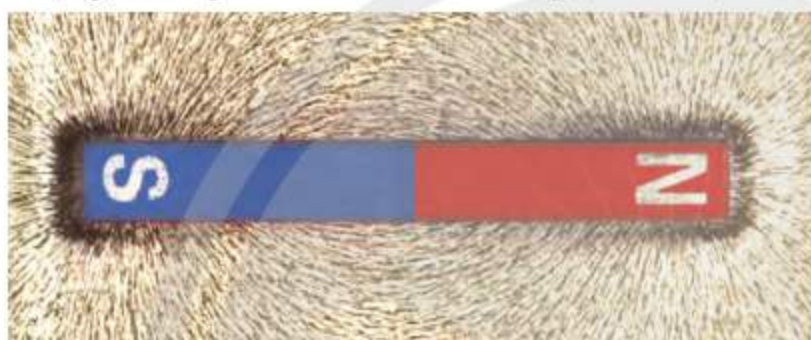
1. Dựa vào kiến thức đã học ở môn Khoa học tự nhiên lớp 7, từ các dụng cụ như thanh nam châm, dây dẫn có dòng điện, kim nam châm có thể quay quanh trục hoặc la bàn, hãy thiết kế phương án và thực hiện thí nghiệm để nhận biết vùng không gian tồn tại từ trường. Ngoài các dụng cụ trên, ta có thể nhận biết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

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).



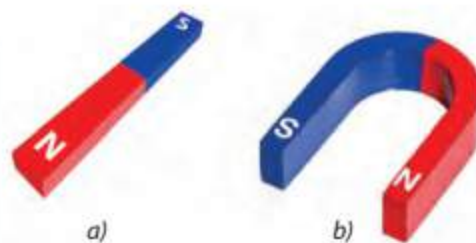
▲ Hình 9.3. Từ phổ của nam châm thẳng

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).

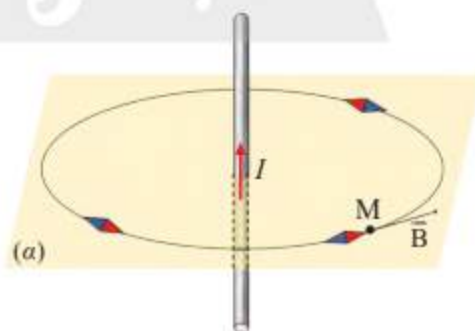


▲ Hình 9.2. a) Nam châm thẳng; b) Nam châm chữ U



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 kì



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

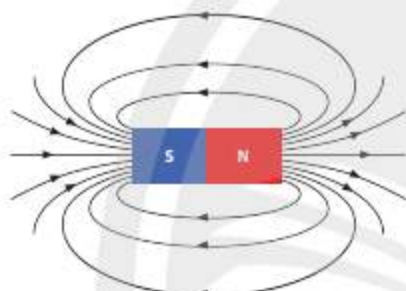
Tương tự như điện trường, từ trường không thể quan sát được bằng mắt thường. Do đó, để mô tả từ trường một cách trực quan, ta sử dụng khái niệm **đường sức từ**. Đường sức từ là những đường mô tả “hình dạng” của từ trường và cũng là sự mô hình hoá hình ảnh từ phổ.



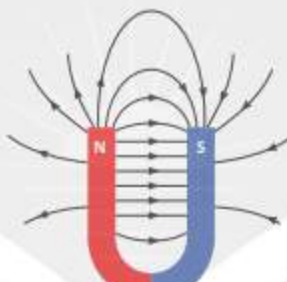
Đường sức từ là những đường mô tả từ trường, sao cho tiếp tuyến tại bất kì điểm nào trên đường sức từ đều có phương, chiều trùng với phương, chiều của vectơ cảm ứng từ tại điểm đó.



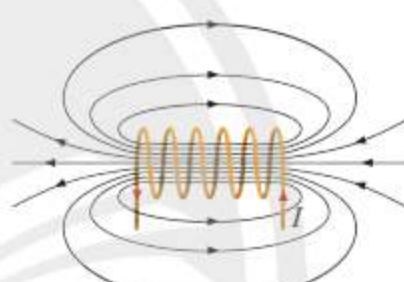
4. Hãy mô tả hình ảnh đường sức từ (hướng và độ mau (dày)/thưa) trong các trường hợp ở Hình 9.5.



a)



b)



c)

▲ 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.



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.

Lưu ý: Vùng không gian ở giữa hai cực của nam châm chữ U có các đường sức từ gần như 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.

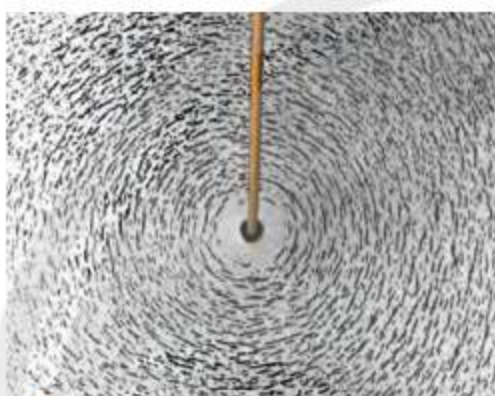


Từ trường đều là từ trường có vectơ cảm ứng từ tại mọi điểm đều bằng nhau. Từ trường đều có các đường sức từ song song, cách đều nhau.

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 bột sắt lên tấm nhựa. Sau đó gõ nhẹ tấm nhựa, ta quan sát được từ phổ của dòng điện thẳng như Hình 9.6.



▲ Hình 9.6. Từ phổ của dòng điện thẳng

Mô hình hoá hình ảnh từ phổ 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).



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



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



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.

Dòng điện tròn

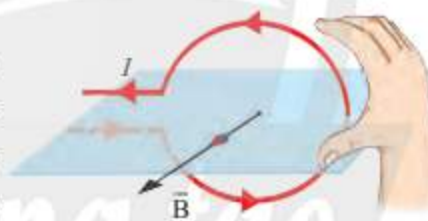
Xét dây dẫn được uốn thành vòng tròn có dòng điện chạy qua. Ta gọi dòng điện chạy trong dây dẫn uốn thành vòng tròn là *dòng điện tròn*. Đặt vòng dây nằm trong mặt phẳng vuông góc với tấm nhựa cứng trong suốt, xuyên qua tấm nhựa đặt trên mặt phẳng nằm ngang và chứa tâm dòng điện. Rắc magnet lên tấm nhựa.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



▲ Hình 9.8. Từ phổ của dòng điện tròn

Mô hình hoá hình ảnh từ phổ ở Hình 9.8, ta thu được đường sức từ tại những điểm nằm trên trục 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 chiều 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 chiều của đường sức từ trên trục 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 choãi ra chỉ chiều của đường sức từ trên trục vòng dây (Hình 9.9).



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

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 trục ống dây. Cho dòng điện I chạy qua ống dây. Rắc magnet lên tấm nhựa. Sau đó gõ nhẹ tấm nhựa, ta quan sát được từ phổ của dòng điện qua ống dây như Hình 9.10.

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



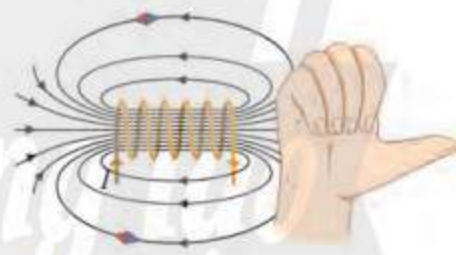
▲ Hình 9.10. Từ phổ của dòng điện trong ống dây

Mô hình hoá hình ảnh từ phổ ở Hình 9.10, ta thu được đường sức từ tại những điểm nằm trên đường đi qua trục 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 choãi ra chỉ chiều của đường sức từ bên trong ống dây (Hình 9.11).



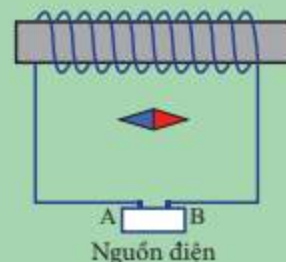
8. Ống dây được tạo thành từ việc quấn nhiều vòng dây giống nhau. Dựa vào quy tắc nắm tay phải để xác định chiều đường sức từ của dòng điện tròn, hãy đề xuất cách xác định chiều đường sức từ của dòng điện bên trong ống dây.



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



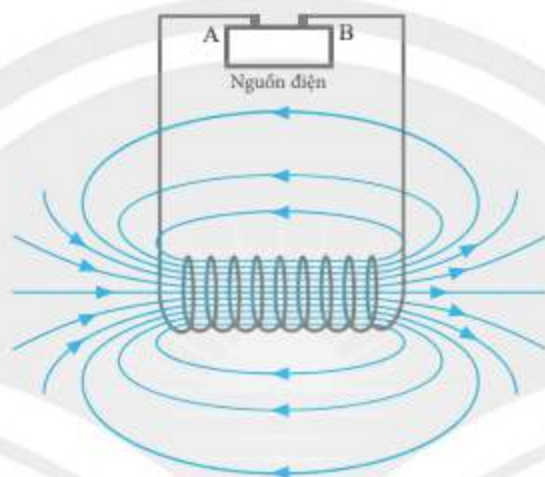
Xét một ống dây có dòng điện chạy qua và một nam châm thử định hướng như Hình 9.12. Biết A, B là các cực của nguồn điện không đổi. Hãy xác định chiều đường sức từ của từ trường trong ống dây. Từ đó xác định tên các cực của nguồn điện.



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

BÀI TẬP

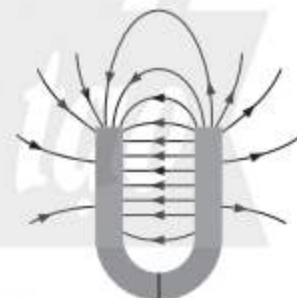
- Đường sức từ được tạo bởi nam châm thẳng có đặc điểm nào sau đây?
 A. Là đường thẳng song song với trục nam châm, hướng từ cực Bắc đến cực Nam.
 B. Là đường khép kín, đi ra từ cực Bắc và đi vào cực Nam của nam châm.
 C. Là đường tròn nằm trong mặt phẳng vuông góc với trục của thanh nam châm.
 D. Là đường tròn nằm trong mặt phẳng chứa trục của thanh nam châm.
- 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

- 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 lí.

- 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.



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

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



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.

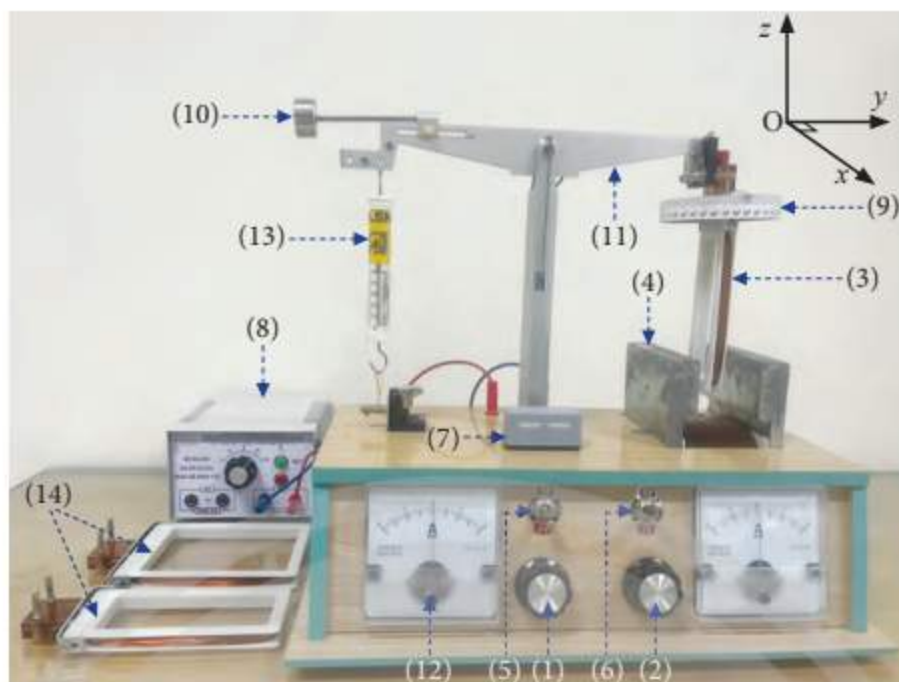
* **Dụng cụ:**

- 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

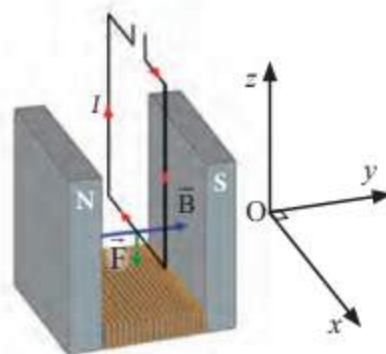
Chiều của từ trường $\vec{B}$	Chiều của dòng điện I	Chiều của lực từ $\vec{F}$ tác dụng lên đoạn dây dẫn mang dòng điện
Cùng chiều Oy	Cùng chiều Ox	Cùng chiều Oz
Cùng chiều Oy	Ngược chiều Ox	Ngược chiều Oz
Ngược chiều Oy	Ngược chiều Ox	Cùng chiều Oz
Ngược chiều Oy	Cùng chiều Ox	Ngược chiều Oz
Song song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

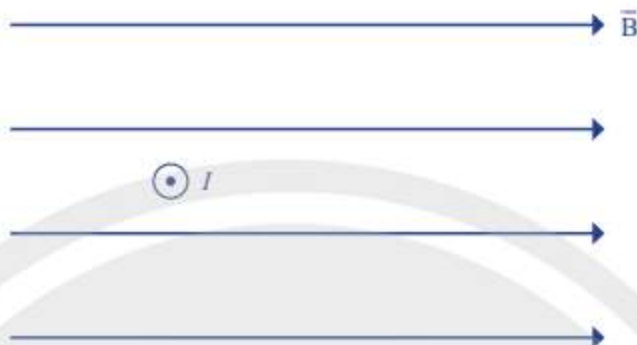


4. Xét đoạn dây dẫn thẳng mang dòng điện được đặt trong từ trường có các đường sức từ song song với đoạn dây. Có thể sử dụng quy tắc bàn tay trái để xác định lực từ tác dụng lên đoạn dây dẫn trong trường hợp này không? Thảo luận để rút ra lưu ý của quy tắc bàn tay trái.



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.

2 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 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 thử nằm cân bằng tại điểm đó.
- Chiều từ cực Nam sang cực Bắc của nam châm thử.
- 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.

a) 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?

b) Với dòng điện chạy qua dây dẫn như câu a, hãy xác định độ lớn lực từ tác dụng lên dây dẫn.

Bài giải

a) Cường độ dòng điện chạy qua đoạn dây dẫn:

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

b) 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 lý 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:

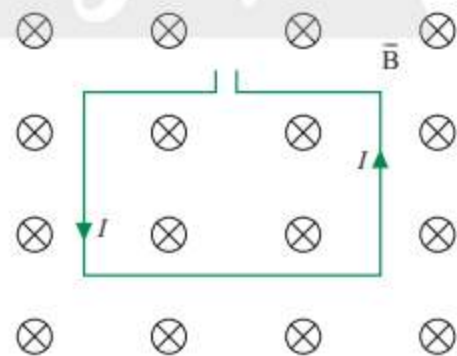
$$\vec{B}_M = \vec{B}_1 + \vec{B}_2 + \dots + \vec{B}_n \quad (10.6)$$

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?



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.

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

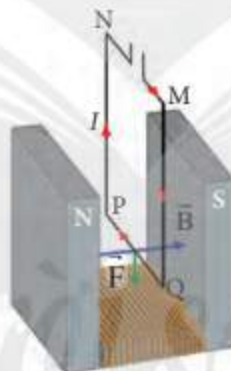
* **Mục đích:** Xác định độ lớn cảm ứng từ của từ trường nam châm điện bằng cân “dòng điện”.

* **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 sức từ vuông góc với mặt phẳng khung dây (Hình 11.1).



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.

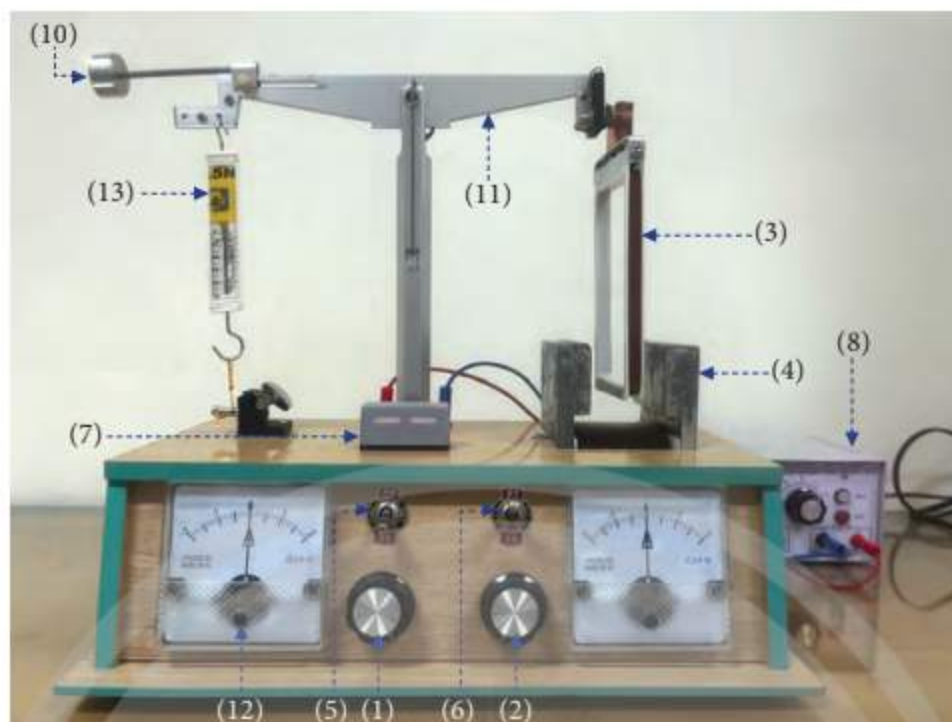
- + Nếu khung dây chỉ có 1 vòng dây thì độ lớn lực từ tác dụng lên khung dây là: $f = IBL$.
- + Nếu khung dây có N vòng dây thì lực từ tác dụng lên khung dây là tổng hợp lực từ tác dụng lên N vòng dây có cùng chiều dòng điện. Độ lớn lực từ khi đó là: $F = Nf = NIBL$.

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 từ F ta sẽ xác định được độ lớn cảm ứng từ B của nam châm.

* **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 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 $\overline{\Delta B}$ và viết kết quả phép đo $B = \bar{B} \pm \overline{\Delta B}$.

▼ **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: $\bar{B} = \frac{B_1 + B_2 + B_3}{3} = \dots\dots\dots$

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

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



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.

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

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

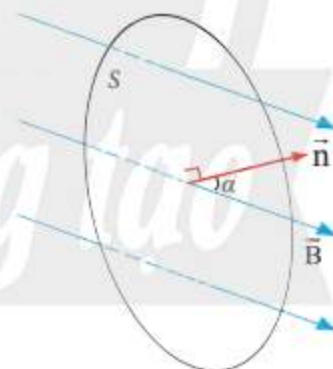
$$\Phi = BS \cos \alpha \quad (12.1)$$

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.



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.



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:

$$\Phi = NBS \cos \alpha \quad (12.2)$$



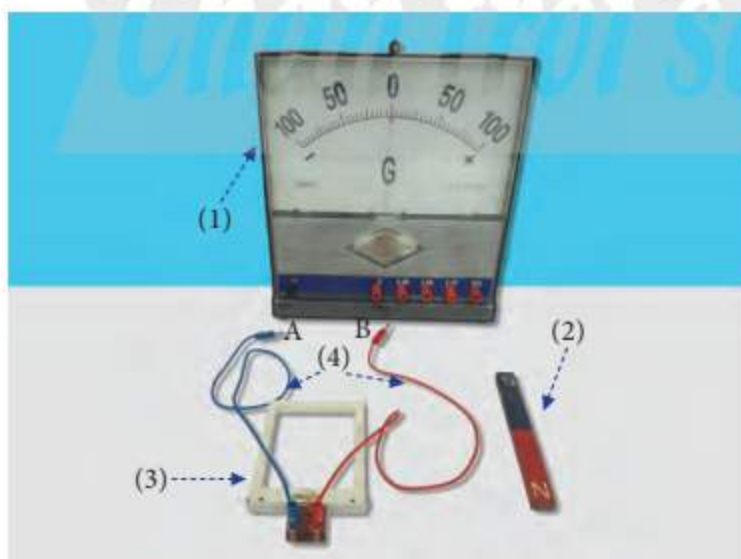
HIỆN TƯỢNG CẢM ỨNG ĐIỆN TỪ

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.



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

* 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.

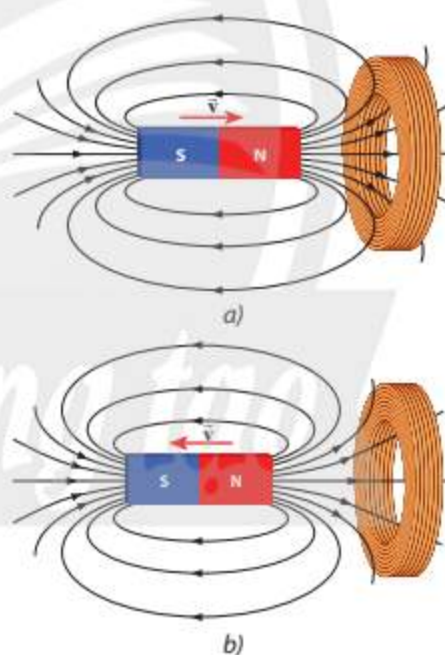


Khi từ thông qua mặt giới hạn bởi một khung dây dẫn kín biến thiên thì trong khung dây xuất hiện dòng điện cảm ứng. Hiện tượng này được gọi là hiện tượng cảm ứng điện từ.



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 xa 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.

Định luật Lenz về chiều dòng điện cảm ứng

Trong thí nghiệm trên, ta thấy rằng khi đưa nam châm lại gần hay ra xa khung dây dẫn kín thì xuất hiện dòng điện cảm ứng trong khung dây với chiều dòng điện là ngược nhau. Năm 1834, nhà vật lý Heinrich Lenz (Hen-rích Len-xơ) (1804 – 1865) đã rút ra định luật về chiều dòng điện cảm ứng.



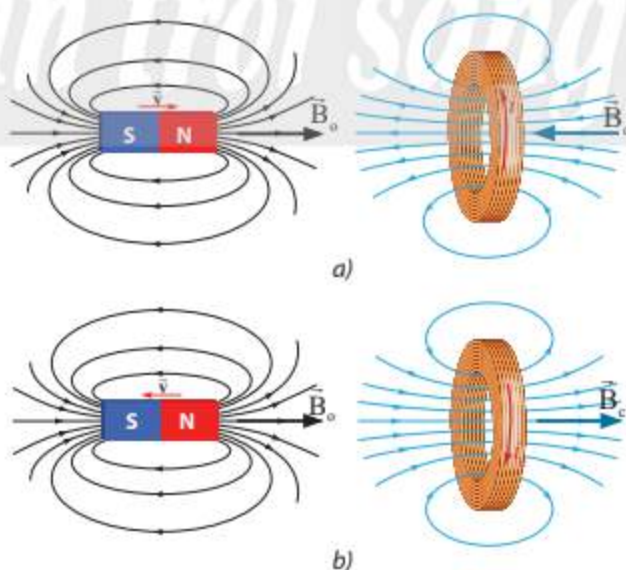
Dòng điện cảm ứng qua khung dây dẫn kín có chiều sao cho từ trường do nó sinh ra (từ trường cảm ứng) có tác dụng chống lại sự biến thiên từ thông qua chính khung dây đó.

Ví dụ: Xét nam châm và khung dây kín như Hình 12.4 trong đó vị trí của khung dây được giữ không đổi. Xác định chiều dòng điện cảm ứng qua khung dây trong hai trường hợp:

- Đưa nam châm lại gần khung dây.
- Đưa nam châm ra xa khung dây.

Bài giải

a) Khi đưa nam châm tiến lại gần khung dây thì số đường sức từ xuyên qua khung dây tăng dần, do đó từ thông qua khung dây biến thiên và trong khung dây xuất hiện dòng điện cảm ứng i_c . Theo định luật Lenz, từ trường cảm ứng có tác dụng chống lại sự biến thiên từ thông qua khung dây, do đó vectơ cảm ứng từ $\vec{B}_c$ của từ trường cảm ứng (đường màu xanh) ngược chiều với vectơ cảm ứng từ $\vec{B}_0$ của nam châm (đường màu đen). Dựa vào $\vec{B}_c$ và áp dụng quy tắc nắm tay phải, ta xác định được chiều dòng điện cảm ứng i_c trong khung dây như Hình 12.5a.



Hình 12.5. Chiều dòng điện cảm ứng i_c qua khung dây dẫn kín khi đưa nam châm lại gần (a) và ra xa (b) khung dây



6. Trong thí nghiệm ở Hình 12.3:

- Nếu ta giữ nguyên vị trí của nam châm và cho khung dây chuyển động lại gần hay ra xa nam châm thì chiều dòng điện cảm ứng qua khung dây có thay đổi không? Thực hiện thí nghiệm kiểm chứng và so sánh kết quả với thí nghiệm khi dịch chuyển nam châm lại gần hay ra xa khung dây.
- Nếu ta cho nam châm và khung dây chuyển động với cùng vận tốc thì trong khung dây có xuất hiện dòng điện cảm ứng không? Vì sao?

b) Khi đưa nam châm ra xa khung dây thì số đường sức từ xuyên qua khung dây giảm dần, do đó từ thông qua khung dây biến thiên và trong khung dây xuất hiện dòng điện cảm ứng i_c . Theo định luật Lenz, từ trường cảm ứng có tác dụng chống lại sự biến thiên từ thông qua khung dây, do đó vectơ cảm ứng từ $\vec{B}_c$ của từ trường cảm ứng (đường màu xanh) cùng chiều với vectơ cảm ứng từ $\vec{B}_0$ của nam châm (đường màu đen). Dựa vào $\vec{B}_c$ và áp dụng quy tắc nắm tay phải, ta xác định được chiều dòng điện cảm ứng i_c trong khung dây như Hình 12.5b.

► Định luật Faraday về suất điện động cảm ứng

Dựa vào sự xuất hiện dòng điện cảm ứng trong khung dây dẫn kín ở thí nghiệm Hình 12.3, ta có thể coi trong khung dây tồn tại một nguồn điện. Suất điện động của nguồn này được gọi là **suất điện động cảm ứng**. Vậy suất điện động cảm ứng là suất điện động sinh ra dòng điện cảm ứng trong mạch kín.

Thực nghiệm chứng tỏ rằng, độ lớn suất điện động cảm ứng trong mạch kín tỉ lệ với tốc độ biến thiên từ thông qua mạch kín đó:

$$|e| = k \left| \frac{\Delta\Phi}{\Delta t} \right| \quad (12.3)$$

Trong hệ SI, hệ số tỉ lệ $k = 1$. Đây là nội dung định luật Faraday về suất điện động cảm ứng, được Michael Faraday (Mai-cơn Pha-ra-đây) (1791 – 1867) đưa ra vào năm 1831.



Độ lớn suất điện động cảm ứng trong khung dây dẫn kín tỉ lệ với tốc độ biến thiên từ thông qua diện tích giới hạn bởi khung dây.

Trong hệ SI, độ lớn suất điện động cảm ứng được xác định bằng biểu thức:

$$|e| = \left| \frac{\Delta\Phi}{\Delta t} \right|$$

và có đơn vị là vôn (V).



Trong trường hợp từ thông qua khung dây dẫn kín biến thiên không đều, xét trong khoảng thời gian Δt đủ nhỏ, suất điện động cảm ứng tại thời điểm t được xác định bởi biểu thức:

$$e(t) = - \frac{d\Phi}{dt}$$

Lưu ý: Khi kết hợp với nội dung định luật Lenz, biểu thức (12.3) được viết lại:

$$e = - \frac{\Delta\Phi}{\Delta t} \quad (12.4)$$

Trong trường hợp khung dây có N vòng dây thì:

$$e = -N \frac{\Delta\Phi}{\Delta t} \quad (12.5)$$

với $\Delta\Phi$ là độ biến thiên từ thông qua diện tích giới hạn bởi một vòng dây.

Ví dụ: Xét một khung dây dẫn kín, hình vuông có cạnh dài 8 cm được đặt trong từ trường đều có độ lớn cảm ứng từ $2 \cdot 10^{-4}$ T. Biết vectơ đơn vị pháp tuyến của mặt phẳng khung dây hợp với vectơ cảm ứng từ một góc 30° . Tính độ lớn suất điện động cảm ứng sinh ra trong khung dây khi độ lớn cảm ứng từ qua khung dây giảm đều về 0 trong khoảng thời gian 0,01 s.

Bài giải

Diện tích khung dây: $S = 8 \cdot 8 = 64 \text{ cm}^2 = 64 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2$.

Từ thông qua khung dây khi cảm ứng từ có độ lớn $2 \cdot 10^{-4}$ T:

$$\Phi_1 = BS \cos \alpha = 2 \cdot 10^{-4} \cdot 64 \cdot 10^{-4} \cdot \cos 30^\circ \approx 1,1 \cdot 10^{-6} \text{ Wb}$$

Từ thông qua khung dây khi cảm ứng từ có độ lớn 0 T:

$$\Phi_2 = 0 \text{ Wb}$$

Độ lớn suất điện động cảm ứng sinh ra trong khung dây:

$$|e| = \left| \frac{\Delta \Phi}{\Delta t} \right| = \left| \frac{-1,1 \cdot 10^{-6}}{0,01} \right| = 1,1 \cdot 10^{-4} \text{ V}$$

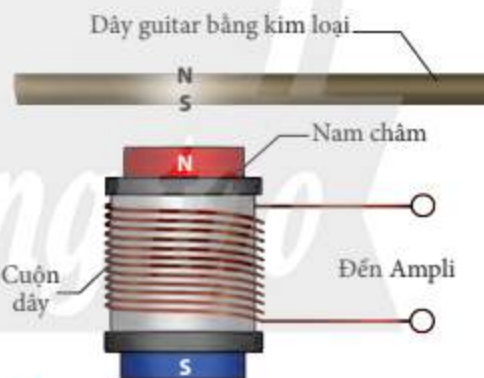
Ứng dụng của hiện tượng cảm ứng điện từ

Guitar điện

Một ứng dụng thú vị của hiện tượng cảm ứng điện từ là tạo ra âm thanh trong đàn guitar điện. Bộ cảm ứng (pickup) của guitar điện gồm một cuộn dây và một nam châm vĩnh cửu, được đặt gần dây đàn guitar bằng kim loại có thể nhiễm từ (Hình 12.6). Khi gảy đàn, đoạn dây gần nam châm bị nhiễm từ dao động và tạo ra sự biến thiên từ thông qua cuộn dây của bộ cảm ứng, từ đó tạo ra một suất điện động cảm ứng. Tín hiệu điện được đưa đến một bộ khuếch đại và loa, tạo ra sóng âm thanh mà chúng ta nghe được.



7. Trong hiện tượng cảm ứng điện từ như thí nghiệm ở Hình 12.5, có sự chuyển hoá từ dạng năng lượng nào sang điện năng?

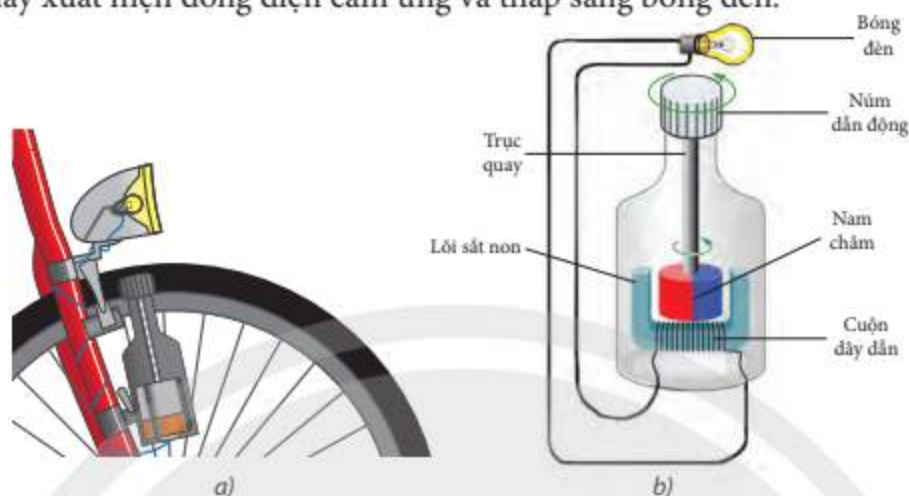


Hình 12.6. Cấu tạo bộ cảm ứng (pickup) trong đàn guitar điện

8. Nêu vai trò của nam châm vĩnh cửu trong đàn guitar điện.

Dynamo xe đạp

Dynamo xe đạp (Hình 12.7a) cũng là một ứng dụng khác của hiện tượng cảm ứng điện từ. Các bộ phận cơ bản của dynamo được minh hoạ như Hình 12.7b. Khi bánh xe quay, núm dẫn động và nam châm cũng quay theo, do đó từ thông qua cuộn dây biến thiên. Lúc này, trong cuộn dây xuất hiện dòng điện cảm ứng và thắp sáng bóng đèn.



▲ Hình 12.7. a) Dynamo trên xe đạp; b) Cấu tạo của dynamo trên xe đạp



Một khung dây dẫn kín có diện tích 20 cm^2 , quay đều trong từ trường đều có cảm ứng từ bằng $0,02 \text{ T}$. Tính độ lớn suất điện động cảm ứng sinh ra trong vòng dây khi góc hợp bởi vectơ cảm ứng từ và vectơ đơn vị pháp tuyến của mặt phẳng khung dây thay đổi từ 30° đến 60° trong khoảng thời gian $0,1$ giây.



Dựa vào sách, báo, internet,... em hãy tìm hiểu cấu tạo và nguyên lý hoạt động của bếp từ.



SÓNG ĐIỆN TỪ

Điện từ trường

Từ hiện tượng cảm ứng điện từ, ta thấy rằng khi từ trường qua khung dây biến thiên thì trong khung dây xuất hiện dòng điện cảm ứng. Nghĩa là, trong khung dây sẽ tồn tại một điện trường với vectơ cường độ điện trường tại mỗi điểm cùng chiều với chiều dòng điện cảm ứng. Như vậy, đường sức điện trong trường hợp này là một đường cong kín. Điện trường có tính chất này được gọi là điện trường xoáy.

Thực nghiệm cũng chứng tỏ rằng, khi điện trường biến thiên theo thời gian thì trong không gian đó xuất hiện từ trường biến thiên theo thời gian. Như vậy, điện trường biến thiên và từ trường biến thiên theo thời gian cùng tồn tại trong không gian; chúng chuyển hoá lẫn nhau và được gọi là điện từ trường.



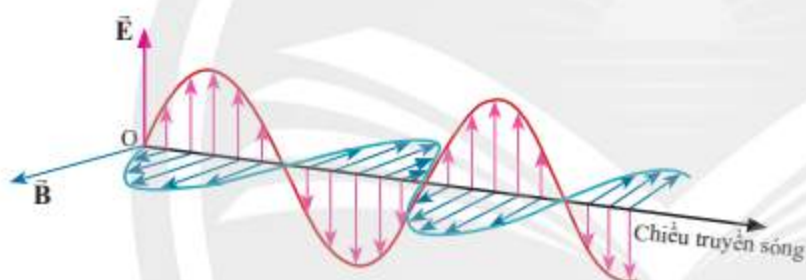
9. So sánh hình dạng của đường sức điện của điện trường tĩnh và điện trường xoáy.



Trong vùng không gian có từ trường biến thiên theo thời gian thì trong vùng đó xuất hiện một điện trường xoáy; ngược lại, trong vùng không gian có điện trường biến thiên theo thời gian thì trong vùng đó xuất hiện một từ trường biến thiên theo thời gian. Do đó, điện trường biến thiên và từ trường biến thiên theo thời gian chuyển hoá lẫn nhau và cùng tồn tại trong không gian, được gọi là điện từ trường.

➤ Mô hình sóng điện từ

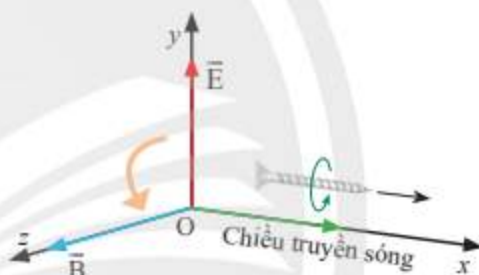
Quá trình lan truyền của điện từ trường trong không gian gọi là sóng điện từ. Trong quá trình lan truyền, tại một điểm, vectơ cường độ điện trường $\vec{E}$ và vectơ cảm ứng từ $\vec{B}$ luôn dao động cùng pha, vuông góc với nhau và vuông góc với phương truyền sóng điện từ như Hình 12.8. Do đó, sóng điện từ là sóng ngang. Để xác định chiều của vectơ cường độ điện trường, vectơ cảm ứng từ và chiều truyền của sóng điện từ tại một điểm, ta sử dụng quy tắc vận đinh ốc: Quay đinh ốc theo chiều từ vectơ cường độ điện trường đến vectơ cảm ứng từ thì chiều tiến của đinh ốc là chiều lan truyền của sóng điện từ (Hình 12.9).



▲ Hình 12.8. Mô hình sự lan truyền sóng điện từ



10. Nhắc lại một số tính chất cơ bản của sóng điện từ mà em đã được học trong Chương trình Vật lý 11.

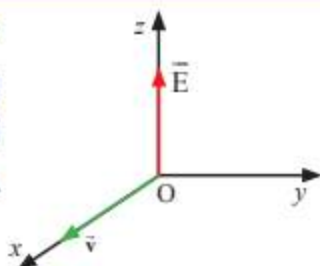


▲ Hình 12.9. Minh họa quy tắc vận đinh ốc

Trong Chương trình Vật lý 11, các em đã được học thang sóng điện từ cho biết dải bước sóng ứng với các loại sóng điện từ khác nhau. Mỗi loại sóng điện từ có tác dụng và ứng dụng khác nhau. Các sóng điện từ có bước sóng càng nhỏ thì năng lượng càng lớn và độ đâm xuyên càng cao. Ánh sáng có bản chất là sóng điện từ và mắt người chỉ cảm nhận được thành phần điện trường.



Xác định vectơ cảm ứng từ $\vec{B}$ của sóng điện từ tại một thời điểm trong Hình 12.10.



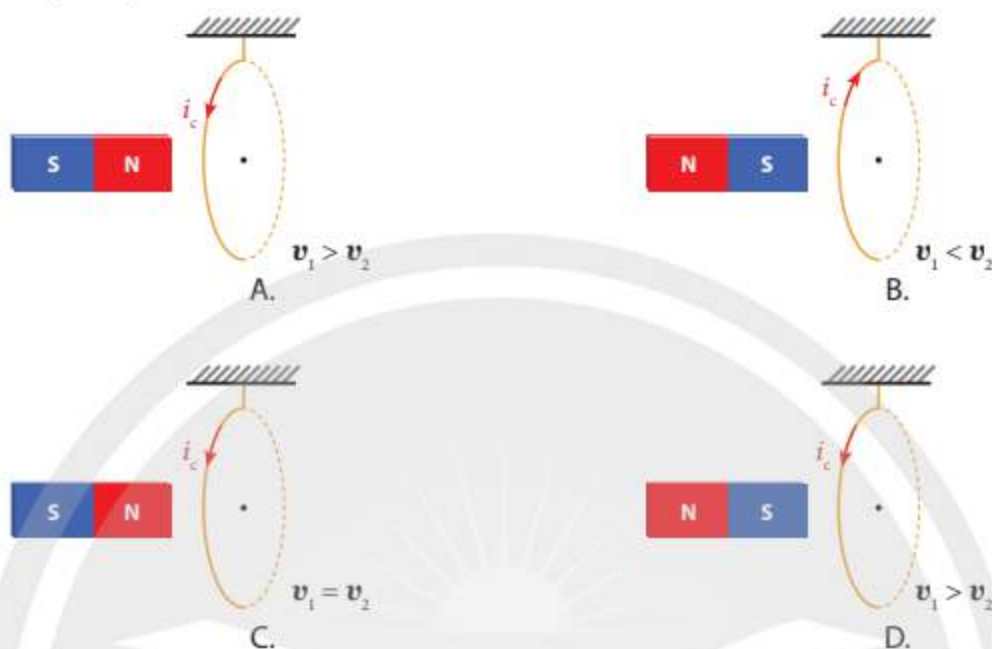
▲ Hình 12.10. Phương, chiều vectơ cường độ điện trường $\vec{E}$ và chiều truyền sóng tại một điểm trong không gian ở một thời điểm xác định



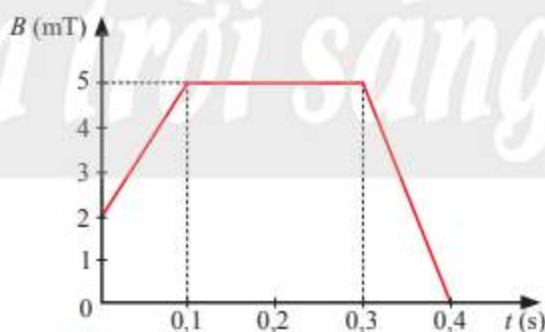
Dựa vào kiến thức đã học và sách, báo, internet,... em hãy viết bài luận ngắn về ứng dụng của tia tử ngoại trong việc điều trị bệnh còi xương cho trẻ em.

BÀI TẬP

1. Xét một khung dây và nam châm thẳng đang chuyển động cùng chiều sang phải với tốc độ lần lượt là v_1 và v_2 . Hình nào biểu diễn đúng chiều dòng điện cảm ứng qua khung dây?



2. Thành phần từ trường của một sóng điện từ tại điểm M biến thiên theo phương trình $B = 3\cos(\omega t + \varphi)$ (mT). Tại thời điểm cường độ điện trường tại M đạt cực đại thì độ lớn cảm ứng từ tại điểm đó bằng bao nhiêu?
3. Một khung dây dẫn kín, phẳng có diện tích 10 cm^2 , gồm 100 vòng dây, đặt trong từ trường có vectơ cảm ứng từ vuông góc với mặt phẳng khung dây. Độ lớn cảm ứng từ biến thiên theo thời gian như đồ thị trong Hình 12P.1. Vẽ đồ thị độ lớn suất điện động cảm ứng sinh ra trong khung dây theo thời gian.



▲ Hình 12P.1. Sự biến thiên của độ lớn cảm ứng từ theo thời gian

Bài 13

ĐẠI CƯƠNG VỀ DÒNG ĐIỆN XOAY CHIỀU

- Phương pháp tạo ra dòng điện xoay chiều.
- Chu kì, tần số, giá trị cực đại, giá trị hiệu dụng của cường độ dòng điện và điện áp (hiệu điện thế) xoay chiều.
- Một số ứng dụng của dòng điện xoay chiều trong cuộc sống và tầm quan trọng của việc tuân thủ quy tắc an toàn khi sử dụng dòng điện xoay chiều trong cuộc sống.



Nhà máy thủy điện Hoà Bình (Hình 13.1) là một trong số các nhà máy thủy điện nổi tiếng ở Việt Nam, với tổng sản lượng điện sản xuất kể từ khi được đưa vào vận hành đến tháng 9/2023 là 270 tỉ kW.h (Nguồn: EVN). Dòng điện được tạo ra và truyền đi từ nhà máy điện đến nơi tiêu thụ là dòng điện xoay chiều. Vậy dòng điện xoay chiều có những đặc điểm gì?



▲ Hình 13.1. Nhà máy thủy điện Hoà Bình



DÒNG ĐIỆN XOAY CHIỀU

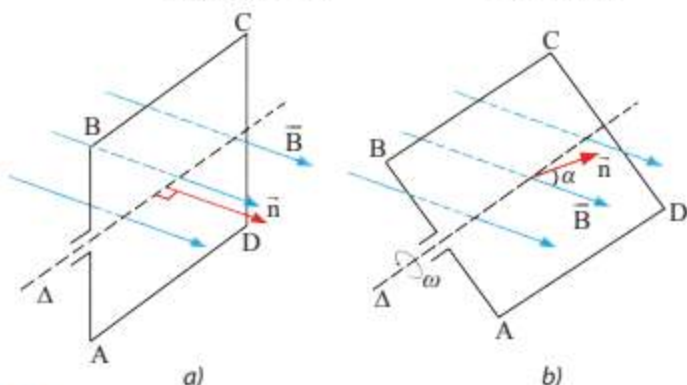
Khái niệm

Xét một khung dây dẫn phẳng kín có diện tích S (gồm N vòng dây) được đặt trong một từ trường đều. Khung dây có thể quay quanh trục Δ cố định nằm trong mặt phẳng của khung dây. Tại thời điểm ban đầu ($t = 0$), khung dây được đặt vuông góc với cảm ứng từ $\vec{B}$ (Hình 13.2a). Khi đó, từ thông qua khung dây là:

$$\Phi(t = 0) = NBS\cos 0^\circ = NBS \quad (13.1)$$

Thời điểm $t = 0$

Thời điểm t



▲ Hình 13.2. Khung dây dẫn quay đều trong từ trường đều



1. Dựa vào định luật Faraday, để xuất một số phương pháp tạo ra suất điện động cảm ứng trong khung dây dẫn kín.

Bắt đầu cho khung dây quay đều với tốc độ góc ω quanh trục Δ . Tại thời điểm t bất kì, vectơ $\vec{n}$ hợp với vectơ $\vec{B}$ góc $\alpha = \omega t$ (Hình 13.2b). Khi đó, từ thông qua khung dây là:

$$\Phi(t) = NBS\cos\alpha = NBS\cos\omega t \quad (13.2)$$

Trong khoảng thời gian từ 0 đến t , từ thông qua khung dây biến thiên, do đó trong khung dây xuất hiện dòng điện cảm ứng. Theo định luật Faraday, suất điện động cảm ứng tại thời điểm t được xác định bởi biểu thức:

$$e(t) = -\frac{d\Phi}{dt} = NBS\omega \sin\omega t = NBS\omega \cos\left(\omega t - \frac{\pi}{2}\right) \quad (13.3)$$

Tổng quát, suất điện động cảm ứng xuất hiện trong khung dây dẫn kín gồm N vòng dây tại thời điểm t khi có hiện tượng cảm ứng điện từ có dạng:

$$e(t) = NBS\omega \cos(\omega t + \varphi_0) = E_0 \cos(\omega t + \varphi_0) \quad (13.4)$$

Đây là suất điện động xoay chiều biến đổi theo thời gian theo quy luật hàm cosin (sin), được gọi là **suất điện động xoay chiều**, có giá trị cực đại là $E_0 = NBS\omega$. Suất điện động được tạo bởi các máy phát điện xoay chiều (Hình 13.3) cũng có biểu thức như (13.4). Chu kì và tần số của suất điện động xoay chiều được xác định bởi các công thức:

$$T = \frac{2\pi}{\omega} \text{ và } f = \frac{1}{T} = \frac{\omega}{2\pi}$$

Khi nối hai đầu khung dây với mạch ngoài tiêu thụ điện (có điện trở R , tụ điện C hoặc cuộn dây L), những phép đo cho thấy trong mạch xuất hiện dòng điện có cường độ biến thiên điều hoà theo thời gian. Đây được gọi là **dòng điện xoay chiều**.



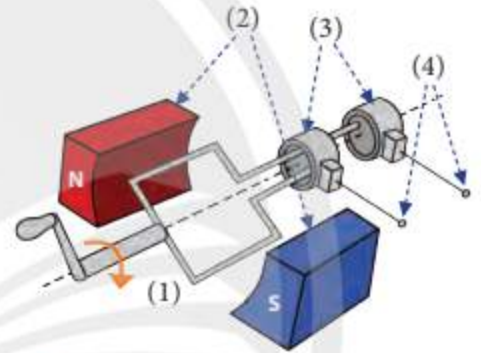
Dòng điện xoay chiều là dòng điện có cường độ biến thiên điều hoà theo thời gian.



Từ các dụng cụ: 1 khung dây hình chữ nhật có thể quay đều quanh một trục cố định (trục đối xứng của khung và nằm trong mặt phẳng khung), 2 vật dẫn, 1 nam châm chữ U tạo ra một từ trường đều đủ rộng, 1 cặp dây dẫn. Em hãy thiết kế phương án thí nghiệm để tạo ra dòng điện xoay chiều.



2. Hình 13.3 là mô hình máy phát điện xoay chiều đơn giản, bao gồm khung dây (1) được đặt trong từ trường của nam châm (2), khung dây được nối với hai vành khuyên (3) và hai thanh quét (4) để đưa dòng điện ra ngoài. Hãy trình bày nguyên tắc tạo suất điện động xoay chiều bởi máy này.



▲ Hình 13.3. Mô hình máy phát điện xoay chiều đơn giản



Có thể dùng thanh nam châm thẳng để tạo ra dòng điện xoay chiều trong khung dây kín không? Vì sao?

Điện áp xoay chiều và cường độ dòng điện xoay chiều

Khi nối hai cực của máy phát điện xoay chiều với một đoạn mạch tiêu thụ điện thì trong mạch có dòng điện xoay chiều với tần số bằng tần số của suất điện động do máy phát điện tạo ra. Giữa hai đầu đoạn mạch có hiệu điện thế biến thiên điều hoà theo thời gian, được gọi là **điện áp (hiệu điện thế) xoay chiều**.

Thực nghiệm chứng tỏ điện áp xoay chiều và cường độ dòng điện xoay chiều dao động cùng tần số hay cùng chu kỳ (Hình 13.4).



Trong trường hợp tổng quát, biểu thức của điện áp xoay chiều giữa hai đầu đoạn mạch và cường độ dòng điện xoay chiều chạy trong mạch có dạng:

$$u = U_0 \cos(\omega t + \varphi_u) \quad (13.5)$$

$$i = I_0 \cos(\omega t + \varphi_i) \quad (13.6)$$

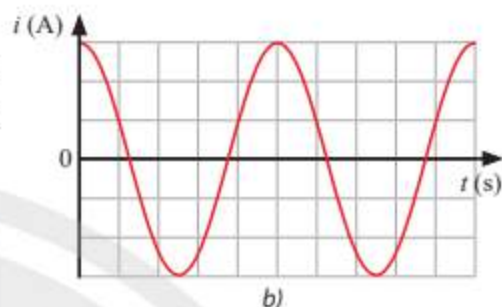
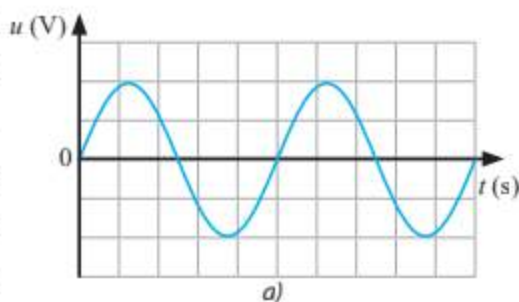
Trong các biểu thức (13.5) và (13.6):

- + ω là tần số góc của dòng điện xoay chiều, bằng tần số góc của suất điện động cảm ứng do máy phát điện xoay chiều tạo ra.
- + u và i là giá trị tức thời của điện áp giữa hai đầu đoạn mạch và cường độ dòng điện trong mạch.
- + U_0 và I_0 là độ lớn cực đại (biên độ) của điện áp và cường độ dòng điện xoay chiều.
- + φ_u và φ_i là pha ban đầu của điện áp và cường độ dòng điện xoay chiều.

Trong hệ SI, điện áp và cường độ dòng điện xoay chiều lần lượt được đo bằng đơn vị vôn (V) và ampe (A); đơn vị đo của ω và φ lần lượt là rad/s và rad.

2 CÁC GIÁ TRỊ HIỆU DỤNG

Trong thực tế, khi để cập dòng điện xoay chiều, ta thường sử dụng các giá trị hiệu dụng của cường độ dòng điện và điện áp. Thực nghiệm chứng tỏ rằng, dòng điện xoay chiều cũng có tác dụng nhiệt như dòng điện không đổi.



Hình 13.4. Sự biến thiên của điện áp xoay chiều (a) và cường độ dòng điện xoay chiều (b) theo thời gian



3. Quan sát Hình 13.4, hãy xác định độ lệch pha của $i(t)$ và $u(t)$.

4. Nêu ví dụ thực tế chứng tỏ dòng điện xoay chiều cũng có tác dụng nhiệt.

Cho dòng điện xoay chiều có cường độ dòng điện $i = I_0 \cos \omega t$ chạy qua một đoạn mạch tiêu thụ chỉ có điện trở R . Khi đó, công suất toả nhiệt trên điện trở R tại thời điểm t (công suất tức thời) được xác định bởi:

$$p = Ri^2 = RI_0^2 \cos^2 \omega t$$

Từ các biến đổi lượng giác, ta rút ra được công suất toả nhiệt trung bình trên điện trở R trong một chu kì:

$$\mathcal{P} = \frac{1}{2} RI_0^2$$

Nhiệt lượng toả ra trên điện trở R trong thời gian t đủ dài:

$$Q = \frac{1}{2} RI_0^2 t \quad (13.7)$$

Trong trường hợp nếu cho dòng điện không đổi I đi qua đoạn mạch chỉ có điện trở R sao cho nhiệt lượng toả ra trong thời gian t cũng là Q , ta có:

$$Q = RI^2 t \quad (13.8)$$

Từ (13.7) và (13.8), ta rút ra:

$$I = \frac{I_0}{\sqrt{2}} \quad (13.9)$$

Khi đó đại lượng I xác định theo cách trên được gọi là **cường độ hiệu dụng** của dòng điện xoay chiều.



Giá trị hiệu dụng của cường độ dòng điện xoay chiều bằng cường độ của dòng điện không đổi, nếu cho hai dòng điện này lần lượt đi qua cùng một điện trở thì nhiệt lượng toả ra trong thời gian đủ dài là bằng nhau.

$$I = \frac{I_0}{\sqrt{2}}$$

Ngoài ra, đối với dòng điện xoay chiều, người ta cũng định nghĩa giá trị hiệu dụng của điện áp ở hai đầu đoạn mạch là:

$$U = \frac{U_0}{\sqrt{2}}$$

và suất điện động hiệu dụng của nguồn điện là:

$$E = \frac{E_0}{\sqrt{2}}$$



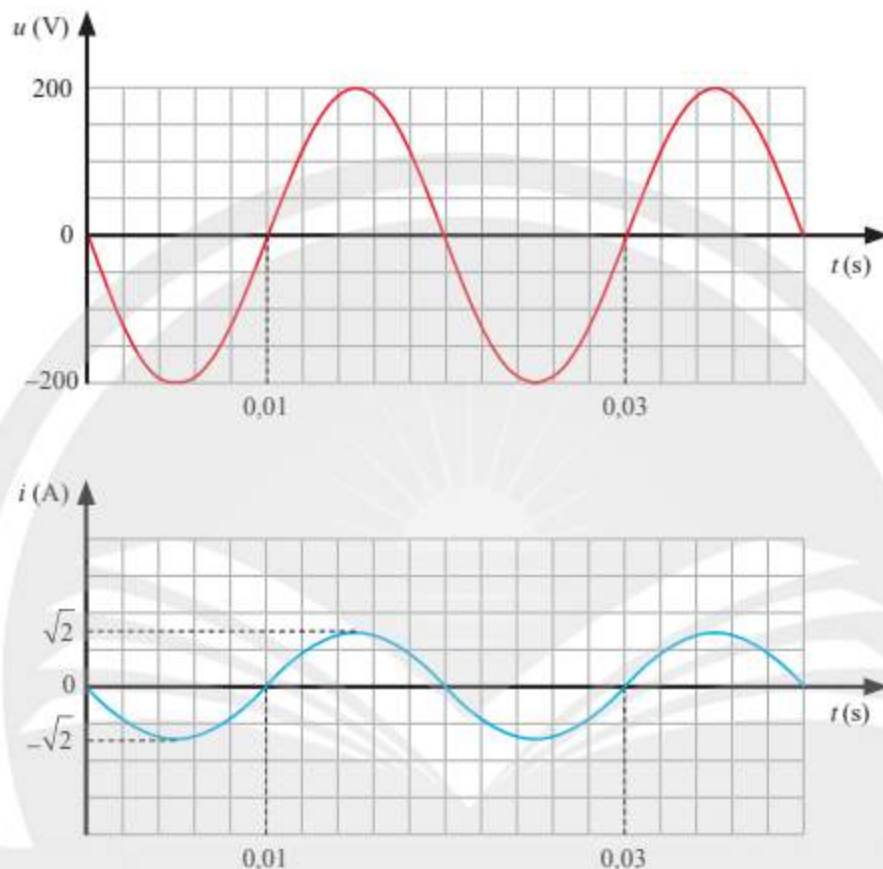
5. Đồng hồ đo điện đa năng hiện số là thiết bị có thể được sử dụng để đo cường độ dòng điện và điện áp của dòng điện xoay chiều. Số hiển thị trên màn hình khi tiến hành đo thể hiện giá trị nào của dòng điện?



Xét dòng điện xoay chiều đi qua đoạn mạch chỉ chứa điện trở R . Đồ thị điện áp – thời gian và cường độ dòng điện – thời gian được mô tả trong Hình 13.5.

a) Hãy xác định giá trị cực đại, giá trị hiệu dụng, chu kì và tần số của cường độ dòng điện và điện áp.

b) Nhận xét về pha dao động của cường độ dòng điện và điện áp.



▲ Hình 13.5. Đồ thị mô tả sự phụ thuộc của điện áp u và cường độ dòng điện i theo thời gian t .



Em hãy sắp xếp đúng thứ tự các bước bên dưới để đo giá trị cường độ dòng điện hiệu dụng chạy qua bóng đèn dây tóc bằng cách sử dụng đồng hồ đo điện đa năng hiện số.

- Mắc nối tiếp đồng hồ với đoạn mạch (có bóng đèn dây tóc và khoá K mở) cần đo cường độ dòng điện.
- Đóng khoá K.
- Chọn thang đo thích hợp.
- Khi các chữ số hiển thị trên màn hình đã ổn định, đọc trị số của cường độ dòng điện.
- Ngắt khoá K và tháo mạch điện.
- Kết thúc thao tác đo, nhấn nút ON/OFF để tắt đồng hồ.
- Tìm hiểu các quy tắc an toàn điện.
- Nhấn nút ON/OFF để bật đồng hồ.

ỨNG DỤNG DÒNG ĐIỆN XOAY CHIỀU TRONG CUỘC SỐNG

Dòng điện xoay chiều có ưu thế trong việc truyền tải điện năng đi xa nên được sử dụng trong mọi hoạt động của cuộc sống.

Truyền tải điện năng đi xa

Trong quá trình truyền tải điện năng từ nhà máy điện đến nơi tiêu thụ, dây dẫn toả nhiệt theo định luật Joule – Lenz, do đó một phần điện năng bị hao phí. Thực tế và lí thuyết đã chứng tỏ để giảm hao phí trong quá trình truyền tải một cách hiệu quả nhất thì trước khi truyền tải, điện áp cần được tăng lên. Khi đến nơi tiêu thụ, điện áp được hạ xuống để phù hợp với mục đích sử dụng. Thiết bị điều chỉnh điện áp trong quá trình truyền tải là máy biến áp.

Dùng trong sinh hoạt và sản xuất

Dòng điện xoay chiều được sử dụng trong:

- Lò luyện kim, chế tạo mỏ hàn, bàn ủi, bếp từ, bình đun nước, lò vi sóng,...
- Các loại đèn thấp sáng.
- Động cơ của các thiết bị như quạt điện, máy giặt,...

Dòng điện xoay chiều cũng được sử dụng trong việc chế tạo các nam châm điện của cần cẩu để nâng các vật khối lượng lớn (Hình 13.6). Ngoài ra, dòng điện xoay chiều cũng có tác dụng sinh lí được sử dụng trong điều trị bệnh như: châm cứu, kích tim,...

QUY TẮC AN TOÀN ĐIỆN

Ngày nay, vấn đề an toàn điện trong gia đình được chú trọng rất nhiều. Việc sử dụng điện không đúng cách sẽ ảnh hưởng nghiêm trọng đến tính mạng con người và tài sản của chúng ta (Hình 13.7).

Dưới đây là một số quy tắc để đảm bảo an toàn khi sử dụng điện trong gia đình:

- Lắp đặt thiết bị đóng ngắt điện đúng cách và ở vị trí phù hợp.



6. Theo em, để giảm hao phí điện năng trong quá trình truyền tải điện từ nhà máy điện đến nơi tiêu thụ, cần tối thiểu bao nhiêu máy biến áp?

7. Liệt kê một số đồ dùng sinh hoạt trong gia đình có sự chuyển hoá điện năng chủ yếu thành nhiệt năng hoặc cơ năng.



▲ Hình 13.6. Cần cẩu sử dụng nam châm điện



▲ Hình 13.7. Hoả hoạn có thể xảy ra khi không tuân thủ quy tắc an toàn điện

- Lựa chọn thiết bị điện phù hợp và chất lượng tốt.
- Không chạm vào dụng cụ sử dụng điện khi tay ướt.
- Tránh sử dụng thiết bị điện khi đang sạc.
- Không được chạm tay vào những chỗ hở của dây điện hay cầu dao, cầu chì không có nắp che khi chưa cắt nguồn điện.
- Kiểm tra hệ thống mạng điện và bảo trì thiết bị điện định kì.



8. Quan sát Hình 13.8 và liệt kê những điều nên và không nên làm để đảm bảo an toàn khi sử dụng điện trong gia đình.



a)



b)



c)



d)



e)



f)

▲ Hình 13.8. Một số tình huống nên và không nên làm để đảm bảo an toàn điện



Hãy nêu một số quy tắc an toàn điện trong phòng thí nghiệm.



Điện năng là nguồn năng lượng chủ yếu trong cuộc sống sinh hoạt và sản xuất của con người. Tuy nhiên việc sử dụng điện không đúng cách có thể làm phát sinh các tình huống nguy hiểm. Để đảm bảo an toàn điện trong gia đình và trong trường học, ta cần phải:

- Nắm được thông tin liên quan đến các rủi ro và nguy hiểm về điện có thể xảy ra.
- Tuân thủ các quy tắc an toàn về điện để đảm bảo an toàn cho bản thân và cộng đồng.
- Trong phòng thí nghiệm ở trường học, những rủi ro và nguy hiểm về điện phải được cảnh báo rõ ràng bằng các biển báo. Học sinh cần tuân thủ các yêu cầu của nhân viên phòng thí nghiệm và giáo viên về các quy định an toàn điện.

Việc tuân thủ quy tắc an toàn khi sử dụng điện có ý nghĩa quan trọng trong học tập và đời sống.



Tìm hiểu và trình bày một số quy tắc an toàn điện trong sản xuất và kinh doanh.

BÀI TẬP

1. Trong các biểu thức dưới đây (trong đó t được đo bằng s), biểu thức nào biểu diễn đúng cường độ dòng điện xoay chiều có chu kì 0,02 s và giá trị hiệu dụng là $\sqrt{2}$ A?

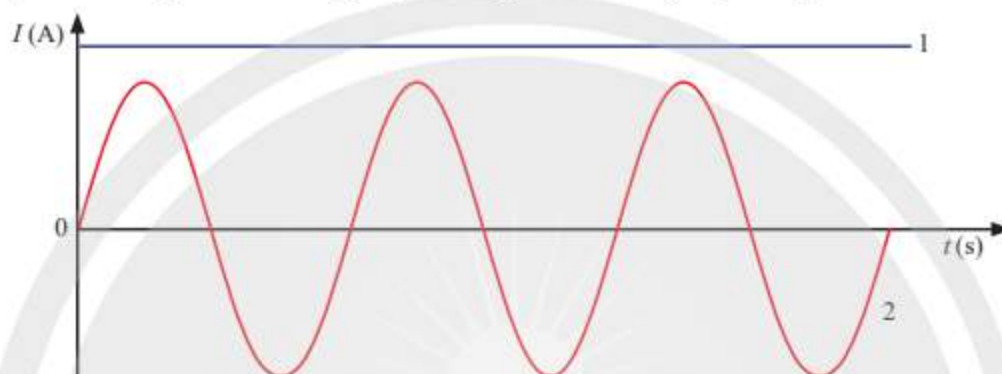
A. $i = \sqrt{2}\cos\left(100\pi t + \frac{\pi}{2}\right)$ (A).

B. $i = \sqrt{2}\cos(50\pi t)$ (A).

C. $i = 2\cos\left(100\pi t + \frac{\pi}{2}\right)$ (A).

D. $i = 2\cos(50\pi t)$ (A).

2. Dựa vào Hình 13P.1, hãy cho biết đường nào là đường biểu diễn sự phụ thuộc của cường độ dòng điện vào thời gian của dòng điện không đổi và dòng điện xoay chiều. Giải thích.



Hình 13P.1. Mối liên hệ giữa cường độ dòng điện và thời gian

3. Xét một mạch tạo sóng với đầu ra được nối với một dao động kí điện tử dùng để hiển thị mối liên hệ giữa cường độ của tín hiệu điện áp theo thời gian. Dựa vào hình ảnh quan sát được trên màn hình của dao động kí điện tử trong Hình 13P.2, hãy xác định tần số của dòng điện xoay chiều được tạo ra bởi mạch tạo sóng âm tần nói trên. Biết mỗi ô trên trục hoành ứng với khoảng thời gian 0,5 ms.



Hình 13P.2. Mối liên hệ giữa cường độ của tín hiệu điện áp theo thời gian

4. Cường độ dòng điện xoay chiều qua một đoạn mạch có biểu thức $i = 3\cos\omega t$ (A), trong đó t được đo bằng s. Biết rằng trong thời gian 0,1 s thì dòng điện tăng từ giá trị 0 A đến 3 A. Hãy tính tần số góc của dòng điện xoay chiều qua đoạn mạch.

TỔNG KẾT CHƯƠNG 3

1 KHÁI NIỆM TỪ TRƯỜNG

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

2 LỰC TỪ

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 choãi ra 90° chỉ chiều của lực từ tác dụng lên dòng điện.
- Độ lớn: $F = BIL\sin\theta$.

3 CẢM ỨNG TỪ

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

$$B = \frac{F}{IL \sin \theta}$$

Trong hệ SI, cảm ứng từ có đơn vị là tesla (T).

4 TỪ THÔNG

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

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

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

5 HIỆN TƯỢNG CẢM ỨNG ĐIỆN TỪ

- Hiện tượng cảm ứng điện từ là hiện tượng xuất hiện dòng điện cảm ứng trong khung dây khi từ thông qua mặt giới hạn bởi một khung dây dẫn kín biến thiên.
- Dòng điện cảm ứng qua khung dây dẫn kín có chiều sao cho từ trường do nó sinh ra có tác dụng chống lại sự biến thiên từ thông qua chính khung dây đó.
- Độ lớn suất điện động cảm ứng trong khung dây dẫn kín tỉ lệ với tốc độ biến thiên từ thông qua diện tích giới hạn bởi khung dây.

Trong hệ SI, độ lớn suất điện động cảm ứng được xác định bằng biểu thức:

$$|e| = \left| \frac{\Delta \Phi}{\Delta t} \right|$$

và có đơn vị là vôn (V).

6 ĐIỆN TỪ TRƯỜNG

Trong vùng không gian có từ trường biến thiên theo thời gian thì trong vùng đó xuất hiện một điện trường xoáy; ngược lại, trong vùng không gian có điện trường biến thiên theo thời gian thì trong vùng đó xuất hiện một từ trường biến thiên theo thời gian. Do đó, điện trường biến thiên và từ trường biến thiên theo thời gian chuyển hoá lẫn nhau và cùng tồn tại trong không gian, được gọi là điện từ trường.

7 DÒNG ĐIỆN XOAY CHIỀU

- Dòng điện xoay chiều là dòng điện có cường độ biến thiên điều hoà theo thời gian.
- Biểu thức của điện áp xoay chiều giữa hai đầu đoạn mạch và cường độ dòng điện xoay chiều chạy trong mạch có dạng:

$$u = U_0 \cos(\omega t + \varphi_u)$$

$$i = I_0 \cos(\omega t + \varphi_i)$$

VẬT LÝ HẠT NHÂN

Chương 4

Bài 14

HẠT NHÂN VÀ MÔ HÌNH NGUYÊN TỬ

- Sự tồn tại hạt nhân của nguyên tử.
- Kích thước hạt nhân và kí hiệu hạt nhân của nguyên tử.
- Mô hình đơn giản của nguyên tử.



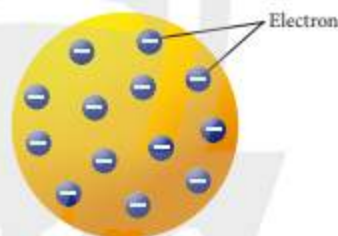
Hơn 2 000 năm trước, Democritus (Đê-mô-crit), một triết gia người Hy Lạp, đã đưa ra ý tưởng vật chất được cấu tạo từ các hạt không thể chia nhỏ, được gọi là nguyên tử. Vào đầu thế kỉ XX, những quan sát thực nghiệm đã chứng tỏ nguyên tử có cấu tạo từ hạt nhân và các electron. Vậy, kết quả thí nghiệm nào đã giúp các nhà khoa học khẳng định được sự tồn tại của hạt nhân? Từ đó, nguyên tử được mô hình hoá như thế nào?



GIỚI THIỆU VỀ THÍ NGHIỆM TÁN XẠ HẠT ALPHA

Thí nghiệm tán xạ hạt alpha

Năm 1897, nhà vật lý Joseph John Thompson (Giô-sép Giôn Tôm-xơn) (1856 – 1940) đã phát hiện sự tồn tại của các electron mang điện âm trong nguyên tử dựa trên những nghiên cứu về tia âm cực (tia cathode). Sau đó, ông đã đề xuất một mô hình cấu tạo nguyên tử gồm phần điện tích dương phân bố đều trong một không gian hình cầu đặc và các electron được phân bố trong hình cầu đó (Hình 14.1).



▲ Hình 14.1. Mô hình nguyên tử của Thompson

Nhằm kiểm chứng mô hình nguyên tử do Thompson đề xuất, Ernest Rutherford (Ơ-nốt Rơ-dơ-pho) (Hình 14.2) và các cộng sự gồm Geiger (Gây-gơ) (1882 – 1928) và Marsden (Mát-xđân) (1889 – 1970) đã thực hiện thí nghiệm bắn phá các tấm mica mỏng bằng các chùm hạt nhân helium (hạt alpha – α), là các hạt tích điện dương. Khi động năng của chùm hạt alpha đủ lớn, kết quả thí nghiệm cho thấy một lượng lớn các hạt alpha xuyên qua những tấm mica. Từ đó, Rutherford và các cộng sự đã đề xuất một mô hình nguyên tử mới với phần lớn không gian bên trong nguyên tử là rỗng.



▲ Hình 14.2. Ernest Rutherford (1871 – 1931)

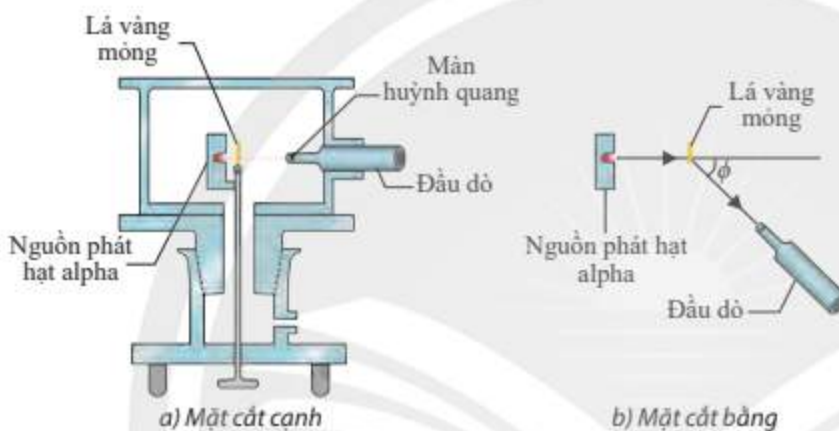
Để kiểm chứng các giả thiết về mô hình nguyên tử của Rutherford, Geiger và Marsden đã tiến hành thí nghiệm dùng chùm hạt alpha bắn phá một lá vàng mỏng.

*** Mô tả thí nghiệm:**

Hệ thí nghiệm tán xạ hạt α gồm các dụng cụ được bố trí như trong Hình 14.3a:

- Nguồn phát hạt alpha được đặt trong buồng chứa được hút chân không.
- Lá vàng mỏng có bề dày khoảng $1\ \mu\text{m}$.
- Đầu dò gắn màn huỳnh quang có thể thay đổi vị trí.

Đặt nguồn phát hạt alpha vào trong buồng chứa. Buồng chứa được thiết kế để có thể đảm bảo chùm hạt alpha tập trung chiếu vào lá vàng. Lần lượt thay đổi vị trí của đầu dò và ghi nhận số lượng các hạt alpha tương ứng với các góc lệch ϕ khác nhau (Hình 14.3b) bằng cách đếm số lượng tín hiệu trên màn huỳnh quang.



▲ Hình 14.3. Thí nghiệm tán xạ của hạt alpha lên lá vàng mỏng



1. Để đảm bảo độ chính xác của phép đo, nguồn phát hạt alpha trong thí nghiệm phải được đặt trong buồng chứa được hút chân không. Hãy cho biết, nếu buồng chứa không được hút chân không (còn chứa không khí) thì kết quả thí nghiệm sẽ bị ảnh hưởng như thế nào?

*** Một số kết quả quan trọng (Hình 14.4):**

- Phần lớn các hạt alpha xuyên thẳng qua tấm vàng mỏng, điều này chứng tỏ rằng nguyên tử không hoàn toàn đặc như mô hình của Thompson, trong nguyên tử sẽ có những vùng trống, các hạt alpha có thể bay xuyên qua mà không xảy ra tương tác với nguyên tử vàng.
- Một số ít các hạt bị lệch khỏi phương ban đầu với những góc khác nhau, điều này cho thấy các hạt alpha đã tương tác với các hạt khác mang điện tích dương nằm bên trong nguyên tử.

– Một tỉ lệ rất nhỏ các hạt alpha lệch hướng ở góc lớn hơn 90° . Hiện tượng này chỉ có thể được giải thích khi hạt alpha tương tác với phần điện tích dương của nguyên tử được tập trung ở một vùng rất nhỏ tại trung tâm của nguyên tử.

Các kết quả thực nghiệm dùng chùm hạt alpha bắn phá mục tiêu là một lá vàng mỏng của Geiger và Marsden thể hiện sự phù hợp với mô hình nguyên tử do Rutherford đề xuất:

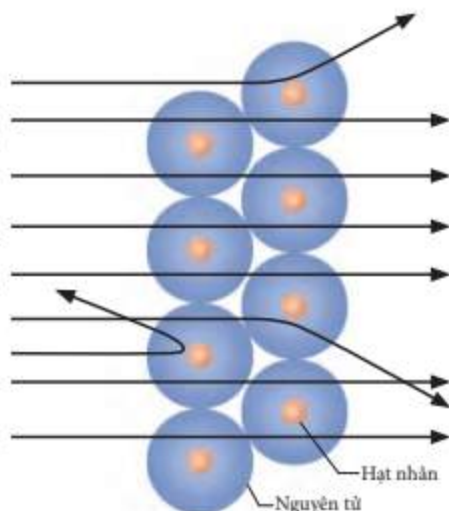
2. Từ kết quả thí nghiệm tán xạ của Rutherford, thảo luận để trả lời câu hỏi:

- Nguyên tử có cấu trúc đặc hoàn toàn như mô hình của Thompson không? Giải thích.
- Nguyên nhân nào có thể làm số ít hạt alpha bị lệch khỏi phương truyền thẳng (bị tán xạ)?

Phần lớn không gian bên trong nguyên tử là rỗng, toàn bộ điện tích dương trong nguyên tử chỉ tập trung tại một vùng có bán kính rất nhỏ nằm ở tâm của nguyên tử. Rutherford gọi đây là hạt nhân của nguyên tử và các tính toán chi tiết sau đó của ông đã ước tính bán kính hạt nhân vào khoảng 10^{-15} m, nhỏ hơn bán kính của nguyên tử khoảng 10 000 lần. Mô hình nguyên tử do Rutherford đề xuất sau đó đã thay thế mô hình của Thompson trước khi mô hình nguyên tử theo lý thuyết lượng tử ra đời.



Phần lớn không gian bên trong nguyên tử là rỗng, toàn bộ điện tích dương trong nguyên tử chỉ tập trung tại một vùng có bán kính rất nhỏ nằm ở tâm của nguyên tử, là hạt nhân của nguyên tử.



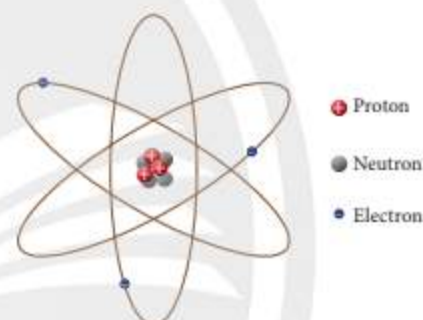
▲ Hình 14.4. Đường đi khả dĩ của các hạt alpha khi tương tác với các nguyên tử vàng

➤ Mô hình đơn giản của nguyên tử

Những kết quả từ thí nghiệm tán xạ hạt alpha đã phủ định mô hình nguyên tử của Thompson và ủng hộ mô hình nguyên tử của Rutherford (Hình 14.5):

- Nguyên tử có cấu trúc rỗng với hạt nhân nằm ở tâm của nguyên tử. Khối lượng của hạt nhân xấp xỉ bằng khối lượng của nguyên tử, điện tích của hạt nhân có giá trị dương (bằng tổng điện tích các hạt proton).

- Các electron phân bố trong không gian trống xung quanh hạt nhân và chuyển động trong các quỹ đạo khép kín quanh hạt nhân giống như chuyển động của các hành tinh xung quanh Mặt Trời. Do đó, mô hình nguyên tử của Rutherford còn được gọi là mô hình hành tinh nguyên tử và được chọn để làm biểu tượng của Cơ quan Năng lượng Nguyên tử Quốc tế IAEA (International Atomic Energy Agency) (Hình 14.6).



▲ Hình 14.5. Mô hình nguyên tử của Rutherford



▲ Hình 14.6. Biểu tượng của Cơ quan Năng lượng Nguyên tử Quốc tế

Tuy nhiên, mô hình nguyên tử của Rutherford còn có hạn chế: Theo lý thuyết trường điện từ, một hạt mang điện chuyển động có gia tốc sẽ phát ra năng lượng. Do đó, khi electron chuyển động trên quỹ đạo tròn sẽ mất năng lượng, tốc độ của electron sẽ giảm dần và cuối cùng rơi vào hạt nhân. Điều này dẫn đến nguyên tử bị phá hủy và vật chất không thể tồn tại trong vũ trụ.

Đến năm 1913, nhà vật lý Niels Bohr (Niu-xơ Bo) (1885 – 1962) đã bổ sung 2 tiên đề vào mô hình nguyên tử của Rutherford để giải quyết hạn chế trên, trong đó có tiên đề liên quan đến trạng thái dừng:

Nguyên tử chỉ tồn tại trong các trạng thái có năng lượng xác định, gọi là các trạng thái dừng. Khi ở trạng thái dừng, nguyên tử không phát xạ.



Tìm hiểu và trình bày sơ lược về mô hình nguyên tử hiện đại.

2 HẠT NHÂN CỦA NGUYÊN TỬ

➤ Cấu tạo hạt nhân

Từ kết quả thực nghiệm, các nhà vật lý đã xác định được bán kính hạt nhân có giá trị khoảng từ 10^{-15} đến 10^{-14} m tùy thuộc vào từng nguyên tố. Để thuận tiện, bán kính hạt nhân thường được đo bằng đơn vị fm (femtômét).

$$1 \text{ fm} = 10^{-15} \text{ m}$$

Các kết quả thực nghiệm đã chứng tỏ rằng hạt nhân của nguyên tử được tạo nên bởi các hạt proton và neutron, trong đó:

- Proton được kí hiệu là p , mang điện tích dương, có độ lớn đúng bằng điện tích nguyên tố $q_p = +e \approx 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$ và có khối lượng $m_p \approx 1,673 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$.
- Neutron được kí hiệu là n , trung hoà về điện, có khối lượng $m_n \approx 1,675 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$.

Trong hạt nhân của nguyên tử, các hạt proton và neutron được gọi chung là các hạt nucleon. Số proton trong hạt nhân bằng số thứ tự Z của nguyên tố đang xét trong Bảng tuần hoàn các nguyên tố hoá học, Z được gọi là số hiệu nguyên tử (có giá trị bằng số điện tích nguyên tố trong hạt nhân). Nếu trong hạt nhân đang xét có N neutron, thì tổng số các nucleon trong hạt nhân (được gọi là số khối, kí hiệu A) là: $A = Z + N$.



3. Nêu những tính chất cơ bản của các hạt proton và neutron.

4. Dựa vào Bảng tuần hoàn các nguyên tố hoá học, hãy xác định số hiệu nguyên tử các hạt nhân của nguyên tử đối với nguyên tố carbon (C), sắt (Fe) và vàng (Au).



Số proton trong hạt nhân Z là số hiệu nguyên tử, bằng số thứ tự của nguyên tố đang xét trong Bảng tuần hoàn các nguyên tố hoá học.

Tổng số các nucleon trong hạt nhân được gọi là số khối:

$$A = Z + N$$

với N là số neutron trong hạt nhân.

Bảng 14.1 cung cấp số hiệu nguyên tử và số khối của một số hạt nhân.

Bảng 14.1. Số hiệu nguyên tử và số khối của một số hạt nhân

Nguyên tố	Số hiệu nguyên tử	Số khối	Nguyên tố	Số hiệu nguyên tử	Số khối
Hydrogen	1	1	Sodium	11	23
Helium	2	4	Nhôm	13	27
Lithium	3	7	Chlorine	17	35
Carbon	6	12	Sắt	26	56
Nitrogen	7	14	Nickel	28	58
Oxygen	8	16	Vàng	79	197

Kí hiệu hạt nhân

Xét nguyên tố có kí hiệu hoá học X, hạt nhân nguyên tử của nguyên tố đó được kí hiệu là A_ZX .

Ví dụ: Hạt nhân helium (hạt alpha) có 2 proton ($Z = 2$) và 2 neutron ($N = 2$) được kí hiệu là ${}^4_2\text{He}$.

Lưu ý: Vì số hiệu nguyên tử Z của các hạt nhân của nguyên tử đã được xác định dựa vào số thứ tự của nguyên tố tương ứng trong Bảng tuần hoàn các nguyên tố hoá học nên để gọn, ta chỉ cần ghi số khối. Ví dụ, ta có thể kí hiệu hạt nhân carbon là ^{12}C hoặc $\text{C}12$.



5. Hãy biểu diễn kí hiệu hạt nhân của năm nguyên tố trong Bảng 14.1.



Hạt nhân của nguyên tử tương ứng với nguyên tố có kí hiệu hoá học X được kí hiệu là A_ZX .

Đồng vị

Trên thực tế, hầu hết các nguyên tố đều là hỗn hợp của nhiều nguyên tử mà hạt nhân có cùng số proton Z (cùng vị trí trong Bảng tuần hoàn các nguyên tố hoá học) nhưng có số neutron N khác nhau. Những nguyên tử như vậy được gọi là đồng vị. Các đồng vị được chia làm hai loại: đồng vị bền và đồng vị không bền (phóng xạ). Các đồng vị không bền có thể có nguồn gốc tự nhiên hoặc nhân tạo (được tổng hợp trong các máy gia tốc hạt).

Ví dụ: Carbon có 3 đồng vị chính là $^{12}_6\text{C}$, $^{13}_6\text{C}$ và $^{14}_6\text{C}$, trong đó $^{12}_6\text{C}$ và $^{13}_6\text{C}$ là đồng vị bền, chiếm khoảng 99% lượng carbon trong tự nhiên, $^{14}_6\text{C}$ là đồng vị phóng xạ.



Đồng vị là những nguyên tử mà hạt nhân chứa cùng số proton Z nhưng có số neutron N khác nhau.

Kích thước hạt nhân

Hạt nhân của nguyên tử được xem gần đúng là một quả cầu có bán kính r . Bán kính của hạt nhân được xác định gần đúng bởi công thức:

$$r \approx 1,2 A^{\frac{1}{3}} \text{ fm} \quad (14.1)$$

Trong đó: A là số khối.



6. So sánh bán kính hạt nhân của hai đồng vị của nguyên tố carbon:



a) Hãy nêu tên gọi, số hiệu nguyên tử, số khối và số neutron của các hạt nhân sau: ${}^1_1\text{H}$, ${}^4_2\text{He}$, ${}^{24}_{12}\text{Mg}$, ${}^{40}_{20}\text{Ca}$.

b) Hãy viết kí hiệu hạt nhân X, biết trong hạt nhân X có 14 neutron và 13 proton. Dựa vào Bảng tuần hoàn các nguyên tố hoá học, hãy gọi tên nguyên tố X.



Tìm hiểu về lịch sử khám phá hạt proton và neutron trong hạt nhân.

BÀI TẬP

- Hạt nhân nguyên tử có thể được cấu tạo từ
 - nucleon, electron.
 - proton, electron.
 - neutron, electron.
 - proton, neutron.
- Các hạt nhân đồng vị là những hạt nhân có
 - số neutron và bán kính hạt nhân bằng nhau.
 - số proton bằng nhau nhưng khác số neutron.
 - số neutron bằng nhau nhưng khác số proton.
 - số proton và bán kính hạt nhân bằng nhau.
- Tìm số proton và số neutron trong các hạt nhân sau đây: ${}^7_3\text{Li}$, ${}^{39}_{19}\text{K}$, ${}^{12}_6\text{C}$, ${}^2_1\text{H}$, ${}^{31}_{15}\text{P}$.
- Một hạt nhân X có điện tích hạt nhân là $+26e$ và số neutron nhiều hơn số proton là 2. Hãy gọi tên hạt nhân và viết kí hiệu hạt nhân X.

Bài 15

NĂNG LƯỢNG LIÊN KẾT HẠT NHÂN

- Hệ thức $E = mc^2$, mối liên hệ giữa khối lượng và năng lượng.
- Mối liên hệ giữa năng lượng liên kết riêng và độ bền vững của hạt nhân.



Ta đã biết hạt nhân gồm các proton mang điện dương và các neutron trung hoà về điện. Lực đẩy tĩnh điện giữa các proton là rất lớn vì khoảng cách giữa chúng rất nhỏ. Để duy trì sự tồn tại của hạt nhân, các proton và các neutron (các nucleon) cần một lực hút mạnh hơn lực đẩy tĩnh điện, lực này được gọi là lực hạt nhân. Vậy mức độ liên kết của các nucleon có giống nhau hay không đối với các hạt nhân khác nhau? Độ bền vững của các hạt nhân được đánh giá dựa vào đại lượng vật lý nào?

1 HỆ THỨC EINSTEIN VỀ MỐI LIÊN HỆ GIỮA KHỐI LƯỢNG VÀ NĂNG LƯỢNG

Năm 1905, trong một công trình khoa học của mình, Albert Einstein (An-be Anh-xtanh) (1879 – 1955) đã dựa vào định luật bảo toàn năng lượng, tiên đề về tính tương đối và tiên đề về tính bất biến của tốc độ ánh sáng trong chân không để xây dựng mối liên hệ giữa khối lượng và năng lượng.



Hệ thức mô tả mối liên hệ giữa khối lượng m và năng lượng E :

$$E = mc^2 \quad (15.1)$$

Trong hệ SI, E và m lần lượt được đo bằng đơn vị jun (J) và kilôgam (kg), hằng số $c = 3.10^8$ m/s là tốc độ ánh sáng trong chân không.



1. Tính năng lượng nghỉ của một đồng xu có khối lượng 2 g đang nằm yên trên bàn theo hệ thức về mối liên hệ giữa khối lượng và năng lượng.

Lưu ý: Khối lượng của một vật khi vật đó ở trạng thái nghỉ (đứng yên tương đối với người quan sát trong hệ quy chiếu quán tính) được gọi là khối lượng nghỉ, kí hiệu là m_0 . Năng lượng của vật khi ở trạng thái nghỉ được gọi là năng lượng nghỉ, kí hiệu là E_0 . Trong công thức (15.1), E là năng lượng toàn phần, gồm năng lượng nghỉ và động năng của vật.

Tính đúng đắn của hệ thức $E = mc^2$ được kiểm chứng trong thí nghiệm tạo ra hai hạt nhân helium từ phản ứng giữa lithium với proton vào năm 1932, trong đó năng lượng toả ra từ phản ứng tương ứng với sự mất mát khối lượng nghỉ của hai hạt nhân helium.



Năng lượng trong một phản ứng hạt nhân thường có giá trị nhỏ hơn rất nhiều lần so với giá trị 1 J trong hệ đơn vị SI. Do đó, các nhà vật lý thường sử dụng đơn vị electron vôn, kí hiệu là eV.

1 eV được định nghĩa là độ lớn của công cần thực hiện để dịch chuyển một điện tích nguyên tố e giữa hai điểm có hiệu điện thế 1 V. Do đó: $1 \text{ eV} = 1,6.10^{-19} \text{ J}$.

Dựa trên hệ thức (15.1), người ta đã giải thích được nguồn gốc năng lượng của các phản ứng hạt nhân, điển hình là phản ứng phân hạch và nhiệt hạch mà các em sẽ được học trong Bài 16. Đây chính là nguồn năng lượng khổng lồ trong các lò phản ứng của nhà máy điện hạt nhân (Hình 15.1a), cũng như là nguồn gốc năng lượng của Mặt Trời (Hình 15.1b) và các sao.



Mặt Trời là một nguồn phát năng lượng khổng lồ với công suất rất lớn. Công suất trung bình của Mặt Trời khoảng 4.10^{26} W. Hãy ước tính khối lượng Mặt Trời mất đi trong mỗi giây để tạo ra được công suất nói trên.



a)



b)

▲ Hình 15.1. a) Nhà máy điện hạt nhân; b) Mặt Trời



2 KHỐI LƯỢNG HẠT NHÂN

Do khối lượng của hạt nhân nguyên tử lớn hơn rất nhiều lần so với khối lượng của các electron nên ta có thể xem khối lượng hạt nhân xấp xỉ bằng khối lượng nguyên tử.

Khi sử dụng đơn vị đo khối lượng là kilôgam thì giá trị khối lượng của nguyên tử và hạt nhân rất nhỏ, vào cỡ 10^{-27} đến 10^{-25} kg. Do đó để thuận tiện, trong vật lý hạt nhân, khối lượng thường được đo bằng đơn vị khối lượng nguyên tử, kí hiệu là amu (hoặc u).



1 amu có giá trị bằng $\frac{1}{12}$ khối lượng của một nguyên tử của đồng vị $^{12}_6\text{C}$.

$$1 \text{ amu} = \frac{1}{12} \cdot \frac{12}{6,02214 \cdot 10^{23}} \text{ g} \approx 1,66054 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$$

Do hạt nhân của nguyên tử tương ứng với đồng vị $^{12}_6\text{C}$ có 12 nucleon nên khối lượng của một nucleon xấp xỉ bằng 1 amu. Như vậy, một hạt nhân có số khối A thì khối lượng của nó xấp xỉ bằng $A(\text{amu})$. Khối lượng của một số hạt theo đơn vị khối lượng nguyên tử amu được cung cấp trong Bảng 15.1.



2. Hãy ước lượng khối lượng riêng của hạt nhân $^{12}_6\text{C}$. Nhận xét.

Bảng 15.1. Khối lượng của một số hạt nhân theo đơn vị khối lượng nguyên tử

Hạt	Kí hiệu	Khối lượng (amu)
Proton	${}_1^1P$	1,007276
Neutron	${}_0^1n$	1,008665
Carbon 12	${}_6^{12}C$	11,996706
Helium 4	${}_2^4He$	4,001505
Oxygen 16	${}_8^{16}O$	15,990523
Sodium 23	${}_{11}^{23}Na$	22,983730
Uranium 235	${}_{92}^{235}U$	234,993422

Trong thực tế, đơn vị đo năng lượng thường được sử dụng trong vật lý hạt nhân là MeV. Mối liên hệ giữa đơn vị khối lượng nguyên tử và đơn vị của năng lượng theo MeV được rút ra từ hệ thức (15.1):

$$1 \text{ amu} \approx 931,5 \text{ MeV}/c^2$$

Như vậy, khối lượng còn có thể đo bằng đơn vị của năng lượng chia cho c^2 , cụ thể có thể đo bằng J/c^2 , eV/c^2 hoặc MeV/c^2 .



3. Sử dụng hệ thức $E = mc^2$ để xác định năng lượng của các hạt trong Bảng 15.1 theo đơn vị MeV và J.

NĂNG LƯỢNG LIÊN KẾT HẠT NHÂN

Lực hạt nhân

Trong hạt nhân nguyên tử, các proton mang điện tích dương và các neutron trung hoà về điện. Do đó, lực liên kết các proton và neutron (các nucleon) bên trong hạt nhân phải có cường độ lớn hơn rất nhiều so với lực đẩy tĩnh điện giữa các proton. Lực này gọi là lực hạt nhân. Lực hạt nhân có bản chất liên quan tới tương tác mạnh, không phụ thuộc vào điện tích hay khối lượng của các nucleon. Lực hạt nhân có bán kính tác dụng (khoảng cách giữa hai nucleon) rất ngắn, bằng hoặc nhỏ hơn kích thước của hạt nhân, khoảng 10^{-15} m . Khi khoảng cách giữa các nucleon lớn hơn kích thước hạt nhân, độ lớn của lực hạt nhân giảm về không.



Lực hạt nhân là lực tương tác giữa các nucleon và có tác dụng liên kết các nucleon với nhau để tạo thành hạt nhân.

4. So sánh lực đẩy tĩnh điện và lực hấp dẫn giữa hai proton đặt cách nhau 1 fm. Biết rằng điện tích của proton là $1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$ và lực hấp dẫn giữa hai proton ở khoảng cách 1 fm là $1,87 \cdot 10^{-34} \text{ N}$.

Độ hụt khối. Năng lượng liên kết hạt nhân

Từ Bảng 15.1, ta tính được tổng khối lượng của 6 proton và 6 neutron riêng lẻ bằng 12,095646 amu. Khi chúng kết hợp lại thành hạt nhân $^{12}_6\text{C}$ thì khối lượng hạt nhân này khoảng bằng 11,996706 amu. Các phép đo chính xác đã chứng tỏ rằng, tổng khối lượng của các nucleon riêng rẽ tạo thành hạt nhân ^A_ZX luôn lớn hơn khối lượng m_x của hạt nhân ^A_ZX một lượng Δm , được gọi là độ hụt khối của hạt nhân.



Độ hụt khối của hạt nhân bằng hiệu giữa tổng khối lượng của các nucleon riêng rẽ tạo thành hạt nhân ^A_ZX và khối lượng của hạt nhân ^A_ZX .

$$\Delta m = [Zm_p + (A - Z)m_n] - m_x$$



5. Tính độ hụt khối của hai hạt nhân bất kì được cho trong Bảng 15.1.

Theo hệ thức Einstein, năng lượng nghỉ của một hạt nhân nhỏ hơn tổng năng lượng nghỉ của các nucleon thành phần. Vì năng lượng được bảo toàn nên ta cần tốn một năng lượng tối thiểu $E_{lk} = \Delta mc^2$ để thắng lực tương tác giữa các nucleon và tách một hạt nhân thành các nucleon riêng rẽ. Ngoài ra, E_{lk} cũng là năng lượng toả ra khi hệ các nucleon riêng rẽ kết hợp thành hạt nhân. Đại lượng E_{lk} được gọi là năng lượng liên kết các nucleon trong hạt nhân hay năng lượng liên kết hạt nhân, được xác định theo công thức:

$$E_{lk} = \Delta mc^2 \quad (15.2)$$

Cần lưu ý rằng, năng lượng liên kết hạt nhân không phải là năng lượng tồn tại bên trong hạt nhân.

6. Tính năng lượng liên kết của hai hạt nhân bất kì được cho trong Bảng 15.1.



Năng lượng liên kết hạt nhân bằng năng lượng tối thiểu để tách một hạt nhân thành các nucleon riêng rẽ hoặc bằng năng lượng toả ra khi các nucleon riêng rẽ kết hợp thành hạt nhân.

$$E_{lk} = \Delta mc^2$$

Năng lượng liên kết hạt nhân thường được đo bằng đơn vị MeV.

Năng lượng liên kết riêng hạt nhân

Để đánh giá mức độ bền vững của các hạt nhân khác nhau, ta xét khái niệm gọi là năng lượng liên kết riêng hạt nhân.

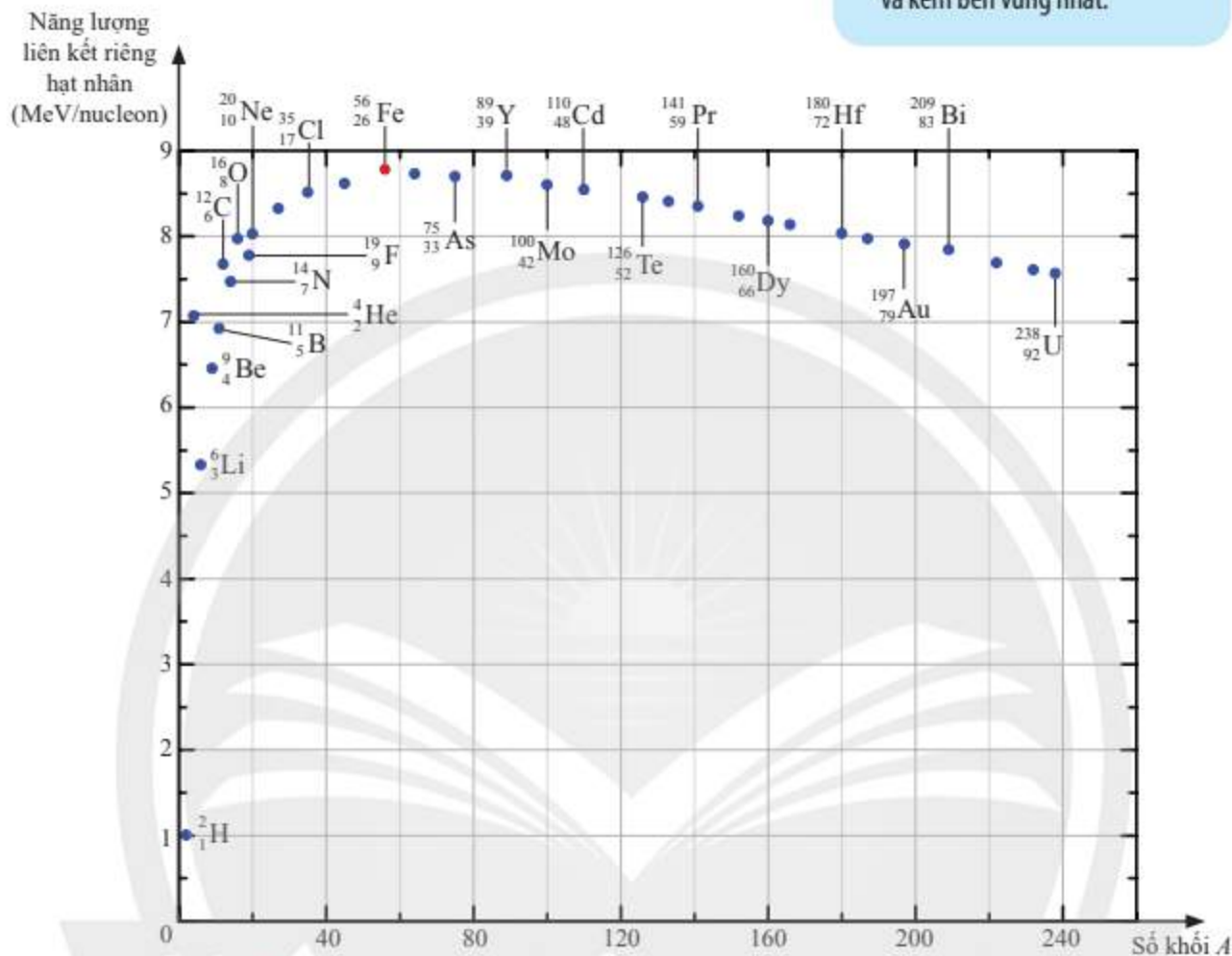


Năng lượng liên kết riêng hạt nhân là năng lượng liên kết tính cho một nucleon.

$$E_{lkx} = \frac{E_{lk}}{A} \quad (15.3)$$

Năng lượng liên kết riêng hạt nhân thường được đo bằng đơn vị MeV/nucleon. Hạt nhân có năng lượng liên kết riêng càng lớn thì càng bền vững.

Hình 15.2 thể hiện năng lượng liên kết riêng của một số hạt nhân theo số khối A . Các hạt nhân càng bền vững khi năng lượng liên kết riêng càng lớn. Hạt nhân $^{56}_{26}\text{Fe}$ có giá trị năng lượng liên kết riêng lớn, vào khoảng 8,8 MeV/nucleon, do đó đây là một trong những hạt nhân bền vững nhất.



▲ Hình 15.2. Năng lượng liên kết riêng của một số hạt nhân theo số khối A

Hãy thảo luận và giải thích tại sao hạt nhân ^1_1H không xuất hiện trong Hình 15.2.

- Dựa vào Bảng 15.1, tính năng lượng liên kết và năng lượng liên kết riêng của hạt nhân $^{56}_{26}\text{Fe}$. Biết khối lượng của hạt nhân này là 55,934936 amu.
- Từ kết quả câu a và Thảo luận 7, hãy so sánh mức độ bền vững của hạt nhân $^{56}_{26}\text{Fe}$ với các hạt nhân $^{12}_6\text{C}$, ^4_2He , $^{16}_8\text{O}$ và $^{235}_{92}\text{U}$.
- Kiểm tra kết quả câu b dựa vào Hình 15.2.

BÀI TẬP

- Độ bền vững của hạt nhân phụ thuộc vào đại lượng vật lý nào?
 - Năng lượng liên kết.
 - Năng lượng liên kết riêng.
 - Độ hụt khối.
 - Số khối và số neutron.
- Dựa vào Bảng 15.1, tính độ hụt khối, năng lượng liên kết và năng lượng liên kết riêng của hạt nhân $^{206}_{82}\text{Pb}$. Biết khối lượng của hạt nhân này là 205,974466 amu.

Bài 16

PHẢN ỨNG PHÂN HẠCH, PHẢN ỨNG NHIỆT HẠCH VÀ ỨNG DỤNG

- Phản ứng phân hạch, phản ứng tổng hợp hạt nhân và phương trình phản ứng hạt nhân đơn giản.
- Vai trò của một số ngành công nghiệp hạt nhân trong đời sống.



Các phản ứng hạt nhân đang diễn ra hằng ngày trong lò phản ứng của các nhà máy điện hạt nhân, cung cấp điện năng phục vụ sản xuất và sinh hoạt. Ngoài ra, phản ứng hạt nhân cũng xảy ra trong lõi Mặt Trời trong hàng tỉ năm, góp phần vào quá trình hình thành và duy trì sự sống trên Trái Đất. Các phản ứng xảy ra trong lò phản ứng hạt nhân và trong lõi của Mặt Trời lần lượt là phản ứng phân hạch và phản ứng nhiệt hạch. Việc hiểu rõ các tính chất của các phản ứng hạt nhân này là rất quan trọng để có thể kiểm soát và sử dụng hiệu quả, phục vụ cho sự phát triển của nhân loại.



1 PHẢN ỨNG HẠT NHÂN

➡ Khái niệm và phân loại phản ứng hạt nhân

Vào đầu thế kỉ XX, các nhà vật lí đã chỉ ra rằng hạt nhân của nguyên tử có khả năng tương tác với nhau và biến đổi thành hạt nhân của nguyên tử khác. Điều này dẫn đến việc biến đổi các nguyên tố hoá học. Tiêu biểu, vào năm 1909, Rutherford đã tiến hành thí nghiệm tạo ra hạt nhân $^{17}_8\text{O}$ và ^1_1H khi dùng chùm hạt ^4_2He (hạt α) chiếu vào $^{14}_7\text{N}$.



1. Tìm hiểu và trình bày một phương án để tạo ra hạt nhân vàng từ hạt nhân của các nguyên tố khác.



Phản ứng hạt nhân là mọi quá trình dẫn đến sự biến đổi hạt nhân.

2. So sánh sự khác nhau giữa phản ứng hạt nhân và phản ứng hoá học.

Phản ứng hạt nhân được phân thành hai loại:

- Phản ứng hạt nhân tự phát: hạt nhân kém bền vững tự phân rã thành các hạt nhân khác bền vững hơn.
- Phản ứng hạt nhân kích thích: trong đó các hạt nhân tương tác với nhau chủ yếu thông qua quá trình va chạm và biến đổi tạo thành các hạt nhân mới.

Các phản ứng hạt nhân phổ biến có thể được biểu diễn dưới dạng phương trình sau:



trong đó X và Y là các hạt nhân tương tác, C và D là các hạt sản phẩm. Một số phản ứng hạt nhân có thể tạo ra nhiều hơn hai hạt sản phẩm.

➤ Định luật bảo toàn điện tích và bảo toàn số khối trong phản ứng hạt nhân

Phản ứng hạt nhân là một quá trình vật lý, trong phản ứng hạt nhân, điện tích và số khối được bảo toàn:



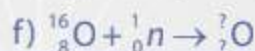
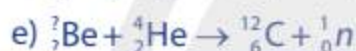
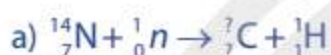
1. Định luật bảo toàn điện tích: Tổng đại số các điện tích của các hạt tương tác bằng tổng đại số các điện tích của các hạt sản phẩm.
2. Định luật bảo toàn số nucleon: Tổng số nucleon (số khối) của các hạt tương tác bằng tổng số nucleon (số khối) của các hạt sản phẩm.



3. Viết phương trình phản ứng hạt nhân trong thí nghiệm của Rutherford khi sử dụng chùm hạt α chiếu vào ${}^{14}_7\text{N}$. Kiểm chứng định luật bảo toàn điện tích và bảo toàn số khối trong thí nghiệm trên.



Xác định số hiệu nguyên tử và số khối còn thiếu của hạt nhân trong các phản ứng sau:



* Trong phản ứng hạt nhân, hệ các hạt tương tác ${}_Z^AX$ và ${}_Z^AY$ được xem là hệ kín. Do đó, trong phản ứng hạt nhân còn có các định luật bảo toàn sau đây:

- Định luật bảo toàn động lượng: Vectơ tổng động lượng của các hạt tương tác bằng vectơ tổng động lượng của các hạt sản phẩm.
- Định luật bảo toàn năng lượng toàn phần: Tổng năng lượng toàn phần của các hạt tương tác bằng tổng năng lượng toàn phần của các hạt sản phẩm.

* Năng lượng trong phản ứng hạt nhân:

Trong các phản ứng hạt nhân, dù tổng số nucleon được bảo toàn nhưng các hạt nhân tương tác và các hạt nhân sản phẩm có độ hụt khối khác nhau nên tổng khối lượng nghỉ của các hạt tương tác ($m_{tt} = m_x + m_y$) sẽ khác với tổng khối lượng nghỉ của các hạt sản phẩm ($m_{sp} = m_c + m_d$). Dựa vào hệ thức Einstein về mối liên hệ giữa khối lượng và năng lượng, ta có tổng năng lượng nghỉ của các hạt tương tác sẽ khác với tổng năng lượng nghỉ của các hạt sản phẩm dù năng lượng toàn phần của phản ứng hạt nhân vẫn được bảo toàn.

- Trường hợp $m_{tt} > m_{sp}$: **Phản ứng hạt nhân toả năng lượng.** Năng lượng toả ra này được gọi là **năng lượng hạt nhân** và được xác định theo biểu thức:

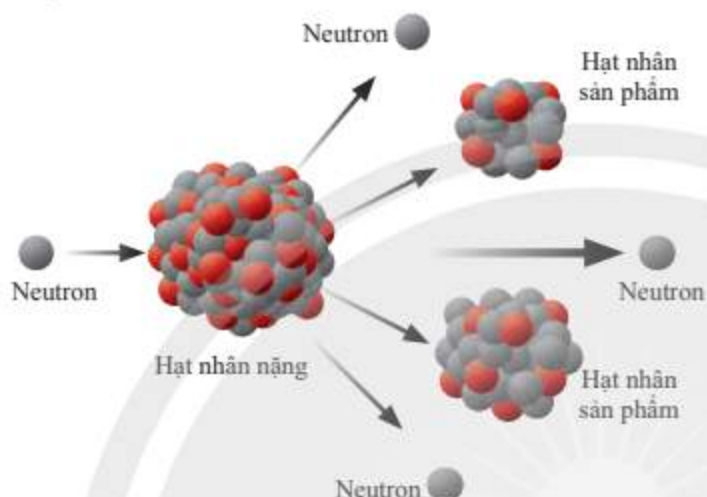
$$W = (m_{tt} - m_{sp})c^2 \quad (16.2)$$

- Trường hợp $m_{tt} < m_{sp}$: Phản ứng hạt nhân không thể tự xảy ra. Muốn cho phản ứng có thể xảy ra, ta cần cung cấp cho các hạt tương tác X và Y một năng lượng tối thiểu bằng $(m_{sp} - m_{tt})c^2$. Ta gọi phản ứng này là **phản ứng hạt nhân thu năng lượng**.

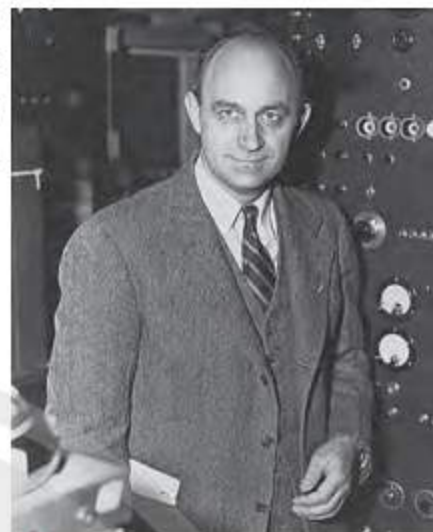
2 PHẢN ỨNG PHÂN HẠCH VÀ PHẢN ỨNG NHIỆT HẠCH

➡ Phản ứng phân hạch

Phản ứng phân hạch là quá trình trong đó một hạt nhân nặng vỡ thành các hạt nhân nhẹ hơn. Phản ứng phân hạch của hạt nhân có thể được tạo ra bằng cách bắn phá các hạt nhân nặng bằng neutron (Hình 16.1). Điều này được khám phá bởi nhà vật lý người Ý Enrico Fermi (En-ri-cô Phơ-mi) (Hình 16.2).



▲ Hình 16.1. Phản ứng phân hạch khi hạt nhân nặng được bắn phá bởi neutron



▲ Hình 16.2. Nhà vật lý Enrico Fermi (1901 – 1954), đoạt giải Nobel Vật lý năm 1938



Phản ứng phân hạch là quá trình trong đó một hạt nhân nặng vỡ thành các hạt nhân nhẹ hơn.

Ví dụ: $^{235}_{92}\text{U}$ khi được bắn phá bởi neutron nhiệt (neutron chậm) sẽ phân hạch và có thể tạo ra 2 hạt nhân $^{141}_{56}\text{Ba}$ và $^{92}_{36}\text{Kr}$ cùng với 3 hạt neutron theo phương trình:

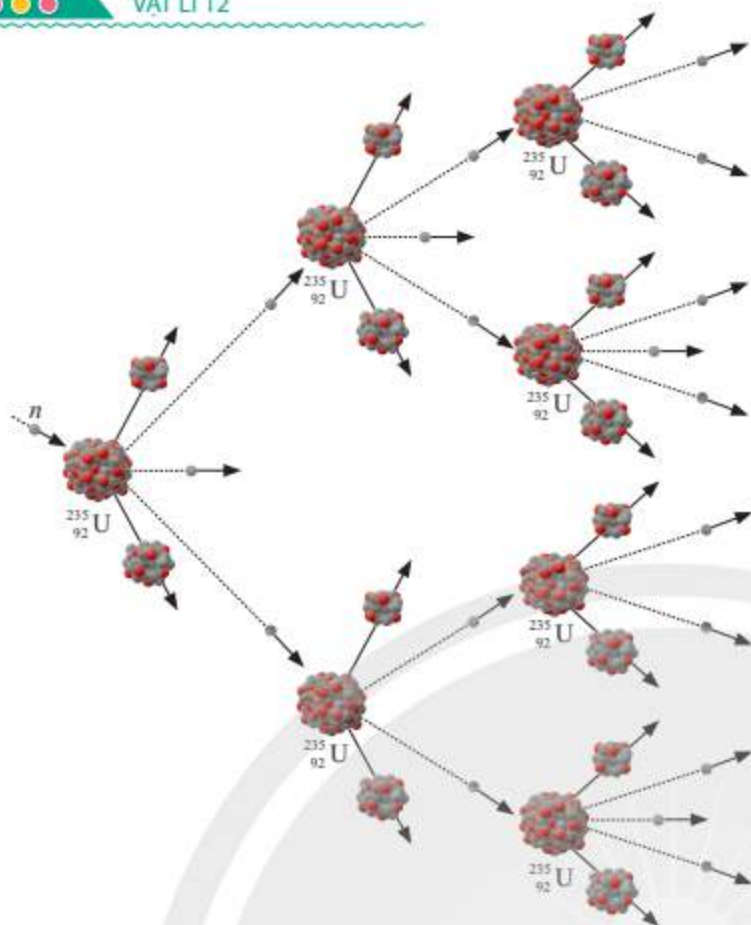


Phản ứng phân hạch của một hạt nhân $^{235}_{92}\text{U}$ tạo ra một lượng năng lượng khoảng 200 MeV, phần lớn năng lượng này được chuyển hoá thành động năng của các hạt nhân sản phẩm.

Trong phản ứng phân hạch của $^{235}_{92}\text{U}$, 2 hoặc 3 neutron sau phản ứng có thể kích hoạt phản ứng phân hạch của các hạt nhân $^{235}_{92}\text{U}$ khác. Khi này, phản ứng phân hạch là phản ứng dây chuyền (Hình 16.3).



4. Khi được bắn phá bởi một neutron nhiệt, $^{235}_{92}\text{U}$ có thể phân hạch để tạo ra $^{140}_{54}\text{Xe}$ và $^{94}_{38}\text{Sr}$ cùng với một số hạt neutron. Hãy viết phương trình của phản ứng phân hạch này và xác định số neutron được tạo ra.



▲ Hình 16.3. Sơ đồ minh họa phản ứng dây chuyền với $^{235}_{92}\text{U}$



Tìm hiểu và trình bày một số ứng dụng của phản ứng phân hạch.



Hệ số nhân neutron

Không phải tất cả neutron được sinh ra đều tạo được phản ứng sinh hạch tiếp nối mà có thể bị hấp thụ bởi môi trường xung quanh. Do đó, để xét điều kiện xảy ra phản ứng dây chuyền, ta xét số neutron trung bình k còn lại sau mỗi phân hạch, là số neutron được sinh ra sau phản ứng hạt nhân trừ đi số neutron bị hấp thụ bởi môi trường xung quanh, gọi là **hệ số nhân neutron**.

- Nếu $k < 1$: phản ứng dây chuyền không xảy ra.
- Nếu $k = 1$: phản ứng dây chuyền tới hạn, mật độ neutron không đổi. Đây là phản ứng dây chuyền được sử dụng trong các lò phản ứng hạt nhân để tạo ra năng lượng.
- Nếu $k > 1$: phản ứng dây chuyền vượt hạn, mật độ neutron tăng liên tục theo thời gian. Phản ứng dây chuyền không điều khiển được và xảy ra trong các vụ nổ hạt nhân.

➤ Phản ứng tổng hợp hạt nhân (phản ứng nhiệt hạch)

Phản ứng tổng hợp hạt nhân là quá trình trong đó hai hạt nhân nhẹ kết hợp với nhau để tạo thành hạt nhân nặng hơn.



Một phản ứng nhiệt hạch như trong ví dụ trên toả ra một lượng năng lượng khoảng 17,59 MeV. Để xảy ra sự tổng hợp hạt nhân, động năng của hai hạt nhân nhẹ phải đủ lớn để chúng có thể thắng được lực đẩy tĩnh điện và tiến lại gần nhau đến khi lực hút hạt nhân đủ lớn để hình thành nên sự liên kết giữa các nucleon. Điều kiện để tạo ra động năng lớn cho các hạt nhân nhẹ là ta cần tạo ra nhiệt độ môi trường xung quanh đủ lớn, tối thiểu khoảng 10^8 K. Bên cạnh nhiệt độ cao, phản ứng tổng hợp hạt nhân còn phụ thuộc vào các yếu tố khác như mật độ hạt nhân phải đủ lớn và thời gian duy trì nhiệt độ cao đủ dài. Do đó, phản ứng tổng hợp hạt nhân còn được gọi là phản ứng nhiệt hạch.



Phản ứng tổng hợp hạt nhân (phản ứng nhiệt hạch) là quá trình trong đó hai hạt nhân nhẹ kết hợp với nhau để tạo thành hạt nhân nặng hơn. Phản ứng nhiệt hạch chỉ có thể xảy ra ở nhiệt độ cực cao.



5. Khi được đặt trong nhiệt độ phù hợp, hai hạt nhân ^2_1H có thể kết hợp để tạo ra hạt nhân ^3_2He cùng với một proton. Hãy xác định ^A_ZX .

Hằng ngày, các phản ứng nhiệt hạch đang diễn ra liên tục không chỉ trong lõi của Mặt Trời mà còn trong lõi của các ngôi sao trong vũ trụ.

Do yêu cầu nhiệt độ rất cao, các công nghệ ở thời điểm hiện tại chưa cho phép con người kiểm soát hoàn toàn phản ứng nhiệt hạch để ứng dụng vào thực tế như phản ứng phân hạch.



So sánh phản ứng phân hạch và phản ứng nhiệt hạch.



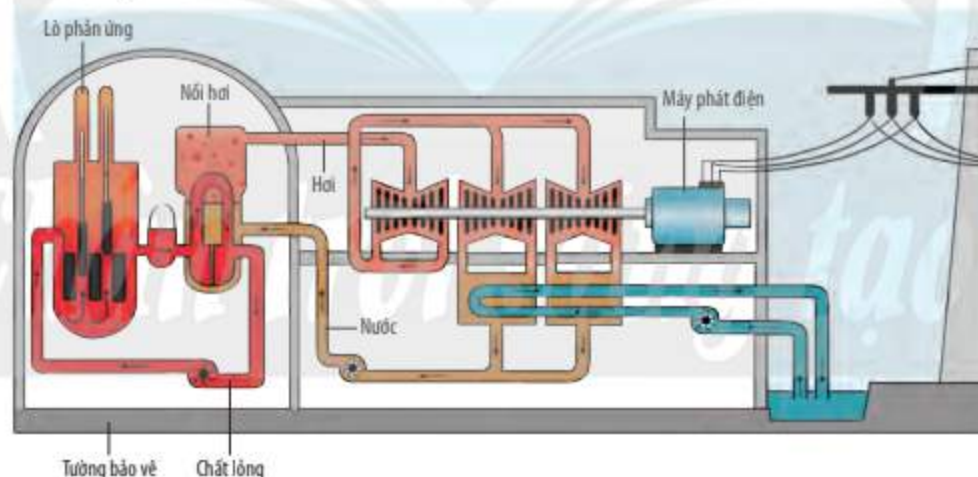
Tìm hiểu và trình bày sơ lược về các phản ứng nhiệt hạch để tạo ra năng lượng trong lõi của Mặt Trời.

MỘT SỐ NGÀNH CÔNG NGHIỆP HẠT NHÂN TRONG ĐỜI SỐNG

Phản ứng phân hạch có nhiều ứng dụng trong ngành công nghiệp năng lượng, đó là các nhà máy phát điện sử dụng năng lượng hạt nhân. Ngày nay, với khoảng hơn 400 lò phản ứng hạt nhân đang hoạt động, năng lượng hạt nhân đang đóng góp khoảng 10% tổng sản lượng điện được sản xuất trên toàn thế giới (Nguồn: www.iaea.org). Trong các lò phản ứng của nhà máy điện hạt nhân có nhiều thanh nhiên liệu (Hình 16.4) đóng vai trò cung cấp năng lượng, tạo ra hơi nước để làm quay tuabin của các máy phát, từ đó tạo ra điện năng như sơ đồ trong Hình 16.5.



▲ Hình 16.4. Một bó nhiên liệu hạt nhân



▲ Hình 16.5. Sơ đồ nguyên lý hoạt động của nhà máy điện hạt nhân

Trong khi đó, việc kiểm soát phản ứng nhiệt hạch đang được các nhà khoa học nghiên cứu và kỳ vọng có thể sớm được triển khai trong thời gian tới.

Công nghệ hạt nhân còn có một số ứng dụng thực tiễn khác như:

- Trong y học: những kiến thức về vật lý hạt nhân đang được ứng dụng rộng rãi trong việc chẩn đoán và điều trị bệnh, đặc biệt là bệnh ung thư. Ví dụ: hiệu ứng huỷ cặp electron – positron (phản hạt của electron) được ứng dụng trong máy “chụp cắt lớp phát xạ positron” (PET – Positron Emission Tomography).

– Trong nông nghiệp: cải tạo giống cây trồng có các đặc tính mới như: năng suất cao, chất lượng dinh dưỡng tốt, hình dáng đẹp (như cúc *Chrysanthemum* đột biến trong Hình 16.6),...

– Trong công nghiệp: kiểm tra chất lượng sản phẩm, đo mật độ vật liệu mà không phá huỷ mẫu vật, kiểm tra chất lượng mối hàn,...

– Trong khảo cổ: xác định tuổi và thành phần cấu tạo chất của các mẫu vật.

– Trong thực phẩm: diệt vi sinh vật để khử trùng thực phẩm; làm chậm quá trình chín giúp trái cây được bảo quản lâu hơn ở điều kiện bình thường.

Hiện nay, công nghệ hạt nhân tại Việt Nam đang ngày càng được quan tâm. Việc sản xuất các chất phóng xạ sử dụng trong các lĩnh vực nông nghiệp, công nghiệp, y tế (điều trị ung thư),... cũng như thực hiện các nghiên cứu cơ bản về vật lý lò phản ứng, an toàn bức xạ, quan trắc môi trường,... đang được tiến hành hiệu quả tại lò phản ứng hạt nhân thuộc Viện Nghiên cứu Hạt nhân Đà Lạt (Hình 16.7).



▲ Hình 16.6. Cúc *Chrysanthemum* đột biến



▲ Hình 16.7. Lò phản ứng hạt nhân Đà Lạt



Thảo luận để đánh giá được một số tác hại tiềm ẩn của công nghệ hạt nhân đối với nhân loại.

BÀI TẬP

1. Chọn câu đúng về phản ứng phân hạch hạt nhân.

- A. Tổng khối lượng nghỉ của các hạt sản phẩm sau phân hạch luôn bằng tổng khối lượng nghỉ của các hạt trước phân hạch.
- B. Tổng khối lượng nghỉ của các hạt sản phẩm sau phân hạch luôn lớn hơn tổng khối lượng nghỉ của các hạt trước phân hạch.
- C. Tổng số proton của các hạt sau phân hạch luôn bằng tổng số proton của các hạt trước phân hạch.
- D. Tổng số nucleon của các hạt sau phân hạch luôn bằng tổng số nucleon của các hạt trước phân hạch.

2. Quá trình đầu tiên trong chuỗi phản ứng nhiệt hạch xảy ra ở Mặt Trời là quá trình tổng hợp ${}^2_1\text{H}$ từ hai proton (sản phẩm sau phản ứng còn có hạt positron 0_1e và neutrino ν_e , được học trong Bài 17). Hãy viết phương trình phản ứng nhiệt hạch này.

3. Tính năng lượng toả ra khi 100 g ${}^3_2\text{He}$ được tạo thành trong phản ứng nhiệt hạch: ${}^2_1\text{H} + {}^2_1\text{H} \rightarrow {}^3_2\text{He} + {}^1_0n$, biết rằng mỗi phản ứng này toả ra năng lượng khoảng 3,27 MeV. So sánh với năng lượng toả ra khi phân hạch hoàn toàn 100 g ${}^{235}_{92}\text{U}$, biết trung bình mỗi phản ứng phân hạch của ${}^{235}_{92}\text{U}$ toả ra năng lượng khoảng 200 MeV.

Bài 17

HIỆN TƯỢNG PHÓNG XẠ

- Tính chất tự phát và ngẫu nhiên của sự phân rã phóng xạ.
- Một số tính chất của các phóng xạ α , β , và γ .
- Chu kì bán rã, hằng số phóng xạ, độ phóng xạ.



▲ Hình 17.1. Vết đen trên kính ảnh do lọ chứa muối uranium gây ra được Becquerel ghi nhận lại
(Nguồn: <https://timeline.web.cern.ch/becquerel-discovers-radioactivity>)

Năm 1896, nhà vật lý Henri Becquerel (Hen-ri Béc-cơ-ren) (1852 – 1908) đã phát hiện những vết đen xuất hiện trên các kính ảnh được bao bọc kĩ (Hình 17.1) khi chúng vô tình được đặt cạnh những lọ chứa muối uranium. Những nghiên cứu sau đó của Becquerel chỉ ra rằng những vết đen trên kính ảnh được gây ra bởi một bức xạ không nhìn thấy và chưa từng được biết đến trước đó. Becquerel đã đặt tên cho bức xạ này là tia phóng xạ và quá trình phát ra bức xạ là hiện tượng phóng xạ. Vậy hiện tượng phóng xạ có bản chất là gì và có những loại phóng xạ nào?

1 HIỆN TƯỢNG PHÓNG XẠ

➤ Định nghĩa

Hiện tượng một hạt nhân không bền vững tự phát phân rã, phát ra các tia phóng xạ và biến đổi thành một hạt nhân khác được gọi là hiện tượng phóng xạ. Ta quy ước hạt nhân phóng xạ là **hạt nhân mẹ** và hạt nhân sản phẩm của quá trình phân rã là **hạt nhân con**. Những đồng vị hạt nhân có tính chất phóng xạ được gọi là **đồng vị phóng xạ**.



1. So sánh hiện tượng phóng xạ và phân hạch hạt nhân.

➤ Các tính chất cơ bản của hiện tượng phóng xạ

Hiện tượng phóng xạ có hai tính chất cơ bản sau:

- Tính tự phát: Quá trình phân rã của hạt nhân phóng xạ xuất phát từ những biến đổi bên trong hạt nhân, hoàn toàn không chịu tác động của các yếu tố bên ngoài như nhiệt độ, áp suất môi trường,...
- Tính ngẫu nhiên: Chúng ta không thể dự đoán chính xác thời điểm một hạt nhân phóng xạ thực hiện phân rã. Nghĩa là, nếu ta xem xét hiện tượng phóng xạ với một tập hợp hạt nhân không bền, tại một thời điểm xác định, ta không thể xác định chính xác những hạt nhân nào đang phân rã. Do đó, ta không thể khảo sát hiện tượng phóng xạ cho một hoặc một vài hạt nhân đơn lẻ, mà chỉ có thể tiến hành việc khảo sát có tính thống kê cho một số lượng lớn hạt nhân trong mẫu chất phóng xạ.



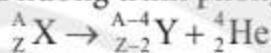
Hiện tượng phóng xạ là hiện tượng một hạt nhân không bền vững tự phát phân rã, phát ra các tia phóng xạ và biến đổi thành hạt nhân khác. Hiện tượng phóng xạ xảy ra có tính tự phát, không chịu tác động của các yếu tố bên ngoài như nhiệt độ, áp suất môi trường,... và hoàn toàn ngẫu nhiên.

2 BÀN CHẤT CỦA CÁC TIA PHÓNG XẠ

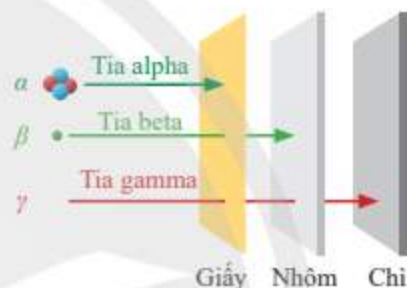
Những nghiên cứu thực nghiệm đối với những hạt nhân có hiện tượng phóng xạ cho thấy có ba loại tia phóng xạ chính, có bản chất khác nhau là tia alpha (α), tia beta (β) và tia gamma (γ).

Tia alpha (α)

Tia α là hạt nhân ${}^4_2\text{He}$, được phóng ra từ hạt nhân trong quá trình phân rã với tốc độ khoảng $2 \cdot 10^7$ m/s. Tia α có khả năng ion hoá mạnh các nguyên tử khác trên đường đi của nó và nhanh chóng mất năng lượng. Vì vậy, tia α chỉ đi được tối đa khoảng vài cm trong không khí và có khả năng đâm xuyên kém, có thể bị chặn bởi tờ bìa giấy có bề dày khoảng 1 mm (Hình 17.2). Phương trình phóng xạ α có dạng:



Ví dụ: ${}_{92}^{238}\text{U} \rightarrow {}_{90}^{234}\text{Th} + {}_2^4\text{He}$



▲ Hình 17.2. Khả năng đâm xuyên của các loại tia phóng xạ qua vật chất

Tia beta (β)

Tia β là các hạt được phóng ra từ hạt nhân trong quá trình phân rã, tốc độ có thể đạt xấp xỉ bằng tốc độ ánh sáng trong chân không. Tia β cũng có khả năng ion hoá các nguyên tử trên đường đi của nó nhưng yếu hơn so với tia α . Vì vậy, tia β có thể đi được quãng đường khoảng vài mét trong không khí và có khả năng đâm xuyên mạnh hơn tia α (có thể xuyên qua một phần lá nhôm dày cỡ milimét) (Hình 17.2).

Dựa vào các định luật bảo toàn, những nghiên cứu lí thuyết dự đoán rằng trong phóng xạ β , ngoài các hạt β và hạt nhân con, hạt nhân mẹ còn phóng ra một loại tia đặc biệt gồm các hạt neutrino (kí hiệu ν_e) hoặc phản neutrino (kí hiệu $\bar{\nu}_e$). Những nghiên cứu thực nghiệm sau đó đã kiểm chứng sự tồn tại và tính chất của những hạt này: Neutrino và phản neutrino là các hạt không mang điện, có khối lượng rất nhỏ, chuyển động với tốc độ xấp xỉ bằng tốc độ ánh sáng và rất ít tương tác với môi trường.

Có hai loại phóng xạ β :

– Phóng xạ beta trừ (β^-): gồm các electron (kí hiệu ${}^0_{-1}e$). Đây là loại phóng xạ β phổ biến trong tự nhiên.

Ví dụ: ${}^{14}_6\text{C} \rightarrow {}^{14}_7\text{N} + {}^0_{-1}e + \bar{\nu}_e$

– Phóng xạ beta cộng (β^+): gồm các positron (kí hiệu 0_1e), phản hạt của electron (có cùng khối lượng, cùng độ lớn điện tích với electron nhưng mang điện tích nguyên tố dương). Phóng xạ β^+ hiếm hơn so với phóng xạ β^- .

Ví dụ: ${}^{23}_{12}\text{Mg} \rightarrow {}^{23}_{11}\text{Na} + {}^0_1e + \nu_e$.

Tia gamma (γ)

Tia γ là sóng điện từ có bước sóng rất ngắn, cũng là các hạt photon có năng lượng cao. Vì vậy, tia γ đi được rất xa trong không khí, có khả năng đâm xuyên lớn hơn nhiều lần so với tia α và β . Để che chắn tia γ , người ta thường sử dụng những vật liệu có nguyên tử lượng lớn như chì (Pb) (Hình 17.2).

Tia γ thường là tia phóng xạ kèm theo các tia α và β .



Tia α là hạt nhân ${}^4_2\text{He}$, có khả năng ion hoá mạnh và đâm xuyên kém.

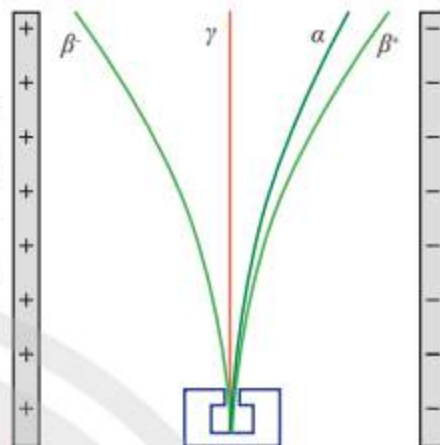
Tia β có hai loại: β^- là electron và β^+ là positron.

Tia β có khả năng ion hoá kém hơn và đâm xuyên mạnh hơn tia α .

Tia γ là sóng điện từ có bước sóng rất ngắn, cũng là các hạt photon có năng lượng cao. Tia γ có khả năng đâm xuyên lớn hơn nhiều lần so với tia α và β .



2. So sánh các tính chất vật lý của hạt electron và positron.



▲ Hình 17.3. Sự lệch hướng của các tia phóng xạ trong điện trường đều

3. Quan sát Hình 17.3, mô tả và giải thích về sự lệch hướng của các tia phóng xạ khi di chuyển trong điện trường đều. Giải thích vì sao tia β^+ lệch nhiều hơn tia α .



Tìm hiểu và trình bày một số ứng dụng của tia gamma trong đời sống.



Nhà vật lý Wolfgang Pauli (Vôn-găng Pao-li) (1900 – 1958) đã dựa vào các kết quả thực nghiệm liên quan đến hiện tượng phóng xạ β , đồng thời dựa vào các định luật bảo toàn để dự đoán sự tồn tại của một hạt sơ cấp mới và phản hạt. Hạt cơ bản xuất hiện trong phóng xạ β^+ là neutrino (ν_e) và trong phóng xạ β^- là phản neutrino ($\bar{\nu}_e$). Các neutrino rất ít tương tác với vật chất, chúng có thể đi xuyên qua những lớp vật chất có bề dày rất lớn nhưng hầu như không để lại dấu vết. Vì vậy, chúng rất khó bị phát hiện. Các hạt neutrino cũng được phát hiện trong tia vũ trụ.

Ba cột mốc quan trọng liên quan đến những nghiên cứu về neutrino:

– Năm 1930, Wolfgang Pauli dự đoán về sự tồn tại của neutrino và phản hạt của nó trong phóng xạ β .

– Năm 2002, hai nhà vật lý Raymond Davis Jr. (Rây-mon Đa-vít) (1914 – 2006) và Masatoshi Koshiba (Ma-xa-tô-xi Cô-xi-ba) (1926 – 2020) đoạt giải Nobel Vật lý cho công trình về việc phát hiện neutrino trong các tia vũ trụ.

– Năm 2015, Takaaki Kajita (Ta-ka-ki Ka-ji-ta) và Arthur Bruce McDonald (A-thơ Bờ-rúc Mác-đô-nan) đoạt giải Nobel Vật lý cho những nghiên cứu về dao động của neutrino, từ đó chứng tỏ neutrino có khối lượng.

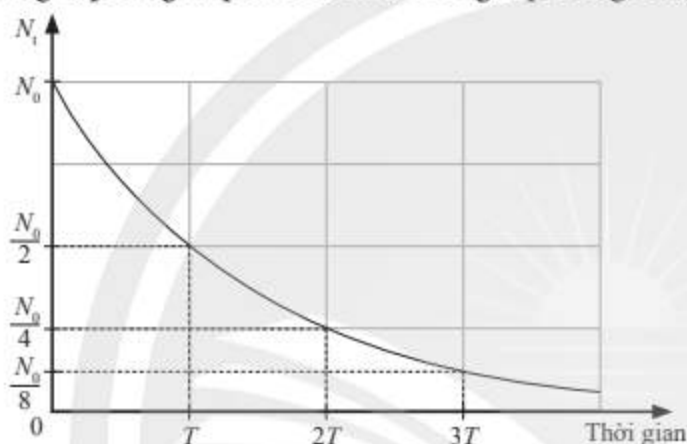


ĐỊNH LUẬT PHÓNG XẠ. ĐỘ PHÓNG XẠ

Định luật phóng xạ

Hiện tượng phóng xạ có tính ngẫu nhiên, vì vậy để đảm bảo tính thống kê khi khảo sát hiện tượng phóng xạ, ta phải xét một số lượng lớn hạt nhân trong mẫu chất phóng xạ.

Xét một thời điểm xác định nào đó được chọn làm thời điểm ban đầu ($t_0 = 0$), số hạt nhân phóng xạ (chưa phân rã) là N_0 . Những nghiên cứu thực nghiệm đã chứng tỏ rằng, cứ sau một khoảng thời gian T thì một nửa số hạt nhân phóng xạ hiện có xảy ra phân rã (Hình 17.4). T được gọi là **chu kỳ bán rã** của đồng vị phóng xạ đang xét. Chu kỳ bán rã của một số đồng vị phóng xạ phổ biến được cung cấp trong Bảng 17.1.



▲ Hình 17.4. Số hạt nhân phóng xạ còn lại theo thời gian

Tổng quát, ta có số hạt nhân phóng xạ còn lại tại thời điểm t được xác định theo công thức:

$$N_t = N_0 2^{-\frac{t}{T}} = N_0 e^{-\lambda t} \quad (17.1)$$

Trong đó $\lambda = \frac{\ln 2}{T}$ (17.2)

được gọi là hằng số phóng xạ, là đại lượng đặc trưng cho từng chất phóng xạ.

Ta đã biết, khối lượng chất tỉ lệ thuận với số hạt nên khối lượng của chất phóng xạ cũng giảm dần theo thời gian cùng quy luật với số hạt nhân phóng xạ.



Trong hiện tượng phóng xạ, chu kỳ bán rã là khoảng thời gian để một nửa số hạt nhân của một mẫu phóng xạ phân rã.

Hằng số phóng xạ đặc trưng cho từng chất phóng xạ, có mối liên hệ với chu kỳ bán rã theo công thức: $\lambda = \frac{\ln 2}{T}$.

Trong quá trình phân rã, số hạt nhân phóng xạ còn lại giảm theo thời gian theo quy luật hàm số mũ theo công thức: $N_t = N_0 2^{-\frac{t}{T}} = N_0 e^{-\lambda t}$.



4. Quan sát Hình 17.4, xác định những thời điểm mà số hạt của chất phóng xạ đã giảm đi và còn lại một nửa, một phần tư và một phần tám so với số hạt ban đầu.

▼ Bảng 17.1. Chu kỳ bán rã của một số đồng vị phóng xạ phổ biến

Đồng vị phóng xạ	Chu kỳ bán rã T
${}^{14}_6\text{C}$	5 730 năm
${}^{131}_{53}\text{I}$	8,02 ngày
${}^{210}_{84}\text{Po}$	138,4 ngày
${}^{219}_{86}\text{Rn}$	3,98 giây
${}^{226}_{88}\text{Ra}$	1 600 năm
${}^{235}_{92}\text{U}$	$7,04 \cdot 10^8$ năm

5. Xác định đơn vị của hằng số phóng xạ λ trong hệ SI.

Độ phóng xạ

Đại lượng đặc trưng cho tính phóng xạ mạnh hay yếu của một lượng chất phóng xạ được gọi là hoạt độ phóng xạ (hay độ phóng xạ), kí hiệu là H . Độ phóng xạ H là tốc độ phân rã của các hạt nhân phóng xạ trong một đơn vị thời gian, được định nghĩa là đạo hàm theo thời gian của số hạt nhân chưa phân rã tại thời điểm t :

$$H_t = -\frac{dN_t}{dt} \quad (17.3)$$

Trong đó, dấu “-” thể hiện sự suy giảm số hạt nhân của lượng chất phóng xạ đang xét theo thời gian.

Trong hệ SI, đơn vị đo độ phóng xạ là becquerel, kí hiệu Bq, 1 Bq tương ứng với một phân rã trong một giây:

$$1 \text{ Bq} = 1 \text{ phân rã/s}$$

Trong thực tế, độ phóng xạ còn được đo bằng đơn vị curie, kí hiệu Ci, với:

$$1 \text{ Ci} = 3,7 \cdot 10^{10} \text{ Bq}$$

Kết hợp công thức (17.1) và (17.3), ta có độ phóng xạ tại thời điểm t được xác định theo công thức:

$$H_t = \lambda N_0 e^{-\lambda t} = \lambda N_0 2^{-\frac{t}{T}} = \lambda N_t \quad (17.4)$$

Từ công thức (17.4), ta có độ phóng xạ tại thời điểm ban đầu:

$$H_0 = \lambda N_0 \quad (17.5)$$

Như vậy, ta có:

$$H_t = H_0 2^{-\frac{t}{T}} = H_0 e^{-\lambda t} \quad (17.6)$$

Ta thấy rằng độ phóng xạ cũng giảm theo thời gian theo quy luật hàm số mũ.



6. Tính độ phóng xạ của một mẫu $^{38}_{19}\text{K}$ biết khối lượng của mẫu chất đó tại thời điểm đang xét là 10 g. Cho chu kì bán rã của $^{38}_{19}\text{K}$ là 7,64 phút.



Độ phóng xạ đặc trưng cho tính phóng xạ mạnh hay yếu của một lượng chất phóng xạ, được xác định bằng số hạt nhân phóng xạ phân rã trong một giây.

Độ phóng xạ giảm theo thời gian với cùng quy luật hàm mũ giống số hạt nhân phóng xạ. Độ phóng xạ tại mỗi thời điểm bằng tích của hằng số phóng xạ và số lượng hạt nhân phóng xạ chứa trong chất đó tại thời điểm đang xét.

$$H_t = \lambda N_t$$

Vận dụng

Ví dụ: Trong y học, đồng vị phóng xạ $^{131}_{53}\text{I}$ có chu kì bán rã 8 ngày được sử dụng rộng rãi trong điều trị ung thư tuyến giáp. Giả sử trong liệu trình điều trị của mình, một bệnh nhân nhận một liều thuốc chứa 50 mg $^{131}_{53}\text{I}$. Xác định:

- Hằng số phóng xạ của $^{131}_{53}\text{I}$.
- Độ phóng xạ và số hạt nhân $^{131}_{53}\text{I}$ trong liều thuốc trên tại thời điểm ban đầu ngay khi bệnh nhân nhận liều thuốc.
- Độ phóng xạ và tỉ lệ phần trăm giữa hạt nhân $^{131}_{53}\text{I}$ đã phân rã sau 10 ngày kể từ khi bệnh nhân nhận liều thuốc trên và số hạt nhân ban đầu.

Bài giảia) Hằng số phóng xạ của $^{131}_{53}\text{I}$:

$$\lambda = \frac{\ln 2}{T} = \frac{\ln 2}{8.86400} \approx 10^{-6} \text{ s}^{-1}$$

b) Số hạt nhân phóng xạ tại thời điểm ban đầu:

$$N_0 = \frac{m}{A} N_A = \frac{50 \cdot 10^{-3}}{131} \cdot 6,022 \cdot 10^{23} \approx 2,3 \cdot 10^{20} \text{ hạt}$$

Độ phóng xạ tại thời điểm ban đầu:

$$H_0 = \lambda N_0 = 10^{-6} \cdot 2,3 \cdot 10^{20} = 2,3 \cdot 10^{14} \text{ Bq}$$

c) Độ phóng xạ sau 10 ngày:

$$H_t = H_0 e^{-\lambda t} = 2,3 \cdot 10^{14} \cdot e^{-10^{-6} \cdot 10 \cdot 86400} \approx 9,7 \cdot 10^{13} \text{ Bq}$$

Tỉ lệ số hạt nhân đã phân rã sau 10 ngày so với số hạt nhân phóng xạ lúc ban đầu:

$$k = \frac{\Delta N_t}{N_0} = \frac{N_0 - N_t}{N_0} = 1 - e^{-\lambda t} = 1 - e^{-10^{-6} \cdot 10 \cdot 86400} \approx 58\%$$



Tính hằng số phóng xạ của các đồng vị phóng xạ trong Bảng 17.1.



Trình bày sơ lược về việc ứng dụng định luật phóng xạ để xác định tuổi của mẫu vật.

BÀI TẬP**1. Hiện tượng phóng xạ là hiện tượng**

- A. một hạt nhân biến đổi thành một hạt nhân khác khi hấp thụ một neutron.
- B. một hạt nhân không bền vững tự phát phân rã thành các hạt nhân khác và phát ra các tia phóng xạ.
- C. có thể được kiểm soát bằng cách đặt hạt nhân phóng xạ vào vùng không gian có điện trường hoặc từ trường.
- D. một hạt nhân phát ra các tia phóng xạ khi bị bắn phá bởi các hạt có động năng lớn.

2. Tia có khả năng đâm xuyên mạnh nhất là

- A. tia α .
- B. tia β^+ .
- C. tia β^- .
- D. tia γ .

3. Xác định các hạt nhân ^Z_AX trong các phương trình phân rã sau:

- a) $^{238}_{92}\text{U} \rightarrow ^Z_A\text{X} + ^4_2\text{He}$
- b) $^{210}_{84}\text{Po} \rightarrow ^{206}_{82}\text{Pb} + ^Z_A\text{X}$
- c) $^{132}_{58}\text{Ce} \rightarrow ^Z_A\text{X} + ^0_1\text{e} + \nu_e$
- d) $^{135}_{54}\text{Xe} \rightarrow ^Z_A\text{X} + ^0_{-1}\text{e} + \bar{\nu}_e$

4. Một mẫu chất phóng xạ có hằng số phóng xạ $\lambda = 0,1 \text{ s}^{-1}$, ban đầu chứa $5 \cdot 10^{12}$ hạt nhân chưa phân rã. Hãy xác định số hạt nhân phóng xạ đã phân rã và độ phóng xạ sau 30 giây kể từ lúc ban đầu.

5. Ta có thể xác định tuổi của các mẫu vật thông qua việc đo hoạt độ phóng xạ của đồng vị $^{14}_6\text{C}$ bên trong nó. Hãy xác định tuổi của một mẫu gỗ hoá thạch nếu tỉ số hoạt độ phóng xạ của đồng vị $^{14}_6\text{C}$ trong mẫu gỗ hoá thạch và trong một mẫu gỗ tươi có cùng khối lượng bằng 0,63.

- Dấu hiệu vị trí có phóng xạ thông qua các biến báo.
- Các nguyên tắc an toàn phóng xạ; tuân thủ quy tắc an toàn phóng xạ.



▲ Hình 18.1. Sự cố phóng xạ tại nhà máy điện hạt nhân Fukushima I, Nhật Bản năm 2011 (Nguồn: www.theguardian.com)

 Vào tháng 03 năm 2011, động đất và sóng thần đã gây hư hại nghiêm trọng nhà máy điện hạt nhân tại Fukushima, Nhật Bản (Hình 18.1). Sự cố này có thể dẫn đến việc một lượng phóng xạ bị rò rỉ khỏi lò phản ứng. Do đó, hàng ngàn hộ dân đã phải di tản để tránh những tác hại có thể có do chất phóng xạ gây ra. Những tác hại này là gì và di tản ra xa nguồn phóng xạ có phải là biện pháp tối ưu để tránh những tác hại này hay không?

1 TÁC HẠI CỦA CÁC TIA PHÓNG XẠ

Trong Bài 17, các em đã được học ba loại tia phóng xạ là tia α , tia β và tia γ . Các loại tia phóng xạ này (còn được gọi là bức xạ ion hoá) đều mang năng lượng và có khả năng ion hoá các nguyên tử. Vì vậy, ngoài những ứng dụng có ích, các tia này có thể gây ra những tác hại lên cơ thể sống.

– Đối với tia α : khả năng đâm xuyên của những hạt α rất yếu nên không thể truyền xuyên qua lớp da để vào cơ thể chúng ta. Do đó, tia α ít gây nguy hại khi nguồn phóng xạ nằm ngoài cơ thể người. Tuy nhiên, với khả năng ion hoá mạnh, những hạt α này lại vô cùng nguy hiểm nếu chất phóng xạ α thâm nhập vào cơ thể khi chúng ta ăn uống, hít thở. Ví dụ: $^{222}_{86}\text{Rn}$ (radon) là một hạt nhân phóng xạ α , tồn tại trong tự nhiên ở dạng khí, có thể thâm nhập và tích tụ trong các toà nhà từ môi trường xung quanh, đặc biệt từ lòng đất (Hình 18.2). Việc hít phải khí radon với nồng độ cao sẽ làm tăng nguy cơ ung thư phổi.



1. Nhắc lại những tính chất cơ bản của các tia phóng xạ α , β và γ .



▲ Hình 18.2. Khí radon ($^{222}_{86}\text{Rn}$) thâm nhập vào nhà từ lòng đất (các mũi tên chỉ đường thâm nhập của chất khí này)

– Đối với tia β : gồm β^+ và β^- là những hạt mang điện, có khả năng đâm xuyên cao hơn tia α và cũng có khả năng ion hoá nhưng không mạnh bằng tia α . Chùm tia β cường độ lớn có thể gây bỏng. Tác hại của tia β không lớn như tia α nếu nguồn phát các tia này thâm nhập vào cơ thể người.

– Đối với tia γ : không mang điện nhưng có khả năng đâm xuyên rất lớn. Do đó, tia γ có khả năng gây tổn hại nguy hiểm cho tất cả các mô của cơ thể người ngay cả ở những khoảng cách tương đối xa nguồn phóng xạ.

Tác hại của các tia phóng xạ phụ thuộc vào nhiều yếu tố như: khả năng thâm nhập của các tia này vào cơ thể, liều lượng chiếu, thời gian phơi nhiễm,... Nói chung, nhiễm phóng xạ có thể gây ra các triệu chứng nhẹ như buồn nôn, mệt mỏi,... cho đến nặng hơn như rụng tóc, tiêu chảy và nguy cơ ung thư, thậm chí có thể nguy hiểm đến tính mạng.



2. Biết năng lượng của một bức xạ điện từ tỉ lệ nghịch với bước sóng của bức xạ này. Giải thích vì sao các bức xạ gamma gây tác hại sinh lí nghiêm trọng hơn các bức xạ trong vùng nhìn thấy.



Phân loại các nguồn phóng xạ theo mức độ nguy hại

Các nguồn phóng xạ được phân loại theo 5 mức độ nguy hại giảm dần từ cao xuống thấp như trình bày trong Bảng 18.1.

Bảng 18.1. Hình thức sử dụng nguồn phóng xạ và mức độ nguy hại

(Nguồn: Cục An toàn bức xạ và hạt nhân Việt Nam)

Loại nguồn	Hình thức sử dụng nguồn phóng xạ	Mức độ nguy hại
I	– Máy phát nhiệt điện sử dụng đồng vị phóng xạ. – Nguồn phóng xạ dùng cho cơ sở chiếu xạ công nghiệp, trong thiết bị xạ trị từ xa.	Cực kì nguy hiểm Thời gian tiếp xúc với nguồn: – Ít hơn vài phút: gây tổn thương lâu dài. – Lâu hơn vài phút: có thể gây chết người.
II	Nguồn phóng xạ dùng trong chụp ảnh công nghiệp, trong xạ trị áp sát liều cao và trung bình.	Rất nguy hiểm Thời gian tiếp xúc với nguồn: – Ít hơn vài giờ: gây tổn thương lâu dài. – Lâu hơn vài giờ: có thể gây chết người.
III	Thiết bị đo công nghiệp sử dụng nguồn có độ phóng xạ cao.	Thời gian tiếp xúc với nguồn: – Nhiều giờ: gây tổn thương lâu dài. – Lâu hơn vài ngày: có thể gây chết người.
IV	Thiết bị xạ trị áp sát liều thấp, thiết bị đo công nghiệp không sử dụng nguồn có độ phóng xạ cao, thiết bị đo mật độ xương,...	Ít có xác suất gây tổn thương lâu dài cho con người.
V	Thiết bị xạ trị áp sát liều thấp điều trị mắt, thiết bị huỳnh quang tia X, ...	Phần lớn là không nguy hiểm cho con người.

2 BIỂN CẢNH BÁO PHÓNG XẠ

Từ năm 1974, biển cảnh báo khu vực có phóng xạ hay lưu trữ chất phóng xạ được đề nghị như Hình 18.3. Từ năm 2007, Tổ chức Tiêu chuẩn hoá Quốc tế ISO (International Organization for Standardization) kết hợp với IAEA đề nghị thêm biển cảnh báo mới, nhấn mạnh đến mối nguy hại có thể xảy ra và hành động cần có là rời xa khu vực có chứa nguồn phóng xạ như trong Hình 18.4.



▲ Hình 18.3. Biển cảnh báo khu vực có chất phóng xạ



▲ Hình 18.4. Biển mới về cảnh báo khu vực có chất phóng xạ

3 QUY TẮC AN TOÀN PHÓNG XẠ

Ba yếu tố quan trọng nhất có ảnh hưởng lớn đến tác hại của bức xạ gồm: thời gian phơi nhiễm, khoảng cách đến nguồn phóng xạ và che chắn phóng xạ. Chính ba yếu tố này quyết định các quy tắc cơ bản cần thực hiện để đảm bảo an toàn khi ở các khu vực có nguồn phóng xạ hoặc phải làm việc trực tiếp với nguồn phóng xạ:

- Thời gian phơi nhiễm: Ảnh hưởng của bức xạ lên cơ thể sống càng lớn khi thời gian phơi nhiễm với nguồn phóng xạ càng dài. Việc giảm thời gian phơi nhiễm rất quan trọng. Do đó cần bố trí thời lượng công việc phù hợp để giảm thiểu thời gian phơi nhiễm với nguồn phóng xạ.
- Khoảng cách đến nguồn phóng xạ: Sự ảnh hưởng của phóng xạ lên cơ thể chúng ta giảm khi khoảng cách đến nguồn phóng xạ tăng lên. Vì vậy, khi cần thao tác trực tiếp với nguồn phóng xạ, ta cần đảm bảo khoảng cách an toàn bằng việc sử dụng các kẹp dài, các phương tiện điều khiển từ xa hoặc cánh tay robot (Hình 18.5).
- Che chắn phóng xạ: Như đã biết, các tia phóng xạ có thể được chặn lại bằng những vật liệu phù hợp. Do đó, việc che chắn phóng xạ có thể được thực hiện bằng cách trang bị các màn chắn như tường bê tông, cửa chì có độ dày cần thiết, trang phục bảo hộ (mắt kính, găng tay, quần áo bảo hộ có chì) như Hình 18.6.



▲ Hình 18.5. Sử dụng tay robot để làm việc với nguồn phóng xạ

4. Tìm hiểu một số quy tắc an toàn khi làm việc với nguồn phóng xạ.



Hình 18.6. Trang phục bảo hộ cần thiết khi xử lý chất phóng xạ
(Nguồn: www.oecd-nea.org)

Bộ Y tế Việt Nam khuyến cáo những người làm việc với các nguồn phóng xạ nên khám sức khỏe định kỳ mỗi 3 hoặc 6 tháng để kịp thời phát hiện các biểu hiện bệnh lý do phóng xạ.

Khi phát hiện ô nhiễm phóng xạ, ta cần thông báo ngay với người phụ trách an toàn phóng xạ hoặc chính quyền địa phương. Một quy tắc quan trọng khi xảy ra tình trạng ô nhiễm phóng xạ khẩn cấp là cần theo dõi chặt chẽ tình hình qua các phương tiện truyền thông và tuân thủ các hướng dẫn của chính quyền địa phương.



5. Tìm hiểu một số yêu cầu đối với nhân viên bức xạ.



Tìm hiểu và trình bày một số nguy cơ tiềm ẩn về sức khỏe mà những nhân viên bức xạ (những người làm việc trực tiếp với nguồn phóng xạ) có thể gặp phải.



Thiết kế bảng quy tắc an toàn tại một phòng thí nghiệm vật lý hạt nhân có sử dụng nguồn phóng xạ.



Để xác định mức độ nguy hại của các tia phóng xạ, ta cần biết khái niệm liều bức xạ. Trong hệ SI, liều bức xạ được đo bởi đơn vị sievert (kí hiệu Sv), được định nghĩa là năng lượng của tia phóng xạ được hấp thụ bởi cơ thể sống trên một đơn vị khối lượng của cơ thể (J/kg). Nghiên cứu cho thấy một liều bức xạ từ 2 Sv đến 10 Sv có thể gây ra các tác hại nghiêm trọng cho cơ thể sống.

BÀI TẬP

1. Trong các biện pháp sau đây:

1. Đảm bảo thời gian phơi nhiễm thích hợp.
2. Giữ khoảng cách thích hợp đến nguồn phóng xạ.
3. Sử dụng thuốc tân dược thích hợp.
4. Sử dụng lớp bảo vệ thích hợp.

Những biện pháp nào cần được thực hiện để đảm bảo an toàn phóng xạ?

- | | |
|-------------|-------------|
| A. 1, 2, 3. | B. 2, 3, 4. |
| C. 1, 2, 4. | D. 1, 3, 4. |

2. Các phương án đảm bảo an toàn phóng xạ có phụ thuộc tính chất của mỗi tia phóng xạ không?
Giải thích.

TỔNG KẾT CHƯƠNG 4

1 HẠT NHÂN NGUYÊN TỬ

- Hạt nhân nguyên tử được tạo nên bởi các proton và neutron.
- Kí hiệu hạt nhân của nguyên tử tương ứng với nguyên tố có kí hiệu hoá học X: ${}^A_Z\text{X}$. Trong đó: Z là số proton và A là tổng số các nucleon trong hạt nhân.

2 ĐỒNG VỊ

Đồng vị là những nguyên tử mà hạt nhân chứa cùng số proton Z nhưng có số neutron N khác nhau.

3 HỆ THỨC MÔ TẢ MỐI LIÊN HỆ GIỮA KHỐI LƯỢNG VÀ NĂNG LƯỢNG

$$E = mc^2$$

4 ĐƠN VỊ KHỐI LƯỢNG NGUYÊN TỬ

Đơn vị khối lượng nguyên tử amu có giá trị bằng $\frac{1}{12}$ khối lượng của đồng vị ${}^{12}_6\text{C}$:

$$1 \text{ amu} = 1,66054 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$$

5 LỰC HẠT NHÂN

Lực hạt nhân là lực tương tác giữa các nucleon và có tác dụng liên kết các nucleon với nhau để tạo thành hạt nhân.

6 NĂNG LƯỢNG LIÊN KẾT VÀ NĂNG LƯỢNG LIÊN KẾT RIÊNG HẠT NHÂN

Năng lượng liên kết hạt nhân bằng năng lượng tối thiểu để tách một hạt nhân thành các nucleon riêng rẽ hoặc bằng năng lượng toả ra khi các nucleon riêng rẽ kết hợp thành hạt nhân:

$$E_{lk} = \Delta mc^2$$

Với Δm là độ hụt khối của hạt nhân.

Năng lượng liên kết riêng hạt nhân là năng lượng liên kết tính cho một nucleon, đặc trưng cho mức độ bền vững của các hạt nhân.

$$E_{lk\text{r}} = \frac{E_{lk}}{A}$$

7 PHẢN ỨNG HẠT NHÂN

Phản ứng hạt nhân là mọi quá trình dẫn đến sự biến đổi hạt nhân.

- Phản ứng phân hạch: là quá trình trong đó một hạt nhân nặng vỡ thành các hạt nhân nhẹ hơn.
- Phản ứng tổng hợp hạt nhân (phản ứng nhiệt hạch): là quá trình trong đó hai hạt nhân nhẹ kết hợp với nhau để tạo thành hạt nhân nặng hơn. Phản ứng nhiệt hạch chỉ có thể xảy ra ở nhiệt độ cực cao.

8 HIỆN TƯỢNG PHÓNG XẠ

- Hiện tượng phóng xạ là hiện tượng một hạt nhân không bền vững phân rã, phát ra các tia phóng xạ và biến đổi thành hạt nhân khác. Hiện tượng phóng xạ có tính tự phát và ngẫu nhiên.
- Phân loại tia phóng xạ:
 - + Tia α là hạt nhân ${}^4_2\text{He}$, có khả năng ion hoá mạnh và đâm xuyên kém.
 - + Tia β có hai loại: β^- là electron và β^+ là positron. Tia β có khả năng ion hoá kém hơn và đâm xuyên mạnh hơn tia α .
 - + Tia γ là sóng điện từ có bước sóng rất ngắn, cũng là các hạt photon có năng lượng cao. Tia γ có khả năng đâm xuyên lớn hơn nhiều lần so với tia α và β .
- Định luật phóng xạ: Trong quá trình phân rã, số hạt nhân phóng xạ còn lại giảm theo thời gian theo quy luật hàm số mũ.
- Độ phóng xạ đặc trưng cho tính phóng xạ mạnh hay yếu của một lượng chất phóng xạ, được xác định bằng số hạt nhân phóng xạ phân rã trong một giây.

9 QUY TẮC AN TOÀN PHÓNG XẠ

Các quy tắc cơ bản cần thực hiện để đảm bảo an toàn khi ở các khu vực có nguồn phóng xạ hoặc phải làm việc trực tiếp với nguồn phóng xạ:

- Giảm thiểu thời gian tiếp xúc với nguồn phóng xạ.
- Giữ khoảng cách phù hợp đến nguồn phóng xạ.
- Sử dụng các màn chắn, trang phục bảo hộ để đảm bảo che chắn phóng xạ.

GIẢI THÍCH THUẬT NGỮ

CHƯƠNG	THUẬT NGỮ	GIẢI THÍCH THUẬT NGỮ	TRANG
1	Băng phiến	Còn gọi là long não, là một loại hydrocarbon ở thể rắn, tinh thể màu trắng, dễ bay hơi.	8
3	Bệnh còi xương	Một dạng rối loạn thường gặp ở trẻ em, khiến xương bị mềm, yếu và dễ nứt vỡ hơn bình thường.	82
4	Bức xạ ion hoá	Tia phóng xạ hoặc bức xạ điện từ mang năng lượng cao có khả năng tách electron ra khỏi nguyên tử hay phân tử.	117
1	Chu trình	Quá trình kín, điểm đầu và điểm cuối của quá trình trùng nhau.	28
4	Công nghệ hạt nhân	Các công nghệ liên quan đến các phản ứng của hạt nhân nguyên tử.	109
4	Hạt sơ cấp	Các hạt vi mô có kích thước và khối lượng nhỏ hơn hạt nhân nguyên tử. Hạt sơ cấp còn được gọi là hạt cơ bản.	113
4	Hệ quy chiếu quán tính	Hệ quy chiếu trong đó định luật I Newton được nghiệm đúng.	100
4	Lí thuyết lượng tử	Một trong những lí thuyết cơ bản của vật lí học hiện đại, nghiên cứu bản chất và sự vận động của các hạt vi mô.	96
4	Neutron nhiệt	Các neutron tự do có động năng vào khoảng 0,025 eV.	107
1	Ngưng kết	Quá trình chuyển từ thể khí (hơi) sang thể rắn.	7
1	Nhiệt lượng kế	Thiết bị đo nhiệt lượng.	29
3	Núm dẫn động	Là bộ phận có thể quay quanh trục, được dùng để truyền chuyển động giữa các vật.	81
4	Photon	Hạt của trường điện từ và ánh sáng cũng như mọi bức xạ điện từ khác.	113
4	Phơi nhiễm	Sự tiếp xúc của cơ thể con người với các tia phóng xạ trong một khoảng thời gian xác định.	118
4	Tán xạ	Hiện tượng các hạt đang chuyển động hay bức xạ thay đổi hướng chuyển động do quá trình tương tác với các phần tử của môi trường mà chúng truyền qua.	94
1	Thăng hoa	Quá trình chuyển từ thể rắn sang thể khí (hơi).	7

Nhà xuất bản Giáo dục Việt Nam xin trân trọng cảm ơn
các tác giả có tác phẩm, tư liệu được sử dụng, trích dẫn
trong cuốn sách này

Chịu trách nhiệm xuất bản:

Tổng Giám đốc HOÀNG LÊ BÁCH

Chịu trách nhiệm nội dung:

Tổng biên tập PHẠM VĨNH THÁI

Biên tập nội dung: NGUYỄN BÔNG – LÝ VƯƠNG NGỌC MINH – PHẠM TRƯỜNG THỊNH

Biên tập kĩ – mĩ thuật: PHẠM THỊ HẠ LIÊN

Thiết kế sách: PHẠM THỊ HẠ LIÊN

Trình bày bìa: TỐNG THANH THẢO

Minh họa: ANH NHÂN – TRÚC LINH – THIÊN HƯƠNG

Sửa bản in: KIM ANH – NGUYỄN BÔNG – NGỌC MINH – TRƯỜNG THỊNH

Chế bản tại: CÔNG TY CỔ PHẦN DỊCH VỤ XUẤT BẢN GIÁO DỤC GIA ĐỊNH

Bản quyền thuộc Nhà xuất bản Giáo dục Việt Nam.

Tất cả các phần của nội dung cuốn sách này đều không được sao chép, lưu trữ, chuyển thể dưới bất kì hình thức nào khi chưa có sự cho phép bằng văn bản của Nhà xuất bản Giáo dục Việt Nam.

VẬT LÍ 12 (Chân trời sáng tạo)

Mã số:

In.....bản, (QĐ in số...) Khổ 19x26,5 cm.

Đơn vị in:.....

Cơ sở in:.....

Số ĐKXB:

Số QĐXB: ... ngày ... tháng ... năm 20 ...

In xong và nộp lưu chiểu tháng ... năm 20...

Mã số ISBN:.....



HUÂN CHƯƠNG HỒ CHÍ MINH

BỘ SÁCH GIÁO KHOA LỚP 12 – CHÂN TRỜI SÁNG TẠO

1. Toán 12, Tập một
2. Toán 12, Tập hai
3. Chuyên đề học tập Toán 12
4. Ngữ văn 12, Tập một
5. Ngữ văn 12, Tập hai
6. Chuyên đề học tập Ngữ văn 12
7. Tiếng Anh 12
Friends Global – Student Book
8. Lịch sử 12
9. Chuyên đề học tập Lịch sử 12
10. Địa lí 12
11. Chuyên đề học tập Địa lí 12
12. Giáo dục kinh tế và pháp luật 12
13. Chuyên đề học tập Giáo dục kinh tế và pháp luật 12
14. Vật lí 12
15. Chuyên đề học tập Vật lí 12
16. Hoá học 12
17. Chuyên đề học tập Hoá học 12
18. Sinh học 12
19. Chuyên đề học tập Sinh học 12
20. Tin học 12 – Định hướng Tin học ứng dụng
21. Chuyên đề học tập Tin học 12 – Định hướng Tin học ứng dụng
22. Tin học 12 – Định hướng Khoa học máy tính
23. Chuyên đề học tập Tin học 12 – Định hướng Khoa học máy tính
24. Âm nhạc 12
25. Chuyên đề học tập Âm nhạc 12
26. Hoạt động trải nghiệm, hướng nghiệp 12 (1)
27. Hoạt động trải nghiệm, hướng nghiệp 12 (2)
28. Giáo dục quốc phòng và an ninh 12

Các đơn vị đầu mối phát hành

- **Miền Bắc:** CTCP Đầu tư và Phát triển Giáo dục Hà Nội
CTCP Sách và Thiết bị Giáo dục miền Bắc
- **Miền Trung:** CTCP Đầu tư và Phát triển Giáo dục Đà Nẵng
CTCP Sách và Thiết bị Giáo dục miền Trung
- **Miền Nam:** CTCP Đầu tư và Phát triển Giáo dục Phương Nam
CTCP Sách và Thiết bị Giáo dục miền Nam
CTCP Sách và Thiết bị Giáo dục Cửu Long

Sách điện tử: <http://hanhtrangso.nxbgd.vn>

