BỘ GIÁO DỤC VÀ ĐÀO TẠO

VẬT LÍ 12



KẾT NỐI TRI THỨC
VỚI CUỘC SỐNG

NHÀ XUẤT BẢN GIÁO DỤC VIỆT NAM

VŨ VĂN HÙNG (Tổng Chủ biên)
NGUYỄN VĂN BIÊN (Chủ biên)
TRẦN NGỌC CHẤT – PHẠM KIM CHUNG – ĐẶNG THANH HẢI
TƯỞNG DUY HẢI – BÙI GIA THỊNH

VẬT LÍ

12

KẾT NỐI TRI THỨC
VỚI CUỘC SỐNG

(Tái bản lần thứ hai)

NHÀ XUẤT BẢN GIÁO DỤC VIỆT NAM

HƯỚNG DẪN SỬ DỤNG SÁCH

Sách giáo khoa *Vật lí 12* gồm 4 chương. Mỗi chương gồm một số bài học. Mỗi bài học là một chuỗi các nội dung kiến thức và nhiệm vụ học tập, cụ thể như sau:



Khởi động

Tiếp cận bài mới bằng sự tò mò, hứng thú học tập.

Đọc hiểu

Cung cấp hiện tượng, dữ liệu ban đầu, thuật ngữ cần thiết,... để tiến hành hoạt động tìm tòi, khám phá kiến thức tiếp theo.

?

Câu hỏi

Câu hỏi sẽ giúp học sinh:

Tìm tòi, khám phá kiến thức mới.



Hoạt động

Tiến hành các hoạt động giúp học sinh giải quyết các vấn đề học tập và đồng thời phát triển các năng lực cần thiết.



Những điều cần lưu ý.

EM ĐÃ HỌC

Tổng kết kiến thức và kĩ năng cơ bản của bài.

EM CÓ THỂ

Yêu cầu về năng lực vận dụng kiến thức, kĩ năng vào học tập và thực tiễn cuộc sống.

EM CÓ BIẾT

Mở rộng kiến thức của bài.

Hoạt động trải nghiệm yêu cầu học sinh vận dụng kiến thức, kĩ năng đã học vào một số tình huống của thực tế cuộc sống.

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

LỜI NÓI ĐẦU

Sách giáo khoa *Vật lí 12* với thông điệp *kết nối tri thức với cuộc sống* được biên soạn theo định hướng đổi mới giáo dục phổ thông nhằm phát triển phẩm chất, năng lực của người học. Tư tưởng chủ đạo trong việc biên soạn sách giáo khoa này là tổ chức các hoạt động học tập nhằm coi trọng việc phát triển phẩm chất, năng lực học sinh nhưng không coi nhẹ vai trò của kiến thức. Kiến thức trong sách giáo khoa *Vật lí 12* được coi là chất liệu làm cơ sở giúp học sinh hình thành và phát triển các phẩm chất và năng lực cần có trong cuộc sống hiện tại và tương lai.

Sách giáo khoa *Vật lí 12* không phải là cuốn sách trình bày sẵn các nội dung kiến thức cần học mà là cuốn sách hướng dẫn học sinh hoạt động để tìm tòi, khám phá ra kiến thức mới, vận dụng chúng vào việc giải quyết các vấn đề trong học tập và cuộc sống. Thông qua các hoạt động học tập này, các em không những hình thành và phát triển các năng lực khoa học nói chung và vật lí nói riêng mà còn đồng thời hình thành và phát triển được các năng lực chung như năng lực tự chủ và tự học, giao tiếp và hợp tác, giải quyết vấn đề và sáng tạo,...

Sách giáo khoa *Vật lí 12* coi trọng phương pháp thực nghiệm, phần lớn kiến thức cơ bản của cuốn sách được tổ chức và trình bày theo phương pháp thực nghiệm. Việc coi trọng phương pháp thực nghiệm còn được thể hiện ở hệ thống các bài thí nghiệm thực hành từ đơn giản đến phức tạp, tạo điều kiện cho các em tìm hiểu các thuộc tính của các đối tượng vật lí dưới nhiều góc nhìn khác nhau. Sách giáo khoa *Vật lí 12* trình bày các bài tập đan xen vào các hoạt động tương ứng trong bài học.

Các tác giả mong muốn sách giáo khoa *Vật lí 12* sẽ mang đến cho các em niềm vui và sự đam mê trong học tập môn Vật lí để có kết quả học tập tốt môn học này, giúp các em thấy được năng lực và sở trường của bản thân để có thể bắt đầu định hướng nghề nghiệp của mình.

CÁC TÁC GIẢ

MỤC LỤC

		Trang
Hướng dẫn sử dụng sách		2
Lời nói đầu		3
Chương I. VẬT LÍ NHIỆT		**5**
Bài 1.	Cấu trúc của chất. Sự chuyển thể	6
Bài 2.	Nội năng. Định luật I của nhiệt động lực học	10
Bài 3.	Nhiệt độ. Thang nhiệt độ – nhiệt kế	15
Bài 4.	Nhiệt dung riêng	20
Bài 5.	Nhiệt nóng chảy riêng	24
Bài 6.	Nhiệt hoá hơi riêng	27
Bài 7.	Bài tập về vật lí nhiệt	30
Chương II. KHÍ LÍ TƯỞNG		**33**
Bài 8.	Mô hình động học phân tử chất khí	34
Bài 9.	Định luật Boyle	37
Bài 10.	Định luật Charles	41
Bài 11.	Phương trình trạng thái của khí lí tưởng	45
Bài 12.	Áp suất khí theo mô hình động học phân tử. Quan hệ giữa động năng phân tử và nhiệt độ	48
Bài 13.	Bài tập về khí lí tưởng	52
Chương III. TỪ TRƯỜNG		**55**
Bài 14.	Từ trường	56
Bài 15.	Lực từ tác dụng lên dây dẫn mang dòng điện. Cảm ứng từ	61
Bài 16.	Từ thông. Hiện tượng cảm ứng điện từ	66
Bài 17.	Máy phát điện xoay chiều	72
Bài 18.	Ứng dụng hiện tượng cảm ứng điện từ	78
Bài 19.	Điện từ trường. Mô hình sóng điện từ	82
Bài 20.	Bài tập về từ trường	86
Chương IV. VẬT LÍ HẠT NHÂN		**90**
Bài 21.	Cấu trúc hạt nhân	91
Bài 22.	Phản ứng hạt nhân và năng lượng liên kết	96
Bài 23.	Hiện tượng phóng xạ	104
Bài 24.	Công nghiệp hạt nhân	114
Bài 25.	Bài tập về vật lí hạt nhân	119
Giải thích một số thuật ngữ dùng trong sách		123

KẾT NỐI TRI THỨC VỚI CUỘC SỐNG

CHƯƠNG I

VẬT LÍ NHIỆT



Năm 1765, James Watt (Giêm Oát) (1736 – 1819) dựa vào những thành tựu nghiên cứu về vật lí nhiệt đã phát minh ra máy hơi nước, góp phần quan trọng vào việc làm bùng nổ cuộc Cách mạng Công nghiệp lần thứ nhất. Những kiến thức về vật lí nhiệt nào đã làm cơ sở cho việc phát minh ra máy hơi nước?

Nội dung

- Cấu trúc của chất. Sự chuyển thể
- Nội năng, Định luật I của nhiệt động lực học
- Nhiệt độ, thang nhiệt độ, nhiệt kế
- Nhiệt dung riêng, nhiệt nóng chảy riêng, nhiệt hoá hơi riêng

Bài 1 CẤU TRÚC CỦA CHẤT SỰ CHUYỂN THỂ

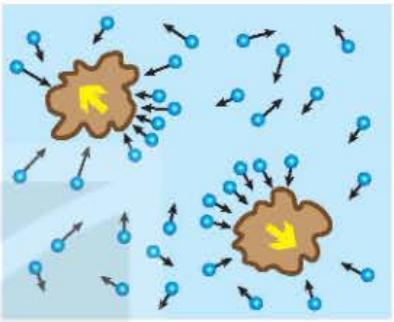
Hãy dựa trên những kiến thức đã học về cấu tạo chất để giải thích tại sao cùng một chất lại có thể tồn tại ở các thể khác nhau là rắn, lỏng, khí.

I. MÔ HÌNH ĐỘNG HỌC PHÂN TỬ VỀ CẤU TẠO CHẤT

Mô hình động học phân tử về cấu tạo chất có những nội dung cơ bản sau đây:

1. Các chất được cấu tạo từ các hạt riêng biệt là phân tử.
2. Các phân tử chuyển động không ngừng. Nhiệt độ của vật càng cao thì tốc độ chuyển động của các phân tử cấu tạo nên vật càng lớn.
3. Giữa các phân tử có lực hút và đẩy gọi chung là lực liên kết phân tử.

Dùng mô hình này có thể giải thích được cấu trúc của các chất rắn, chất lỏng, chất khí và sự chuyển thể.



Hình 1.1. *Chuyển động của các phân tử nước và các hạt phấn hoa*

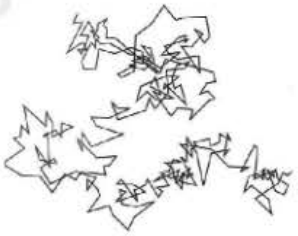
Mũi tên màu đen (→) biểu diễn hướng chuyển động của các phân tử nước
Mũi tên màu vàng (→) biểu diễn hướng chuyển động của hạt phấn hoa

Thuật ngữ phân tử trong mô hình trên được dùng để chỉ chung các hạt cấu tạo chất: phân tử, nguyên tử, ion.

1. Trong lịch sử phát triển của khoa học, có hai quan điểm khác nhau về cấu tạo chất là quan điểm chất có cấu tạo liên tục và chất có cấu tạo gián đoạn. Mô hình động học phân tử được xây dựng trên quan điểm nào?
2. Năm 1827, khi làm thí nghiệm quan sát các hạt phấn hoa rất nhỏ trong nước bằng kính hiển vi, Brown thấy chúng chuyển động hỗn loạn, không ngừng. (Hình 1.1 và Hình 1.2). Chuyển động này được gọi là chuyển động Brown.

   a) Tại sao thí nghiệm của Brown được coi là một trong những thí nghiệm chứng tỏ các phân tử chuyển động hỗn loạn, không ngừng?

   b) Làm thế nào để với thí nghiệm của Brown có thể chứng tỏ được khi nhiệt độ của nước càng cao thì các phân tử nước chuyển động càng nhanh?
3. Hãy tìm các hiện tượng thực tế chứng tỏ giữa các phân tử có lực đẩy, lực hút.



Hình 1.2. *Quỹ đạo chuyển động của hạt phấn hoa trong nước*

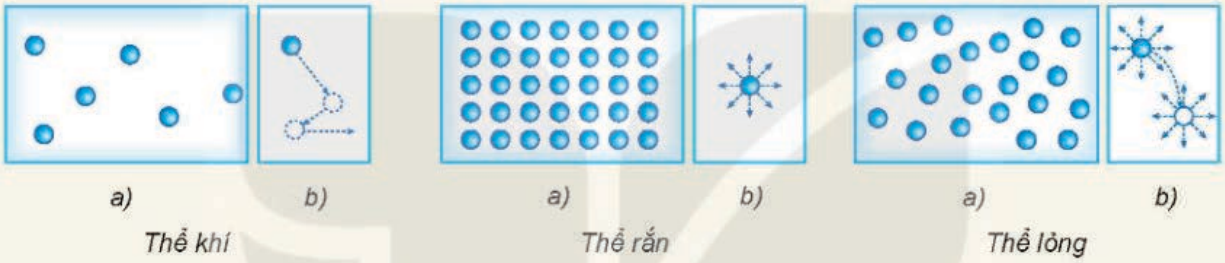
Người ta thường gọi chuyển động hỗn loạn, không ngừng của các hạt rất nhỏ dưới tác dụng của các phân tử chất lỏng hoặc chất khí là chuyển động Brown.

II. CẤU TRÚC CỦA CHẤT RẮN, CHẤT LỎNG VÀ CHẤT KHÍ

Dựa vào các đặc điểm sau đây của phân tử có thể nêu được sơ lược cấu trúc của hầu hết các chất rắn, chất lỏng, chất khí:

- Khoảng cách giữa các phân tử càng lớn thì lực liên kết giữa chúng càng yếu.
- Các phân tử sắp xếp có trật tự thì lực liên kết giữa chúng mạnh.

1. Hãy dựa vào Hình 1.3 để mô tả, so sánh khoảng cách và sự sắp xếp (a), chuyển động (b) của phân tử ở các thể khác nhau. Từ đó mô tả một cách sơ lược về cấu trúc của chất rắn, chất lỏng, chất khí.



Hình 1.3. *(a) Khoảng cách và sự sắp xếp các phân tử ở các thể khác nhau*
(b) Chuyển động của phân tử ở các thể khác nhau
Hình cầu là phân tử, mũi tên là hướng chuyển động của phân tử

2. Hãy giải thích các đặc điểm sau đây của thể khí, thể rắn, thể lỏng.

a) Vật ở thể khí không có hình dạng và thể tích riêng, luôn chiếm toàn bộ thể tích bình chứa và có thể nén được dễ dàng.

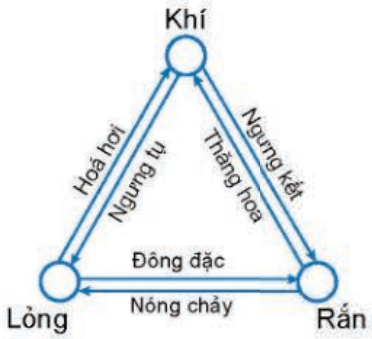
b) Vật ở thể rắn có thể tích và hình dạng riêng, rất khó nén.

c) Vật ở thể lỏng có thể tích riêng nhưng không có hình dạng riêng.

III. SỰ CHUYỂN THỂ

1. Sự chuyển thể

Các chất có thể chuyển từ thể này sang thể khác. Đa số các chất ở thể rắn khi nóng lên có thể chuyển sang thể lỏng, rồi từ thể lỏng sang thể khí. Ngược lại, đa số chất khí khi lạnh đi có thể chuyển sang thể lỏng, rồi từ thể lỏng sang thể rắn. Một số chất có thể chuyển trực tiếp từ thể rắn sang thể khí và ngược lại (Hình 1.4).



Hình 1.4. *Sơ đồ quá trình chuyển thể*

2. Dùng mô hình động học phân tử giải thích sự chuyển thể

Dựa vào đặc điểm của mô hình động học phân tử có thể giải thích sơ lược các hiện tượng liên quan đến sự chuyển thể như sự hoá hơi, sự nóng chảy:

Trong khi chuyển động hỗn loạn, các phân tử có thể va chạm vào nhau, truyền năng lượng cho nhau. Càng nhận được nhiều năng lượng thì các phân tử chuyển động hỗn loạn càng nhanh, khoảng cách trung bình giữa chúng càng tăng, lực liên kết giữa chúng càng yếu.

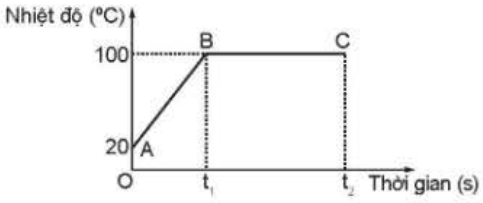
a) Giải thích sự hoá hơi

Sự hoá hơi có thể xảy ra dưới hai hình thức là bay hơi và sôi.

- Sự bay hơi là sự hoá hơi xảy ra ở mặt thoáng của chất lỏng. Nước đựng trong một cốc không đậy kín cạn dần là một ví dụ về sự bay hơi.

  Do các phân tử chuyển động hỗn loạn có thể va chạm vào nhau, truyền năng lượng cho nhau nên có một số phân tử ở gần mặt thoáng của chất lỏng có thể có động năng đủ lớn để thắng lực liên kết của các phân tử chất lỏng khác, thoát được ra khỏi mặt thoáng của chất lỏng trở thành các phân tử ở thể hơi.

- Sự sôi: Hình 1.5 là đồ thị biểu diễn sự thay đổi nhiệt độ của nước theo thời gian khi được đun nóng. Khi nhiệt độ của nước tăng tới khoảng 100 °C dưới áp suất tiêu chuẩn ($1{,}01.10^5$ Pa) thì nước bắt đầu sôi. Khi đó các bọt chứa không khí và hơi nước nổi lên trong lòng nước tăng lên liên tục, càng nổi lên trên thể tích các bọt khí này càng tăng, tới mặt thoáng thì vỡ, không khí và hơi nước thoát ra ngoài khí quyển. Do đó sự sôi là sự hoá hơi xảy ra đồng thời ở bên trong và trên mặt thoáng của chất lỏng.



Hình 1.5. *Đồ thị về sự thay đổi nhiệt độ của nước theo thời gian khi được đun sôi*

?

Tại sao khi bay hơi nhiệt độ của chất lỏng giảm?

1. Hãy dựa vào đồ thị ở Hình 1.5 để mô tả sự thay đổi nhiệt độ của nước khi được đun từ 20 °C tới khi sôi.
2. Khi nước đang sôi thì năng lượng mà nước nhận được từ nguồn nhiệt có được chuyển hoá thành động năng của các phân tử nước không? Tại sao?

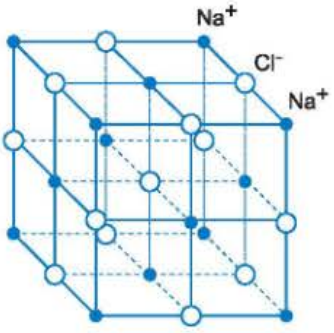
EM CÓ BIẾT

Chất rắn kết tinh và chất rắn vô định hình

Chất rắn kết tinh là chất mà các hạt (phân tử, nguyên tử, ion) cấu tạo nên nó, liên kết với nhau một cách chặt chẽ, sắp xếp theo một trật tự hình học tuần hoàn tạo thành các mạng tinh thể (Hình 1.6). Chất rắn vô định hình là chất ở thể rắn mà các hạt tạo nên nó không tạo thành mạng tinh thể.

Hầu hết các kim loại là các chất kết tinh; thuỷ tinh, nhựa đường, các chất dẻo,... là các chất vô định hình.

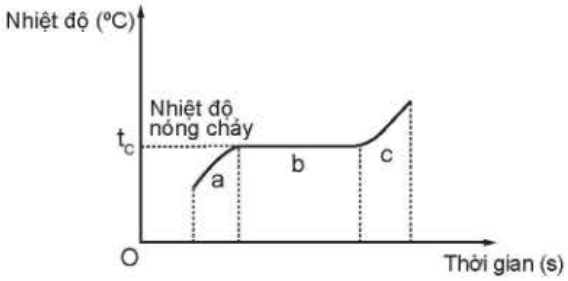
Mỗi chất rắn kết tinh có nhiệt độ nóng chảy (hoặc đông đặc) riêng xác định.



Hình 1.6. *Tinh thể muối ăn*

b) Giải thích sự nóng chảy của chất rắn kết tinh

1. Tại sao chất rắn kết tinh khi được đun nóng có thể chuyển thành chất lỏng?
2. a) Hãy dựa vào Hình 1.7 để mô tả quá trình nóng chảy của chất rắn kết tinh.
   b) Giải thích tại sao khi đang nóng chảy, nhiệt độ của chất rắn kết tinh không tăng dù vẫn nhận được nhiệt năng. Năng lượng mà chất rắn kết tinh nhận được lúc này dùng để làm gì?



Hình 1.7. *Đồ thị sự thay đổi nhiệt độ của chất rắn kết tinh khi được làm nóng chảy*

Giai đoạn a: Chất rắn chưa nóng chảy;
Giai đoạn b: Chất rắn đang nóng chảy;
Giai đoạn c: Chất rắn đã nóng chảy hoàn toàn.

EM ĐÃ HỌC

- Mô hình động học phân tử về cấu tạo chất:
  - Các chất được cấu tạo từ các hạt riêng biệt là phân tử.
  - Các phân tử chuyển động không ngừng. Nhiệt độ của vật càng cao thì tốc độ trung bình của các phân tử càng lớn.
  - Giữa các phân tử có lực liên kết phân tử.
- Các chất có thể chuyển từ thể này sang thể khác.

EM CÓ THỂ

- Giải thích được sự khác nhau giữa các thể của chất và cơ chế của sự chuyển thể.
- Tìm hiểu và trình bày được vai trò của sự chuyển thể đối với cuộc sống con người như vòng tuần hoàn nước, công nghệ đúc,...

EM CÓ BIẾT

Ở nhiệt độ hàng triệu độ, chất không tồn tại ở các thể rắn, lỏng, khí mà ở một thể đặc biệt gọi là plasma. Ở thể này, chất không tồn tại dưới dạng các nguyên tử, phân tử mà dưới dạng các ion. Plasma rất ít gặp trên Trái Đất nhưng trong vũ trụ có tới trên 99% các chất tồn tại ở thể plasma (Hình 1.8).



Hình 1.8. *Luồng plasma phóng ra từ Mặt Trời*

Bài 2 NỘI NĂNG. ĐỊNH LUẬT I CỦA NHIỆT ĐỘNG LỰC HỌC

Khi nước được đun tới lúc bắt đầu sôi thì dù có tiếp tục đun, nhiệt độ của nước cũng không thay đổi. Vậy nhiệt năng mà nước nhận được lúc này làm tăng dạng năng lượng nào của nước?

I. KHÁI NIỆM NỘI NĂNG

1. Nội năng của một vật

Vì các phân tử chuyển động không ngừng nên chúng có động năng. Động năng này được gọi là động năng phân tử. Động năng phân tử phụ thuộc vào tốc độ chuyển động của phân tử.

Vì các phân tử tương tác với nhau nên chúng có thế năng. Thế năng này được gọi là thế năng tương tác phân tử, gọi tắt là thế năng phân tử. Thế năng phân tử phụ thuộc vào khoảng cách giữa các phân tử.

Tổng động năng và thế năng của các phân tử cấu tạo nên vật được gọi là nội năng của vật. Nội năng được kí hiệu bằng chữ U và có đơn vị là jun (J).

Nội năng của một vật phụ thuộc vào nhiệt độ và thể tích của vật.

?

Tại sao nội năng của vật lại phụ thuộc vào nhiệt độ và thể tích của vật?

1. Vì các phân tử cấu tạo nên vật chuyển động không ngừng nên tốc độ và khoảng cách giữa các phân tử luôn thay đổi làm cho động năng và cả thế năng của các phân tử cũng không ngừng thay đổi. Do đó, khi nói động năng và thế năng của phân tử thì phải hiểu đó là *động năng và thế năng trung bình* của các phân tử cấu tạo nên vật.

2. Vì số phân tử trong một vật vô cùng lớn và các phân tử chuyển động hỗn loạn nên không thể xác định được chính xác độ lớn nội năng của một vật. Trong vật lí người ta chủ yếu quan tâm đến độ biến thiên nội năng (ΔU) của vật.

EM CÓ BIẾT



Hình 2.1. *James Joule (Giêm Giun) (1818 – 1889), nhà vật lí người Anh có nhiều đóng góp cho sự hình thành và phát triển nhiệt động lực học*

Nhiệt động lực học là lĩnh vực vật lí nghiên cứu về năng lượng nhiệt và sự truyền nhiệt.

Nhiệt động lực học ra đời vào giữa thế kỉ XIX trong quá trình con người tìm hiểu về sự chuyển hoá năng lượng dự trữ trong các nhiên liệu thành cơ năng để chế tạo các động cơ nhiệt.

KẾT NỐI TRI THỨC VỚI CUỘC SỐNG

2. Thí nghiệm về mối liên hệ nội năng của vật với năng lượng của các phân tử cấu tạo nên vật

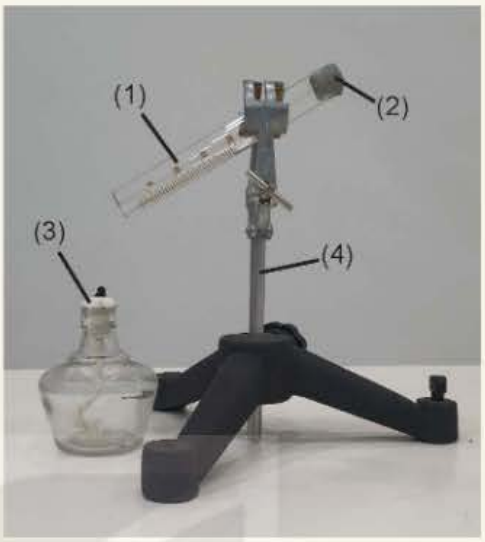
Thí nghiệm sau đây cho thấy mối liên hệ giữa nội năng của vật với năng lượng của các phân tử cấu tạo nên vật.

Chuẩn bị:

- Ống nghiệm (1).
- Nút bấc có kích thước vừa khít miệng ống nghiệm (2).
- Đèn cồn (3).
- Giá đỡ thí nghiệm (4).

Tiến hành:

- Bố trí thí nghiệm như Hình 2.2.
- Dùng đèn cồn đun nóng ống nghiệm cho đến khi nút bấc bật ra.



Hình 2.2. *Thí nghiệm về mối liên hệ giữa nội năng của vật với năng lượng của các phân tử khí*

Thực hiện các yêu cầu sau:

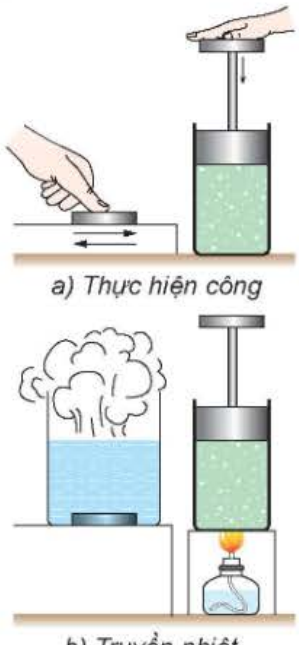
1. Khi đun ống nghiệm tới một lúc nào đó thì thấy nút bấc bật ra. Giải thích vì sao nút bấc bật ra.
2. Khi nút chưa bị bật ra:
   a) Nội năng của không khí trong ống nghiệm tăng hay giảm? Vì sao?
   b) Nội năng của không khí trong ống nghiệm tăng có phải do thế năng phân tử khí tăng không? Tại sao?
   c) Tại sao hiện tượng nút ống nghiệm bị bật ra lại chứng tỏ động năng của các phân tử khí trong ống nghiệm tăng?

II. ĐỊNH LUẬT I CỦA NHIỆT ĐỘNG LỰC HỌC

1. Cách làm thay đổi nội năng

Có hai cách làm thay đổi nội năng là *thực hiện công* và *truyền năng lượng nhiệt* (gọi tắt là truyền nhiệt).

- Ví dụ về thực hiện công: Khi dùng tay thực hiện công cọ xát một miếng kim loại lên sàn nhà thì miếng kim loại nóng lên, nội năng của nó đã thay đổi.
- Ví dụ về truyền nhiệt: Cũng có thể làm miếng kim loại nóng lên bằng cách cho nó tiếp xúc với một nguồn nhiệt. Khi đó nội năng của nó cũng thay đổi.



a) Thực hiện công

b) Truyền nhiệt

Hình 2.3. *Hai cách làm thay đổi nội năng của vật*

?

1. Mô tả sự thay đổi nội năng của lượng khí trong xi lanh ở Hình 2.3.
2. Tìm thêm ví dụ về thực hiện công và truyền nhiệt làm thay đổi nội năng của vật.

2. Định luật I của nhiệt động lực học

Định luật I của nhiệt động lực học là sự vận dụng định luật bảo toàn năng lượng vào các quá trình thay đổi nội năng.

Nếu vật vừa nhận được công vừa được truyền nhiệt thì: *Độ biến thiên nội năng của vật bằng tổng công và nhiệt lượng mà vật nhận được:*

$$\Delta U = A + Q \qquad (2.1)$$

Với quy ước về dấu thích hợp thì hệ thức trên có thể áp dụng cho các quá trình thay đổi nội năng khác như vật truyền nhiệt cho vật khác, vật thực hiện công lên vật khác, vật vừa thực hiện công vừa truyền nhiệt cho vật khác.

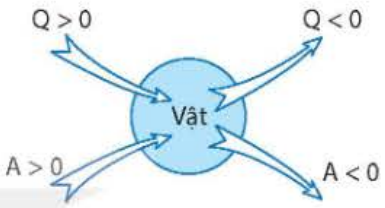
Quy ước về dấu của A và Q trong hệ thức (2.1):

Q > 0: Vật nhận nhiệt lượng từ vật khác.

Q < 0: Vật truyền nhiệt lượng cho vật khác.

A > 0: Vật nhận công từ vật khác.

A < 0: Vật thực hiện công lên vật khác.



Hình 2.4. *Quy ước về dấu của Q và A trong hệ thức (2.1)*

Vật ở đây là vật rắn, khối chất lỏng và khối chất khí.

?

Các hệ thức sau đây mô tả các quá trình thay đổi nội năng nào?

1. $\Delta U = Q$ khi $Q > 0$, khi $Q < 0$.
2. $\Delta U = A$ khi $A > 0$, khi $A < 0$.
3. $\Delta U = A + Q$ khi $Q > 0$ và $A < 0$.
4. $\Delta U = A + Q$ khi $Q < 0$ và $A > 0$.

– Nhiệt lượng là số đo nhiệt năng được truyền từ vật này sang vật khác trong quá trình truyền nhiệt. Khi *không* có quá trình truyền nhiệt thì *không* có nhiệt lượng.

– Nội năng là một dạng năng lượng. Mọi vật luôn có nội năng.

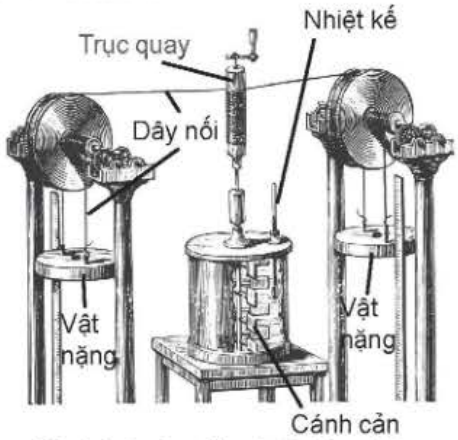
KẾT NỐI TRI THỨC VỚI CUỘC SỐNG

EM CÓ BIẾT

Thí nghiệm minh hoạ định luật I của nhiệt động lực học

Định luật I của nhiệt động lực học được hình thành từ những thí nghiệm mà nhà vật lí người Anh Joule đã tiến hành trong những năm từ 1844 đến 1854.

Một trong những thí nghiệm này được mô tả ở Hình 2.5. Thí nghiệm cho thấy công A mà nước nhận được từ vật nặng chuyển động làm quay các cánh cản khiến nước nóng lên (nội năng của nước tăng) có độ lớn tương đương với độ tăng nội năng của nước.



Hình 2.5. *Sơ đồ mô tả thí nghiệm của Joule*

Vào thời kì đó, người ta chưa đo được phần nhiệt lượng mà nước truyền cho các thiết bị thí nghiệm và môi trường xung quanh. Nếu tính cả phần nhiệt lượng này thì: $\Delta U = A + Q$ với Q có giá trị âm vì vật truyền nhiệt cho môi trường.

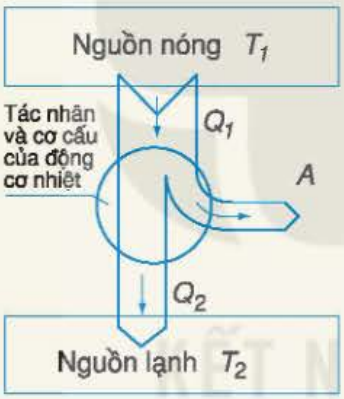
Định luật I của nhiệt động lực học có nhiều ứng dụng thực tế, một trong những ứng dụng quan trọng là để chế tạo các loại động cơ nhiệt. Ngoài ra, định luật này còn dùng để giải thích các hiện tượng liên quan đến sự truyền và biến đổi nội năng.

Động cơ nhiệt là động cơ hoạt động dựa trên nguyên tắc biến nội năng của nhiên liệu thành cơ năng.

Mỗi động cơ nhiệt đều có ba bộ phận chính (Hình 2.6a):

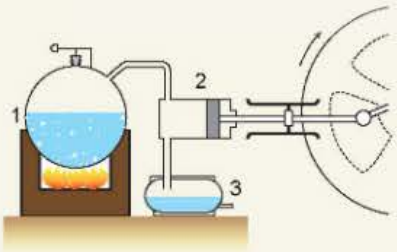
- Nguồn nóng có nhiệt độ T_1 cung cấp nhiệt lượng cho động cơ.
- Bộ phận phát động trong đó tác nhân nhận nhiệt từ nguồn nóng, giãn nở sinh công (Trong máy hơi nước, tác nhân là hơi nước; trong động cơ đốt trong, tác nhân là khí do nhiên liệu bị đốt cháy toả ra trong xi lanh).
- Nguồn lạnh có nhiệt độ $T_2 < T_1$ nhận nhiệt lượng do động cơ toả ra.

Hãy dựa vào các sơ đồ trong Hình 2.6b, c để trình bày sơ lược về cấu tạo và hoạt động của máy hơi nước và động cơ đốt trong.



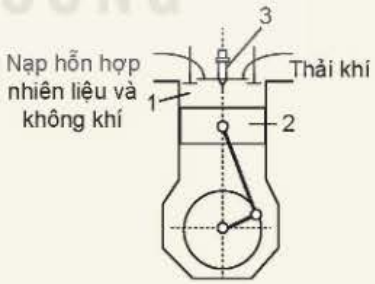
Q_1: Nhiệt lượng tác nhân nhận được từ nguồn nóng.
Q_2: Nhiệt lượng tác nhân truyền cho nguồn lạnh.
A: Công cơ học (công do tác nhân thực hiện để đẩy pit-tông và công do pit-tông thực hiện để đưa tác nhân về trạng thái ban đầu)

a) Sơ đồ nguyên tắc hoạt động của động cơ nhiệt



1. Nồi súp de (nguồn nóng)
2. Xi lanh và pit-tông
3. Bình ngưng hơi (nguồn lạnh)

b) Sơ đồ nguyên tắc hoạt động của máy hơi nước



1. Xi lanh
2. Pit-tông
3. Bu-gi (tạo tia lửa điện đốt cháy hỗn hợp nhiên liệu và không khí)

c) Sơ đồ nguyên tắc hoạt động của động cơ đốt trong

Hình 2.6

KẾT NỐI TRI THỨC VỚI CUỘC SỐNG

?

1. Nội năng của vật biến đổi như thế nào trong các trường hợp sau:

   a) Vật rắn đang nóng chảy.

   b) Nước đá đang tan.

   c) Hơi nước ngưng tụ ở nhiệt độ không đổi.

2. Một vật khối lượng 1 kg trượt không vận tốc ban đầu từ đỉnh xuống chân một mặt phẳng dài 21 m, nghiêng 30^o so với mặt nằm ngang. Tốc độ của vật ở chân mặt phẳng là 4,1 m/s. Tính công của lực ma sát và độ biến thiên nội năng của vật trong quá trình chuyển động trên. Lấy $g = 9,8\ m/s^2$. Bỏ qua sự trao đổi nhiệt với mặt phẳng nghiêng.

EM ĐÃ HỌC

- Tổng động năng và thế năng của các phân tử cấu tạo nên vật được gọi là nội năng của vật. Nội năng được kí hiệu bằng chữ U và có đơn vị là jun (J).
- Có thể làm thay đổi nội năng của vật bằng cách: thực hiện công, truyền nhiệt.
- Định luật I của nhiệt động lực học: Độ biến thiên nội năng của vật bằng tổng công và nhiệt lượng mà vật nhận được: $\Delta U = A + Q$.

  Quy ước về dấu của A và Q:

  $Q > 0$: Vật nhận nhiệt lượng từ vật khác.

  $Q < 0$: Vật truyền nhiệt lượng cho vật khác.

  $A > 0$: Vật nhận công từ vật khác.

  $A < 0$: Vật thực hiện công lên vật khác.

KẾT NỐI TRI THỨC VỚI CUỘC SỐNG

EM CÓ THỂ

- Dùng mô hình động học phân tử giải thích được một số hiện tượng liên quan đến sự chuyển thể của các chất.
- Dùng khái niệm nội năng và định luật I của nhiệt động lực học để giải thích một số hiện tượng đơn giản như sự chuyển hoá năng lượng trong các quá trình chuyển thể, nguyên tắc hoạt động của động cơ nhiệt (máy hơi nước, động cơ đốt trong).

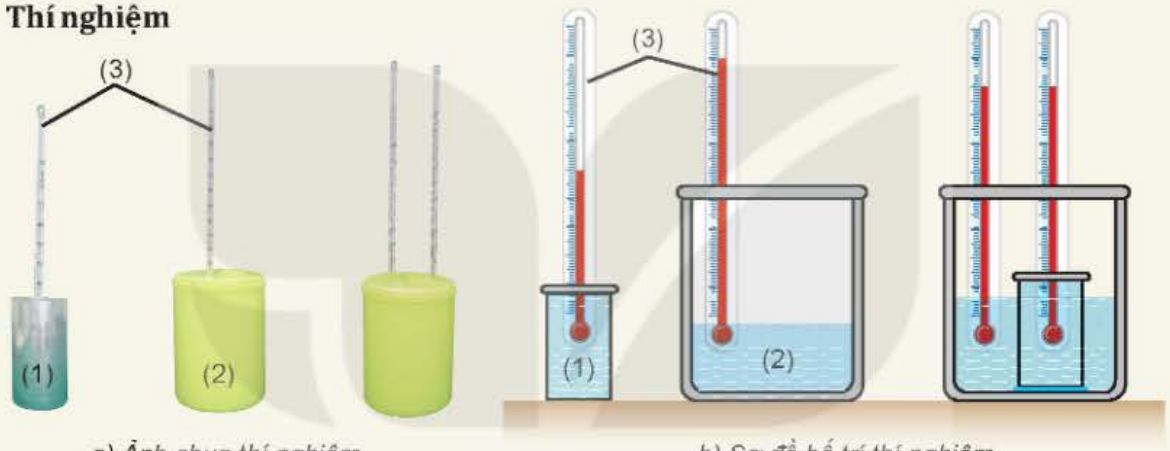
Bài 3 NHIỆT ĐỘ THANG NHIỆT ĐỘ – NHIỆT KẾ

Làm thế nào để nhận biết được sự truyền nhiệt năng giữa các vật? Ví dụ, làm thế nào để nhận biết: "Vật nào là vật truyền nhiệt năng, vật nào là vật nhận nhiệt năng; sự truyền nhiệt năng đã dừng lại hay còn đang tiếp tục;...?"

I. KHÁI NIỆM NHIỆT ĐỘ

Thí nghiệm sau đây sẽ giúp chúng ta hiểu được ý nghĩa của khái niệm nhiệt độ, nhận biết được khi nào có hoặc không có quá trình truyền nhiệt năng và chiều truyền nhiệt năng giữa hai vật tiếp xúc nhau.

Thí nghiệm



a) Ảnh chụp thí nghiệm *b) Sơ đồ bố trí thí nghiệm*

Hình 3.1. *Thí nghiệm sự truyền nhiệt năng*

Chuẩn bị:

- Cốc nhôm đựng khoảng 200 mL nước ở nhiệt độ khoảng 30 °C (1).
- Bình cách nhiệt đựng khoảng 500 mL nước ở nhiệt độ khoảng 60 °C (2).
- Hai nhiệt kế (3).

Tiến hành:

- Đặt cốc nhôm vào trong lòng bình cách nhiệt sao cho nước trong bình cách nhiệt ngập một phần cốc nhôm (Hình 3.1).
- Quan sát sự thay đổi nhiệt độ của nước trong bình và trong cốc từ khi bắt đầu thí nghiệm tới khi hai nhiệt độ này bằng nhau.

Trả lời các câu hỏi sau:

1. Tại sao có thể biết nước trong bình truyền nhiệt năng cho nước trong cốc?
2. Làm thế nào để nhận biết quá trình truyền nhiệt năng giữa nước trong bình và nước trong cốc đã kết thúc?

Từ kết quả trên có thể rút ra kết luận sau:

Nhiệt độ cho biết trạng thái cân bằng nhiệt của các vật tiếp xúc nhau và chiều truyền nhiệt năng:

- Khi hai vật có nhiệt độ chênh lệch tiếp xúc nhau thì nhiệt năng truyền từ vật có nhiệt độ cao hơn sang vật có nhiệt độ thấp hơn.
- Khi hai vật có nhiệt độ bằng nhau tiếp xúc nhau thì không có sự truyền nhiệt năng giữa chúng. Hai vật ở trạng thái cân bằng nhiệt.

KẾT NỐI TRI THỨC VỚI CUỘC SỐNG

?

Có thể nói khi hai vật tiếp xúc với nhau thì nhiệt năng luôn tự truyền từ vật có *nội năng lớn hơn* sang vật có *nội năng nhỏ hơn* hay không? Tại sao? Tìm ví dụ minh hoạ.

II. THANG NHIỆT ĐỘ – NHIỆT KẾ

1. Các thang nhiệt độ

a) Thang nhiệt độ Celsius

Thang nhiệt độ chúng ta vẫn dùng hằng ngày là thang Celsius. Hai nhiệt độ dùng làm mốc của thang này là nhiệt độ đóng băng và nhiệt độ sôi của nước tinh khiết, ở áp suất tiêu chuẩn (Hình 3.2a). Khoảng cách giữa hai nhiệt độ này được chia thành 100 phần bằng nhau, mỗi phần là 1 độ. Vì được chia thành 100 phần bằng nhau nên ban đầu thang nhiệt độ này được gọi là *thang nhiệt độ bách phân* (centigrade).

Năm 1948, Hội đồng quốc tế về trọng lượng và đo lường đã quyết định công nhận thang nhiệt độ này và đổi tên nó thành *thang nhiệt độ Celsius* để vinh danh nhà khoa học Thụy Điển Anders Celsius (An-đơ Xen-xi-út) (1701 – 1744), người đầu tiên xây dựng thang nhiệt độ này vào năm 1742.

Nhiệt độ trong thang Celsius thường được kí hiệu bằng chữ t, đơn vị là độ C (°C). Các nhiệt độ cao hơn 0 °C có giá trị dương, thấp hơn 0 °C có giá trị âm.

Hiện nay, hầu hết các nước trên thế giới đều sử dụng thang nhiệt độ này, trừ một số nước nói tiếng Anh vẫn sử dụng thang nhiệt độ Fahrenheit do nhà khoa học người Đức Gabriel Fahrenheit (Ga-bri-en Pha-ren-hai) (1686 – 1736) xây dựng năm 1714.



Hình 3.2. *Các nhiệt độ mốc trong thang nhiệt độ Celsius và Kelvin*

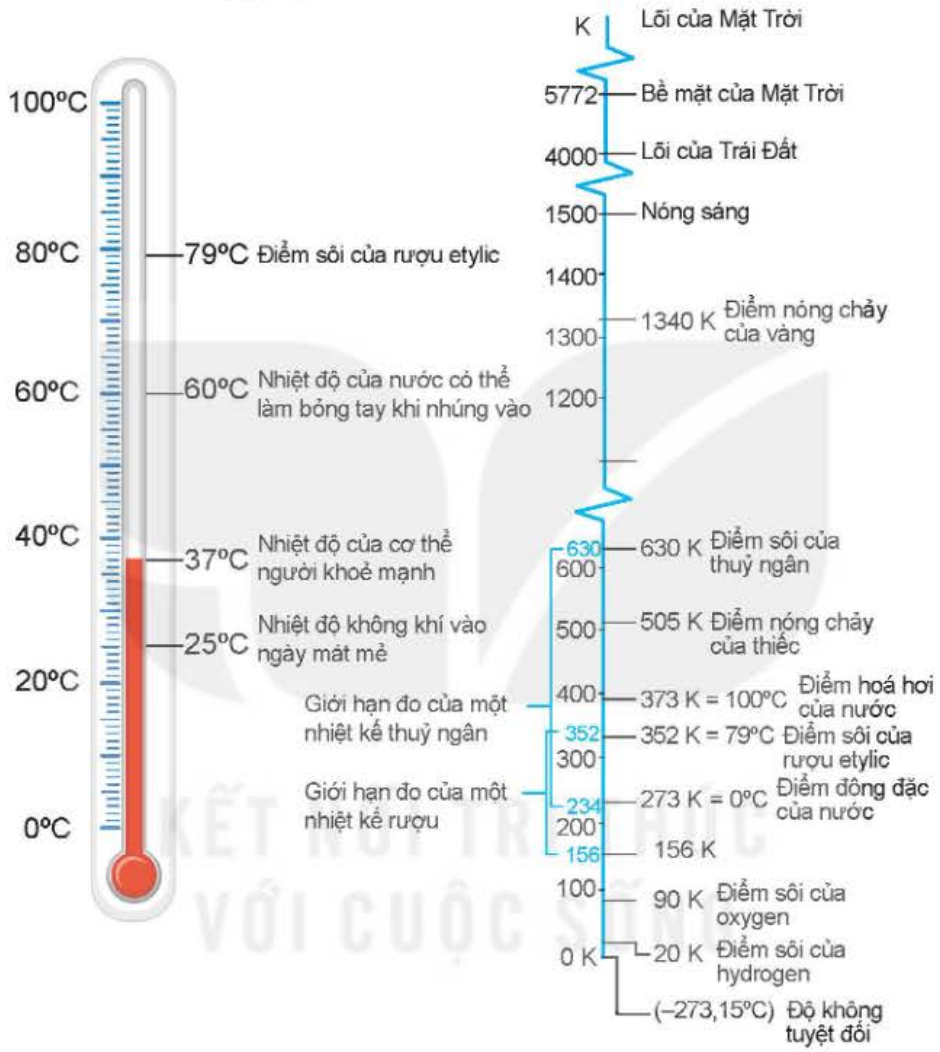
b) Thang nhiệt độ Kelvin

Năm 1848, nhà vật lí người Ireland là William Thomson (Uy-li-am Tôm-xơn) – Nam tước Kelvin thứ nhất (1824 – 1907) đề xuất một thang nhiệt độ trong đó mọi nhiệt độ đều có giá trị dương. Hai nhiệt độ được dùng làm mốc là:

1. Nhiệt độ thấp nhất mà các vật có thể có. Không có vật ở bất kì trạng thái nào có thể có nhiệt độ thấp hơn nhiệt độ này. Nhiệt độ này được gọi là "*Độ không tuyệt đối*" vì thế thang nhiệt độ này được gọi là *Thang nhiệt độ tuyệt đối*. Ở nhiệt độ không tuyệt đối, tất cả các chất đều có động năng chuyển động nhiệt của các phân tử bằng 0 và thế năng của chúng là tối thiểu. Người ta xác định được giá trị của độ không tuyệt đối trong thang Celsius là –273,15 °C. Cách xác định và ý nghĩa của độ không tuyệt đối sẽ được giới thiệu trong bài Định luật Charles (Bài 10) ở chương sau.
2. Nhiệt độ mà nước tinh khiết có thể tồn tại đồng thời ở cả ba thể rắn, lỏng và hơi, trong trạng thái cân bằng nhiệt ở áp suất tiêu chuẩn (nhiệt độ này có độ lớn là 0,01 °C), được gọi là *nhiệt độ điểm ba của nước* (Hình 3.2b).

Hình 3.2 cho thấy mối quan hệ giữa các nhiệt độ của mốc trong thang nhiệt độ Celsius và Kelvin.

Năm 1954, Hội đồng quốc tế về trọng lượng và đo lường đã chính thức công nhận thang nhiệt độ tuyệt đối, gọi thang này là thang nhiệt độ Kelvin, nhiệt độ trong thang được gọi là nhiệt độ nhiệt động lực học, có đơn vị đo là kenvin (K). Mỗi độ chia (1 K) trong thang nhiệt độ Kelvin có độ lớn bằng $\frac{1}{273,16}$ khoảng cách giữa hai nhiệt độ mốc của thang nhiệt độ này.



Hình 3.3. *Nhiệt độ của một số sự vật, hiện tượng, quá trình*

Hình 3.3 giới thiệu nhiệt độ của một số sự vật, hiện tượng, quá trình.

1. Nhiệt độ không tuyệt đối là nhiệt độ nào trong hai thang nhiệt độ Celsius và Kelvin?
2. Nêu ý nghĩa của nhiệt độ không tuyệt đối.
3. Hãy dựa vào bảng so sánh hai thang nhiệt độ Celsius và Kelvin ở Hình 3.2 để chứng minh rằng: mỗi độ chia (1 °C) trong thang nhiệt độ Celsius có độ lớn bằng 1 độ chia (1 K) trong thang nhiệt độ Kelvin.
4. Chứng minh công thức chuyển nhiệt độ từ thang Celsius sang thang Kelvin và ngược lại:

   $t\,(°C) = T\,(K) - 273,15$

   $T\,(K) = t\,(°C) + 273,15.$

Người ta thường làm tròn số như sau:

$t\,(^oC) = T\,(K) - 273$ (1)

$T\,(K) = t\,(^oC) + 273$ (2)

?

1. Chuyển đổi nhiệt độ:
   a) Từ thang Celsius sang thang Kelvin: 270 °C; –270 °C; 500 °C.
   b) Từ thang Kelvin sang thang Celsius: 0 K; 500 K; 1 000 K.
2. Một vật được làm lạnh từ 100 °C xuống 0 °C. Hỏi nhiệt độ của vật theo thang Kelvin giảm đi bao nhiêu độ?
3. Thang nhiệt độ Kelvin có những ưu điểm gì so với thang nhiệt độ Celsius?

EM CÓ BIẾT

1. Một số nước nói tiếng Anh còn sử dụng thang nhiệt độ Fahrenheit. Trong thang này, nhiệt độ của nước đá đang tan là 32 °F, của nước đang sôi là 212 °F.
   Công thức chuyển đổi:
   $$t\,(^oF) = 32 + 1{,}8t\,(^oC).$$
2. Trong nhiệt động lực học, người ta coi nhiệt độ là đại lượng đặc trưng cho động năng trung bình của *chuyển động nhiệt* của phân tử. Động năng trung bình của các phân tử cấu tạo nên vật càng lớn thì nhiệt độ của vật càng cao.

2. Nhiệt kế

Nhiệt kế là thiết bị dùng để đo nhiệt độ. Nhiệt kế được chế tạo dựa trên một số tính chất vật lí phụ thuộc vào nhiệt độ của các chất, các vật liệu, các linh kiện điện và điện tử,...

Tính chất vật lí được sử dụng nhiều trong việc chế tạo nhiệt kế là sự nở vì nhiệt.

Các nhiệt kế thường dùng là các nhiệt kế được chế tạo dựa trên sự nở dài của cột chất lỏng trong ống thuỷ tinh (nhiệt kế rượu, nhiệt kế thuỷ ngân, nhiệt kế dầu). Sự nở dài của một thanh kim loại mỏng thẳng hoặc xoắn ốc được dùng trong việc chế tạo các loại nhiệt kế kim loại; sự nở vì nhiệt của thể tích một lượng khí xác định ở áp suất không đổi được dùng để chế tạo các loại nhiệt kế khí.

EM CÓ BIẾT

Các tính chất vật lí sau đây cũng đang được sử dụng một cách rộng rãi trong việc chế tạo nhiệt kế:

– Sự phụ thuộc vào nhiệt độ của điện trở (nhất là điện trở nhiệt) theo các hệ thức khác nhau tuỳ theo phạm vi nhiệt độ cần đo và vật liệu làm điện trở. Ví dụ, trong phạm vi từ 0° C đến 600° C thì điện trở của một dây platin phụ thuộc vào nhiệt độ theo hệ thức $R_t = R_0(1 + At + Bt^2)$, trong đó các hệ số tỉ lệ A và B phụ thuộc vào cách lắp ráp điện trở.

- Sự phụ thuộc vào nhiệt độ của hiệu điện thế *cặp nhiệt điện* (U = kt, trong đó hệ số tỉ lệ k thay đổi tuỳ theo loại cặp nhiệt điện).
- Sự phụ thuộc vào nhiệt độ của bước sóng của sóng điện từ theo hệ thức Wien: $\lambda_{max}.T = 2\,900\ \mu mK$ được dùng vào việc chế tạo các nhiệt kế thường dùng hằng ngày như nhiệt kế hồng ngoại, cũng như các nhiệt kế dùng trong thiên văn để đo nhiệt độ bề mặt các thiên thể.

Việc sử dụng các linh kiện điện và điện tử có các tính chất vật lí phụ thuộc vào nhiệt độ để lắp các mạch điện cảm biến trong đó các thay đổi về tính chất của cảm biến theo nhiệt độ được chuyển thành các tín hiệu điện từ đang được sử dụng nhiều trong việc chế tạo các nhiệt kế dùng trong khoa học, kĩ thuật.

EM ĐÃ HỌC

- Nhiệt độ cho biết trạng thái cân bằng nhiệt của các vật tiếp xúc nhau và chiều truyền nhiệt năng.
  - Khi hai vật có nhiệt độ chênh lệch tiếp xúc nhau thì nhiệt năng truyền từ vật có nhiệt độ cao sang vật có nhiệt độ thấp.
  - Khi hai vật có nhiệt độ bằng nhau tiếp xúc nhau thì chúng ở trạng thái cân bằng nhiệt và không có sự truyền nhiệt năng giữa chúng.
- Thang nhiệt độ Celsius có hai mốc là nhiệt độ đóng băng của nước tinh khiết (0 °C) và nhiệt độ sôi của nước tinh khiết (100 °C), ở áp suất tiêu chuẩn. Thang nhiệt độ Kelvin có hai mốc là nhiệt độ thấp nhất mà các vật có thể có được (0 K) và nhiệt độ mà nước tinh khiết có thể tồn tại đồng thời ở cả ba thể rắn, lỏng và hơi (273,16 K).
- Công thức chuyển nhiệt độ từ thang Celsius sang thang Kelvin:

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

- Nhiệt kế là thiết bị đo nhiệt độ được chế tạo dựa trên một số tính chất vật lí phụ thuộc vào nhiệt độ.

EM CÓ THỂ

- Giải thích được các hiện tượng truyền nhiệt năng thường gặp trong đời sống.
- Phân biệt được hai thang nhiệt độ Celsius và Kelvin.
- Chuyển đổi được nhiệt độ Celsius sang nhiệt độ Kelvin và ngược lại.

Bài 4 NHIỆT DUNG RIÊNG

Nhiệt lượng cần để làm nóng 1 kg nước lên thêm 1 °C khác với nhiệt lượng cần để làm nóng 1 kg rượu lên thêm 1 °C. Đại lượng vật lí nào có thể dùng để mô tả sự khác biệt như trên của các chất khác nhau?

I. KHÁI NIỆM NHIỆT DUNG RIÊNG

1. Hệ thức tính nhiệt lượng trong quá trình truyền nhiệt để làm thay đổi nhiệt độ của vật

Các hiện tượng quan sát được hằng ngày cho thấy độ lớn của nhiệt lượng cần cung cấp cho vật để làm tăng nhiệt độ của nó phụ thuộc vào các yếu tố sau:

- Khối lượng của vật;
- Độ tăng nhiệt độ của vật;
- Tính chất của chất làm vật.

? Hãy tìm ví dụ trong đời sống để minh hoạ cho nội dung trên.

Bảng 4.1. *Giá trị gần đúng nhiệt dung riêng của một số chất*

Chất	Nhiệt dung riêng (J/kg.K)
Nước	4 200
Nước đá	2 100
Không khí	1 000
Thuỷ tinh	840
Đất	800
Sắt	440
Đồng	380
Thuỷ ngân	140
Chì	130

Các thí nghiệm chứng tỏ rằng nhiệt lượng Q cần cung cấp cho vật để làm nó nóng lên tỉ lệ thuận với khối lượng m và độ tăng nhiệt độ ΔT của vật nên:

$$\frac{Q}{m\Delta T} = \text{hằng số} \qquad (4.1)$$

Trong đó: Q là nhiệt lượng cần truyền cho vật (J);

m là khối lượng vật (kg);

ΔT là độ tăng nhiệt độ của vật (K).

Với mỗi chất, hằng số trong hệ thức trên có độ lớn riêng. Hằng số này gọi là nhiệt dung riêng của chất làm vật, kí hiệu là c, có giá trị là $c = \frac{Q}{m\Delta T}$ (4.2), đơn vị là J/kg.K.

Do đó, hệ thức tính nhiệt lượng trong quá trình truyền nhiệt để làm thay đổi nhiệt độ của vật là:

$$Q = mc\Delta T \qquad (4.3)$$

2. Định nghĩa nhiệt dung riêng

Vì $c = \frac{Q}{m\Delta T}$ nên có thể định nghĩa nhiệt dung riêng của một chất như sau:

Nhiệt dung riêng của một chất là nhiệt lượng cần truyền cho 1 kg chất đó để làm cho nhiệt độ của nó tăng thêm 1 °C.

Nhiệt dung riêng là thông tin quan trọng thường được dùng khi thiết kế các hệ thống làm mát, sưởi ấm,...

1. Biết nhiệt dung riêng của nước lớn gấp hơn hai lần của dầu, tại sao trong bộ tản nhiệt (làm mát) của máy biến áp, người ta lại dùng dầu mà không dùng nước như trong bộ tản nhiệt của động cơ nhiệt?
2. Hãy dựa vào giá trị của nhiệt dung riêng của nước và của đất trong Bảng 4.1 để giải thích tại sao ban ngày có gió mát thổi từ biển vào đất liền, ban đêm có gió ấm thổi từ đất liền ra biển.
3. Một thùng đựng 20 lít nước ở nhiệt độ 20 °C. Cho biết khối lượng riêng của nước là 1 000 kg/m^3.

   a) Tính nhiệt lượng cần truyền cho nước trong thùng để nhiệt độ của nó tăng lên tới 70 °C.

   b) Tính thời gian truyền nhiệt lượng cần thiết nếu dùng một thiết bị điện có công suất 2,5 kW để đun lượng nước trên. Biết chỉ có 80% điện năng tiêu thụ được dùng để làm nóng nước.

II. THỰC HÀNH ĐO NHIỆT DUNG RIÊNG CỦA NƯỚC

1. Mục đích thí nghiệm

Xác định nhiệt dung riêng của nước.

2. Dụng cụ thí nghiệm

- Biến thế nguồn (1).
- Bộ đo công suất nguồn điện (oát kế) có tích hợp chức năng đo thời gian (2).
- Nhiệt kế điện tử hoặc cảm biến nhiệt độ có thang đo từ –20 °C đến 110 °C và độ phân giải (*) nhiệt độ ± 0,1 °C (3).
- Nhiệt lượng kế bằng nhựa có vỏ xốp, kèm dây điện trở (gắn ở mặt trong của nắp bình) (4).
- Cân điện tử (5) (hoặc bình đong).
- Các dây nối.



Hình 4.1. *Bộ thí nghiệm thực hành đo nhiệt dung riêng của nước*

3. Thiết kế phương án thí nghiệm

Hãy thực hiện các yêu cầu sau:

- Từ hệ thức (4.3), cho biết cần đo đại lượng nào để xác định nhiệt dung riêng của nước.
- Nhiệt lượng mà nước trong bình nhiệt lượng kế thu được lấy từ đâu?
- Xác định nhiệt lượng mà nước thu được bằng cách nào?
- Mô tả các bước tiến hành thí nghiệm.

(*) *Độ phân giải là sự thay đổi nhỏ nhất của đại lượng cần đo mà cảm biến có thể phát hiện được.*

4. Tiến hành thí nghiệm

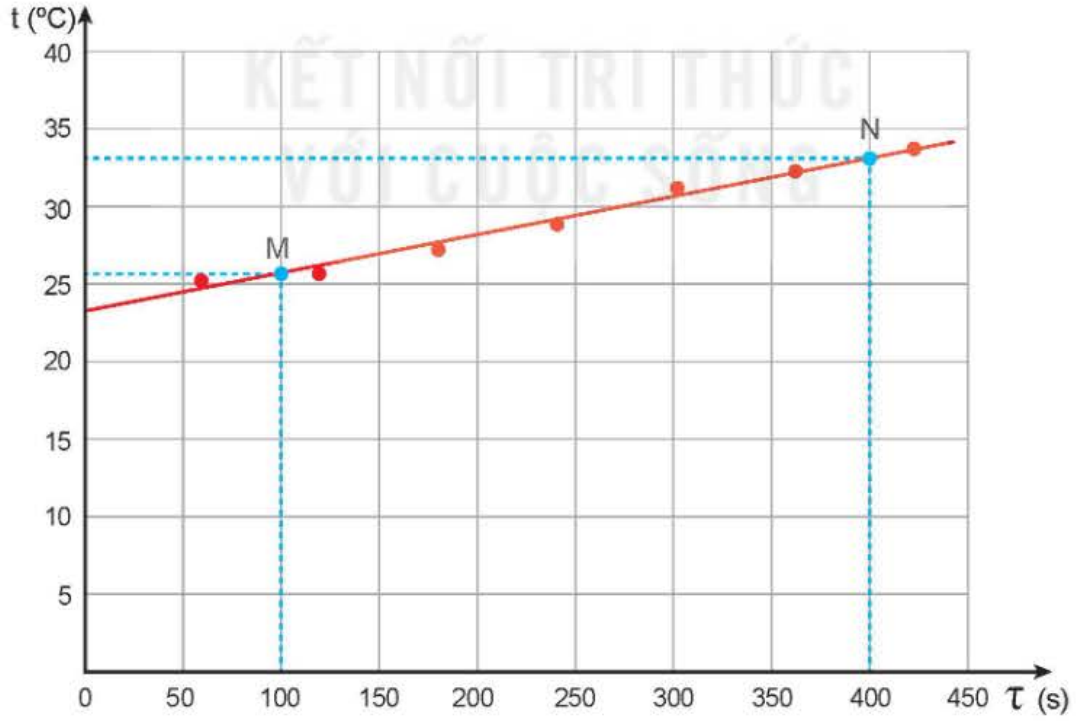
- Đổ một lượng nước vào bình nhiệt lượng kế, sao cho toàn bộ dây điện trở chìm trong nước, xác định khối lượng nước này.
- Cắm đầu đo của nhiệt kế vào nhiệt lượng kế.
- Nối oát kế với nhiệt lượng kế và nguồn điện.
- Bật nguồn điện.
- Khuấy liên tục để nước nóng đều. Cứ sau mỗi khoảng thời gian 1 phút, đọc công suất dòng điện từ oát kế, nhiệt độ từ nhiệt kế rồi điền kết quả vào vở theo mẫu tương tự Bảng 4.2.
- Tắt nguồn điện.

Bảng 4.2. *Ví dụ về kết quả thí nghiệm đo nhiệt dung riêng của nước.*
Khối lượng nước m = 0,15 kg

Nhiệt độ t (°C)	Thời gian τ (s)	Công suất $\mathcal{P}$ (W)
25,2	60	15,04
25,4	120	15,07
27,0	180	15,03
28,7	240	15,94
31,2	300	15,84
32,3	360	15,94
33,8	420	15,94

5. Kết quả thí nghiệm

- Vẽ đồ thị nhiệt độ t theo thời gian τ và vẽ đường thẳng đi gần nhất các điểm thực nghiệm (tham khảo Hình 4.2).
- Chọn hai điểm M, N trên đồ thị, xác định các giá trị thời gian τ_M, τ_N và nhiệt độ t_M, t_N tương ứng.



Hình 4.2. *Đồ thị biểu diễn sự thay đổi nhiệt độ theo thời gian của nước trong bình nhiệt lượng kế được vẽ từ Bảng 4.2*

Từ kết quả thí nghiệm thu được, thực hiện các yêu cầu sau:

- Tính giá trị trung bình của công suất dòng điện.
- Tính nhiệt dung riêng của nước theo hệ thức:

$$c_{H_2O} = \frac{Q}{m\Delta t} = \frac{\overline{\mathcal{P}}(\tau_N - \tau_M)}{m(t_N - t_M)}$$

- Xác định sai số của phép đo nhiệt dung riêng của nước.
- So sánh kết quả đo với nhiệt dung riêng của nước ở Bảng 4.1 và giải thích tại sao có sự sai khác (nếu có).

EM ĐÃ HỌC

- Nhiệt dung riêng của một chất là nhiệt lượng cần truyền cho 1 kg chất đó để làm cho nhiệt độ của nó tăng thêm 1 °C. Đơn vị của nhiệt dung riêng là: J/kg.K.
- Hệ thức tính nhiệt lượng trong quá trình truyền nhiệt để làm thay đổi nhiệt độ của vật: $Q = mc\Delta T$.
- Cách xác định nhiệt dung riêng của nước.

EM CÓ THỂ

- Xác định được nhiệt dung riêng của một chất.
- Dùng khái niệm nhiệt dung riêng để giải thích các hiện tượng thực tế có liên quan.

KẾT NỐI TRI THỨC VỚI CUỘC SỐNG

EM CÓ BIẾT

Nhiệt dung riêng của nước

Nước là chất có nhiệt dung riêng lớn hơn nhiều so với các chất lỏng thông thường khác. Nhờ đó, nước có vai trò quan trọng đối với đời sống con người. Khoảng 70% bề mặt của Trái Đất được bao phủ bởi nước. Nhờ có nhiệt dung riêng lớn nên lượng nước này có thể hấp thụ lượng nhiệt khổng lồ của năng lượng mặt trời mà vẫn giữ cho nhiệt độ của bề mặt Trái Đất tăng không nhanh và không nhiều, tạo điều kiện thuận lợi cho sự sống của con người và các sinh vật khác. Cũng nhờ có nhiệt dung riêng lớn mà nước biển nóng lên và nguội đi chậm hơn các vùng đất xung quanh. Do sự ổn định này của nhiệt độ nước biển mà các đảo và các vùng đất ven biển có khí hậu tương đối ôn hoà, thích hợp với con người.

Cũng nhờ có nhiệt dung riêng lớn mà nước thường được dùng trong các thiết bị làm mát của động cơ nhiệt.

Bài 5 NHIỆT NÓNG CHẢY RIÊNG

Khi vật bắt đầu nóng chảy, phải tiếp tục cung cấp nhiệt lượng cho vật để vật nóng chảy hoàn toàn. Nhiệt lượng này phụ thuộc vào những đại lượng nào?

I. KHÁI NIỆM NHIỆT NÓNG CHẢY RIÊNG

1. Hệ thức tính nhiệt lượng trong quá trình truyền nhiệt để làm vật nóng chảy hoàn toàn

Nhiệt lượng cần truyền cho vật khi vật bắt đầu nóng chảy tới khi vật nóng chảy hoàn toàn phụ thuộc vào khối lượng của vật và tính chất của chất làm vật.

Thí nghiệm cho thấy nhiệt lượng này tỉ lệ thuận với khối lượng của vật:

$$\frac{Q}{m} = \text{hằng số} \qquad (5.1)$$

Trong đó: Q là nhiệt lượng cần truyền cho vật (J);

m là khối lượng của vật (kg);

Với mỗi chất, hằng số trong hệ thức (5.1) có độ lớn riêng. Hằng số này được gọi là nhiệt nóng chảy riêng của chất làm vật, kí hiệu là λ, có giá trị là $\lambda = \frac{Q}{m}$ (5.2), đơn vị là J/kg.

Do đó, hệ thức tính nhiệt lượng trong quá trình truyền nhiệt để làm vật nóng chảy hoàn toàn là:

$$Q = \lambda m \qquad (5.3)$$

Bảng 5.1. *Giá trị gần đúng của nhiệt nóng chảy riêng ở nhiệt độ nóng chảy dưới áp suất tiêu chuẩn của một số chất*

Chất	Nhiệt độ nóng chảy (°C)	Nhiệt nóng chảy riêng (J/kg)
Nước đá	0	$3{,}34.10^5$
Sắt	1 535	$2{,}77.10^5$
Đồng	1 084	$1{,}80.10^5$
Chì	327	$0{,}25.10^5$

2. Định nghĩa nhiệt nóng chảy riêng

Vì $\lambda = \frac{Q}{m}$ nên có thể phát biểu định nghĩa nhiệt nóng chảy riêng của một chất như sau: Nhiệt nóng chảy riêng của một chất là nhiệt lượng cần để làm cho một kilôgam chất đó nóng chảy hoàn toàn ở nhiệt độ nóng chảy.

Nhiệt nóng chảy riêng và nhiệt độ nóng chảy là những thông tin giúp xác định được năng lượng cần cung cấp cho lò nung, thời gian nung, thời điểm đổ kim loại nóng chảy vào khuôn, thời điểm lấy sản phẩm ra khỏi khuôn. Các đại lượng này cũng cần cho việc lựa chọn vật liệu chế tạo hợp kim phù hợp với từng yêu cầu sử dụng khác nhau, tách các kim loại nguyên chất ra khỏi quặng hỗn hợp,...

?

1. Tại sao khi chế tạo các vật bằng chì, đồng, thường hay dùng phương pháp đúc?
2. Tính thời gian cần thiết để làm nóng chảy hoàn toàn 2 kg đồng có nhiệt độ ban đầu 30 °C, trong một lò nung điện có công suất 20 000 W. Biết chỉ có 50% năng lượng tiêu thụ của lò được dùng vào việc làm đồng nóng lên và nóng chảy hoàn toàn ở nhiệt độ không đổi.

KẾT NỐI TRI THỨC VỚI CUỘC SỐNG

II. THỰC HÀNH ĐO NHIỆT NÓNG CHẢY RIÊNG CỦA NƯỚC ĐÁ

1. Mục đích thí nghiệm

Xác định nhiệt nóng chảy riêng của nước đá.

2. Dụng cụ thí nghiệm

- Bộ dụng cụ thí nghiệm như ở mục Thực hành đo nhiệt dung riêng của nước (Hình 4.1).
- Các viên nước đá nhỏ và nước lạnh.

3. Thiết kế phương án thí nghiệm

Hãy thực hiện các yêu cầu sau:

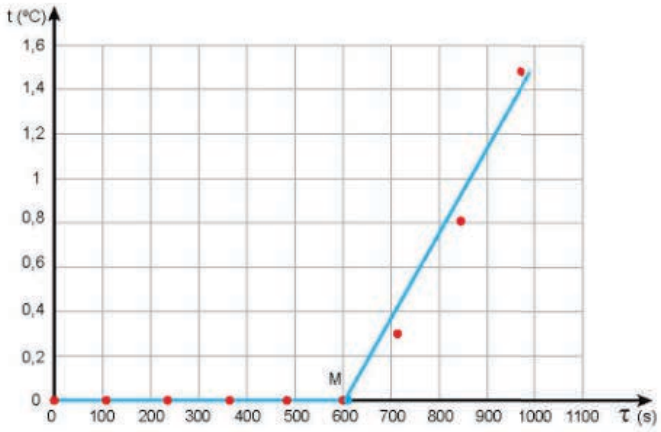
- Từ công thức (5.3), hãy cho biết cần đo đại lượng nào để xác định nhiệt nóng chảy riêng của nước đá.
- Nhiệt lượng làm các viên nước đá trong nhiệt lượng kế nóng chảy được lấy từ đâu?
- Nhiệt lượng nước đá thu được trong bình nhiệt lượng kế được xác định bằng cách nào?
- Mô tả các bước tiến hành thí nghiệm.

4. Tiến hành thí nghiệm

- Cho viên nước đá (khối lượng m kg) và một ít nước lạnh vào bình nhiệt lượng kế, sao cho toàn bộ điện trở chìm trong hỗn hợp nước và nước đá.
- Cắm đầu đo của nhiệt kế vào bình nhiệt lượng kế.
- Nối oát kế với nhiệt lượng kế và nguồn điện.
- Bật nguồn điện.
- Khuấy liên tục nước đá, cứ sau mỗi khoảng thời gian 2 phút lại đọc số đo công suất trên oát kế và nhiệt độ trên nhiệt kế rồi ghi kết quả vào vở theo mẫu tương tự Bảng 5.2.
- Tắt nguồn điện.

Bảng 5.2. *Ví dụ về kết quả thí nghiệm đo nhiệt nóng chảy riêng của nước đá.*
Khối lượng nước đá m = 0,025 kg

Thời gian τ (s)	Nhiệt độ t (°C)	Công suất $\mathcal{P}$ (W)
0	0	14,25
120	0	14,23
240	0	14,19
360	0	14,25
480	0	14,23
600	0	14,24
720	0,3	14,22
840	0,8	14,32
960	1,5	14,26



Hình 5.1. *Đồ thị biểu diễn sự thay đổi nhiệt độ theo thời gian của nước trong bình nhiệt lượng kế từ số liệu Bảng 5.2*

5. Kết quả thí nghiệm

Từ kết quả thí nghiệm thu được, thực hiện yêu cầu sau:

- Vẽ đồ thị sự phụ thuộc nhiệt độ t theo thời gian τ.
- Vẽ hai đường thẳng đi gần nhất các điểm trên đồ thị (tham khảo Hình 5.1).
- Chọn điểm M là giao điểm của hai đường thẳng, đọc giá trị τ_M.
- Tính công suất trung bình $\overline{\mathcal{P}}$ của dòng điện qua điện trở trong nhiệt lượng kế.
- Tính nhiệt nóng chảy riêng của nước đá theo công thức:

$$\lambda_{H_2O} = \frac{\overline{\mathcal{P}}\tau_M}{m}$$

Trong đó $\overline{\mathcal{P}}\tau_M$ là nhiệt lượng do dòng điện qua điện trở toả ra trong thời gian τ_M và m là khối lượng nước đá.

- Xác định sai số của phép đo nhiệt nóng chảy riêng của nước đá.
- So sánh giá trị nhiệt nóng chảy riêng của nước đá đo được với giá trị ở Bảng 5.1 và giải thích nguyên nhân gây ra sự sai khác (nếu có).

EM ĐÃ HỌC

- Nhiệt nóng chảy riêng của một chất là nhiệt lượng cần để làm cho một kilôgam chất đó nóng chảy hoàn toàn ở nhiệt độ nóng chảy.
- Đơn vị của nhiệt nóng chảy riêng là: J/kg.
- Hệ thức tính nhiệt lượng trong quá trình truyền nhiệt để làm vật nóng chảy hoàn toàn ở nhiệt độ nóng chảy: Q = λm.
- Cách xác định nhiệt nóng chảy riêng của nước đá.

EM CÓ THỂ

- Xác định được nhiệt nóng chảy riêng của một chất.
- Dùng khái niệm nhiệt nóng chảy riêng để giải thích các hiện tượng thực tế có liên quan. Ví dụ: công nghệ phân kim (tách kim loại) bằng nóng chảy, dùng thiếc để hàn,...

Bài 6 NHIỆT HOÁ HƠI RIÊNG

Khi nước bắt đầu sôi, phải tiếp tục cung cấp nhiệt lượng cho nước để nước tiếp tục sôi (hoá hơi). Làm thế nào để xác định được độ lớn của nhiệt lượng làm hoá hơi hoàn toàn một lượng nước ở nhiệt độ không đổi?

I. KHÁI NIỆM NHIỆT HOÁ HƠI RIÊNG

1. Hệ thức tính nhiệt lượng trong quá trình truyền nhiệt khi một lượng chất lỏng hoá hơi ở nhiệt độ không đổi

Nhiệt lượng cần cung cấp cho một lượng chất lỏng hoá hơi ở nhiệt độ không đổi phụ thuộc vào khối lượng và bản chất của chất lỏng. Thí nghiệm cho thấy nhiệt lượng này tỉ lệ thuận với khối lượng của chất lỏng:

$$\frac{Q}{m} = \text{hằng số} \qquad (6.1)$$

Trong đó: Q là nhiệt lượng cần truyền cho chất lỏng (J);

m là khối lượng chất lỏng (kg);

Với mỗi chất lỏng, hằng số trong hệ thức (6.1) có độ lớn riêng. Hằng số này được gọi là nhiệt hoá hơi riêng của chất lỏng, kí hiệu là L, có giá trị là $L = \frac{Q}{m}$ (6.2), đơn vị là J/kg.

Bảng 6.1. *Giá trị gần đúng của nhiệt hoá hơi ở nhiệt độ sôi dưới áp suất tiêu chuẩn của một số chất*

Chất	Nhiệt độ sôi (° C)	Nhiệt hoá hơi riêng (J/Kg)
Nước	100	$2,26.10^6$
Rượu	78	$8,57.10^5$
Thuỷ ngân	357	$2,85.10^5$
Ether	34,5	$0,40.10^6$

Do đó, hệ thức tính nhiệt lượng cần cung cấp cho một lượng chất lỏng hoá hơi hoàn toàn ở nhiệt độ không đổi là:

$$Q = Lm \qquad (6.3)$$

2. Định nghĩa nhiệt hoá hơi riêng

Vì $L = \frac{Q}{m}$ nên có thể định nghĩa nhiệt hoá hơi riêng của một chất lỏng ở một nhiệt độ xác định như sau: Nhiệt hoá hơi riêng của một chất lỏng là nhiệt lượng cần để làm cho một kilôgam chất lỏng đó hoá hơi hoàn toàn ở nhiệt độ xác định.

Chất lỏng có thể hoá hơi ở các nhiệt độ khác nhau. Thường thì nhiệt hoá hơi riêng của một chất tăng khi nhiệt độ giảm. Ví dụ, nhiệt hoá hơi riêng của nước ở 100 °C là $2,26.10^6$ J/kg, ở 50 °C là $2,39.10^6$ J/kg.

Nhiệt hoá hơi riêng là thông tin cần thiết trong việc thiết kế, chế tạo các sản phẩm có sử dụng hiện tượng hoá hơi nhằm tiết kiệm năng lượng, bảo vệ môi trường. Ví dụ như các thiết bị làm lạnh (máy điều hoà nhiệt độ, dàn lạnh, dàn bay hơi,...), nồi hấp tiệt trùng trong y học, thiết bị xử lí rác thải ứng dụng công nghệ nhiệt hoá hơi,...

KẾT NỐI TRI THỨC VỚI CUỘC SỐNG

1. Tính nhiệt lượng cần thiết để làm cho 10 kg nước ở 25 °C chuyển hoàn toàn thành hơi ở 100 °C. Cho nhiệt dung riêng của nước là 4 200 J/kg.K; nhiệt hoá hơi riêng của nước ở 100 °C là $2{,}26.10^6$ J/kg.
2. Vận động viên chạy marathon mất rất nhiều nước trong khi thi đấu. Các vận động viên thường chỉ có thể chuyển hoá khoảng 20% năng lượng hoá học dự trữ trong cơ thể thành năng lượng dùng cho các hoạt động của cơ thể, đặc biệt là hoạt động chạy. Phần năng lượng còn lại chuyển thành nhiệt thải ra ngoài nhờ sự bay hơi của nước qua hô hấp và da để giữ cho nhiệt độ của cơ thể không đổi. Nếu vận động viên dùng hết 11 000 kJ trong cuộc thi thì có khoảng bao nhiêu lít nước đã thoát ra khỏi cơ thể? Coi nhiệt độ cơ thể của vận động viên hoàn toàn không đổi và nhiệt hoá hơi riêng của nước trong cơ thể vận động viên là $2{,}45.10^6$ J/kg.

II. THỰC HÀNH ĐO NHIỆT HOÁ HƠI RIÊNG CỦA NƯỚC

1. Mục đích thí nghiệm

Xác định nhiệt hoá hơi riêng của nước ở nhiệt độ sôi (100 °C).

2. Dụng cụ thí nghiệm

- Chuẩn bị bộ dụng cụ thí nghiệm như mục Thực hành đo nhiệt dung riêng của nước (Hình 4.1).
- Một lượng nước nóng.

3. Thiết kế phương án thí nghiệm

Hãy thực hiện các yêu cầu sau:

- Từ công thức (6.3), cho biết cần đo đại lượng nào để xác định nhiệt hoá hơi riêng của nước.
- Nhiệt lượng làm cho nước trong bình nhiệt lượng kế hoá hơi được lấy từ đâu?
- Xác định nhiệt lượng nước trong bình nhiệt lượng kế thu được để hoá hơi bằng cách nào?
- Mô tả các bước tiến hành thí nghiệm.
- Để đảm bảo an toàn trong khi làm thí nghiệm cần phải chú ý điều gì?

4. Tiến hành thí nghiệm

- Đặt nhiệt lượng kế lên cân. Đổ nước nóng vào nhiệt lượng kế. Xác định khối lượng nước trong bình.
- Tháo nắp bình ra khỏi nhiệt lượng kế.
- Nối oát kế với điện trở và nguồn điện.
- Đặt dây điện trở vào nhiệt lượng kế sao cho toàn bộ dây điện trở chìm trong nước.
- Bật nguồn điện.
- Đun sôi nước trong bình nhiệt lượng kế. Sau mỗi khoảng thời gian 2 phút, đọc số đo công suất trên oát kế, khối lượng nước trong bình nhiệt lượng kế trên cân. Ghi các kết quả vào vở theo mẫu tương tự Bảng 6.2.
- Tắt nguồn điện.

5. Kết quả thí nghiệm

Bảng 6.2. *Ví dụ về kết quả thí nghiệm đo nhiệt hoá hơi riêng của nước*

Thời gian τ (s)	0	120	240	360	480	600	720	840
Công suất $\mathcal{P}$ (W)	0	15,21	15,19	15,21	15,23	15,19	15,21	15,19
Khối lượng m (kg)	0,1200	0,1191	0,1184	0,1179	0,1170	0,1161	0,1152	0,1141

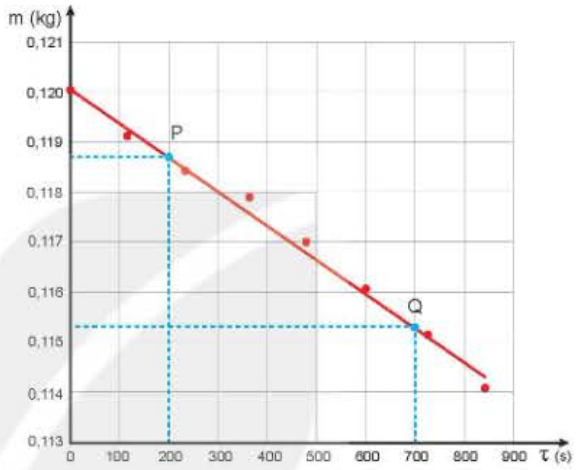
Từ kết quả thí nghiệm thu được, thực hiện các yêu cầu sau:

- Vẽ đồ thị khối lượng m theo thời gian τ.
- Vẽ đường thẳng đi gần các điểm thực nghiệm nhất (tham khảo Hình 6.1). Chọn hai điểm P, Q tuỳ ý trên đồ thị, xác định giá trị khối lượng m_P, m_Q và thời gian τ_P, τ_Q tương ứng.
- Tính công suất trung bình của dòng điện qua điện trở của nhiệt lượng kế.
- Tính nhiệt hoá hơi riêng của nước theo công thức:

$$L = \frac{Q}{m} = \frac{\overline{\mathcal{P}}(\tau_Q - \tau_P)}{m_P - m_Q}$$

Trong đó $\overline{\mathcal{P}}(\tau_Q - \tau_P)$ là nhiệt lượng do dòng điện qua điện trở toả ra trong thời gian $\tau_Q - \tau_P$; $(m_P - m_Q)$ là khối lượng nước đã hoá hơi trong khoảng thời gian trên.

- Xác định sai số của phép đo nhiệt hoá hơi riêng của nước.



Hình 6.1. *Đồ thị quan hệ giữa khối lượng và thời gian của quá trình hoá hơi của nước được vẽ từ số liệu Bảng 6.2*

EM ĐÃ HỌC

- Nhiệt hoá hơi riêng của một chất lỏng là nhiệt lượng cần để làm cho một kilôgam chất lỏng đó hoá hơi hoàn toàn ở nhiệt độ xác định.
- Đơn vị của nhiệt hoá hơi riêng là: J/kg.
- Hệ thức tính nhiệt lượng trong quá trình truyền nhiệt để làm chất lỏng hoá hơi hoàn toàn ở nhiệt độ xác định:

$$Q = Lm$$

- Cách xác định nhiệt hoá hơi riêng của nước.

EM CÓ THỂ

- Xác định được nhiệt hoá hơi riêng của nước ở nhiệt độ sôi.
- Sử dụng khái niệm nhiệt hoá hơi riêng để giải thích các hiện tượng có liên quan.

EM CÓ BIẾT

Người ta gọi nhiệt nóng chảy riêng và nhiệt hoá hơi riêng là "ẩn nhiệt riêng" vì sự truyền nhiệt trong các trường hợp này không được biểu hiện bằng sự thay đổi nhiệt độ.

Bài 7 BÀI TẬP VỀ VẬT LÍ NHIỆT

Để giải các bài tập về Vật lí nhiệt cần đến những kiến thức và công thức cơ bản nào?

I. MỘT SỐ LƯU Ý TRONG VIỆC GIẢI BÀI TẬP VỀ VẬT LÍ NHIỆT

Phần Vật lí nhiệt bao gồm ba nội dung chính: Cấu trúc của chất và sự chuyển thể; định luật I của nhiệt động lực học; các khái niệm nhiệt dung riêng, nhiệt nóng chảy riêng và nhiệt hoá hơi riêng.

1. Lưu ý khi giải bài tập định tính

Các bài tập này thường yêu cầu vận dụng các kiến thức cơ bản của ba nội dung chính kể trên vào việc giải thích các hiện tượng, các ứng dụng thực tế giúp học sinh hiểu rõ bản chất vật lí của hiện tượng.

2. Lưu ý khi giải bài tập định lượng

Các bài tập này thường yêu cầu vận dụng định luật I của nhiệt động lực học và định luật bảo toàn năng lượng vào các quá trình biến đổi nội năng của vật.

Trong việc giải các bài tập này cần phải xác định được cách làm biến đổi nội năng của vật trong đề bài để lựa chọn được các hệ thức thích hợp.

a) Khi nội năng của vật biến đổi chỉ bằng cách truyền nhiệt: $\Delta U = Q$

- Nếu quá trình truyền nhiệt chỉ làm thay đổi nhiệt độ của vật:

$$Q = mc\Delta T$$

- Nếu quá trình truyền nhiệt làm vật chuyển từ thể này sang thể khác ở nhiệt độ không đổi:

$$Q = \lambda m;\ Q = Lm$$

- Trong các quá trình này nếu có nhiều vật chỉ truyền nhiệt cho nhau không truyền nhiệt ra bên ngoài thì độ lớn của nhiệt lượng các vật toả ra bằng độ lớn nhiệt lượng của các vật thu vào:

$$|Q_{toả}| = |Q_{thu}| \Rightarrow Q_{toả} + Q_{thu} = 0$$

b) Khi nội năng của vật biến đổi bằng cả hai cách truyền nhiệt và thực hiện công thì ngoài công thức: $\Delta U = Q + A$, các công thức tính nhiệt lượng nêu trên còn phải sử dụng các công thức tính công cơ học đã học ở lớp 10 như: $A = Fs\cos\alpha$; $A = W_{d2} - W_{d1}$; $A = mgh$; $A = \mathcal{P}t$;...

3. Lưu ý khi giải bài tập thí nghiệm

Các bài tập này có thể yêu cầu từ thiết kế phương án đến tiến hành thí nghiệm và xử lí số liệu để rút ra kết luận cần thiết hoặc chỉ yêu cầu xử lí các số liệu đã cho từ thí nghiệm để rút ra kết luận cần thiết.

II. BÀI TẬP VÍ DỤ

1. Một lượng khí được truyền 10 kJ nhiệt năng để nóng lên đồng thời bị nén bởi một công có độ lớn 100 kJ. Tính độ biến thiên nội năng của lượng khí này.

Giải

Vì khí nhận được năng lượng và công nên: Q = +10 kJ và A = +100 kJ.

Theo định luật I của nhiệt động lực học : $\Delta U = A + Q = 100 + 10 = 110$ kJ.

Độ biến thiên nội năng của lượng khí là: $\Delta U = 110$ kJ.

2. Người ta cung cấp nhiệt lượng 25 J cho một lượng khí trong một xi lanh đặt nằm ngang. Lượng khí nở ra đẩy pit-tông chuyển động trong xi lanh được 10 cm. Tính độ biến thiên nội năng của lượng khí. Biết lực ma sát giữa pit-tông và xi lanh có độ lớn là 20 N và coi chuyển động của pit-tông trong xi lanh là đều.

Giải

Công mà lượng khí thực hiện để thắng lực ma sát có độ lớn là: $A = Fs = 20.0,1 = 2$ J.

Áp dụng định luật I của nhiệt động lực học : $\Delta U = A + Q$. Vì lượng khí thực hiện công nên $A = -2$ J; vì lượng khí nhận nhiệt lượng nên $Q = +25$ J.

Do đó: $\Delta U = -2 + 25 = 23$ J.

Độ biến thiên nội năng của lượng khí là: $\Delta U = 23$ J.

3. Muốn có 30 lít nước ở nhiệt độ 40 °C thì cần phải đổ bao nhiêu lít nước đang sôi ở áp suất tiêu chuẩn vào bao nhiêu lít nước ở nhiệt độ 10 °C? Lấy khối lượng riêng của nước là 1 kg/lít; bỏ qua sự thay đổi khối lượng riêng của nước theo nhiệt độ và sự trao đổi nhiệt với bên ngoài.

Giải

Gọi m_1 là khối lượng của nước đang sôi ở 100 °C; m_2 là khối lượng của nước ở 10 °C.

Nhiệt lượng nước sôi toả ra: $Q_1 = m_1 c\Delta t_1 = m_1 c(100 - 40) = 60 m_1 c$.

Nhiệt lượng nước ở 10° C thu vào: $Q_2 = m_2 c\Delta t_2 = m_2 c\,(40 - 10) = 30 m_2 c$.

Vì không có sự trao đổi nhiệt với bên ngoài nên: $Q_1 = Q_2$, suy ra: $2m_1 = m_2$. (1)

Vì lượng nước muốn có là 30 lít, khối lượng riêng của nước được coi là không đổi và bằng 1 kg/lít nên ta có: $m_1 + m_2 = 30$ kg. (2)

Giải hệ hai phương trình (1) và (2) sẽ được: $m_1 = 10$ kg và $m_2 = 20$ kg.

Vậy phải đổ 10 lít nước đang sôi vào 20 lít nước ở 10 °C để có 30 lít nước ở 40 °C.

III. BÀI TẬP VẬN DỤNG

1. Quy ước dấu nào sau đây phù hợp với định luật I của nhiệt động lực học?

   A. Vật nhận công: $A < 0$; vật nhận nhiệt lượng: $Q < 0$.

   B. Vật nhận công: $A > 0$; vật nhận nhiệt lượng: $Q > 0$.

   C. Vật thực hiện công: $A > 0$; vật truyền nhiệt lượng: $Q > 0$.

   D. Vật thực hiện công: $A > 0$; vật truyền nhiệt lượng: $Q < 0$.

2. Một lượng nước và một lượng rượu có thể tích bằng nhau được cung cấp các nhiệt lượng tương ứng là Q_1 và Q_2. Biết khối lượng riêng của nước là 1 000 kg/m^3 và của rượu là 800 kg/m^3, nhiệt dung riêng của nước là 4 200 J/kg.K và của rượu là 2 500 J/kg.K. Để độ tăng nhiệt độ của nước và rượu bằng nhau thì:

   A. $Q_1 = Q_2$. B. $Q_1 = 1{,}25Q_2$.

   C. $Q_1 = 1{,}68Q_2$. D. $Q_1 = 2{,}10Q_2$.

3. Lấy hai túi trà lọc giống nhau. Thả nhẹ nhàng một túi vào cốc thuỷ tinh đựng nước nguội, một túi vào cốc thuỷ tinh đựng nước nóng để các túi nằm yên ở đáy cốc. Quan sát và dùng mô hình động học phân tử về cấu tạo chất để giải thích hiện tượng xảy ra trong hai cốc.

4. a) Một ấm điện công suất 1 000 W. Tính thời gian cần thiết để đun 300 g nước có nhiệt độ ban đầu là 20 °C đến khi sôi ở áp suất tiêu chuẩn. Tại sao kết quả chỉ được coi là gần đúng?

   b) Nếu để nước trong ấm sôi thêm 2 phút thì lượng nước còn lại trong ấm là bao nhiêu? Lấy nhiệt dung riêng và nhiệt hoá hơi riêng của nước là $c = 4{,}2.10^3$ J/kg.K và $L = 2{,}26.10^6$ J/kg.

5. Dùng bếp điện để đun một ấm nhôm khối lượng 600 g đựng 1,5 lít nước ở nhiệt độ 20 °C. Sau 35 phút đã có 20% lượng nước trong ấm hoá hơi ở nhiệt độ sôi 100 °C. Tính nhiệt lượng trung bình mà bếp điện cung cấp cho ấm nước trong mỗi giây, biết chỉ có 75% nhiệt lượng mà bếp toả ra được dùng vào việc đun ấm nước. Biết nhiệt dung riêng của nhôm là 880 J/kg.K, của nước là 4 200 J/kg.K; nhiệt hoá hơi riêng của nước ở nhiệt độ sôi 100 °C là $2{,}26.10^6$ J/kg; khối lượng riêng của nước là 1 kg/lít.

EM ĐÃ HỌC

- Cách giải bài tập về vật lí nhiệt.

EM CÓ THỂ

- Giải thích được các hiện tượng và tính toán được các đại lượng liên quan đến định luật I của nhiệt động lực học, các quá trình truyền nhiệt và chuyển thể.

CHƯƠNG II

KHÍ LÍ TƯỞNG



Khí lí tưởng là gì?

Tại sao có thể dùng mô hình khí lí tưởng để dự đoán các định luật thực nghiệm về chất khí?

Nội dung

- Mô hình động học phân tử chất khí
- Định luật Boyle (Bôi-lơ)
- Định luật Charles (Sác-lơ)
- Phương trình trạng thái của khí lí tưởng
- Áp suất khí theo mô hình động học phân tử
- Động năng phân tử và nhiệt độ

Bài 8 MÔ HÌNH ĐỘNG HỌC PHÂN TỬ CHẤT KHÍ

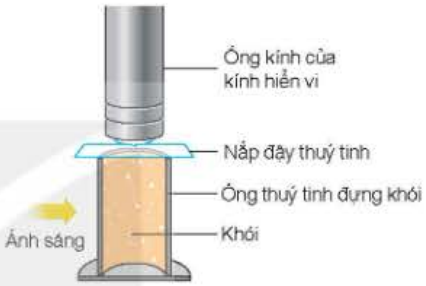
Khi học môn Khoa học tự nhiên ở lớp 6, các em đã biết một số tính chất đặc biệt của chất ở thể khí so với chất ở thể lỏng và thể rắn. Tại sao chất ở thể khí lại có một số tính chất vật lí khác chính chất đó ở các thể khác?

I. CHUYỂN ĐỘNG VÀ TƯƠNG TÁC CỦA CÁC PHÂN TỬ KHÍ

1. Chuyển động Brown trong chất khí

Chuyển động Brown không chỉ xảy ra trong chất lỏng mà xảy ra cả trong chất khí.

Hình 8.1 vẽ sơ đồ thí nghiệm dùng để quan sát chuyển động Brown trong chất khí.



Hình 8.1. *Sơ đồ thí nghiệm quan sát chuyển động Brown trong không khí*

1. Dựa vào Hình 8.1, hãy mô tả thí nghiệm dùng để quan sát chuyển động Brown trong không khí.
2. Hãy dựa vào quỹ đạo chuyển động của hạt khói trong không khí (Hình 8.2) để chứng tỏ rằng các phân tử không khí chuyển động hỗn loạn, không ngừng.
3. Khi quan sát tia nắng mặt trời chiếu qua cửa sổ vào trong phòng, ta có thể thấy các hạt bụi trong ánh nắng chuyển động không ngừng. Chuyển động này có phải là chuyển động Brown không? Tại sao?

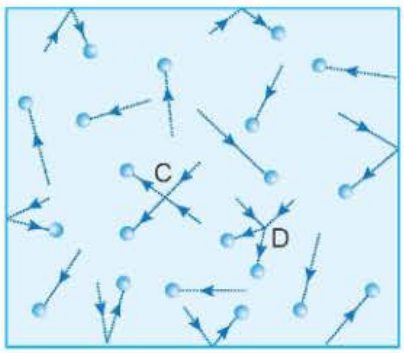


Hình 8.2. *Quỹ đạo chuyển động của hạt khói trong không khí*

Thí nghiệm mô tả ở Hình 8.1 còn cho thấy, khi tăng nhiệt độ của không khí trong ống thuỷ tinh chứa khói thì các hạt khói chuyển động nhanh hơn.

Từ thí nghiệm trên có thể rút ra các kết luận sau:

- Chất khí được cấu tạo từ các phân tử chuyển động hỗn loạn, không ngừng.
- Nhiệt độ của khí càng cao thì tốc độ chuyển động hỗn loạn của các phân tử khí càng lớn.



Hình 8.3. *Chuyển động và va chạm của các phân tử khí (C và D là các điểm mà các phân tử khí va chạm nhau)*

Trong khi chuyển động hỗn loạn, các phân tử khí không ngừng va chạm với nhau và với thành bình (Hình 8.3) nên tốc độ chuyển động của chúng không ngừng thay đổi. Do đó, tốc độ phân tử mà ta nói tới ở trên là *tốc độ trung bình của các phân tử*. Trong một khối khí có thể có các phân tử

chuyển động nhanh hơn, bằng hoặc nhỏ hơn tốc độ trung bình. Người ta nói tốc độ chuyển động của phân tử có *tính thống kê* và chỉ có ý nghĩa khi có rất nhiều phân tử. Tốc độ này có độ lớn:

$$\overline{v} = \frac{v_1 + v_2 + ... + v_n}{n}$$

Ở điều kiện chuẩn [T = 273 K (0 °C) và p = 1 atm (10^5 Pa)], các phân tử khí oxygen chuyển động với tốc độ trung bình vào khoảng 400 m/s.

2. Tương tác giữa các phân tử khí

Giữa các phân tử khí cũng có lực đẩy và lực hút, gọi chung là lực liên kết. Khoảng cách giữa các phân tử ở thể khí rất lớn so với ở thể lỏng và thể rắn nên lực liên kết giữa các phân tử ở thể khí rất yếu so với ở thể lỏng và thể rắn.

1. Hãy nêu các hiện tượng thực tế chứng tỏ lực liên kết giữa các phân tử ở thể khí rất yếu so với ở thể lỏng và thể rắn.
2. Hãy dựa vào khối lượng riêng ở cùng điều kiện nhiệt độ và áp suất của cùng một chất ở các thể khác nhau để chứng tỏ khoảng cách giữa các phân tử ở thể khí rất lớn so với ở thể lỏng và thể rắn.

II. MÔ HÌNH ĐỘNG HỌC PHÂN TỬ CHẤT KHÍ

Từ các thí nghiệm và thực tế, người ta đưa ra mô hình động học phân tử chất khí:

1. Chất khí được cấu tạo từ các phân tử có kích thước rất nhỏ so với khoảng cách giữa chúng. Lực liên kết giữa các phân tử ở thể khí rất yếu so với ở thể lỏng và thể rắn.
2. Các phân tử khí chuyển động hỗn loạn, không ngừng. Nhiệt độ khí càng cao thì chuyển động này càng nhanh.
3. Khi chuyển động hỗn loạn, các phân tử khí va chạm với nhau và với thành bình. Khi va chạm với thành bình các phân tử khí tác dụng lực, gây áp suất lên thành bình.

Hãy điền vào các ô còn trống trong Bảng 8.1.

Bảng 8.1. *Bảng các thí nghiệm và hiện tượng thực tế làm cơ sở cho việc đưa ra mô hình động học phân tử chất khí*

STT	Mô hình động học phân tử chất khí	Các thí nghiệm và hiện tượng thực tế
1	Phân tử khí chuyển động hỗn loạn, không ngừng.	Chuyển động Brown trong không khí
2	Kích thước của các phân tử khí rất nhỏ so với khoảng cách giữa chúng.	?
3	Khi chuyển động, các phân tử khí va chạm với nhau và với thành bình.	?

III. KHÍ LÍ TƯỞNG

Để tìm hiểu các tính chất của chất khí, người ta dùng một mô hình khí đơn giản hơn khí thực (khí tồn tại trong thực tế) nhưng vẫn phản ánh được các đặc điểm cơ bản của khí này:

1. Các phân tử khí được coi là các *chất điểm*, không tương tác với nhau khi chưa va chạm.
2. Các phân tử khí tương tác khi va chạm với nhau và va chạm với thành bình. Các va chạm này là va chạm hoàn toàn *đàn hồi*.

Mô hình trên bỏ qua thể tích của phân tử khí, bỏ qua tương tác của các phân tử khi chưa va chạm và coi va chạm là hoàn toàn đàn hồi làm cho việc mô tả các hiện tượng về chất khí trở nên đơn giản, dễ dàng. Chất khí trong mô hình trên được gọi là *khí lí tưởng*.

Hãy dùng mô hình động học phân tử chất khí để chứng tỏ với một khối lượng khí xác định thì nếu giảm thể tích của bình chứa và giữ nguyên nhiệt độ khí thì áp suất của khí tác dụng lên thành bình tăng. Hãy tìm ví dụ trong thực tế để minh hoạ cho tính chất trên của chất khí.

EM ĐÃ HỌC

- Chất khí được cấu tạo từ các phân tử có kích thước rất nhỏ so với khoảng cách giữa chúng.
- Các phân tử khí chuyển động hỗn loạn, không ngừng. Chuyển động này càng nhanh thì nhiệt độ của khí càng cao.
- Khi chuyển động hỗn loạn, các phân tử khí va chạm với nhau và với thành bình. Khi va chạm với thành bình chất khí gây áp suất lên thành bình.

EM CÓ THỂ

Dùng thuyết động học phân tử chất khí để giải thích được các hiện tượng có liên quan. Ví dụ: chất khí luôn chiếm toàn bộ dung tích của bình chứa; chất khí gây áp suất lên thành bình theo mọi hướng; sự phụ thuộc áp suất của một lượng khí xác định tác dụng lên thành bình vào thể tích và nhiệt độ,...

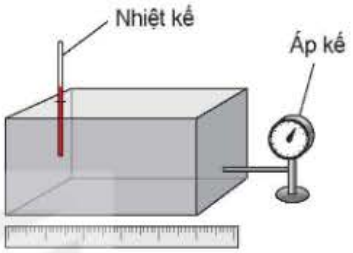
Bài 9 ĐỊNH LUẬT BOYLE

Khi thay đổi thể tích của một khối lượng khí xác định ở nhiệt độ không đổi thì áp suất khí thay đổi như thế nào?

I. CÁC THÔNG SỐ TRẠNG THÁI CỦA MỘT LƯỢNG KHÍ

Một lượng khí đựng trong một bình kín được xác định bởi bốn đại lượng là khối lượng (m), thể tích (V), nhiệt độ (T) và áp suất (p).

Khi thể tích, nhiệt độ và áp suất của một khối lượng khí xác định không thay đổi, ta nói lượng khí ở trạng thái cân bằng. Thể tích, áp suất và nhiệt độ của lượng khí được gọi là các *thông số trạng thái* của nó.



Hình 9.1. *Xác định các thông số trạng thái của một lượng khí*

?

Các thông số trạng thái của một lượng khí đều là đại lượng có thể đo hoặc xác định được bằng các dụng cụ đo lường.

1. Người ta dùng các dụng cụ nào để đo, xác định các thông số trạng thái của lượng khí trong hộp kín ở Hình 9.1?
2. Nêu tên đơn vị của các đại lượng này trong hệ SI.

Khí chuyển từ trạng thái này sang trạng thái khác bằng các quá trình biến đổi trạng thái, gọi tắt là quá trình.

Người ta thường biểu diễn trạng thái và quá trình biến đổi trạng thái của một khối lượng khí xác định bằng Hình 9.2 dưới đây:



Hình 9.2. *Trạng thái và quá trình*

EM CÓ BIẾT?

Các phân tử khí chuyển động hỗn loạn, không ngừng nên vận tốc và số va chạm của các phân tử khí lên thành bình thay đổi theo thời gian và áp suất chất khí tác dụng lên thành bình tại các thời điểm khác nhau có thể khác nhau. Do đó, áp suất chất khí được hiểu là *áp suất trung bình* của các phân tử khí tác dụng lên thành bình.

?

Hãy so sánh các thông số trạng thái của không khí trong một quả bóng bay đã được bơm khi để trong bóng mát và khi để ngoài nắng (Hình 9.3).



a) b)

Hình 9.3. *Quả bóng bay khi để trong bóng mát (a), khi để ngoài nắng (b)*

Trong hầu hết các quá trình biến đổi trạng thái của một khối lượng khí xác định thì cả ba thông số trạng thái (áp suất, thể tích, nhiệt độ) đều có thể biến đổi. Tuy nhiên, để thuận lợi cho việc tìm hiểu mối quan hệ giữa các thông số trạng thái, người ta thực hiện những quá trình đơn giản trong đó chỉ có hai thông số biến đổi còn một thông số không đổi, gọi là các *đẳng quá trình*. Các nhà vật lí đã dùng thí nghiệm để nghiên cứu các đẳng quá trình, xác định mối quan hệ của từng cặp thông số trạng thái, từ đó xây dựng phương trình về mối quan hệ giữa cả ba thông số.

II. ĐỊNH LUẬT BOYLE

1. Quá trình đẳng nhiệt

Quá trình biến đổi trạng thái của một khối lượng khí xác định khi nhiệt độ giữ không đổi được gọi là quá trình đẳng nhiệt. Thí nghiệm về quá trình đẳng nhiệt sẽ giúp ta xác định được mối quan hệ giữa áp suất p và thể tích V của một khối lượng khí xác định trong quá trình này.

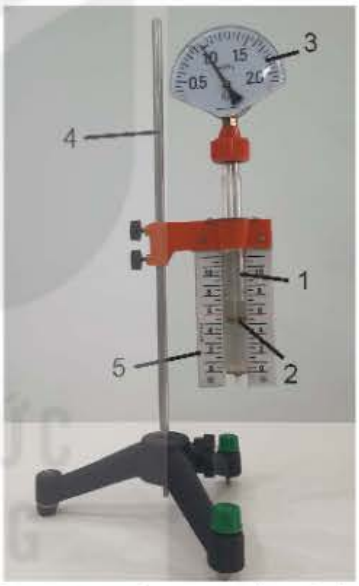
2. Thí nghiệm

Chuẩn bị: Bộ thí nghiệm về chất khí

- Xi lanh trong suốt có độ chia nhỏ nhất 0,5 cm^3 (1).
- Pit-tông có ống nối khí trong xi lanh với áp kế (2).
- Áp kế có độ chia nhỏ nhất $0{,}05.10^5$ Pa (3).
- Giá đỡ thí nghiệm (4).
- Thước đo (5).

Tiến hành:

- Bố trí thí nghiệm như Hình 9.4.
- Dịch chuyển từ từ pit-tông để làm thay đổi thể tích khí.
- Đọc và ghi kết quả thí nghiệm vào vở tương tự mẫu ở Bảng 9.1.



Hình 9.4. *Thí nghiệm về quá trình đẳng nhiệt*

Bảng 9.1. *Ví dụ về kết quả thí nghiệm khảo sát mối quan hệ của thể tích và áp suất trong quá trình đẳng nhiệt của một lượng khí xác định*

Lần thí nghiệm	V (cm^3)	p (10^5 Pa)
1	3,0	1,0
2	2,5	1,2
3	2,0	1,5
4	1,5	1,9

Từ kết quả thí nghiệm ở Bảng 9.1, thực hiện các yêu cầu sau:

1. Xác định giá trị của tích pV trong mỗi lần thí nghiệm.
2. Vẽ đường biểu diễn sự phụ thuộc của áp suất p vào thể tích V trong hệ toạ độ (p,V).
3. Phát biểu mối quan hệ giữa p và V trong quá trình đẳng nhiệt.

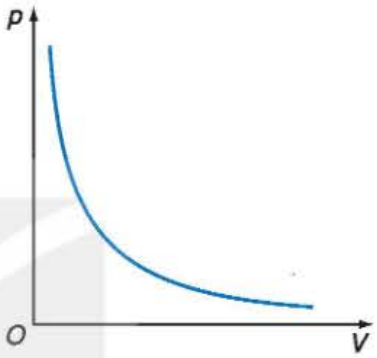
3. Định luật Boyle

Khi nhiệt độ của một khối lượng khí xác định giữ không đổi thì áp suất gây ra bởi khí tỉ lệ nghịch với thể tích của nó:

$$pV = \text{hằng số} \qquad (9.1)$$

Định luật trên được nhà vật lí và hoá học người Ireland là Robert Boyle (Rô-bớt Bôi-lơ) (1627 – 1691) tìm ra bằng thực nghiệm năm 1662 nên được gọi là định luật Boyle.

Đồ thị biểu diễn định luật Boyle là một nhánh của đường hypebol (Hình 9.5).

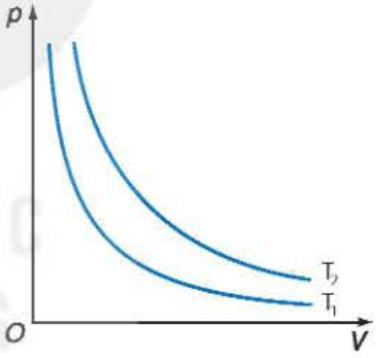


Hình 9.5. *Đường đẳng nhiệt*

Đường đẳng nhiệt của cùng một lượng khí ứng với các nhiệt độ khác nhau thì khác nhau. Hình 9.6 vẽ hai đường đẳng nhiệt của cùng một lượng khí ứng với hai nhiệt độ T_1 và T_2, với $T_1 < T_2$.

Nếu gọi p_1, V_1 là áp suất và thể tích của khí ở trạng thái 1; p_2, V_2 là áp suất và thể tích của khí ở trạng thái 2 thì:

$$p_1V_1 = p_2V_2 \qquad (9.2)$$



Hình 9.6. *Các đường đẳng nhiệt của cùng một lượng khí ở các nhiệt độ khác nhau*

?

1. Nếu vẽ đường biểu diễn sự phụ thuộc của p vào $\frac{1}{V}$ thì đường biểu diễn sẽ có dạng như thế nào? Tại sao?
2. Tìm ví dụ về quá trình đẳng nhiệt trong đời sống.

Bài tập ví dụ:

Một lượng khí có thể tích là 10 lít ở áp suất 10^5 Pa. Tính thể tích của lượng khí này ở áp suất $1{,}25.10^5$ Pa. Biết nhiệt độ của khí không đổi.

Các bước giải:

1. Xác định quá trình biến đổi trạng thái trong bài toán: Đây là bài toán về quá trình đẳng nhiệt.
2. Xác định các trạng thái của khí:
   Trạng thái 1: $p_1 = 10^5$ Pa; $V_1 = 10$ L.
   Trạng thái 2: $p_2 = 1{,}25.10^5$ Pa; $V_2 = ?$
3. Áp dụng định luật Boyle:

   Theo định luật Boyle: $p_1V_1 = p_2V_2$. Suy ra: $V_2 = \frac{p_1V_1}{p_2} = \frac{10^5.10}{1{,}25.10^5} = 8$ L.

Bài tập vận dụng

1. Một quả bóng chứa 0,04 m^3 không khí ở áp suất 120 kPa. Tính áp suất của không khí trong bóng khi làm giảm thể tích bóng còn 0,025 m^3 ở nhiệt độ không đổi.
2. Một bọt khí nổi từ đáy giếng sâu 6 m lên mặt nước. Khi lên tới mặt nước, thể tích của bọt khí tăng lên bao nhiêu lần? Coi áp suất khí quyển là $1{,}013.10^5$ Pa; khối lượng riêng của nước giếng là 1 003 kg/m^3 và nhiệt độ của nước giếng không thay đổi theo độ sâu.

EM ĐÃ HỌC

- Trạng thái và quá trình biến đổi trạng thái:



Trạng thái 1 *Trạng thái 2*

- Định luật Boyle: *Khi nhiệt độ của một khối lượng khí xác định giữ không đổi* ***thì áp suất gây ra bởi khí tỉ lệ*** *nghịch với thể tích của nó:*

$$pV = \text{hằng số, hay } p_1V_1 = p_2V_2$$

EM CÓ THỂ

- Dùng định luật Boyle giải thích được các hiện tượng thực tế đơn giản có liên quan.

KẾT NỐI TRI THỨC VỚI CUỘC SỐNG

Bài 10 ĐỊNH LUẬT CHARLES

Khi giữ nguyên áp suất của một khối lượng khí xác định thì thể tích của khí phụ thuộc như thế nào vào nhiệt độ của nó?

I. ĐỊNH LUẬT CHARLES

1. Quá trình đẳng áp

Quá trình biến đổi trạng thái của một khối lượng khí xác định khi giữ áp suất không đổi được gọi là quá trình đẳng áp.

2. Nghiên cứu của Charles

Năm 1787, nhà vật lí người Pháp là Charles (Sác-lơ) đã dùng thực nghiệm để nghiên cứu sự thay đổi thể tích theo nhiệt độ của một khối lượng khí xác định trong quá trình đẳng áp. Làm thí nghiệm với các chất khí khác nhau, ông nhận thấy khi tăng nhiệt độ khí từ $t_0 = 0\ ^oC$ tới $t\ ^oC$ đồng thời giữ áp suất không đổi thì độ tăng thể tích của 1 đơn vị thể tích khí khi được tăng thêm 1 đơn vị nhiệt độ của các chất khí khác nhau đều bằng nhau và bằng $\frac{1}{273}$:

$$\frac{V - V_0}{V_0 \Delta t} = \frac{1}{273} \qquad (10.1)$$

Trong đó V_0 là thể tích khí ở nhiệt độ 0 °C; V là thể tích khí ở nhiệt độ t °C; Δt là độ tăng nhiệt độ của khí.

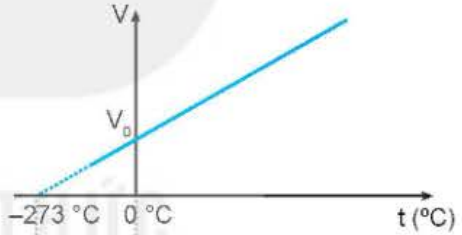
Nếu kí hiệu $\alpha = \frac{1}{273}$ thì $V = V_0 (1 + \alpha.\Delta t)$

Vì $\Delta t = t - t_0 = t$ nên: $V = V_0 (1 + \alpha t)$ (10.2)

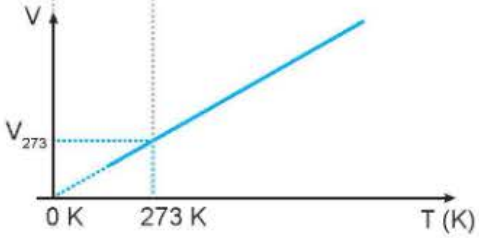
Đồ thị biểu diễn sự phụ thuộc của thể tích V theo nhiệt độ Celsius được vẽ ở Hình 10.1a.

Hãy giải thích cách vẽ đồ thị của hàm: $V = V_0 (1 + \alpha t)$ trong Hình 10.1a.

Đồ thị vẽ ở Hình10.1a cho thấy đường biểu diễn không đi qua gốc toạ độ chứng tỏ thể tích V của khí không tăng tỉ lệ thuận với nhiệt độ Celsius.



a) Đồ thị biểu diễn sự thay đổi thể tích khí theo nhiệt độ Celsius



b) Đồ thị biểu diễn sự thay đổi thể tích khí theo nhiệt độ Kelvin

Hình 10.1

Hãy chứng tỏ rằng nếu đổi nhiệt độ Celcius t trong hệ thức (10.2) sang nhiệt độ Kelvin T tương ứng thì sẽ được một hệ thức mới chứng tỏ thể tích V của chất khí tỉ lệ thuận với nhiệt độ Kelvin: $\frac{V}{T}$ = hằng số.

KẾT NỐI TRI THỨC VỚI CUỘC SỐNG

3. Định luật Charles

Khi áp suất của một khối lượng khí xác định giữ không đổi thì thể tích của khí tỉ lệ thuận với nhiệt độ tuyệt đối của nó:

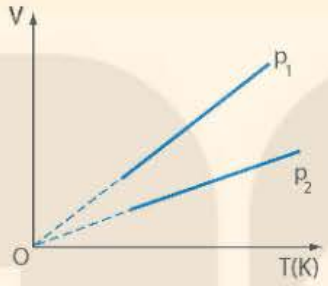
$$\frac{V}{T} = \text{hằng số} \qquad (10.3)$$

Nếu gọi V_1, T_1 lần lượt là thể tích và nhiệt độ tuyệt đối ở trạng thái 1; V_2, T_2 lần lượt là thể tích và nhiệt độ tuyệt đối ở trạng thái 2 thì: $\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2}$ (10.4)

Đồ thị biểu diễn định luật Chales như Hình 10.1b.

?

1. Ứng với các áp suất khác nhau của cùng một lượng khí, ta có những đường đẳng áp khác nhau. Hình 10.2 vẽ hai đường đẳng áp của cùng một lượng khí ứng với hai áp suất p_1 và p_2. Hãy so sánh p_1 và p_2.



Hình 10.2. *Các đường đẳng áp*

2. Hãy tìm ví dụ về ứng dụng định luật Charles trong đời sống.

! Độ không tuyệt đối:

Đồ thị vẽ ở Hình 10.1a cho thấy nếu kéo dài đường biểu diễn thì đường này sẽ cắt trục nhiệt độ ở –273 °C. Ở nhiệt độ này, thể tích của lượng khí sẽ bằng 0. Điều này chứng tỏ người ta không thể hạ nhiệt độ xuống tới –273 °C vì thể tích của một lượng khí không thể bằng 0. Chính vì thế mà người ta gọi nhiệt độ này là *độ không tuyệt đối* và dùng nó làm mốc nhiệt độ thấp nhất của thang nhiệt độ Kelvin (0 K). Tính chất của các chất ở nhiệt độ này đã được nêu trong Bài 3, Chương I.

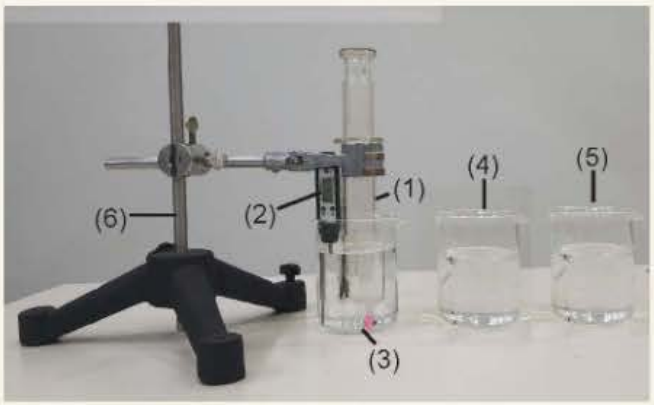
II. THÍ NGHIỆM MINH HOẠ ĐỊNH LUẬT CHARLES

Chuẩn bị:

- Xi lanh thuỷ tinh dung tích 50 mL, có độ chia nhỏ nhất 1 mL (1).
- Nhiệt kế điện tử (2).
- Ba cốc thuỷ tinh (3), (4), (5).
- Nút cao su để bịt đầu ra của xi lanh.
- Giá đỡ thí nghiệm (6).
- Nước đá, nước ấm, nước nóng.
- Dầu bôi trơn.

Tiến hành:

Bước 1: Cho một chút dầu bôi trơn vào pit-tông để pit-tông dễ dàng di chuyển trong xi lanh. Điều chỉnh pit-tông ở mức 30 mL, bịt đầu ra của xi lanh bằng nút cao su.



Hình 10.3. *Bộ thí nghiệm minh hoạ định luật Charles*

Bước 2: Ghi giá trị nhiệt độ phòng và thể tích không khí trong xi lanh vào vở tương tự như Bảng 10.1.

Bước 3: Đổ nước đá vào cốc (3).

Bước 4: Nhúng xi lanh và nhiệt kế vào cốc.

Sau khoảng thời gian 3 phút, ghi giá trị thể tích V của không khí trong xi lanh và nhiệt độ t vào bảng số liệu.

Bảng 10.1. *Ví dụ về kết quả thí nghiệm minh hoạ định luật Charles*

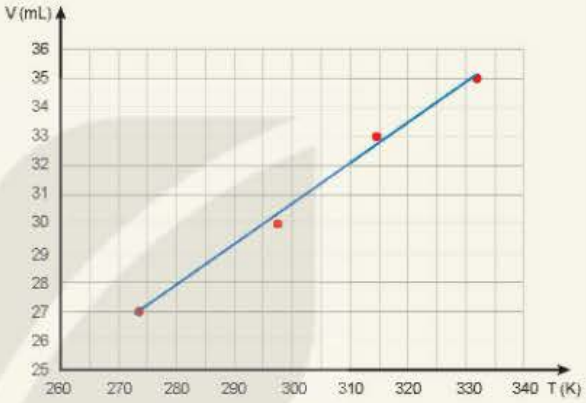
Lần thí nghiệm	t (°C)	T (K)	V (mL)
1	24,5	297,5	30
2	0,5	273,5	27
3	41,5	314,5	33
4	59,3	332,3	35

Bước 5: Lần lượt đổ nước ấm vào cốc (4) và nước nóng vào cốc (5). Thực hiện tương tự bước 4 ở mỗi trường hợp.

Từ kết quả thí nghiệm, thực hiện các yêu cầu sau:

- Tính T, $\frac{V}{T}$.
- Từ số liệu thu được, vẽ đồ thị mối quan hệ V, T.

1. Kết quả thí nghiệm thu được có phù hợp với định luật Charles không?
2. Giải thích tại sao có thể coi quá trình biến đổi trạng thái của khí trong thí nghiệm trên là quá trình đẳng áp?



Hình 10.4. *Đồ thị biểu diễn mối quan hệ giữa V và T được vẽ từ số liệu ở Bảng 10.1*

III. BÀI TẬP

Bài tập ví dụ

Khi tăng nhiệt độ của một lượng khí xác định từ 32 °C lên 117 °C và giữ áp suất không đổi thì thể tích khí tăng thêm 1,7 lít. Tìm thể tích của lượng khí trước và sau khi tăng nhiệt độ.

Bài giải:

Hiện tượng trong bài là quá trình đẳng áp.

Trạng thái 1: $T_1 = 305$ K; V_1.

Trạng thái 2: $T_2 = 390$ K; $V_2 = V_1 + 1,7$ L.

Áp dụng định luật Charles: $\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2}$

$$\frac{V_1}{305} = \frac{V_1 + 1,7}{390}$$

Suy ra: $V_1 = 6,1$ L; $V_2 = 7,8$ L.

Bài tập vận dụng

1. Thể tích của một lượng khí xác định tăng thêm 10% khi nhiệt độ của khí được tăng tới 47 °C. Xác định nhiệt độ ban đầu của lượng khí, biết quá trình trên là đẳng áp.
2. Một khối lượng khí 12 g có thể tích 4 lít ở nhiệt độ 7 °C. Sau khi được đun nóng đẳng áp thì khối lượng riêng của khí là 1,2 g/lít. Xác định nhiệt độ của khí sau khi được đun nóng.

IV. CÁC ĐỊNH LUẬT BOYLE VÀ CHARLES LÀ CÁC ĐỊNH LUẬT GẦN ĐÚNG

Các định luật Boyle và Charles được rút ra từ những thí nghiệm thực hiện trong điều kiện áp suất không quá 10^6 Pa, nhiệt độ không dưới 200 K.

Các thí nghiệm thực hiện trong điều kiện áp suất rất cao và nhiệt độ rất thấp cho kết quả không phù hợp với các định luật trên.

Để phân biệt khí lí tưởng với khí thực người ta định nghĩa *khí lí tưởng là khí tuân theo đúng các định luật Boyle và Charles.*

Tuy nhiên, sự khác biệt giữa khí lí tưởng và khí thực không lớn ở điều kiện bình thường về áp suất và nhiệt độ nên người ta vẫn có thể áp dụng các định luật của khí lí tưởng cho khí thực nếu không cần độ chính xác cao.

EM ĐÃ HỌC

- Định luật Charles: Khi áp suất của một khối lượng khí xác định giữ không đổi thì thể tích của khí tỉ lệ thuận với nhiệt độ tuyệt đối của nó:

$$\frac{V}{T} = \text{hằng số, hay } \frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2}.$$

EM CÓ THỂ

- Dùng định luật Charles giải thích được các hiện tượng thực tế có liên quan.

KẾT NỐI TRI THỨC VỚI CUỘC SỐNG

Bài 11 PHƯƠNG TRÌNH TRẠNG THÁI CỦA KHÍ LÍ TƯỞNG

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

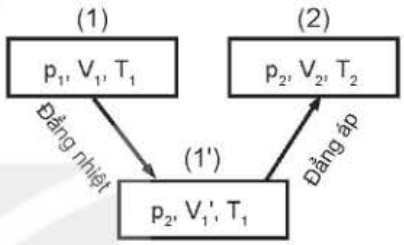
I. PHƯƠNG TRÌNH TRẠNG THÁI CỦA KHÍ LÍ TƯỞNG

1. Phương trình trạng thái của một lượng khí xác định

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

$$\frac{p_1V_1}{T_1} = \frac{p_2V_2}{T_2} \Rightarrow \frac{pV}{T} = \text{hằng số} \quad (11.1)$$

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



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

Phương trình (11.1) được gọi là phương trình trạng thái của một khối lượng khí lí tưởng xác định, thường gọi tắt là phương trình trạng thái của khí lí tưởng.

?

1. Hãy lập phương trình $\frac{p_1V_1}{T_1} = \frac{p_2V_2}{T_2}$ bằng một cách biến đổi trạng thái khác cách trong Hình 11.1 để chứng tỏ: *Quá trình chuyển trạng thái không phụ thuộc cách chuyển trạng thái mà chỉ phụ thuộc trạng thái đầu và trạng thái cuối.*
2. Tại sao không gọi phương trình (11.1) là phương trình trạng thái của chất khí mà lại gọi là phương trình trạng thái của khí lí tưởng?

1. Hãy biểu diễn bằng đồ thị trong hệ toạ độ (p – V) các quá trình chuyển trạng thái vẽ ở Hình 11.1.
2. Từ phương trình trạng thái của khí lí tưởng suy ra hệ thức liên hệ giữa áp suất và nhiệt độ tuyệt đối trong quá trình đẳng tích.

Bài tập ví dụ:

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

Các bước giải:

1. Xác định tính chất của bài toán: Đây là bài toán mà cả ba thông số của một lượng khí đều thay đổi.
2. Xác định các trạng thái của khí

Trạng thái 1: $p_1 = 10^5$ Pa; $V_1 = 100$ cm^3; $T_1 = 273 + 27 = 300$ K.

Trạng thái 2: $p_2 = ?$; $V_2 = 20$ cm^3; $T_2 = 273 + 39 = 312$ K.

Áp dụng phương trình trạng thái của một khối lượng khí xác định $\frac{p_1V_1}{T_1} = \frac{p_2V_2}{T_2}$, ta có:

$$p_2 = \frac{p_1V_1T_2}{V_2T_1} = \frac{10^5 \cdot 100 \cdot 312}{20 \cdot 300}$$

$$= 5{,}2.10^5 \text{ Pa}.$$

2. Phương trình Clapeyron

Có thể xác định được độ lớn của hằng số trong phương trình trạng thái của n mol khí xác định ($n = \frac{m}{M}$, với m là khối lượng khí, M là khối lượng mol của lượng khí).

Trước hết cần xác định độ lớn của hằng số này đối với 1 mol khí. Có thể dựa vào độ lớn của thể tích, áp suất và nhiệt độ của 1 mol khí ở điều kiện tiêu chuẩn để xác định độ lớn của hằng số đối với 1 mol khí.

Một mol của bất kì khí nào ở điều kiện tiêu chuẩn đều có thể tích $V = 22{,}4.10^{-3}$ m^3; áp suất $p = 1{,}013.10^5$ Pa và nhiệt độ T = 273 K. Do đó, phương trình trạng thái của 1 mol khí là:

$$\frac{pV}{T} = \frac{1{,}013 \cdot 10^5 \cdot 22{,}4 \cdot 10^{-3}}{273} = 8{,}31$$

R = 8,31 được gọi là *hằng số khí lí tưởng* và có đơn vị là J/mol.K.

Vì thể tích của n mol khí bằng n thể tích của 1 mol khí ở cùng nhiệt độ và áp suất nên nếu phương trình trạng thái của 1 mol khí là $\frac{pV}{T} = R$ thì phương trình trạng thái của n mol khí là:

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

Độ lớn của nR là độ lớn của hằng số mà ta muốn xác định.

Phương trình trên thường được viết dưới dạng:

$$pV = nRT \qquad (11.2)$$

Phương trình (11.2) là phương trình trạng thái của n mol khí lí tưởng, cũng thường được gọi tắt là phương trình trạng thái của khí lí tưởng. Nhà vật lí Clapeyron (Cla-pây-rông) người Pháp là người lập ra phương trình này nên nó còn được gọi là phương trình Clapeyron.

II. VẬN DỤNG

Phương trình trạng thái của khí lí tưởng có nhiều ứng dụng thực tế. Nó được dùng vào việc nghiên cứu, chế tạo các thiết bị có liên quan đến chất khí như khí cầu, bình đựng khí, trang phục lặn, máy điều hoà không khí, máy nén khí,...; nghiên cứu sự thay đổi áp suất và thể tích của các lớp khí tồn tại trong các vật liệu để tìm tòi, sản xuất các vật liệu đáp ứng được các yêu cầu sử dụng khác nhau. Phương trình này còn được dùng trong việc nghiên cứu sự thay đổi áp suất, nhiệt độ, khối lượng riêng của không khí trong khí quyển, tìm hiểu quá trình biến đổi khí hậu để dự báo thời tiết,...

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

   Người ta muốn chế tạo một bóng thám không có thể tăng bán kính lên tới 1 m khi bay ở tầng khí quyển có áp suất $0{,}3.10^5$ Pa và nhiệt độ 200 K. Hỏi bán kính của bóng khi vừa bơm xong phải bằng bao nhiêu? Biết bóng được bơm ở áp suất $1{,}02.10^5$ Pa và nhiệt độ 300 K.

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



Hình 11.2. *Túi khí trong ô tô khi phồng lên*

   a) Viết phương trình phân huỷ NaN_3.

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

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

KẾT NỐI TRI THỨC VỚI CUỘC SỐNG

EM ĐÃ HỌC

- Phương trình trạng thái của một khối lượng khí lí tưởng xác định: $\frac{pV}{T}$ = hằng số.

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

- Phương trình trạng thái của khí lí tưởng (phương trình Clapeyron):

$$pV = nRT$$

  Trong đó, R là hằng số khí lí tưởng (R = 8,31 J/mol.K); n là số mol khí:

$$n = \frac{m(kg)}{M(kg/mol)}$$

EM CÓ THỂ

Giải thích được một số hiện tượng, thiết bị có liên quan đến phương trình trạng thái của khí lí tưởng. Ví dụ: giải thích được cách sử dụng bình oxygen trong y tế, túi khí trên ô tô; tính được thể tích, khối lượng, nhiệt độ của chất khí tạo thành trong các phản ứng hoá học.

Bài 12 ÁP SUẤT KHÍ THEO MÔ HÌNH ĐỘNG HỌC PHÂN TỬ. QUAN HỆ GIỮA ĐỘNG NĂNG PHÂN TỬ VÀ NHIỆT ĐỘ

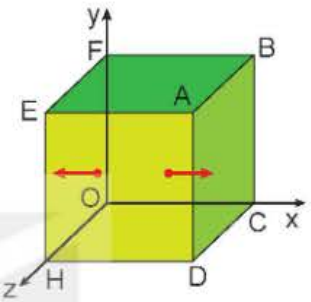
Áp suất khí phụ thuộc như thế nào vào những đại lượng đặc trưng sau đây của phân tử: khối lượng phân tử, tốc độ chuyển động của phân tử, mật độ phân tử, lực liên kết phân tử?

I. ÁP SUẤT KHÍ THEO MÔ HÌNH ĐỘNG HỌC PHÂN TỬ

1. Tác dụng của một phân tử khí lên thành bình

Xét một lượng khí gồm N phân tử chứa trong một bình hình lập phương có cạnh l, trong hệ toạ độ vuông góc Oxyz (Hình 12.1).

Một phân tử khối lượng m chuyển động thẳng đều theo phương song song với trục Ox với vận tốc v từ thành bình EFOH tới va chạm đàn hồi và trực diện với thành bình ABCD. Sau khi va chạm, phân tử chuyển động theo chiều ngược lại với tốc độ có cùng độ lớn v tới thành bình đối diện.



Hình 12.1. *Phân tử khí gây áp suất lên thành bình*

Do độ lớn của vận tốc tức thời và tốc độ tức thời của một chuyển động có độ lớn bằng nhau nên động lượng của phân tử trước khi va chạm với thành bình có giá trị là + mv, sau khi va chạm với thành bình có giá trị là – mv. Độ biến thiên động lượng của phân tử do va chạm với thành bình ABCD có độ lớn là:

$$|\Delta \vec{p}| = |-mv - (+mv)| = |-2mv| = 2mv$$

1. Tại sao có thể coi chuyển động của phân tử khí trước và sau khi va chạm với thành bình là chuyển động thẳng đều?
2. Hãy dựa vào tính chất trên của chuyển động phân tử để tính thời gian Δt giữa hai va chạm liên tiếp của một phân tử lên thành bình ABCD theo l và v.

Từ đó dùng công thức tính xung lượng của lực trong thời gian Δt (đã học ở lớp 10) để chứng minh:

a) Lực do thành bình ABCD tác dụng lên một phân tử khí có giá trị là $-\frac{mv^2}{l}$; lực do một phân tử khí tác dụng lên thành bình ABCD có giá trị là $+\frac{mv^2}{l}$.

b) Áp suất do một phân tử khí tác dụng lên thành bình ABCD có giá trị là: $p_m = \frac{m}{V}v^2$ với thể tích lượng khí $V = l^3$.

Như vậy, vận dụng các định luật cơ học Newton vào mô hình khí lí tưởng có thể xác định được áp suất của một phân tử khí tác dụng lên thành bình là $p_m = \frac{m}{V}v^2$, với v là tốc độ chuyển động của phân tử, V là thể tích của lượng khí.

Chú ý về các kí hiệu:

– Động lượng kí hiệu là $\vec{p}$.

– Áp suất của một lượng khí kí hiệu là p.

– Áp suất của một phân tử khí kí hiệu là p_m.

2. Tác dụng của N phân tử khí lên thành bình

Vì số phân tử N vô cùng lớn và các phân tử chuyển động hỗn loạn trong bình nên các hướng Ox, Oy và Oz là bình đẳng. Do đó, số phân tử chuyển động theo hướng Ox, từ mặt EFOH sang mặt ABCD và ngược lại để gây áp suất lên hai mặt này chỉ bằng $\frac{1}{3}$ số phân tử có trong bình $\left(\frac{N}{3}\right)$.

Vì các phân tử chuyển động hỗn loạn nên tốc độ của các phân tử không bằng nhau, do đó áp suất của mỗi phân tử tác dụng lên thành bình cũng không bằng nhau. Trung bình mỗi phân tử tác dụng lên thành bình một áp suất $\overline{p}_m = \frac{m}{V}\overline{v^2}$, trong đó:

$$\overline{v^2} = \frac{v_1^2 + v_2^2 + ... + v_N^2}{N}$$

Đại lượng này được gọi là "trung bình của các bình phương tốc độ".

Từ những lập luận trên, ta có thể viết được công thức tính áp suất của khí trong bình tác dụng lên thành bình ABCD:

$$p = \frac{N}{3}\overline{p}_m = \frac{1}{3}\frac{Nm}{V}\overline{v^2} \qquad (12.1)$$

Trong đó $\frac{N}{V}$ là số phân tử có trong một đơn vị thể tích, gọi là *mật độ phân tử*. Nếu kí hiệu mật độ phân tử là μ, động năng trung bình của phân tử là $\overline{E}_đ = \frac{m\overline{v^2}}{2}$ và thay $\overline{E}_đ$ vào (12.1), ta được:

$$p = \frac{2}{3}\mu\overline{E}_đ \qquad (12.2)$$

Vì các mặt của hình lập phương là bình đẳng nên áp suất của chất khí tác dụng lên các mặt của bình đều như nhau và đều được xác định bằng các hệ thức (12.1), (12.2).

?

1. Hãy chứng tỏ hệ thức (12.1) phù hợp với định luật Boyle.
2. Hệ thức (12.2) cho thấy áp suất chất khí tác dụng lên thành bình phụ thuộc vào mật độ phân tử và động năng trung bình của phân tử. Hãy giải thích tại sao.

II. MỐI QUAN HỆ GIỮA ĐỘNG NĂNG PHÂN TỬ VÀ NHIỆT ĐỘ

Từ hai hệ thức pV = nRT và $p = \frac{2}{3}\mu\overline{E}_đ$, hãy rút ra hệ thức: $\overline{E}_đ = \frac{3}{2}\cdot\frac{R}{N_A}T$. Trong đó N_A là số Avogadro ($N_A = \frac{N}{n}$).

Vì R và N_A đều là các hằng số có giá trị xác định, nên ta có thể tính được giá trị của hằng số k:

$$k = \frac{R}{N_A} = \frac{8{,}31}{6{,}02.10^{23}} = 1{,}38.10^{-23}\ J/K.$$

Hằng số k được gọi là hằng số Boltzmann.

Do đó, động năng trung bình của phân tử được xác định bằng hệ thức:

$$\overline{E}_d = \frac{3}{2}kT \qquad (12.3)$$

Từ hệ thức (12.3), ta thấy động năng trung bình của phân tử tỉ lệ thuận với nhiệt độ tuyệt đối.

Từ đó có thể rút ra những hệ quả sau:

- Các khí có bản chất khác nhau, khối lượng khác nhau nhưng nhiệt độ như nhau thì động năng trung bình của các phân tử bằng nhau.
- Động năng trung bình của phân tử khí càng lớn thì nhiệt độ của khí càng cao.
- Vì $\overline{E}_d$ tỉ lệ thuận với T nên người ta có thể coi nhiệt độ tuyệt đối là số đo động năng trung bình của phân tử theo một đơn vị khác.

?

1. Hãy dùng các hệ thức (12.2) và (12.3) để giải thích tại sao áp suất trong quá trình đẳng tích của một lượng khí xác định tỉ lệ thuận với nhiệt độ tuyệt đối.
2. Không khí chứa chủ yếu các phân tử khí nitrogen, oxygen và carbon dioxide. Hãy so sánh khối lượng, tốc độ trung bình, động năng trung bình của các phân tử khí trên trong một phòng có nhiệt độ không đổi.

EM CÓ BIẾT?

1. Hệ thức $\overline{E}_d = \frac{3}{2}kT$ được thành lập dựa trên mô hình của khí lí tưởng, trong đó phân tử được coi là chất điểm, chuyển động của phân tử là chuyển động tịnh tiến. Do đó, động năng trung bình trong hệ thức trên được gọi một cách đầy đủ là động năng tịnh tiến trung bình.

   Khi phân tử không được coi là chất điểm thì ngoài chuyển động tịnh tiến, phân tử còn có thể có chuyển động quay, chuyển động riêng của các nguyên tử trong phân tử, chuyển động riêng của các electron trong nguyên tử,... Khi đó cần thiết phải nêu rõ động năng trung bình trong biểu thức trên chỉ là động năng của chuyển động tịnh tiến của phân tử, gọi tắt là động năng tịnh tiến trung bình.

2. Động năng tịnh tiến trung bình của phân tử có độ lớn bằng tổng động năng tịnh tiến của các phân tử chia cho số phân tử.

$$\overline{E}_d = \frac{\frac{mv_1^2}{2} + \frac{mv_2^2}{2} + ... + \frac{mv_N^2}{2}}{N} = \frac{m}{2} \cdot \frac{(v_1^2 + v_2^2 + ... + v_N^2)}{N}$$

$$\Rightarrow \overline{E}_d = \frac{m}{2}\overline{v^2}.$$

Căn bậc hai của $\overline{v^2}$ là $\sqrt{\overline{v^2}}$, độ lớn của đại lượng này không phải là trung bình cộng của các tốc độ của phân tử, nghĩa là không phải là tốc độ trung bình của các phân tử. Nó được gọi là *tốc độ căn quân phương* của phân tử.

EM ĐÃ HỌC

- Áp suất chất khí theo mô hình động học phân tử: $p = \frac{1}{3}\mu m\overline{v^2} = \frac{2}{3}\mu \overline{E_d}$.

  Trong đó μ là mật độ phân tử khí ($\mu = \frac{N}{V}$), $\overline{v^2}$ là trung bình của các bình phương tốc độ phân tử.

- Liên hệ giữa động năng trung bình của phân tử và nhiệt độ: $\overline{E_d} = \frac{3}{2}kT$.

  Trong đó k là hằng số Boltzmann: $k = 1{,}38.10^{-23}$ J/K.

EM CÓ THỂ

- Giải thích được một số hiện tượng có liên quan đến áp suất theo mô hình phân tử. Ví dụ, tại sao trong quá trình đẳng tích, áp suất tỉ lệ thuận với nhiệt độ; trong quá trình đẳng nhiệt, áp suất tỉ lệ nghịch với thể tích;...

KẾT NỐI TRI THỨC VỚI CUỘC SỐNG

Bài 13 BÀI TẬP VỀ KHÍ LÍ TƯỞNG

Để giải các bài tập về sự chuyển trạng thái của khí lí tưởng thì cần dùng những công thức nào? Nêu rõ ý nghĩa và cách dùng của từng công thức.

I. MỘT SỐ LƯU Ý TRONG VIỆC GIẢI BÀI TẬP VỀ KHÍ LÍ TƯỞNG

Phần khí lí tưởng bao gồm bốn nội dung chính: Mô hình động học phân tử chất khí, phương trình trạng thái của khí lí tưởng, áp suất khí theo mô hình động học phân tử và động năng phân tử

1. Lưu ý khi giải bài tập định tính

Các bài tập này thường yêu cầu vận dụng mô hình khí lí tưởng và mối quan hệ giữa các thông số trạng thái (p, V, T) để giải thích các hiện tượng, ứng dụng thực tế có liên quan. Khi giải các bài tập này cần lưu ý đến điều kiện về *khối lượng khí xác định*.

2. Lưu ý khi giải bài tập định lượng

Các bài tập định lượng chủ yếu là các bài tập về sự chuyển trạng thái của khí lí tưởng.

Việc giải các bài tập này thường được tiến hành theo ba bước chính sau đây:

1. Xác định lượng khí có thay đổi hay không, có biết khối lượng, khối lượng mol hoặc số mol của lượng khí hay không.
2. Xác định trạng thái đầu, trạng thái cuối và quá trình chuyển trạng thái của lượng khí.
3. Xác định các thông số đặc trưng cho lượng khí trong từng trạng thái như thể tích, áp suất, nhiệt độ, khối lượng, khối lượng mol, số mol.

Dựa vào kết quả của ba bước trên để lựa chọn các hệ thức thích hợp cho việc giải bài tập.

3. Lưu ý khi giải bài tập thí nghiệm

Các bài tập thí nghiệm về chất khí thường tập trung vào yêu cầu xử lí số liệu đã cho từ thí nghiệm, biểu diễn bằng đồ thị mối quan hệ giữa các đại lượng p, V, T trong các hệ trục tọa độ khác nhau để rút ra những kết luận cần thiết, trả lời các câu hỏi của đề bài.

II. BÀI TẬP VÍ DỤ

1. Một bình hình trụ dung tích 8 lít, đặt thẳng đứng, đậy kín bằng một nắp khối lượng 2 kg, đường kính 20 cm. Trong bình chứa khí ở nhiệt độ 100 °C và áp suất bằng áp suất khí quyển 10^5 Pa. Khi nhiệt độ trong bình giảm còn 20 °C thì:

   a) Áp suất khí trong bình bằng bao nhiêu?

   b) Muốn mở nắp bình cần một lực tối thiểu bằng bao nhiêu? Lấy g = 9,8 m/s^2.

Giải

a) Khí trong bình có khối lượng và thể tích không đổi.

- Trạng thái 1: $V_1 = 8$ L ; $T_1 = 373$ K; $p_1 = 10^5$ Pa = $1{,}0.10^5$ Pa.

  Trạng thái 2: $V_2 = 8$ L ; $T_2 = 293$ K; $p_2 = ?$

- Vì quá trình chuyển trạng thái là đẳng tích nên:

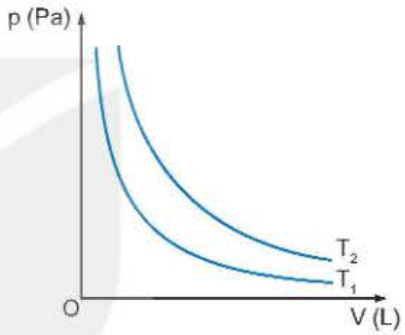
$$\frac{p_1}{T_1} = \frac{p_2}{T_2} \Rightarrow p_2 = \frac{p_1 T_2}{T_1} = 7{,}86.10^4 \text{ Pa} \approx 7{,}9.10^4 \text{ Pa}.$$

b) Muốn mở được nắp bình cần tác dụng vào nắp một lực tối thiểu để cùng với áp lực bên trong bình thắng trọng lực của nắp và áp lực của không khí bên ngoài:

$F + p_2 S = mg + p_1 S$, với $S = \frac{\pi d^2}{4}$.

$F = 692$ N.

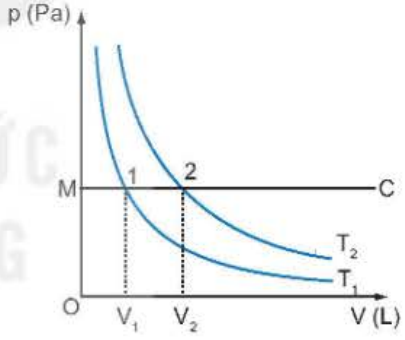
2. Hình 13.1 vẽ đường biểu diễn hai quá trình đẳng nhiệt của một lượng khí lí tưởng ở hai nhiệt độ T_1, T_2 trong hệ toạ độ (p – V). Hãy nêu cách so sánh T_1 và T_2.



Hình 13.1

Giải

- Từ M vẽ đường đẳng áp MC. Từ giao điểm của MC với hai đường đẳng nhiệt, kẻ đường vuông góc với trục OV ta sẽ được hai điểm V_1 và V_2 (Hình 13.2).
- Hình 13.2 cho thấy: $V_1 < V_2$, vì quá trình chuyển từ trạng thái 1 sang trạng thái 2 là đẳng áp, suy ra $T_1 < T_2$.



Hình 13.2

3. Một bình kín có thể tích không đổi chứa một khối lượng khí m = 1,00 kg ở áp suất $p_1 = 10^7$ Pa. Lấy ở bình ra một lượng khí cho tới khi áp suất của khí còn lại trong bình là $p_2 = 2{,}5.10^6$ Pa. Tính khối lượng khí được lấy ra khỏi bình, biết nhiệt độ khí không đổi.

Giải

Lượng khí trong bài tập này có khối lượng đã biết và thay đổi khi chuyển trạng thái.

Trong quá trình chuyển trạng thái có hai thông số không đổi là thể tích V và nhiệt độ T.

- Lượng khí ban đầu $m_1 = 1{,}00$ kg có: $V_1 = V$; $T_1 = T$; $p_1 = 10^7$ Pa.

  Lượng khí còn lại $m_2 = (m_1 - \Delta m)$ có: $V_2 = V$; $T_2 = T$; $p_2 = 2{,}5.10^6$ Pa.

- Viết phương trình trạng thái của khí lí tưởng cho hai lượng khí trên:

$$p_1 V_1 = n_1 R T_1 \Rightarrow p_1 V_1 = \frac{m_1}{M} R T_1 \qquad (1)$$

$$p_2 V_2 = n_2 R T_2 \Rightarrow p_2 V_2 = \frac{m_2}{M} R T_2 \qquad (2)$$

Ta có: $\Delta m = m_1 - m_2$ (3)

Thay các giá trị đã biết vào (1), (2) và (3) tính được: $\Delta m = 0{,}75$ kg.

1. Hãy giải bài tập ví dụ 2 bằng cách vẽ đường đẳng tích thay cho đường đẳng áp.

2. Hãy dùng phương trình $\frac{pV}{T}$ = hằng số để giải Bài tập ví dụ 3.

III. BÀI TẬP VẬN DỤNG

1. Một lượng khí ở điều kiện tiêu chuẩn có thể tích 2 m^3. Nếu nén đẳng nhiệt lượng khí này tới áp suất 5.10^5 Pa thì thể tích của lượng khí sẽ là

   A. 10 m^3. B. 1 m^3. C. 0,4 m^3. D. 4 m^3.

2. Một bóng thám không có các bộ phận chính như mô tả ở Hình 13.3.

a) Tại sao vỏ bóng phải được làm bằng chất liệu đàn hồi?

b) Tại sao để bóng bay lên, người ta phải bơm vào bóng một loại khí có khối lượng riêng nhỏ hơn không khí?

c) Bóng thám không thường chỉ bay lên tới độ cao khoảng từ 30 km đến 40 km là bị vỡ. Tại sao bóng bị vỡ?

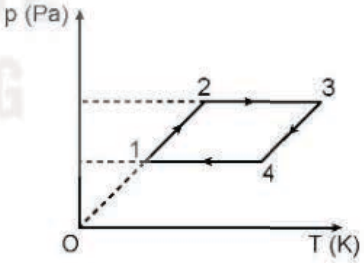
3. Một bình dung tích 40 dm^3 chứa 3,96 kg khí oxygen. Hỏi ở nhiệt độ nào thì bình có thể bị vỡ, biết bình chỉ chịu được áp suất không quá 60 atm. Lấy khối lượng riêng của oxygen ở điều kiện tiêu chuẩn là 1,43 kg/m^3.

4. Một bình chứa một chất khí được nén ở nhiệt độ 27 °C và áp suất 40 atm. Nếu nhiệt độ của khí giảm xuống còn 12 °C và một nửa lượng khí thoát ra khỏi bình thì áp suất khí sẽ bằng bao nhiêu?

5. Hình 13.4 vẽ đường biểu diễn bốn quá trình chuyển trạng thái liên tiếp của một lượng khí trong hệ toạ độ (p – T): (1 → 2); (2 → 3); (3 → 4); (4 → 1). Hãy chứng tỏ rằng chỉ có một trong bốn quá trình trên là đẳng tích.



Hình 13.3. *Bóng thám không*



Hình 13.4

EM ĐÃ HỌC

- Cách giải các bài tập về khí lí tưởng.

EM CÓ THỂ

- Vận dụng được các phương trình trạng thái của khí lí tưởng để giải các bài tập có liên quan.

CHƯƠNG III

TỪ TRƯỜNG



Từ trường được ứng dụng rộng rãi trong nhiều lĩnh vực như y học, công nghiệp, nông nghiệp, kĩ thuật, điện tử,... Kiến thức nào về từ trường đã làm cơ sở cho những ứng dụng này?

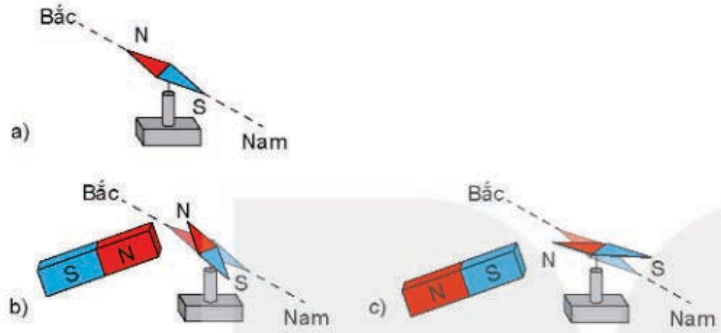
Nội dung

- Từ trường
- Lực từ tác dụng lên dây dẫn mang dòng điện. Cảm ứng từ
- Từ thông. Hiện tượng cảm ứng điện từ
- Máy phát điện xoay chiều
- Ứng dụng hiện tượng cảm ứng điện từ
- Điện từ trường. Mô hình sóng điện từ

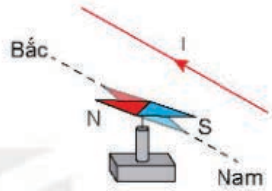
14 TỪ TRƯỜNG

Ta đã biết nam châm và dòng điện đều tác dụng lực lên kim nam châm. Vậy xung quanh dòng điện có tồn tại từ trường không? Tính chất cơ bản của từ trường là gì? Từ trường được biểu diễn như thế nào?

I. TƯƠNG TÁC TỪ

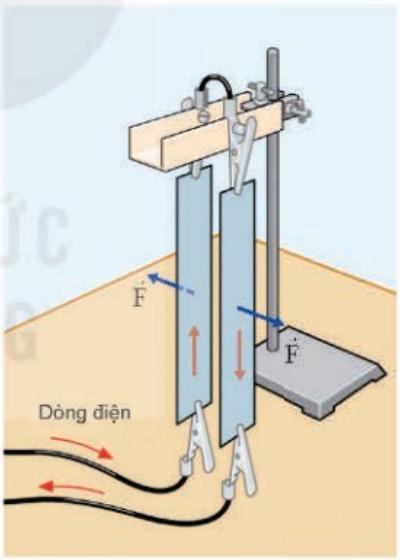


Hình 14.1. *Thí nghiệm về tương tác giữa nam châm với kim nam châm*
a) Kim nam châm tự do
b) Khi hai cực cùng tên lại gần nhau
c) Khi hai cực khác tên lại gần nhau



Hình 14.2. *Thí nghiệm của Oersted (Ơ-xtét) về tương tác giữa dòng điện và kim nam châm*

1. Khi đưa hai cực cùng tên hay khác tên của một nam châm thẳng và kim nam châm lại gần nhau (Hình 14.1) thì chúng đẩy nhau hay hút nhau?
2. Khi cho dòng điện chạy qua dây dẫn ta thấy kim nam châm lệch một góc so với phương ban đầu (Hình 14.2). Dự đoán điều gì xảy ra nếu ta đổi chiều dòng điện chạy qua dây dẫn. Trong thí nghiệm này, kim nam châm có tác dụng lực lên dòng điện không?
3. Khi cho dòng điện chạy qua hai tấm kim loại mỏng, nhẹ như ở Hình 14.3, ta thấy hai tấm kim loại đẩy nhau. Hãy dự đoán hiện tượng xảy ra nếu dòng điện qua hai tấm kim loại cùng chiều.



Hình 14.3. *Thí nghiệm tương tác giữa hai dòng điện*

Tương tác giữa nam châm với nam châm, giữa dòng điện với nam châm và giữa dòng điện với dòng điện đều gọi là tương tác từ. Lực tương tác trong các trường hợp đó gọi là lực từ.

II. TỪ TRƯỜNG

1. Khái niệm từ trường

Các thí nghiệm ở trên cho thấy khi kim nam châm đặt gần một nam châm hay một dòng điện, thì có lực từ tác dụng lên kim nam châm. Ta nói, xung quanh nam châm, xung quanh dòng điện có 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 khác đặt trong nó.

Hãy mô tả một thí nghiệm khảo sát lực từ do nam châm tác dụng lên dòng điện.

2. Tính chất cơ bản của từ trường

Tính chất cơ bản của từ trường là nó gây ra lực từ tác dụng lên một nam châm, một dòng điện hay một hạt mang điện chuyển động đặt trong nó. Nhờ tính chất này người ta dùng kim nam châm, gọi là nam châm thử để phát hiện sự tồn tại của từ trường.

3. Cảm ứng từ

- Để đặc trưng cho từ trường về mặt tác dụng lực, người ta đưa vào một đại lượng vectơ gọi là cảm ứng từ, kí hiệu là $\vec{B}$. Khi nam châm thử nằm cân bằng ở các điểm khác nhau trong từ trường thì nói chung nó định hướng theo các phương khác nhau. Điều đó gợi ý rằng có thể coi phương của nam châm thử nằm cân bằng tại một điểm trong từ trường là phương của vectơ cảm ứng từ $\vec{B}$ của từ trường tại điểm đó. Người ta quy ước lấy chiều từ cực Nam sang cực Bắc của nam châm thử là chiều của vectơ cảm ứng từ $\vec{B}$.
- Ta thừa nhận rằng lực từ tác dụng lên một dòng điện (đoạn dây dẫn có dòng điện chạy qua) hay một nam châm đặt trong từ trường ở điểm nào lớn hơn thì cảm ứng từ tại điểm đó lớn hơn. Độ lớn của cảm ứng từ $\vec{B}$ được xác định ở bài sau (xem Bài 15).
- Từ trường đều là từ trường có cảm ứng từ $\vec{B}$ tại mọi điểm đều bằng nhau.

III. ĐƯỜNG SỨC TỪ

1. Từ phổ

Để có thể thấy hình ảnh trực quan của từ trường, ta sử dụng các mạt sắt mịn. Các mạt sắt mịn đặt trong từ trường bị nhiễm từ khiến chúng trở thành các nam châm thử.

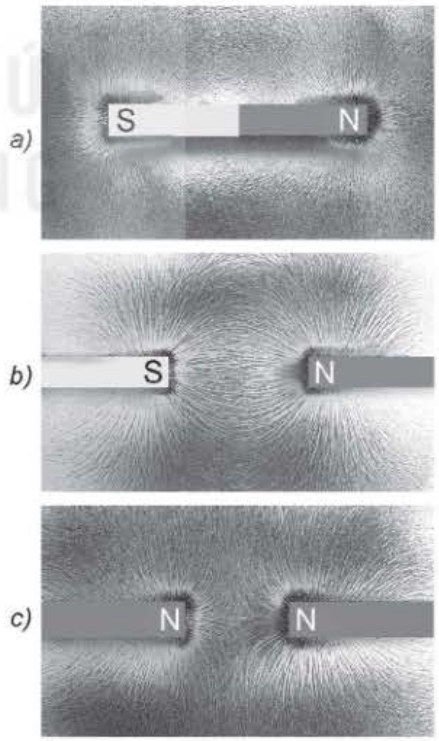
Thí nghiệm 1

Chuẩn bị:

- Hộp nhựa có một mặt trong suốt, bên trong chứa dầu và mạt sắt mịn.
- Nam châm thẳng.
- Nam châm hình chữ U.

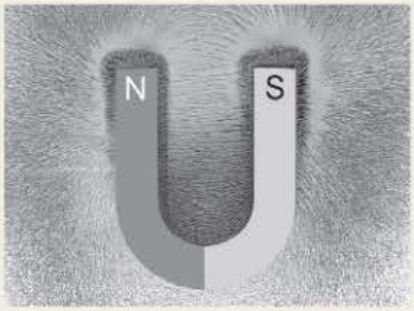
Tiến hành:

- Lắc nhẹ hộp nhựa sao cho các mạt sắt phân bố đều. Đặt hộp nhựa trên mặt phẳng nằm ngang, mặt trong suốt hướng lên trên.
- Đặt nhẹ nhàng thanh nam châm thẳng lên trên mặt trong suốt của hộp nhựa rồi gõ nhẹ vào hộp nhựa. Quan sát hình ảnh mạt sắt vừa được tạo thành trong hộp nhựa (Hình 14.4a).



Hình 14.4. *Hình ảnh các mạt sắt phân bố xung quanh nam châm thẳng*

- Nhấc thanh nam châm thẳng lên khỏi mặt hộp nhựa. Lắc nhẹ hộp nhựa cho các mạt sắt phân bố đều trở lại. Tiếp tục đặt nhẹ nhàng hai thanh nam châm thẳng lên trên mặt trong suốt của hộp nhựa (sao cho hai cực trái dấu của hai thanh nam châm thẳng gần nhau) rồi gõ nhẹ. Quan sát hình ảnh mạt sắt vừa được tạo thành trong hộp nhựa (Hình 14.4b).
- Thực hiện tương tự như trên nhưng cho hai cực cùng tên của hai thanh nam châm gần nhau. Quan sát hình ảnh mạt sắt vừa được tạo thành trong hộp nhựa (Hình 14.4c).
- Tiến hành thí nghiệm tương tự đối với nam châm hình chữ U (Hình 14.5).



Hình 14.5. *Hình ảnh các mạt sắt phân bố xung quanh nam châm hình chữ U*

Thực hiện các yêu cầu sau:

1. Nhận xét hình ảnh sự phân bố mạt sắt ở khoảng giữa của hai nam châm thẳng Hình 14.4b và ở khoảng giữa của hai nam châm thẳng Hình 14.4c.
2. Nhận xét về hình ảnh sự phân bố mạt sắt ở giữa hai cực của nam châm hình chữ U. Từ đó có thể rút ra kết luận gì về từ trường trong khoảng giữa hai cực của nam châm hình chữ U.

Thí nghiệm 2

Chuẩn bị:

- Hộp nhựa có một mặt trong suốt, bên trong chứa dầu và mạt sắt mịn.
- Ống dây gắn với hộp nhựa.
- Dây dẫn thẳng.
- Nguồn điện một chiều.



Hình 14.6. *Hình ảnh các mạt sắt phân bố bên trong và bên ngoài ống dây mang dòng điện*

Tiến hành:

- Lắc nhẹ hộp nhựa có gắn ống dây sao cho các mạt sắt phân bố đều ở bên ngoài và bên trong lòng ống dây.
- Cho dòng điện chạy qua ống dây.
- Gõ nhẹ vào hộp nhựa để các mạt sắt phân bố ổn định (Hình 14.6).

Tiến hành thí nghiệm tương tự với dây dẫn thẳng ta thu được hình ảnh như Hình 14.7.



Hình 14.7. *Hình ảnh các mạt sắt phân bố xung quanh dòng điện thẳng*

Thực hiện các yêu cầu sau:

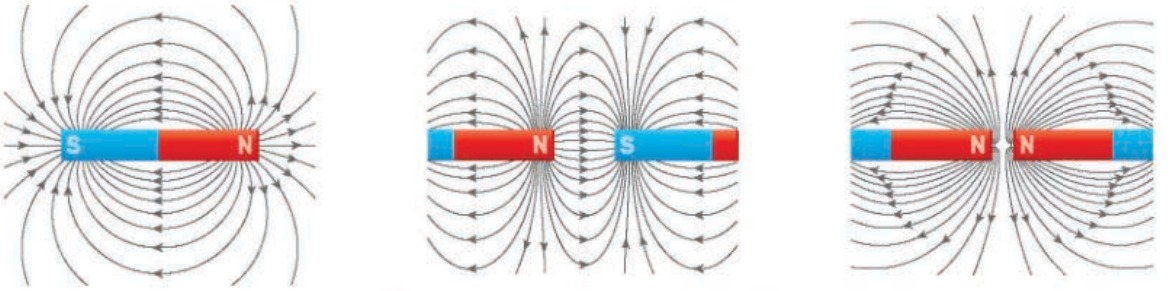
1. Mô tả hình ảnh sự phân bố mạt sắt phân bố xung quanh dòng điện thẳng.
2. Nhận xét về hình ảnh sự phân bố mạt sắt bên trong ống dây và bên ngoài ống dây.
3. So sánh hình ảnh và sự phân bố mạt sắt ở bên ngoài ống dây với hình ảnh đường sức từ của nam châm thẳng.

Hình ảnh những đường tạo ra bởi các mạt sắt trong các thí nghiệm trên được gọi là *từ phổ*. Từ phổ cho ta thấy hình ảnh trực quan của từ trường.

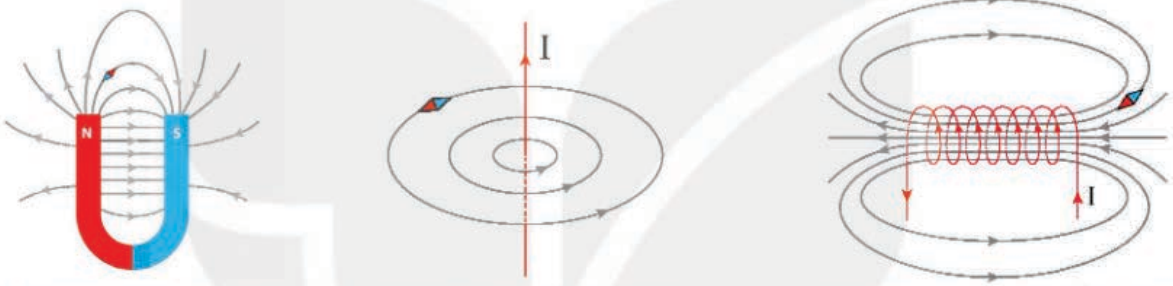
2. Đường sức từ

Để biểu diễn về mặt hình học của từ trường trong không gian, người ta đưa ra khái niệm đường sức từ.

Đường sức từ là những đường vẽ ở trong không gian có từ trường sao cho tiếp tuyến với nó tại mỗi điểm trùng với phương của vectơ cảm ứng từ tại điểm đó. Chiều của đường sức từ là chiều của vectơ cảm ứng từ.



a) Đường sức từ của nam châm thẳng



b) Đường sức từ của nam châm hình chữ U

c) Đường sức từ của dòng điện thẳng

d) Đường sức từ của dòng điện chạy trong ống dây

Hình 14.8. *Đường sức từ*

Đường sức từ vẽ trong Hình 14.8 tương ứng với các từ phổ của nam châm thẳng, nam châm hình chữ U, của dòng điện thẳng và dòng điện chạy qua ống dây.

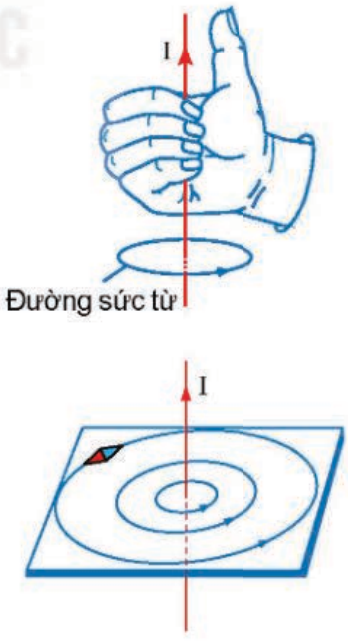
Đối với nam châm, các đường sức từ ở ngoài nam châm có chiều đi ra từ cực Bắc, đi vào cực Nam.

– *Các đặc điểm của đường sức từ:*

+ Tại mỗi điểm trong từ trường, chỉ có thể vẽ được một đường sức từ đi qua và chỉ một mà thôi.
+ Các đường sức từ là những đường cong khép kín.
+ Nơi nào từ trường mạnh hơn thì các đường sức từ ở đó vẽ dày hơn, nơi nào từ trường yếu hơn thì các đường sức từ vẽ thưa hơn.

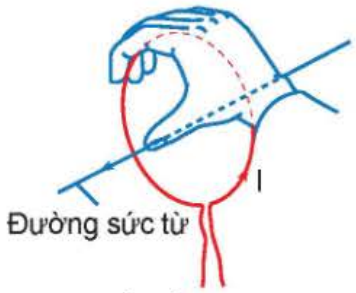
Dùng nam châm thử đặt trên đường sức từ, ta biết được chiều của đường sức từ (Hình 14.8). Ta cũng có thể xác định chiều của đường sức từ theo quy tắc *nắm bàn tay phải* như sau:

+ Đối với dòng điện thẳng: *Giơ ngón cái của bàn tay phải hướng theo chiều dòng điện, khum bốn ngón tay kia xung quanh dây dẫn thì chiều từ cổ tay đến bốn ngón tay đó là chiều của đường sức từ* (Hình 14.9).



Hình 14.9. *Quy tắc nắm bàn tay phải đối với dòng điện thẳng*

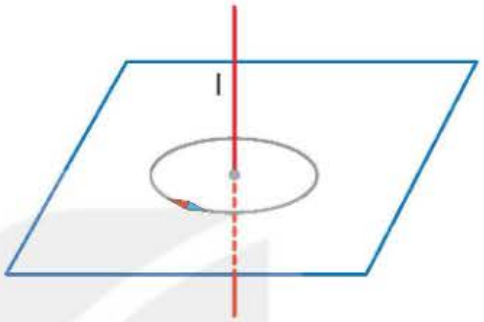
+ Đối với dòng điện tròn và ống dây: *Khum bàn tay phải sao cho chiều từ cổ tay đến các ngón tay trùng với chiều dòng điện chạy qua các vòng dây thì chiều ngón tay cái choãi ra chỉ chiều của đường sức từ* (Hình 14.10).



Hình 14.10. *Quy tắc nắm bàn tay phải đối với dòng điện tròn*

?

Đặt một kim nam châm nhỏ trên mặt phẳng vuông góc với dòng điện thẳng. Khi cân bằng, kim nam châm nằm ở vị trí như Hình 14.11. Hãy xác định chiều của dòng điện chạy qua dây dẫn.



Hình 14.11. *Kim nam châm đặt trong từ trường của dây dẫn thẳng mang dòng điện*

EM ĐÃ HỌC

- Từ trường là trường lực gây ra bởi dòng điện hoặc nam châm, là một dạng 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 khác đặt trong nó.
- Đường sức từ là những đường vẽ ở trong không gian có từ trường sao cho tiếp tuyến với nó tại mỗi điểm trùng với phương của vectơ cảm ứng từ tại điểm đó. Chiều của đường sức từ là chiều của vectơ cảm ứng từ.

EM CÓ THỂ

- Giải thích được nguyên tắc hoạt động của la bàn.
- Nêu được ứng dụng của nam châm trong cuộc sống như tàu đệm từ, nam châm điện.

Bài 15 LỰC TỪ TÁC DỤNG LÊN DÂY DẪN MANG DÒNG ĐIỆN. CẢM ỨNG TỪ

Tính chất cơ bản của từ trường là gây ra lực từ tác dụng lên một nam châm hay một dòng điện đặt trong từ trường đó. Vậy lực từ có đặc điểm như thế nào?

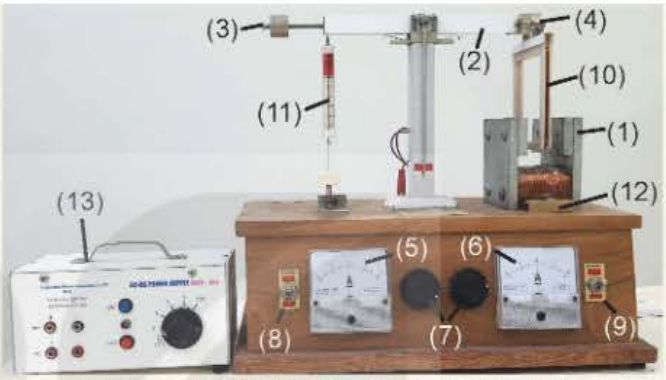
I. THÍ NGHIỆM VỀ LỰC TỪ TÁC DỤNG LÊN ĐOẠN DÂY DẪN MANG DÒNG ĐIỆN

Để khảo sát lực từ tác dụng lên đoạn dây dẫn mang dòng điện người ta sử dụng thiết bị như Hình 15.1.

Thí nghiệm

Chuẩn bị: Thiết bị thí nghiệm gồm:

- Hộp gỗ có gắn các thiết bị dưới đây:
  + Nam châm điện có gắn hai tấm thép (1).
  + Đòn cân (2) có gắn gia trọng (3) và khớp nối với khung dây dẫn (4).
  + Hai ampe kế có giới hạn đo 2 A (5), (6).
  + Hai biến trở xoay 100 Ω –2 A (7).
  + Hai công tắc dùng để đảo chiều dòng điện qua nam châm điện và khung dây (8), (9).
- Khung dây có số vòng dây n = 200 vòng, có chiều dài mỗi cạnh l = 10 cm (10).
- Lực kế có giới hạn đo 0,5 N (11).
- Đèn chỉ hướng từ trường trong lòng nam châm điện (12).
- Nguồn điện một chiều, điện áp 12 V (13) và các dây nối.



Hình 15.1. *Bộ thí nghiệm lực từ và cảm ứng từ*

Tiến hành:

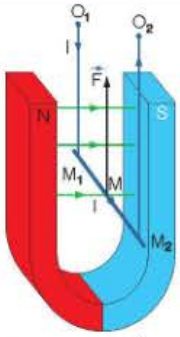
- Nối hai cực của nguồn điện một chiều (DC) với hai chốt cắm trên hộp gỗ. Cắm khung dây vào khớp nối trên đòn cân, sao cho cạnh dưới của khung dây nằm trong từ trường của nam châm.
- Đóng công tắc điện.

Thực hiện các yêu cầu sau:

1. Quan sát và giải thích hiện tượng xảy ra với khung dây.
2. Quan sát đèn chỉ hướng từ trường trong lòng nam châm điện, các cực của nguồn điện nối với khung dây, chiều chuyển động của khung dây; từ đó xác định chiều của cảm ứng từ bên trong lòng nam châm điện, chiều dòng điện và chiều của lực từ tác dụng lên đoạn dây dẫn mang dòng điện I trong từ trường.
3. Dự đoán hiện tượng xảy ra nếu đổi chiều dòng điện chạy qua nam châm điện hoặc khung dây.
4. Đề xuất cách xác định chiều của lực từ.

Từ kết quả thí nghiệm và nhiều thí nghiệm khác cũng cho thấy:

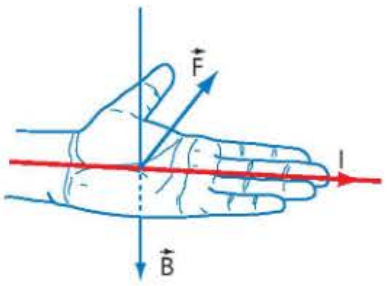
- Khi cho dòng điện có cường độ I chạy qua đoạn dây dẫn đặt trong từ trường thì xuất hiện lực từ $\vec{F}$ tác dụng lên đoạn dây dẫn mang dòng điện.
- Lực từ $\vec{F}$ có phương vuông góc với đoạn dây dẫn mang dòng điện đặt trong từ trường và vuông góc với đường sức từ (Hình 15.2).



Hình 15.2. *Phương, chiều của lực từ $\vec{F}$ tác dụng lên đoạn dây dẫn mang dòng điện I đặt trong từ trường của nam châm chữ U*

KẾT NỐI TRI THỨC VỚI CUỘC SỐNG

Chiều của lực từ được xác định theo quy tắc bàn tay trái: *Đặt bàn tay trái sao cho vectơ cảm ứng từ $\vec{B}$ hướng vào lòng bàn tay, chiều từ cổ tay đến các ngón tay trùng với chiều dòng điện, thì ngón tay cái choãi ra 90° chỉ chiều của lực từ $\vec{F}$ tác dụng lên dây dẫn mang dòng điện* (Hình 15.3).



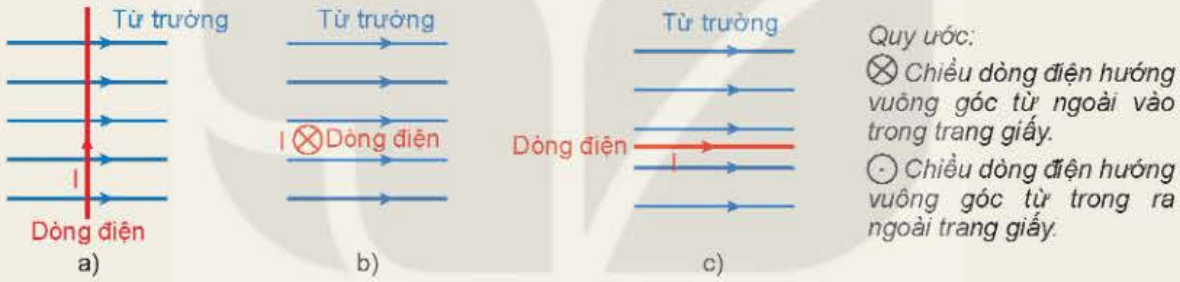
Hình 15.3. *Hình vẽ mô tả quy tắc bàn tay trái*

Sử dụng quy tắc bàn tay trái để kiểm chứng chiều của lực từ tác dụng lên thanh kim loại M_1M_2 trong Hình 15.2.

?

Ba dây dẫn mang dòng điện đặt trong từ trường như Hình 15.4.

1. Hãy xác định phương và chiều của lực từ tác dụng lên dây dẫn ở Hình 15.4a, 15.4b.
2. Trong trường hợp Hình 15.4c, có lực từ tác dụng lên dây dẫn không? Dự đoán lực từ còn phụ thuộc vào yếu tố nào khác?

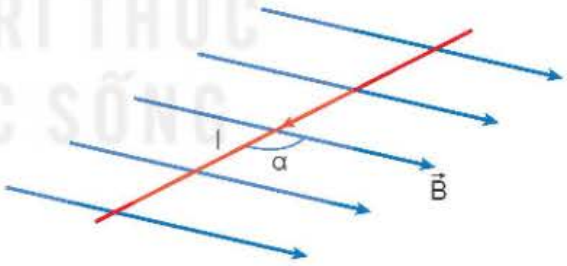


Hình 15.4. *Dây dẫn mang dòng điện đặt trong từ trường*

II. ĐỘ LỚN CẢM ỨNG TỪ

1. Biểu thức

Gọi góc α là góc hợp bởi dòng điện I (đoạn dây dẫn L mang dòng điện đặt trong từ trường) và đường sức từ (Hình 15.5).



Hình 15.5. *Đoạn dây dẫn mang dòng điện hợp với vectơ cảm ứng từ $\vec{B}$ một góc α*

Tiếp tục tiến hành thí nghiệm như mô tả ở mục I. Trong đó, lần lượt cho L, I và góc α thay đổi, các kết quả cho thấy thương số tương ứng $\frac{F}{L}$, $\frac{F}{I}$ và $\frac{F}{\sin\alpha}$ đều là các hằng số. Nghĩa là độ lớn của lực từ F tác dụng lên đoạn dây dẫn mang dòng điện tỉ lệ với chiều dài L của đoạn dây dẫn, tỉ lệ với cường độ dòng điện I chạy qua đoạn dây và tỉ lệ với sinα. Nói cách khác thì thương số $\frac{F}{IL\sin\alpha}$ có giá trị không đổi.

Do đó, với một nam châm nhất định có thể lấy thương số này làm đại lượng đặc trưng cho từ trường về phương diện tác dụng lực. Người ta gọi thương số này là độ lớn của cảm ứng từ của từ trường tại vị trí khảo sát, kí hiệu là B.

$$B = \frac{F}{IL\sin\alpha} \qquad (15.1)$$

Từ công thức (15.1), ta có thể rút ra:

$$F = BIL\sin\alpha \qquad (15.2)$$

Trong đó: B là cảm ứng từ;

I là cường độ dòng điện;

L chiều dài đoạn dây mang dòng điện đặt trong từ trường;

α là góc hợp bởi đoạn dây mang dòng điện và vectơ cảm ứng từ $\vec{B}$.

Công thức (15.2) là công thức của định luật Ampere (Am-pe) về lực từ tác dụng lên đoạn dây dẫn mang dòng điện đặt trong từ trường đều.

2. Đơn vị

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

Một tesla (1 T) là độ lớn cảm ứng từ của một từ trường đều mà khi ta đặt vào trong nó một dòng điện thẳng có cường độ 1 ampe vuông góc với các đường sức từ thì mỗi mét dài của dòng điện chịu tác dụng của một lực từ bằng 1 niutơn.

Trong công thức (15.1), F đo bằng niutơn (N), I đo bằng ampe (A) và L đo bằng mét (m).

$$1\ T = \frac{1\ N}{1\ m.1\ A}$$

Vì 1 N = 1 kg.m.s^{-2} nên 1 T = 1 N/A.m = 1 kg/A.s^2 = 1 kg.A^{-1}.s^{-2}.

?

1. Xét một đoạn dây dẫn thẳng có chiều dài L = 1 m, có dòng điện I = 3 A chạy qua được đặt trong từ trường đều có cảm ứng từ B = 5.10^{-2} T. Hãy xác định độ lớn của lực từ tác dụng lên đoạn dây dẫn mang dòng điện nếu phương của dây dẫn hợp với vectơ cảm ứng từ một góc 60°.
2. Một dây dẫn dài 50 cm có dòng điện chạy qua được đặt vuông góc với từ trường có độ lớn cảm ứng từ là 5 mT.
   a) Nếu có 10^{18} electron chạy qua dây dẫn trong mỗi giây thì cường độ dòng điện chạy qua dây dẫn bằng bao nhiêu? (Cho biết độ lớn điện tích electron là $|e| = 1{,}60.10^{-19}$ C).
   b) Tính độ lớn của lực từ tác dụng lên dây dẫn.

III. THỰC HÀNH ĐO ĐỘ LỚN CẢM ỨNG TỪ

1. Mục đích thí nghiệm

Xác định độ lớn cảm ứng từ của từ trường đều.

2. Dụng cụ thí nghiệm

Dụng cụ thí nghiệm như Hình 15.1.

3. Thiết kế phương án thí nghiệm

a) Từ công thức (15.1), hãy cho biết để xác định cảm ứng từ thì cần đo các đại lượng nào.

b) Nên đặt góc α bằng bao nhiêu? Tại sao?

c) Mô tả các bước tiến hành thí nghiệm để đo được cảm ứng từ của nam châm điện.

4. Tiến hành thí nghiệm

a) Treo khung dây vào đầu đòn cân.

b) Điều chỉnh khung dây vuông góc với vectơ cảm ứng từ của nam châm điện ($\alpha = 90^o$).

c) Điều chỉnh gia trọng và dây căng lực kế để lực kế đo được lực từ.

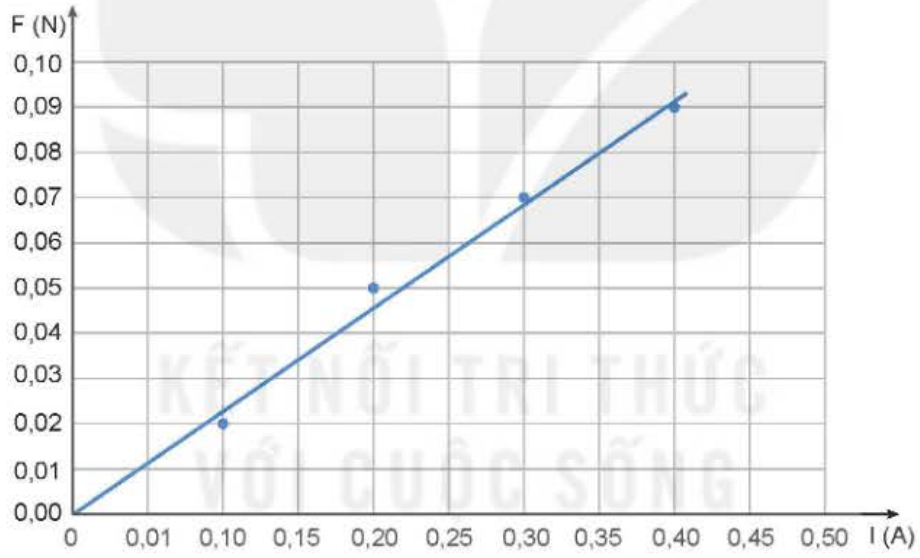
d) Bật công tắc nguồn điện. Điều chỉnh cường độ dòng điện qua nam châm điện ở mức ban đầu 0,1 A. Xác định độ lớn của lực từ $\vec{F}$ qua lực kế.

Bảng 15.1. *Kết quả thí nghiệm đo cảm ứng từ của nam châm điện. Trường hợp $\alpha = 90^o$; chiều dài dây dẫn đặt trong từ trường nam châm $L = nl = 20$ (m)*

Lần thí nghiệm	I (A)	F (N)	$\frac{F}{IL}$
1	0,1	0,02	0,010
2	0,2	0,05	0,013
3	0,3	0,07	0,012
4	0,4	0,09	0,011

e) Thay đổi giá trị cường độ dòng điện qua khung dây mỗi lần tăng lên 0,1 A. Đọc giá trị cường độ dòng điện I qua khung dây và xác định độ lớn lực từ $\vec{F}$ qua lực kế, ghi kết quả vào vở như ví dụ ở Bảng 15.1.

g) Đánh dấu các điểm thực nghiệm lên hệ trục toạ độ và vẽ đường thẳng đi gần nhất các điểm thực nghiệm (tham khảo Hình 15.6).



Hình 15.6. *Đồ thị quan hệ F và I*

5. Kết quả thí nghiệm

- Tính $\frac{F}{IL}$ và điền vào bảng như ví dụ minh hoạ ở Bảng 15.1.
- Tính giá trị trung bình, sai số phép đo độ lớn cảm ứng từ B của từ trường nam châm.

Nhận xét và đánh giá kết quả thí nghiệm:

Nhận xét về nguyên nhân gây ra sai số của phép đo và đề ra giải pháp để giảm sai số đó.

EM ĐÃ HỌC

- Lực từ $\vec{F}$ tác dụng lên đoạn dây dẫn dài L mang dòng điện có cường độ I, đặt trong từ trường đều có cảm ứng từ $\vec{B}$ có:
  - Điểm đặt tại trung điểm của đoạn dây mang dòng điện;
  - Phương vuông góc với $\vec{I}$ và $\vec{B}$;
  - Chiều tuân theo theo quy tắc bàn tay trái;
  - Độ lớn: $F = BIL\sin\alpha$.
- Vectơ cảm ứng từ $\vec{B}$ của từ trường tại một điểm:
  - Có phương trùng với phương của nam châm thử đặt tại điểm đó.
  - Có chiều đi từ cực Nam sang cực Bắc của nam châm thử đặt tại điểm đó.
  - Có độ lớn $B = \dfrac{F}{IL\sin\alpha}$.
- Cách xác định độ lớn cảm ứng từ của từ trường đều bằng thiết bị thí nghiệm.

EM CÓ THỂ

- Giải thích được nguyên tắc hoạt động của tàu đệm từ.

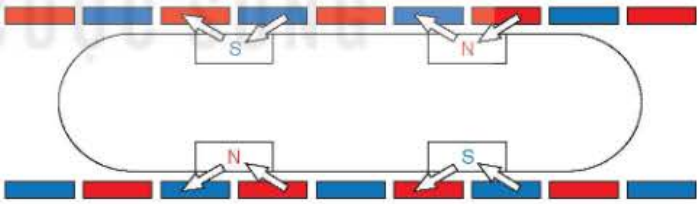
EM CÓ BIẾT?

TÀU ĐỆM TỪ

Tàu đệm từ là một phương tiện giao thông chạy trên đệm từ trường, tàu vận hành rất êm, không rung lắc và không gây ra nhiều tiếng ồn như tàu truyền thống.

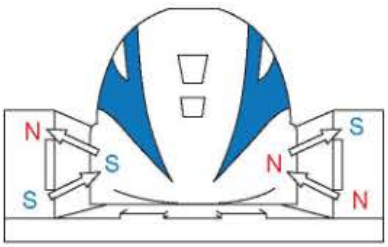
Tàu sử dụng cơ chế nâng, đẩy và dẫn lái để khi di chuyển với tốc độ cao mà tàu không bị bay ra khỏi bề mặt đường ray.

Cơ chế đẩy: Khi từ trường của các nam châm điện đặt ở hai bên thành đường ray tương tác với từ trường của nam châm siêu dẫn đặt trên thành tàu sẽ sinh ra lực đẩy tàu hướng về phía trước (Hình 15.7).



Hình 15.7. *Cơ chế đẩy*

Cơ chế nâng: Cơ chế này tương tự như cơ chế đẩy nhưng với mục đích nâng tàu lên. Bánh xe sẽ được nâng lên khi tàu đạt tới tốc độ tới hạn. Ở tốc độ tới hạn, lực từ lúc này đủ lớn để nâng tàu lướt trên đường ray (Hình 15.8).



Hình 15.8. *Cơ chế nâng*

Hệ thống dẫn lái: Bằng cách sử dụng tính chất của nam châm, cùng cực thì đẩy nhau, khác cực thì hút nhau, hệ thống lái có nhiệm vụ giúp tàu cân bằng, ổn định tàu với đường ray khi di chuyển.

Bài 16 TỪ THÔNG. HIỆN TƯỢNG CẢM ỨNG ĐIỆN TỪ

Khi số đường sức từ xuyên qua tiết diện của cuộn dây dẫn kín biến thiên thì trong cuộn dây dẫn đó xuất hiện dòng điện cảm ứng. Hãy cho biết có những cách nào làm cho số đường sức từ qua tiết diện của cuộn dây dẫn kín biến thiên.

I. TỪ THÔNG

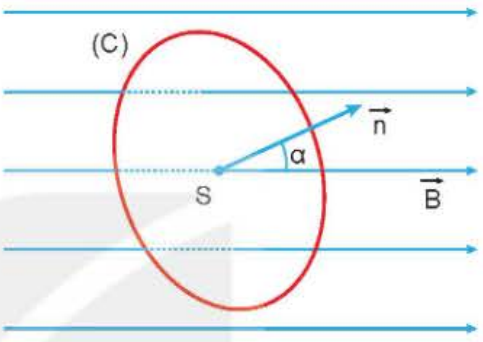
Xét một vòng dây dẫn kín (C) có diện tích S, được đặt trong từ trường đều $\vec{B}$. Vẽ vectơ đơn vị pháp tuyến $\vec{n}$ của S. Chiều của $\vec{n}$ có thể chọn tuỳ ý. Góc hợp thành bởi $\vec{B}$ và $\vec{n}$ kí hiệu là α (Hình 16.1).

Ta đặt: $\Phi = BS\cos\alpha$ (16.1)

Đại lượng Φ gọi là từ thông qua diện tích S.

Đơn vị của từ thông trong hệ SI là vêbe (weber), kí hiệu Wb.

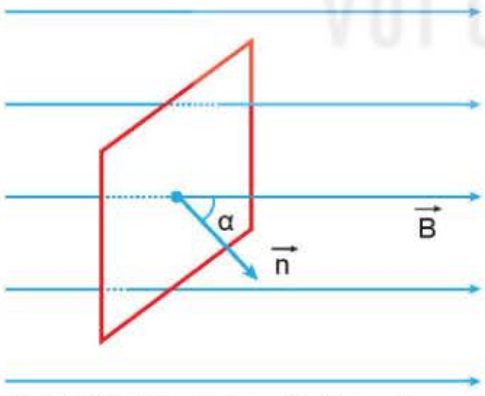
Ta có: 1 Wb = 1 T.1 m^2.



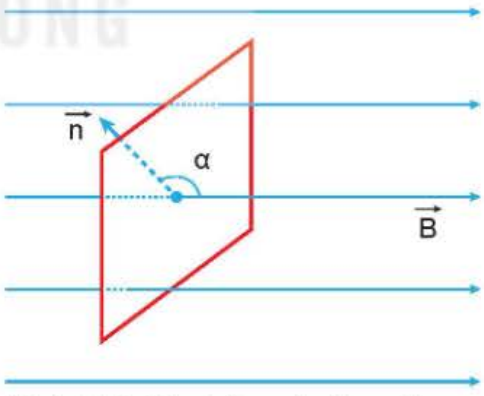
Hình 16.1. *Mô tả đường sức từ xuyên qua diện tích S giới hạn bởi vòng dây dẫn kín (C)*

Khi cảm ứng từ $\vec{B}$ vuông góc với mặt phẳng vòng dây thì α = 0, ta có: cos α = 1. Nếu vòng dây có diện tích là 1 m^2, theo biểu thức (16.1), ta có trị số của từ thông bằng độ lớn của cảm ứng từ.

Trong trường hợp này, từ thông qua một đơn vị diện tích của vòng dây trong từ trường có vectơ pháp tuyến của vòng dây đặt song song với vectơ cảm ứng từ và có độ lớn bằng độ lớn cảm ứng từ $\vec{B}$. Do đó, từ thông có thể diễn tả số đường sức từ xuyên qua một diện tích nào đó.



Hình 16.2. *Các đường sức từ xuyên qua diện tích giới hạn bởi khung dây trong trường hợp góc α là góc nhọn*



Hình 16.3. *Các đường sức từ xuyên qua diện tích giới hạn bởi khung dây trong trường hợp góc α là góc tù*

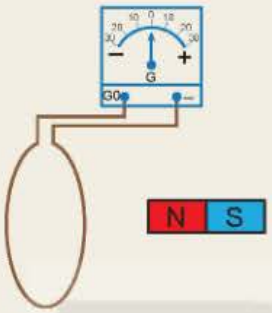
?

Từ biểu thức (16.1), hãy cho biết trong trường hợp nào thì từ thông qua vòng dây diện tích S giới hạn bởi vòng dây dẫn kín (C) có trị số bằng 0, có trị số dương, trị số âm.

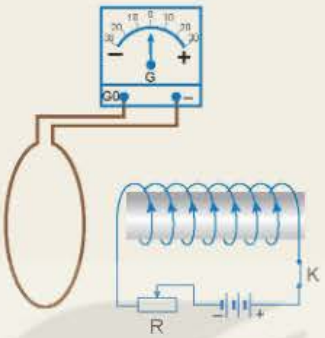
Để làm từ thông biến thiên, có thể biến đổi từng đại lượng B, S, α trong biểu thức (16.1). Hãy đề xuất các cách có thể làm biến thiên từ thông qua tiết diện khung dây dẫn mềm nối với điện kế thành mạch kín trong các trường hợp sau:

Trường hợp 1: Khung dây dẫn đặt cạnh nam châm vĩnh cửu (Hình 16.4).

Trường hợp 2: Khung dây dẫn đặt cạnh nam châm điện (Hình 16.5).



Hình 16.4. *Khung dây dẫn kín đặt cạnh nam châm vĩnh cửu*



Hình 16.5. *Khung dây dẫn kín đặt cạnh nam châm điện*

Nếu dòng điện đi vào chốt G_0 và ra chốt (–) thì kim điện kế lệch về phía (+) (lệch sang phải); ngược lại, kim điện kế lệch về phía (–) (lệch sang trái).

II. HIỆN TƯỢNG CẢM ỨNG ĐIỆN TỪ

Ở lớp 9, ta đã biết *khi số đường sức từ xuyên qua tiết diện của cuộn dây dẫn kín biến thiên thì trong cuộn dây dẫn đó xuất hiện dòng điện cảm ứng* và hiện tượng xuất hiện dòng điện cảm ứng này gọi là hiện tượng cảm ứng điện từ.

?

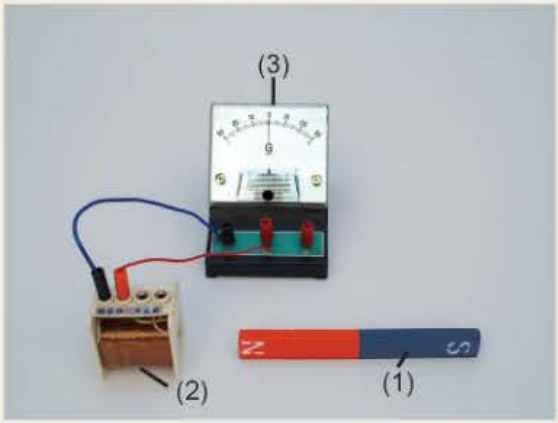
Từ các cách làm biến thiên từ thông qua cuộn dây dẫn kín, hãy đề xuất một số phương án thí nghiệm minh hoạ hiện tượng cảm ứng điện từ.

Thí nghiệm 1

Chuẩn bị: Nam châm (1), cuộn dây (2), điện kế (3) và các dây dẫn.

Tiến hành:

- Bố trí thí nghiệm như Hình 16.6 và điều chỉnh kim điện kế chỉ đúng vạch số 0.
- Quan sát chiều lệch của kim điện kế trong các trường hợp sau:
  + Dịch chuyển cực Bắc của nam châm lại gần cuộn dây.
  + Dịch chuyển cực Bắc của nam châm ra xa cuộn dây.



Hình 16.6. *Thí nghiệm với nam châm và cuộn dây dẫn*

Từ kết quả thí nghiệm quan sát được, thực hiện các yêu cầu sau:

1. Khi nào kim điện kế dịch chuyển? Kim điện kế lệch khỏi vạch 0 chứng tỏ điều gì?
2. Giải thích sự biến thiên từ thông qua cuộn dây trong các trường hợp trên.
3. Nhận xét về mối liên hệ giữa sự biến thiên của từ thông qua cuộn dây với sự xuất hiện của dòng điện cảm ứng trong cuộn dây đó.

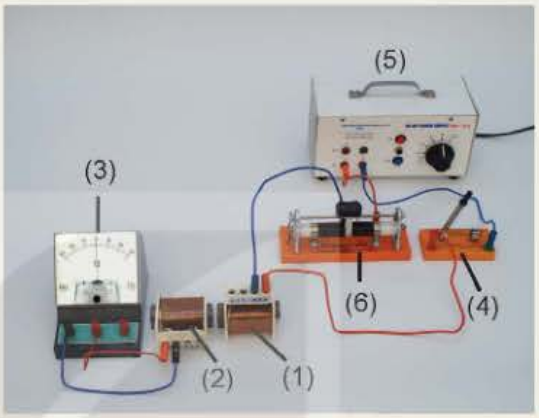
Thí nghiệm 2

Chuẩn bị:

Nam châm điện (1), cuộn dây (2), điện kế (3), khoá K (4), nguồn điện (5), biến trở (6) và các dây dẫn.

Tiến hành:

- Lắp mạch điện như Hình 16.7 và điều chỉnh kim điện kế chỉ đúng vạch số 0.
- Quan sát kim điện kế khi đóng hoặc ngắt khoá K.
- Đóng khoá K rồi di chuyển con chạy trên biến trở sang trái hoặc sang phải. Quan sát kim điện kế.



Hình 16.7. *Thí nghiệm với nam châm điện và cuộn dây dẫn*

Từ kết quả thí nghiệm quan sát được, thực hiện các yêu cầu sau:

1. Khi đóng, ngắt khoá K hoặc di chuyển con chạy trên biến trở thì kim điện kế có lệch khỏi vạch số 0 không? Giải thích.
2. Khi đóng hoặc ngắt khoá K, đại lượng nào trong công thức (16.1) thay đổi làm xuất hiện dòng điện cảm ứng trong cuộn dây dẫn kín?

Dựa vào công thức từ thông (16.1), ta thấy rằng khi một trong các đại lượng B, S hoặc α thay đổi thì từ thông Φ biến thiên.

Các thí nghiệm trên và nhiều thí nghiệm tương tự khác chứng tỏ rằng:

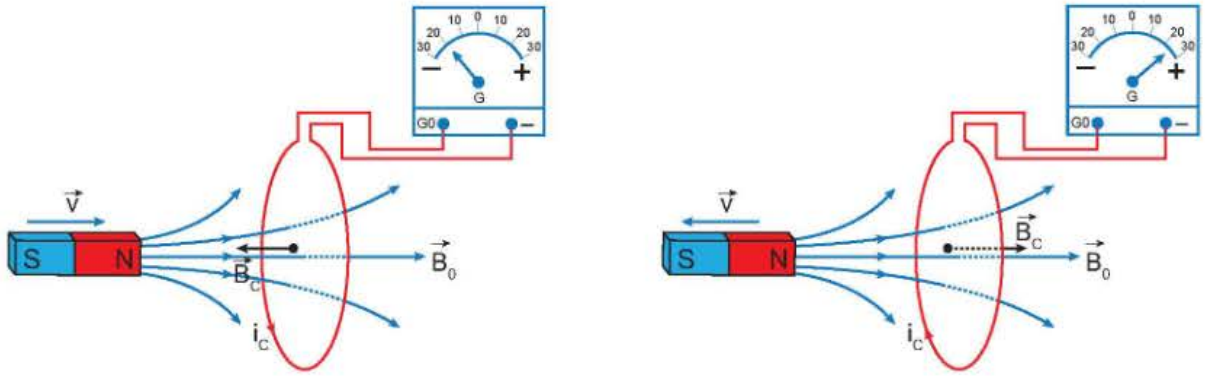
Khi từ thông qua cuộn dây dẫn kín biến thiên thì trong cuộn dây dẫn đó xuất hiện một dòng điện gọi là dòng điện cảm ứng. Hiện tượng xuất hiện dòng điện cảm ứng trong cuộn dây dẫn gọi là hiện tượng cảm ứng điện từ.

Hiện tượng này chỉ tồn tại trong khoảng thời gian từ thông qua cuộn dây dẫn kín biến thiên.

III. CHIỀU DÒNG ĐIỆN CẢM ỨNG. ĐỊNH LUẬT LENZ

Để xác định chiều dòng điện cảm ứng trong thí nghiệm 1 (Hình 16.6), ta có thể sử dụng sơ đồ thí nghiệm tương tự như trên Hình 16.8.

Khi dịch chuyển cực Bắc của nam châm lại gần hoặc ra xa cuộn dây dẫn nối với điện kế thì chiều dòng điện cảm ứng qua cuộn dây được mô tả như trong Hình 16.8.



a) Dịch chuyển cực Bắc của nam châm lại gần cuộn dây

b) Dịch chuyển cực Bắc của nam châm ra xa cuộn dây

Hình 16.8. *Thí nghiệm về chiều dòng điện cảm ứng. $\vec{B}_c$ là kí hiệu cảm ứng từ của từ trường do dòng điện cảm ứng i_c trong cuộn dây sinh ra; $\vec{B}_0$ là cảm ứng từ của từ trường nam châm*

Từ thí nghiệm, ta có nhận xét rằng khi nam châm lại gần cuộn dây ($\vec{B}_c$ và $\vec{B}_0$ ngược chiều – Hình 16.8a) thì từ trường của dòng điện cảm ứng trong cuộn dây có xu hướng ngăn cản nam châm lại gần nó; còn khi nam châm ra xa cuộn dây ($\vec{B}_c$ và $\vec{B}_0$ cùng chiều – Hình 16.8b) thì từ trường của dòng điện cảm ứng lại có xu hướng ngăn cản nam châm ra xa nó.

Nhận xét trên về chiều của dòng điện cảm ứng có thể phát biểu khái quát: *Dòng điện cảm ứng xuất hiện trong mạch kín có chiều sao cho từ trường do nó sinh ra có tác dụng chống lại sự biến thiên của từ thông qua mạch kín đó.* Phát biểu này là nội dung định luật Lenz về chiều dòng điện cảm ứng.

Hãy xác định chiều quấn của cuộn dây (2) trong thí nghiệm 2 (Hình 16.7) và vận dụng định luật Lenz để kiểm chứng chiều dòng điện cảm ứng trong cuộn dây này khi đóng hoặc ngắt khoá K (4).

IV. SUẤT ĐIỆN ĐỘNG CẢM ỨNG. ĐỊNH LUẬT FARADAY

Nếu một mạch điện kín có dòng điện thì trong mạch tồn tại suất điện động. Do đó, ta gọi suất điện động sinh ra dòng điện cảm ứng trong mạch kín như trong cuộn dây dẫn (thí nghiệm 1 và thí nghiệm 2) là suất điện động cảm ứng, kí hiệu e_c. Ở các thí nghiệm đó, khi có sự biến thiên của từ thông qua cuộn dây dẫn kín thì trong mạch xuất hiện suất điện động cảm ứng.

Thực nghiệm chứng tỏ rằng: *Độ lớn của suất điện động cảm ứng trong mạch kín tỉ lệ với tốc độ biến thiên của từ thông qua mạch.* Phát biểu này được gọi là định luật Faraday về cảm ứng điện từ.

Nếu trong khoảng thời gian Δt đủ nhỏ, từ thông qua mạch kín biến thiên một lượng $\Delta\Phi$ thì $\left|\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}\right|$ là tốc độ biến thiên của từ thông. Vì vậy, định luật Faraday có thể viết:

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

Trong hệ SI, hệ số tỉ lệ k = 1. Nếu kể đến định luật Lenz thì công thức xác định suất điện động cảm ứng được viết dưới dạng:

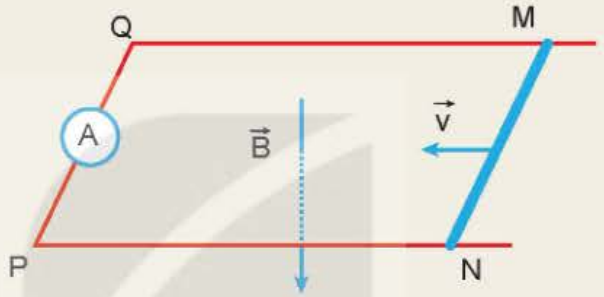
$$e_c = -\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$$

Trong trường hợp mạch điện là một cuộn dây có N vòng dây thì:

$$e_c = -N\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$$

Trong đó Φ là từ thông qua diện tích giới hạn bởi một vòng dây.

Thí nghiệm với thanh kim loại MN trượt trên hai đoạn dây dẫn điện MQ và NP được nối với ampe kế thành mạch điện kín như Hình 16.9. Mạch điện được đặt trong từ trường đều có cảm ứng từ B vuông góc với mặt phẳng MNPQ. Xác định chiều dòng điện cảm ứng và biểu thức suất điện động cảm ứng trong mạch khi thanh kim loại trượt đều với tốc độ v trên hai đoạn dây dẫn.



Hình 16.9. *Mô tả thí nghiệm thanh kim loại trượt trên hai đoạn dây dẫn*

EM ĐÃ HỌC

- Từ thông qua diện tích S đặt trong từ trường đều $\vec{B}$ dùng để diễn tả số đường sức từ xuyên qua diện tích S đó: Φ = BScosα. Từ thông có đơn vị là vêbe (kí hiệu Wb).
- Hiện tượng cảm ứng điện từ chỉ tồn tại trong khoảng thời gian từ thông qua cuộn dây dẫn kín biến thiên.
- Định luật Lenz về chiều dòng điện cảm ứng.
- Định luật Faraday về độ lớn của suất điện động cảm ứng trong mạch kín.

  Biểu thức suất điện động cảm ứng:

$$e_c = -N\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$$

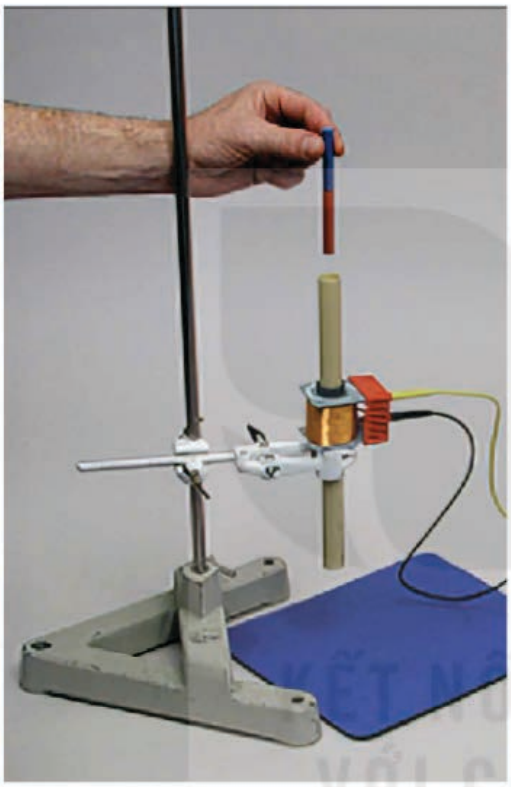
  Trong đó, N là số vòng dây và $\left|\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}\right|$ là tốc độ biến thiên của từ thông qua mạch kín.

EM CÓ THỂ

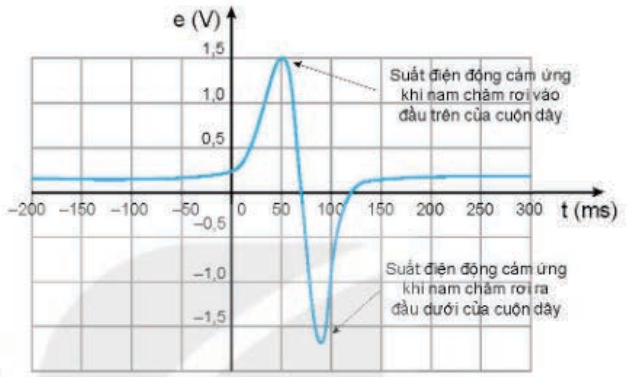
- Nêu được nguyên tắc hoạt động của máy phát điện.

EM CÓ BIẾT

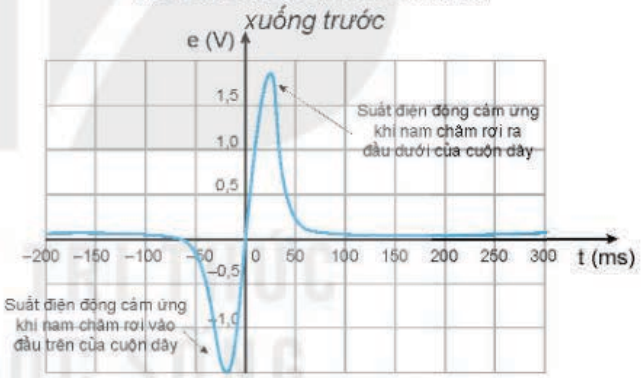
Cho nam châm thẳng rơi qua cuộn dây dẫn kín. Cuộn dây này được nối với cảm biến điện thế (Hình 16.10) thì ta sẽ thu được suất điện động của cuộn dây như mô tả trong Hình 16.11 và 16.12. Thí nghiệm này chứng tỏ trọng lực sinh công làm biến thiên từ thông qua cuộn dây để sinh ra suất điện động cảm ứng, nghĩa là cơ năng đã chuyển hoá thành điện năng. Do đó, bản chất của hiện tượng cảm ứng điện từ là quá trình chuyển hoá cơ năng thành điện năng. Nhà bác học Faraday (Pha-ra-đây) là người đầu tiên khám phá ra hiện tượng này làm cơ sở để tạo ra phương thức sản xuất điện năng mới cho cuộc cách mạng khoa học lần thứ hai trong lịch sử.



Hình 16.10. *Bố trí thí nghiệm gồm nam châm, cuộn dây nối với cảm biến điện thế*



Hình 16.11. *Đồ thị suất điện động của cuộn dây khi thả cực Bắc của nam châm rơi xuống trước*



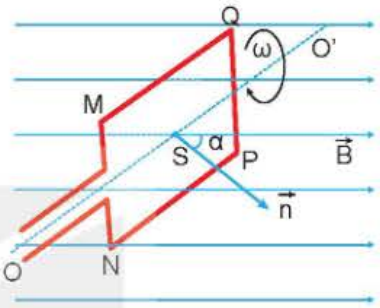
Hình 16.12. *Đồ thị suất điện động của cuộn dây khi thả cực Nam của nam châm rơi xuống trước*

Bài 17 MÁY PHÁT ĐIỆN XOAY CHIỀU

Dòng điện xoay chiều được sử dụng rất phổ biến trong đời sống. Dòng điện xoay chiều được tạo ra bằng cách nào?

I. NGUYÊN TẮC TẠO RA DÒNG ĐIỆN XOAY CHIỀU

Xét một khung dây dẫn MNPQ có diện tích S, quay đều với tốc độ góc ω quanh một trục OO' vuông góc với các đường sức của một từ trường đều có cảm ứng từ $\vec{B}$ (Hình 17.1).



Hình 17.1. *Khung dây dẫn MNPQ có trục quay OO' đặt vuông góc với cảm ứng từ* $\vec{B}$

Theo hiện tượng cảm ứng điện từ đã học ở Bài 16, trong khung dây xuất hiện một suất điện động biến đổi theo thời gian:

$$e = E_0 \cos(\omega t + \varphi_0) \qquad (17.1)$$

Trong đó, $E_0 = BS\omega$ là suất điện động cực đại trong khung dây; φ_0 là pha ban đầu của suất điện động.

Nếu khung dây dẫn MNPQ có N vòng dây thì suất điện động cực đại của khung dây là $E_0 = NBS\omega$.

Suất điện động biến đổi theo thời gian theo định luật dạng cosin (hoặc sin) trong biểu thức (17.1) được gọi là suất điện động xoay chiều. Chu kì T và tần số f của suất điện động liên hệ với tần số góc ω bởi các hệ thức:

$$T = \frac{2\pi}{\omega}\,(s), f = \frac{\omega}{2\pi}\,(Hz)$$

Khi nối hai đầu khung dây dẫn trên với điện trở thuần R tạo thành mạch kín, thì dòng điện trong khung dây dẫn biến thiên theo thời gian với tần số bằng tần số của suất điện động xoay chiều. Dòng điện này gọi là dòng điện xoay chiều.

Do đó, nguyên tắc tạo ra dòng điện xoay chiều dựa trên hiện tượng cảm ứng điện từ là làm cho từ thông qua khung dây dẫn biến thiên điều hoà theo thời gian.

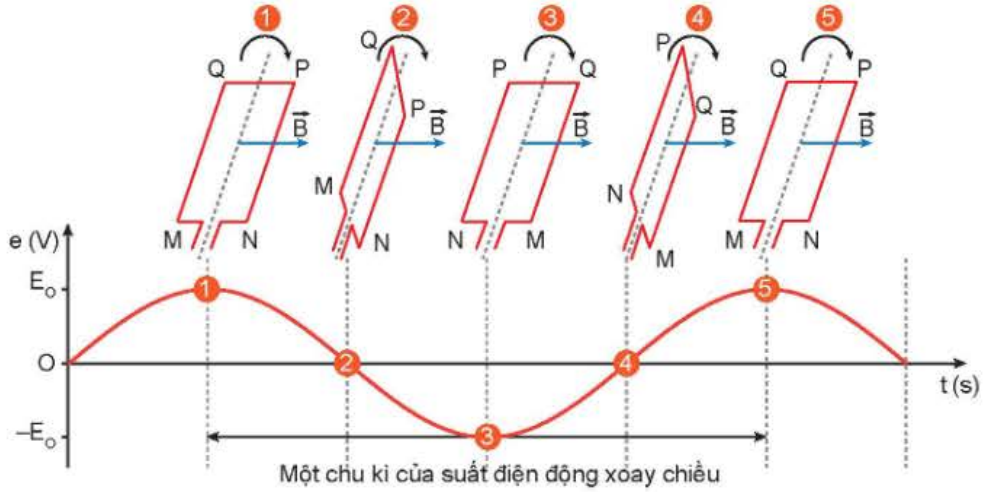
?

1. Khung dây dẫn trong Hình 17.2 ở vị trí nào thì suất điện động có giá trị cực đại? Giải thích.
2. Giả sử tại thời điểm t, từ thông qua khung dây dẫn phẳng MNPQ là:

$$\Phi = BS\cos\alpha = BS\cos\omega t$$

Hãy chứng tỏ, suất điện động cảm ứng xuất hiện trong khung dây này có dạng:

$$e = BS\omega\cos(\omega t + \varphi_0)\ (V)$$



Hình 17.2. *Mô tả suất điện động xoay chiều khi khung dây MNPQ quay trong từ trường $\vec{B}$*

Dựa trên nguyên tắc tạo ra dòng điện xoay chiều, hãy thực hiện các nhiệm vụ sau:

1. Làm thế nào để dẫn dòng điện ra mạch ngoài khi khung dây dẫn quay đều trong từ trường (Hình 17.2)?
2. Thảo luận về:
   – Nguyên tắc tạo ra suất điện động xoay chiều.
   – Các yếu tố cần để tạo ra dòng điện xoay chiều.
   – Thiết kế phương án tạo ra dòng điện xoay chiều.

II. DÒNG ĐIỆN XOAY CHIỀU

1. Biểu thức dòng điện xoay chiều

Nếu nối hai đầu của khung dây dẫn MNPQ (Hình 17.1) với đoạn mạch tiêu thụ điện thì giữa hai đầu đoạn mạch có một hiệu điện thế. Hiệu điện thế này biến thiên theo thời gian theo quy luật dạng cosin (hoặc sin) gọi là hiệu điện thế xoay chiều hay điện áp xoay chiều. Điện áp xoay chiều có cùng chu kì, tần số với suất điện động xoay chiều và có dạng:

$$u = U_0\cos(\omega t + \varphi_u)\ (V) \qquad (17.2)$$

Khi đó, dòng điện chạy qua mạch điện tiêu thụ là dòng điện xoay chiều có dạng:

$$i = I_0\cos(\omega t + \varphi_i)\ (A) \qquad (17.3)$$

Trong các biểu thức (17.2), (17.3):

- u và i tương ứng là giá trị điện áp tức thời và cường độ dòng điện tức thời tại thời điểm t;
- U_0 và I_0 tương ứng là giá trị cực đại của điện áp và cường độ dòng điện xoay chiều;
- ω là tần số góc của dòng điện xoay chiều, có đơn vị là rad/s;
- φ_u, φ_i lần lượt là pha ban đầu của điện áp và cường độ dòng điện xoay chiều.

Các đại lượng $(\omega t + \varphi_u)$ và $(\omega t + \varphi_i)$ là pha của điện áp và cường độ dòng điện xoay chiều; $\Delta\varphi = \varphi_u - \varphi_i$ gọi là độ lệch pha giữa điện áp và cường độ dòng điện xoay chiều.

Dòng điện có cường độ biến thiên điều hoà với thời gian theo quy luật của hàm cosin (hoặc sin) như biểu thức (17.3), gọi là dòng điện xoay chiều.

2. Giá trị hiệu dụng

Dòng điện xoay chiều cũng có tác dụng nhiệt như dòng điện không đổi.

Cho dòng điện xoay chiều có cường độ $i = I_0\cos(\omega t + \varphi_i)$ (A) chạy qua đoạn mạch chỉ có điện trở R, nhiệt lượng toả ra trong thời gian t (đủ lớn so với chu kì T của dòng điện) là Q.

Cho dòng điện không đổi có cường độ I chạy qua điện trở nói trên trong cùng khoảng thời gian t sao cho nhiệt lượng toả ra cũng bằng Q.

Người ta đã thiết lập được mối liên hệ giữa giá trị I và giá trị cực đại I_0 của cường độ dòng điện xoay chiều:

$$I = \frac{I_0}{\sqrt{2}} \qquad (17.4)$$

Đại lượng I gọi là giá trị hiệu dụng của cường độ dòng điện xoay chiều hay cường độ hiệu dụng của dòng điện xoay chiều.

Người ta cũng xác định được mối liên hệ giữa giá trị hiệu dụng U và giá trị cực đại U_0 của điện áp xoay chiều:

$$U = \frac{U_0}{\sqrt{2}} \qquad (17.5)$$

Dựa vào đồ thị biểu diễn cường độ dòng điện xoay chiều theo thời gian như Hình 17.3, hãy thực hiện các yêu cầu sau:

- Xác định chu kì T (s) và tần số f (Hz) của dòng điện xoay chiều.
- Xác định giá trị cực đại, giá trị hiệu dụng và pha ban đầu của cường độ dòng điện xoay chiều.
- Viết biểu thức cường độ dòng điện theo thời gian.



Hình 17.3. *Đồ thị biểu diễn cường độ dòng điện xoay chiều theo thời gian*

III. MÁY PHÁT ĐIỆN XOAY CHIỀU

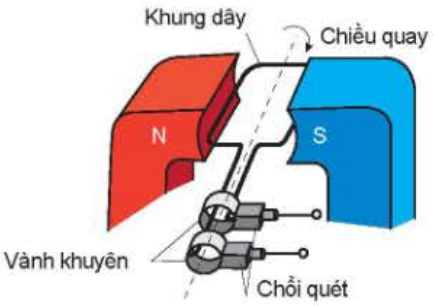
1. Cấu tạo

Máy phát điện xoay chiều hoạt động dựa trên hiện tượng cảm ứng điện từ, có hai bộ phận chính là phần cảm và phần ứng. Một trong hai bộ phận chính được đặt cố định, gọi là stato, phần còn lại quay quanh một trục, gọi là rôto.

- Phần cảm là nam châm điện hoặc nam châm vĩnh cửu dùng để tạo ra từ trường.
- Phần ứng là các cuộn dây dẫn, trong đó xuất hiện suất điện động cảm ứng khi máy hoạt động.

2. Nguyên tắc hoạt động

Các máy phát điện xoay chiều hoạt động theo cách thứ nhất có stato là nam châm đặt cố định, rôto là khung dây quay quanh một trục trong từ trường tạo bởi stato (Hình 17.4). Để dẫn điện ra ngoài thì cần có hai vành khuyên, trong đó mỗi vành khuyên được gắn chặt vào một đầu của khung dây. Cả hai vành khuyên này được đặt đồng trục với trục quay của khung dây và cùng quay với khung dây.



Hình 17.4. *Mô tả nguyên tắc hoạt động của máy phát điện xoay chiều theo cách thứ nhất*

Khi máy hoạt động, mỗi vành khuyên có một chổi quét tì vào nên khi khung dây quay, hai vành khuyên trượt trên hai chổi quét, dòng điện truyền từ khung dây qua hai chổi quét ra mạch ngoài.



a) b)

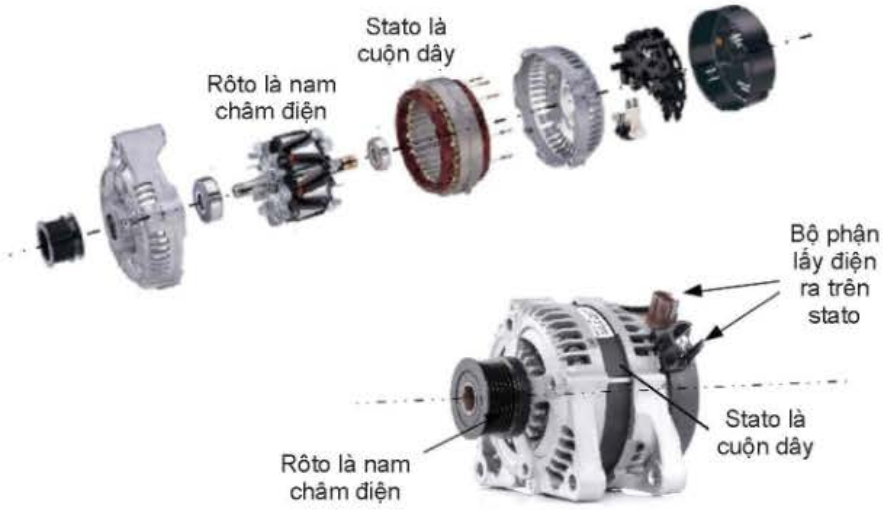
Hình 17.5. *Rôto (a) và stato (b) của máy phát điện xoay chiều*

Các máy phát điện xoay chiều hoạt động theo cách thứ hai có rôto là nam châm, thường là nam châm điện được nuôi bởi dòng điện một chiều (các cuộn dây của rôto cũng có lõi sắt và xếp thành vòng tròn, Hình 17.5a) và stato gồm nhiều cuộn dây có lõi sắt, xếp thành một vòng tròn (Hình 17.5b) thì không cần vành khuyên và chổi quét, mà dòng điện được dẫn trực tiếp ra mạch ngoài bởi các cuộn dây đặt cố định.

1. Hãy viết biểu thức suất điện động của máy phát điện xoay chiều trong trường hợp khung dây có N vòng dây, quay với tốc độ góc ω trong từ trường đều có vectơ cảm ứng từ $\vec{B}$ ($\vec{B}$ vuông góc với trục quay của khung).
2. Vì sao cần sử dụng vành khuyên và chổi quét để dẫn điện ra mạch ngoài đối với các máy phát điện xoay chiều hoạt động theo cách thứ nhất?

EM CÓ BIẾT

Khi khung dây quay với tốc độ cao thì vành khuyên, chổi quét sẽ nhanh mòn. Do đó, người ta chế tạo máy phát điện xoay chiều có stato là phần ứng gồm nhiều cuộn dây như Hình 17.6.



Hình 17.6. *Các bộ phận của máy phát điện xoay chiều có phần ứng là stato*

IV. ỨNG DỤNG VÀ QUY TẮC AN TOÀN KHI SỬ DỤNG DÒNG ĐIỆN XOAY CHIỀU

1. Ứng dụng của dòng điện xoay chiều trong cuộc sống

Dòng điện xoay chiều có ưu thế trong việc truyền tải điện năng đi xa, dẫn điện đến các nhà máy, xí nghiệp sản xuất, nơi tiêu thụ có sử dụng dòng điện xoay chiều.

Dòng điện xoay chiều được sử dụng rộng rãi trong cuộc sống là nhờ vào các tác dụng nhiệt, tác dụng từ, tác dụng phát sáng và tác dụng sinh lí của nó.

Các thiết bị như quạt điện, động cơ điện, đèn điện,... đã chuyển hoá năng lượng điện thành các dạng năng lượng khác nhằm đáp ứng các nhu cầu sống, sinh hoạt, lao động, sản xuất,... của con người.

Trong y học, dòng điện xoay chiều được sử dụng để vận hành các thiết bị y tế bao gồm: máy chẩn đoán hình ảnh (như máy chụp cộng hưởng từ, máy siêu âm, máy chụp X – quang) hoặc các máy hỗ trợ điều trị bệnh nhân (như máy sốc điện, máy điện tim),...

Thảo luận để thực hiện các yêu cầu sau:

1. Ngoài thắp sáng, chạy máy thì dòng điện xoay chiều còn được sử dụng vào những việc gì?
2. Tìm hiểu thông qua sách báo, internet về các biện pháp giảm hao phí trong truyền tải điện năng đi xa bằng dòng điện xoay chiều.

2. Quy tắc an toàn khi sử dụng dòng điện xoay chiều

Để cảnh báo về an toàn điện, người ta đã đưa ra các biển báo an toàn điện.

Một số quy tắc an toàn khi sử dụng dòng điện xoay chiều:

- Tuân thủ theo các biển báo an toàn điện.
- Tuyệt đối không chạm tay vào chỗ hở của đường dây điện hay cầm trực tiếp vật bằng kim loại cắm vào ổ điện.
- Tránh lại gần những khu vực có điện thế nguy hiểm.
- Kiểm tra, bảo trì các thiết bị điện định kì theo đúng hướng dẫn.
- Ngắt nguồn điện khi có thiên tai, sấm sét.



Hình 17.7. *Biển cảnh báo an toàn điện*

Thảo luận để thực hiện các yêu cầu sau:

1. Nhận biết được ý nghĩa của những biển báo an toàn điện.
2. Vì sao không nên sử dụng thiết bị điện trong quá trình sạc pin?
3. Vì sao cần lựa chọn và lắp đặt thiết bị đóng, ngắt điện ở vị trí phù hợp, dễ tiếp cận nhất tại gia đình?
4. Vì sao cần lựa chọn thiết bị điện có chất lượng, có công suất phù hợp với mạng lưới điện?
5. Nêu tầm quan trọng của việc tuân thủ quy tắc an toàn khi sử dụng dòng điện xoay chiều trong cuộc sống.

EM ĐÃ HỌC

- Dòng điện xoay chiều là dòng điện có cường độ biến thiên điều hoà với thời gian theo quy luật hàm số sin hoặc cosin.

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

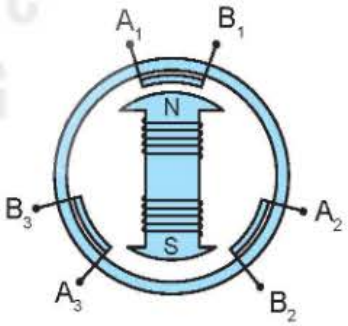
- Mối liên hệ giữa giá trị hiệu dụng và giá trị cực đại của dòng điện và điện áp xoay chiều lần lượt là: $I = \frac{I_0}{\sqrt{2}}$ và $U = \frac{U_0}{\sqrt{2}}$.
- Dòng điện xoay chiều có ưu thế trong việc truyền tải điện năng đi xa nên được sử dụng phổ biến.
- Máy phát điện xoay chiều hoạt động dựa trên hiện tượng cảm ứng điện từ, chuyển hoá cơ năng thành điện năng. Máy phát điện xoay chiều có cấu tạo gồm hai bộ phận chính là phần cảm và phần ứng. Phần cảm là bộ phận tạo ra từ trường và phần ứng là những cuộn dây xuất hiện suất điện động cảm ứng khi máy hoạt động.
- Cần tuân thủ các quy tắc an toàn khi sử dụng dòng điện xoay chiều.

EM CÓ THỂ

- Nêu được ý nghĩa của các thông số ghi trên các thiết bị điện.
- Giải thích được cách tạo ra dòng điện xoay chiều trong nhà máy thuỷ điện.
- Đề xuất được một số biện pháp sử dụng điện an toàn trong gia đình.

EM CÓ BIẾT

Máy phát điện xoay chiều ba pha thường được sử dụng trong thực tế có sơ đồ cấu tạo đơn giản như Hình 17.8.
Trong đó rôto là nam châm điện quay quanh trục (phần cảm) còn stato là ba cuộn dây riêng rẽ, đặt trên vòng tròn và lệch nhau 120° (phần ứng).
Suất điện động trong ba cuộn dây khi máy hoạt động tạo ra có đặc điểm là lệch pha nhau $\frac{2\pi}{3}$.



Hình 17.8. *Sơ đồ nguyên tắc cấu tạo của một máy phát điện xoay chiều ba pha*

Nếu suất điện động xoay chiều trong cuộn dây A_1B_1 là $e_1 = E_0\cos\omega t$ (V) thì suất điện động trong các cuộn dây A_2B_2 và A_3B_3 tương ứng là:

$$e_2 = E_0\cos\left(\omega t + \frac{2\pi}{3}\right) (V)$$

$$e_3 = E_0\cos\left(\omega t - \frac{2\pi}{3}\right) (V)$$

Bài 18 ỨNG DỤNG HIỆN TƯỢNG CẢM ỨNG ĐIỆN TỪ

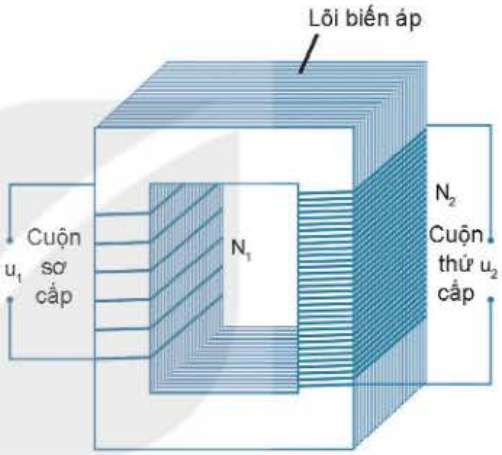
Sạc điện không dây ngày càng được sử dụng rộng rãi để sạc điện thoại, đồng hồ thông minh, máy hút bụi,... Sạc điện không dây hoạt động dựa trên hiện tượng nào để truyền điện từ nguồn điện đến điện thoại?



Sạc điện thoại không dây

I. MÁY BIẾN ÁP

Máy biến áp gồm hai cuộn dây có số vòng khác nhau quấn trên một lõi kín (lõi biến áp – Hình 18.1). Lõi thường làm bằng các lá sắt hoặc thép mỏng pha silicon, ghép cách điện với nhau để giảm hao phí điện năng do dòng điện Foucault (Phu-cô). Các cuộn dây gồm nhiều vòng thường làm bằng đồng, có phủ lớp cách điện. Một trong hai cuộn dây của máy biến áp được nối với nguồn điện xoay chiều, được gọi là cuộn sơ cấp. Cuộn thứ hai được nối với tải tiêu thụ điện năng, được gọi là cuộn thứ cấp.



Hình 18.1. *Cấu tạo đơn giản của máy biến áp*

Điện áp xoay chiều u_1 giữa hai đầu cuộn sơ cấp có giá trị thay đổi theo thời gian.

Hoạt động của máy biến áp dựa trên hiện tượng cảm ứng điện từ. Dòng điện xoay chiều chạy trong cuộn sơ cấp gây ra từ thông biến thiên qua cuộn thứ cấp, làm xuất hiện trong cuộn thứ cấp một suất điện động xoay chiều thay đổi theo thời gian. Khi đó, nếu đo điện áp xoay chiều u_2 ở hai đầu cuộn thứ cấp thì thu được giá trị của nó thay đổi theo thời gian tương ứng. Nếu mạch thứ cấp kín thì có dòng điện chạy trong cuộn thứ cấp.

Do cấu tạo của máy biến áp, hầu như mọi đường sức từ chỉ chạy trong lõi biến áp nên từ thông qua mỗi vòng dây ở cả hai cuộn bằng nhau, suất điện động cảm ứng trong mỗi vòng dây cũng bằng nhau.

1. Giải thích nguyên nhân xuất hiện điện áp u_2 ở hai đầu cuộn thứ cấp.
2. Dựa vào biểu thức suất điện động cảm ứng của định luật Faraday:

Hãy chứng tỏ mối liên hệ sau:

$$\begin{cases} e_c = -N\dfrac{\Delta\Phi}{\Delta t} \\ \dfrac{U_1}{U_2} = \dfrac{N_1}{N_2} \end{cases}$$

trong đó, U_1 và U_2 lần lượt là điện áp hiệu dụng giữa hai đầu cuộn dây sơ cấp và cuộn dây thứ cấp; với N_1 và N_2 lần lượt là số vòng dây của cuộn sơ cấp và thứ cấp.

EM CÓ BIẾT

Sạc điện thoại không dây hoạt động dựa trên hiện tượng cảm ứng điện từ như máy biến áp. Ở trong sạc có cuộn dây được nối với nguồn điện xoay chiều, đóng vai trò như cuộn sơ cấp (Hình 18.2). Phía sau của điện thoại có cuộn dây được nối với pin, đóng vai trò như cuộn thứ cấp. Khi đặt mặt sau của điện thoại lên mặt trên của sạc thì hai cuộn dây này được đặt cạnh nhau (Hình 18.3). Dòng điện xoay chiều qua cuộn dây của sạc biến thiên sẽ sinh ra suất điện động cảm ứng trong cuộn dây để sạc pin điện thoại.



Hình 18.2. *Hình ảnh cuộn dây trong sạc điện không dây*

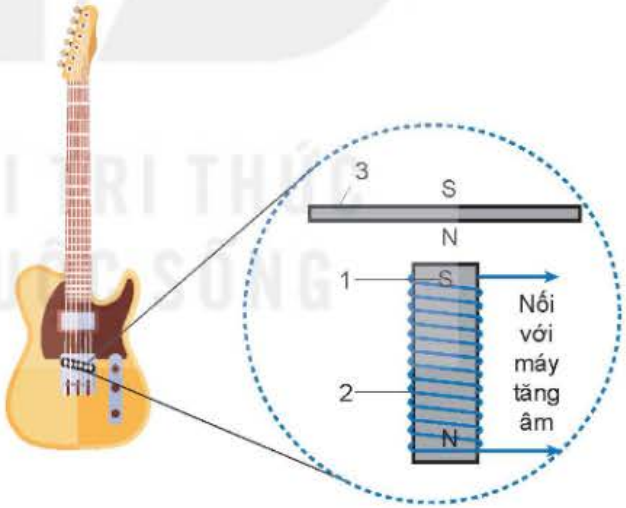


Hình 18.3. *Mô tả các cuộn dây trong sạc và điện thoại*

II. ĐÀN GHI TA ĐIỆN

Đàn ghi ta điện có cấu tạo đặc, không có hộp cộng hưởng (Hình 18.4a). Sở dĩ ta nghe được âm phát ra từ dây đàn là nhờ sáu cuộn dây cảm ứng gắn vào đàn ở bên dưới sáu dây đàn này.

Vì dây đàn bằng thép nên đoạn dây đàn nằm sát ngay bên trên nam châm của cuộn dây cảm ứng được từ hoá, nghĩa là nó trở thành một nam châm có cực từ được mô tả như Hình 18.4b.



Hình 18.4. *a) Đàn ghi ta điện, b) Dây đàn và cuộn dây cảm ứng trong đàn ghi ta điện. Mỗi cuộn dây cảm ứng gồm một nam châm vĩnh cửu nhỏ (1) đặt bên trong một cuộn dây (2) đặt ngay dưới dây đàn (3). Cuộn dây (2) được nối với máy tăng âm*

?

Trong Hình 18.4, khi gảy dây đàn (3) thì nó dao động. Khi đó, từ trường của đoạn dây đàn (3) gây ra sự biến thiên từ thông qua cuộn dây cảm ứng (2) như thế nào?

Khi từ thông qua cuộn dây (2) thay đổi thì trong cuộn dây xuất hiện dòng điện cảm ứng, biến đổi cả về chiều và cường độ phù hợp với dao động của dây đàn, nghĩa là cùng tần số với dao động của âm. Dòng điện cảm ứng được đưa đến máy tăng âm rồi đến loa làm ta nghe được âm do dây đàn phát ra.

1. Tại sao dây đàn ghi ta điện cần làm bằng thép?
2. Vì sao đàn ghi ta điện có cấu tạo đặc và không có hộp cộng hưởng mà ta vẫn nghe được âm thanh phát ra từ dây đàn?
3. Vận dụng biểu thức về suất điện động cảm ứng:

$$e_c = -N\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$$

hãy giải thích vì sao khi gảy dây đàn mạnh hoặc nhẹ thì độ to của âm thay đổi tương ứng.

?

Nêu một số ứng dụng đơn giản khác của hiện tượng cảm ứng điện từ trong cuộc sống.

EM ĐÃ HỌC

- Nguyên tắc hoạt động của máy biến áp, đàn ghi ta điện dựa trên hiện tượng cảm ứng điện từ, định luật Lenz, định luật Faraday.

EM CÓ THỂ

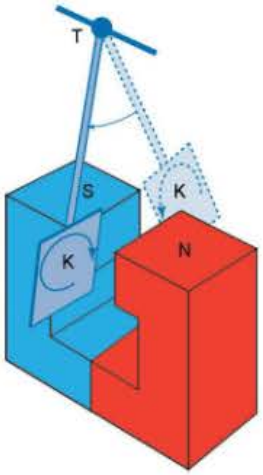
- Vận dụng định luật Faraday và định luật Lenz để giải thích được một số ứng dụng của hiện tượng cảm ứng điện từ trong cuộc sống như phanh điện từ, bếp từ, sạc điện thoại không dây,...

EM CÓ BIẾT

Dòng điện Foucault

Trong thí nghiệm về dòng điện Foucault (Hình 18.5a), khi tấm kim loại K dao động, nó cắt các đường sức từ của nam châm. Do đó trong tấm kim loại sinh ra dòng điện cảm ứng. Tấm kim loại dừng lại nhanh, vì dòng điện cảm ứng trong tấm kim loại có tác dụng ngăn cản sự chuyển động của chính tấm kim loại đó.

Nếu một khối vật dẫn đặt trong từ trường biến đổi theo thời gian, thì trong khối vật dẫn đó cũng sinh ra dòng điện cảm ứng. Dòng điện cảm ứng được sinh ra ở trong khối vật dẫn khi vật dẫn chuyển động trong từ trường hay được đặt trong từ trường biến thiên theo thời gian gọi là dòng điện Foucault.



a) K là tấm kim loại (đồng hay nhôm) liền khối được treo vào thanh T. Cho K dao động trong từ trường giữa hai cực của nam châm thì nó sẽ dừng lại khá nhanh



b) Thay tấm kim loại K bằng tấm kim loại có rãnh xẻ dao động giữa hai cực của nam châm, nó sẽ dao động được lâu hơn

Hình 18.5. *Thí nghiệm về dòng điện Foucault*

Đặc tính chung của các dòng điện Foucault là tính chất xoáy. Nói cách khác, các dòng điện Foucault là các đường cong kín trong khối vật dẫn. Điều này giải thích vì sao nếu thay tấm kim loại liền khối trong thí nghiệm Hình 18.5a bằng tấm kim loại có rãnh xẻ như Hình 18.5b, thì thấy tấm kim loại này dao động lâu hơn, vì khi đó điện trở của tấm kim loại đối với dòng điện Foucault tăng, làm cho cường độ dòng điện Foucault giảm.

Dòng điện Foucault có nhiều ứng dụng trong thực tế như trong luyện kim, làm đệm từ trường, bếp từ, đồng hồ đo điện, phanh điện từ,...

Dòng điện Foucault cũng có tác hại đối với thiết bị điện. Ví dụ như trong máy biến áp, do tác dụng toả nhiệt của dòng điện Foucault làm lõi biến áp nóng lên gây hao phí điện năng. Để giảm tác hại của dòng điện Foucault, trong máy biến áp, người ta không dùng lõi biến áp liền khối, mà dùng những lá thép pha silicon mỏng có phủ lớp sơn cách điện ghép sát với nhau và đặt song song với đường sức từ. Làm như vậy điện trở của lõi biến áp đối với dòng Foucault sẽ tăng lên, làm giảm tác dụng toả nhiệt của nó.

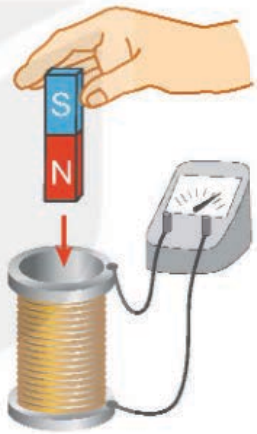
Bài 19 ĐIỆN TỪ TRƯỜNG. MÔ HÌNH SÓNG ĐIỆN TỪ

Thang sóng điện từ bao gồm rất nhiều vùng như hồng ngoại, tử ngoại, ánh sáng nhìn thấy,... Sóng điện từ được tạo thành và lan truyền như thế nào?

I. LIÊN HỆ GIỮA ĐIỆN TRƯỜNG BIẾN THIÊN VÀ TỪ TRƯỜNG BIẾN THIÊN

1. Từ trường biến thiên và điện trường xoáy

Trong thí nghiệm về hiện tượng cảm ứng điện từ, khi cho nam châm rơi qua ống dây, từ thông qua ống dây kín biến thiên thì trong ống dây xuất hiện dòng điện cảm ứng (Hình 19.1). Sự xuất hiện của dòng điện cảm ứng chứng tỏ trong dây dẫn đã xuất hiện một điện trường, có chiều là chiều của dòng điện cảm ứng; đường sức của điện trường này là các đường cong kín. Điện trường có tính chất này là điện trường xoáy.



Hình 19.1. *Thí nghiệm xuất hiện điện trường xoáy khi nam châm rơi qua ống dây*

James Clecrk Maxwell (Giêm Clớt Mác-xoen) đã phân tích bản chất của hiện tượng trên và cho rằng: điện trường xoáy vẫn xuất hiện ngay cả khi không có ống dây và vai trò của các vòng dây giúp ta nhận biết điện trường ấy trong suốt thời gian từ thông biến thiên.

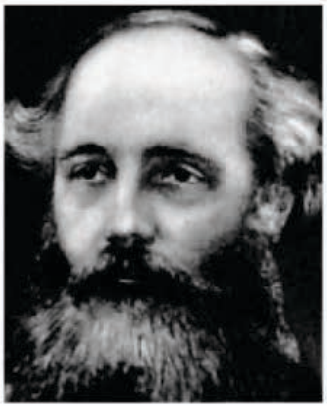
Khái quát bản chất của hiện tượng trên, Maxwell kết luận: *Trong vùng không gian có từ trường biến thiên theo thời gian thì trong vùng đó xuất hiện một điện trường xoáy.*

So sánh sự giống nhau và khác nhau giữa điện trường gây ra bởi điện tích đứng yên và điện trường xoáy.

2. Điện trường biến thiên và từ trường

Trong thí nghiệm Hình 19.1, từ trường biến thiên theo thời gian làm xuất hiện điện trường xoáy. Một câu hỏi ngược lại có thể đặt ra là điện trường biến thiên theo thời gian có làm xuất hiện từ trường không?

Thí nghiệm với dòng điện xoay chiều qua tụ điện cho thấy điện trường biến thiên theo thời gian và làm xuất hiện từ trường. Khi một tụ điện đang tích điện hoặc phóng điện, do sự thay đổi điện tích trên các bản tụ điện nên giữa hai bản tụ điện có một điện trường biến thiên tương đương với một dòng điện được gọi là dòng điện dịch (Hình 19.3). Chính dòng điện này gây ra từ trường. Các đường sức của từ trường này bao quanh các đường sức của điện trường và luôn khép kín.



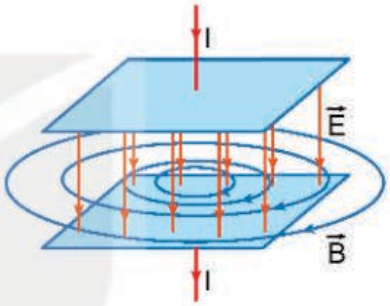
Hình 19.2. *James Clecrk Maxwell (1831 – 1879), nhà vật lí người Anh*

3. Điện từ trường

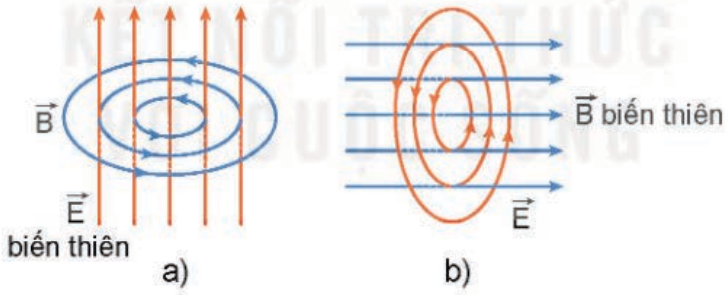
Maxwell đã đưa ra kết luận về mối liên quan chặt chẽ giữa điện trường biến thiên và từ trường biến thiên:

Từ trường biến thiên theo thời gian sinh ra trong không gian xung quanh một điện trường biến thiên theo thời gian; ngược lại, điện trường biến thiên theo thời gian cũng sinh ra một từ trường biến thiên theo thời gian trong không gian xung quanh.

Như vậy, hai trường biến thiên này cùng tồn tại trong không gian, có thể chuyển hoá lẫn nhau trong một trường thống nhất, gọi là điện từ trường (Hình 19.4).



Hình 19.3. *Điện trường biến thiên giữa hai bản tụ điện và từ trường do nó sinh ra (trường hợp tụ điện đang tích điện, điện trường đang tăng)*



Hình 19.4. *Điện từ trường*
a) Điện trường biến thiên gây ra từ trường
b) Từ trường biến thiên gây ra điện trường

Sự biến thiên của từ trường và điện trường bao gồm sự thay đổi về chiều và về độ lớn. Tuy nhiên, tại mỗi điểm trong không gian, vectơ cảm ứng từ $\vec{B}$ luôn vuông góc với vectơ cường độ điện trường $\vec{E}$.

?

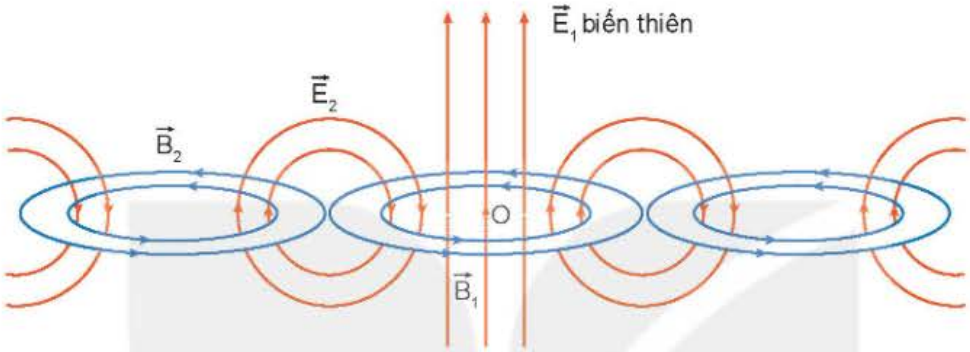
So sánh điểm khác nhau cơ bản giữa điện từ trường với điện trường, từ trường.

II. MÔ HÌNH SÓNG ĐIỆN TỪ

1. Sự tạo thành sóng điện từ

Nếu tại điểm O có một điện trường biến thiên $\vec{E}_1$, thì theo kết luận của Maxwell, tại vùng lân cận sẽ xuất hiện một từ trường biến thiên $\vec{B}_1$. Tiếp theo, vì có từ trường biến thiên, nên lại xuất hiện một điện trường $\vec{E}_2$ biến thiên ở vùng lân cận khác, rồi tương tự, lại xuất hiện $\vec{B}_2$,... Cứ như thế điện trường và từ trường lan truyền trong không gian như minh hoạ ở Hình 19.5.

Quá trình lan truyền điện từ trường trong không gian được gọi là *sóng điện từ*.

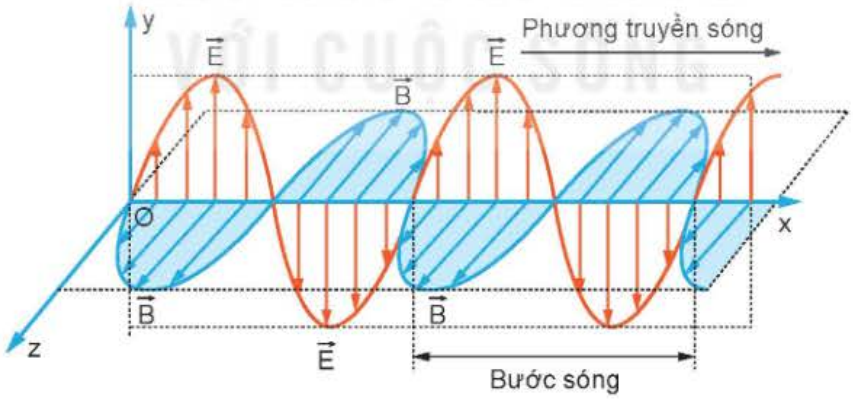


Hình 19.5. *Sự tạo thành sóng điện từ*

2. Sự lan truyền sóng điện từ

Tại mỗi điểm trong không gian sóng điện từ truyền qua:

- Vectơ cường độ điện trường $\vec{E}$ luôn vuông góc với vectơ cảm ứng từ $\vec{B}$, cả hai vectơ này luôn vuông góc với phương truyền sóng. Do đó, sóng điện từ là sóng ngang (Hình 19.6).
- Cả $\vec{E}$ và $\vec{B}$ đều biến thiên điều hoà theo không gian và thời gian và luôn đồng pha.



Hình 19.6. *Sự lan truyền sóng điện từ*

1. Nêu mô hình sóng điện từ.
2. Hãy cho biết phương truyền sóng điện từ trong Hình 19.6.
3. Dựa vào mô hình sóng điện từ, hãy chứng tỏ sóng điện từ là sóng ngang, có thể lan truyền trong chân không.

Sóng điện từ truyền được trong chân không.

Trong chân không, sóng điện từ có bước sóng λ là:

$$\lambda = cT = \frac{c}{f}$$

trong đó c là tốc độ ánh sáng trong chân không, T là chu kì của dao động điện từ, f là tần số của sóng điện từ.

Trong quá trình lan truyền, sóng điện từ mang theo năng lượng. Sóng có tần số càng cao thì khả năng truyền càng xa. Sóng điện từ tuân theo quy luật truyền thẳng, phản xạ, khúc xạ, giao thoa và nhiễu xạ giống như sóng cơ.

?

1. Sóng điện từ khác sóng cơ ở điểm nào?
2. Phát biểu nào sau đây là **sai** khi nói về sóng điện từ?
   A. Sóng điện từ là điện từ trường lan truyền trong không gian.
   B. Sóng điện từ không lan truyền được trong chân không.
   C. Sóng điện từ là sóng ngang.
   D. Tại một điểm trong không gian truyền sóng điện từ, vectơ $\vec{E}$ và vectơ $\vec{B}$ luôn đồng pha nhau.

EM ĐÃ HỌC

- Nếu tại một khoảng không gian có từ trường biến thiên theo thời gian thì trong khoảng không gian đó xuất hiện một điện trường biến thiên theo thời gian (gọi là điện trường xoáy).
- Nếu tại một khoảng không gian có điện trường biến thiên theo thời gian thì trong khoảng không gian đó xuất hiện một từ trường biến thiên theo thời gian. Đường sức của từ trường bao giờ cũng khép kín.
- Sóng điện từ là quá trình lan truyền điện từ trường trong không gian.
- Sóng điện từ truyền được trong mọi môi trường, kể cả trong chân không. Đây chính là sự khác biệt giữa sóng điện từ và sóng cơ.
- Tốc độ lan truyền sóng điện từ trong chân không bằng tốc độ ánh sáng.
- Tại mỗi điểm trong không gian sóng điện từ truyền qua, các vectơ $\vec{E}$ và $\vec{B}$ luôn vuông góc với nhau và vuông góc với phương truyền sóng. Sóng điện từ là sóng ngang.
- Bước sóng của sóng điện từ trong chân không là λ = cT, trong đó: c là tốc độ ánh sáng trong chân không, T là chu kì của dao động điện từ.

EM CÓ THỂ

- Mô tả được sự lan truyền sóng điện từ trong không gian.
- Sử dụng mô hình sóng điện từ giải thích được tính chất của sóng điện từ.

Bài 20 BÀI TẬP VỀ TỪ TRƯỜNG

Để giải các bài tập về từ trường thì cần dùng những kiến thức cơ bản nào?

I. MỘT SỐ LƯU Ý TRONG VIỆC GIẢI BÀI TẬP VỀ TỪ TRƯỜNG

Phần từ trường bao gồm những nội dung chính như: mô tả từ trường, lực từ tác dụng lên đoạn dây dẫn thẳng mang dòng điện; cảm ứng điện từ; dòng điện xoay chiều; sóng điện từ.

1. Lưu ý khi giải bài tập định tính

Các bài tập này thường yêu cầu mô tả tính chất của từ trường, xác định phương, chiều của cảm ứng từ $\vec{B}$ do các loại dòng điện tạo ra; xác định phương, chiều của lực từ tác dụng lên đoạn dây dẫn mang dòng điện; xác định chiều dòng điện cảm ứng, xác định điều kiện xuất hiện dòng điện cảm ứng; mô tả quá trình lan truyền sóng điện từ; giải thích các ứng dụng của lực từ, hiện tượng cảm ứng điện từ trong đời sống và trong kĩ thuật,...

2. Lưu ý khi giải bài tập định lượng

Các bài tập này thường yêu cầu vận dụng công thức xác định độ lớn của lực từ tác dụng lên đoạn dây dẫn, các công thức tính suất điện động cảm ứng, công thức xác định suất điện động của máy phát điện xoay chiều; công thức về mối quan hệ giữa các đại lượng hiệu dụng của dòng điện xoay chiều trong máy biến áp,...

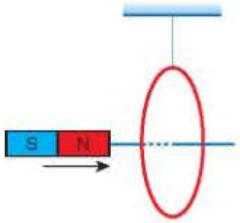
3. Lưu ý khi giải bài tập thí nghiệm và bài tập đồ thị

Các bài tập này thường yêu cầu vận dụng các kiến thức và kĩ năng tiến hành, thu thập kết quả, xử lí số liệu, phân tích đồ thị. Để giải các bài tập này cần lưu ý việc chọn trục toạ độ, đơn vị cho phù hợp.

KẾT NỐI TRI THỨC VỚI CUỘC SỐNG

II. BÀI TẬP VÍ DỤ

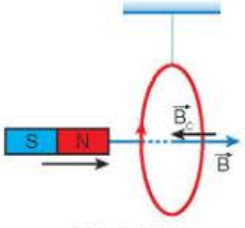
1. Đưa một nam châm lại gần vòng dây như Hình 20.1. Hãy xác định chiều dòng điện cảm ứng trong vòng dây và cho biết vòng dây sẽ chuyển động về phía nào.



Hình 20.1

Giải

- Cảm ứng từ của nam châm có chiều đi vào cực Nam (S), đi ra ở cực Bắc (N).
- Vì nam châm đang lại gần vòng dây nên từ thông qua vòng dây tăng. Theo định luật Lenz, trong vòng dây sẽ xuất hiện dòng điện cảm ứng có chiều chống lại sự tăng của từ thông. Dòng điện cảm ứng tạo ra cảm ứng từ $\vec{B}_C$ ngược chiều với cảm ứng từ $\vec{B}$ của nam châm, suy ra cảm ứng từ $\vec{B}_C$ có chiều từ phải sang trái.
- Áp dụng quy tắc nắm bàn tay phải suy ra chiều của dòng điện cảm ứng có chiều như Hình 20.2.



Hình 20.2

- Cảm ứng từ của vòng dây có chiều đi vào mặt Nam, đi ra ở mặt Bắc, suy ra mặt đối diện của vòng dây với nam châm là mặt Bắc.
- Vì cực Bắc của nam châm lại gần mặt Bắc của vòng dây nên vòng dây bị đẩy ra xa.

2. Một dây dẫn có chiều dài 10 cm được đặt trong từ trường đều có cảm ứng từ $B = 5.10^{-2}$ T. Cho dòng điện có cường độ 10 A chạy qua dây dẫn.

   a) Xác định lực từ tác dụng lên dây dẫn khi dây dẫn đặt vuông góc với cảm ứng từ $\vec{B}$.

   b) Khi lực từ tác dụng có độ lớn bằng 0,043 N, xác định góc giữa cảm ứng từ $\vec{B}$ và chiều dòng điện.

Giải

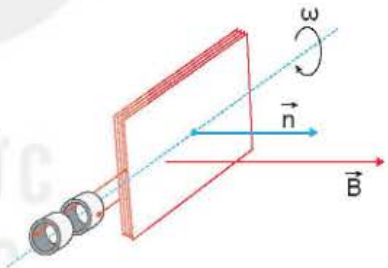
a) Lực từ $\vec{F}$ có đặc điểm:

- Điểm đặt tại trung điểm đoạn dây dẫn mang dòng điện I.
- Có phương vuông góc với đoạn dây dẫn mang dòng điện I và cảm ứng từ $\vec{B}$ có chiều tuân theo quy tắc bàn tay trái.
- Độ lớn: $F = BIL\sin\alpha = (5.10^{-2}).0,1.10.\sin 90^{o} = 0,05$ N.

b) Ta có:

$$F = BIL\sin\alpha \Rightarrow \sin\alpha = \frac{F}{BIL} = \frac{0,043}{5.10^{-2}.10.0,1} \approx 0,86. \text{ Vậy } \alpha \approx 60^{o}$$

3. Một khung dây dẫn phẳng có diện tích $S = 20$ cm^2, có $N = 100$ vòng dây (Hình 20.3), quay đều với tốc độ 50 vòng/giây quanh một trục vuông góc với các đường sức của một từ trường đều có cảm ứng từ $B = 0,1$ T. Chọn gốc thời gian $t = 0$ là lúc vectơ pháp tuyến $\vec{n}$ của diện tích S của khung dây cùng chiều với vectơ cảm ứng từ $\vec{B}$ và chiều dương là chiều quay của khung dây.



Hình 20.3

   a) Viết biểu thức xác định từ thông qua khung dây.

   b) Viết biểu thức xác định suất điện động xuất hiện trong khung dây.

Giải

a) Khung dây dẫn quay đều với tốc độ góc: $\omega = 50.2\pi = 100\pi$ (rad/s).

Tại thời điểm ban đầu $t = 0$, vectơ pháp tuyến $\vec{n}$ của diện tích S của khung dây có chiều trùng với chiều vectơ cảm ứng từ $\vec{B}$ của từ trường. Đến thời điểm t, pháp tuyến $\vec{n}$ của khung dây đã quay được một góc bằng ωt. Lúc này từ thông qua khung dây là: $\Phi = NBS\cos\omega t$.

Như vậy, từ thông qua khung dây biến thiên điều hoà theo thời gian với tần số góc ω và với giá trị cực đại (biên độ) là $\Phi_0 = NBS$.

Thay $N = 100$ vòng dây, $B = 0,1$ T, $S = 20$ cm^2 $= 20.10^{-4}$ m^2 và $\omega = 100\pi$ (rad/s), ta được biểu thức của từ thông qua khung dây là: $\Phi = 0,02\cos 100\pi t$ (Wb).

b) Từ thông qua khung dây biến thiên điều hoà theo thời gian, theo định luật cảm ứng điện từ của Faraday thì trong khung dây xuất hiện một suất điện động cảm ứng.

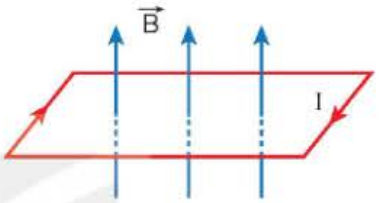
Suất điện động cảm ứng xuất hiện trong khung dây được xác định theo công thức:

$$e = \omega NBS\cos(\omega t - \frac{\pi}{2})$$

Thay N = 100, B = 0,1 T, S = 20 cm^2 = 20. 10^{-4} m^2 và $\omega = 100\pi$ (rad/s), ta được biểu thức xác định suất điện động xuất hiện trong khung dây là: $e = 6{,}28\cos(100\pi t - \frac{\pi}{2})$ (V).

III. BÀI TẬP VẬN DỤNG

1. Đặt một khung dây dẫn hình chữ nhật có dòng điện chạy qua trong từ trường, sao cho mặt phẳng khung dây vuông góc với các đường cảm ứng từ (Hình 20.4) thì lực từ



Hình 20.4

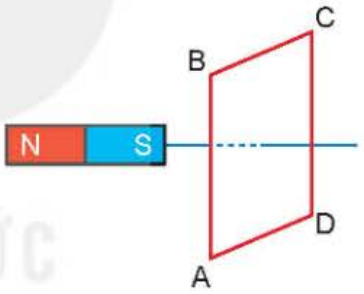
A. làm dãn khung.

B. làm khung dây quay.

C. làm nén khung.

D. không tác dụng lên khung.

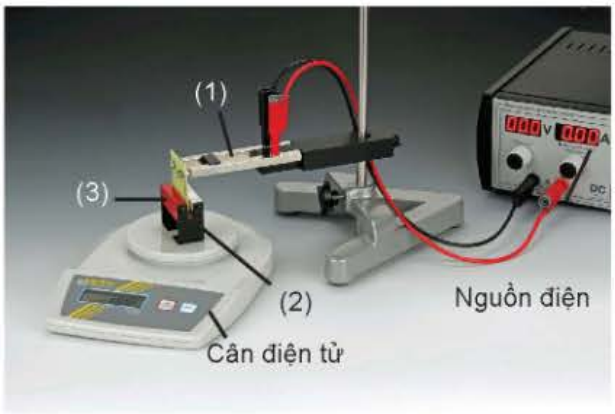
2. Đặt một thanh nam châm thẳng ở gần một khung dây kín ABCD như Hình 20.5. Xác định chiều của dòng điện cảm ứng xuất hiện trong khung dây khi đưa nam châm lại gần khung dây.



Hình 20.5

3. Một vòng dây phẳng giới hạn diện tích S = 40 cm^2 đặt trong từ trường đều có cảm ứng từ B = 0,1 T. Mặt phẳng vòng dây hợp với cảm ứng từ $\vec{B}$ một góc $\alpha = 30°$. Tính từ thông qua S.

4. Hình 20.6 là ảnh chụp thí nghiệm đo lực từ của nam châm vĩnh cửu tác dụng lên đoạn dây dẫn đặt trong từ trường. Biết dây dẫn được cố định vào giá thí nghiệm (1) sao cho phương của đoạn dây dẫn (2) nằm ngang vuông góc với vectơ cảm ứng từ $\vec{B}$ của nam châm (3) và không chạm vào nam châm nằm trên cân. Số liệu thí nghiệm thu được như trong Bảng 20.1. Trong đó L là chiều dài đoạn dây dẫn mang dòng điện đặt trong từ trường, F là độ lớn của lực từ tác dụng lên đoạn dây dẫn, I là cường độ dòng điện.



Hình 20.6. *Thí nghiệm đo lực từ*

Bảng 20.1. *Kết quả thí nghiệm*

I (A)	2,5	5,1	10,1	20,2	5,1	10,1
L (cm)	1,2	1,2	1,2	1,2	0,7	0,7
F (N)	0,008	0,015	0,030	0,060	0,009	0,017

a) Vì sao sử dụng cân điện tử như trong Hình 20.6 có thể xác định được độ lớn lực từ tác dụng lên đoạn dây?

b) Từ số liệu trong bảng, hãy tính độ lớn cảm ứng từ B của nam châm.

EM ĐÃ HỌC

- Cách giải các bài tập về từ trường.

EM CÓ THỂ

- Vận dụng các kiến thức về từ trường, lực từ tác dụng lên đoạn dây dẫn thẳng mang dòng điện, cảm ứng từ, dòng điện xoay chiều, sóng điện từ để giải các bài tập có liên quan.

KẾT NỐI TRI THỨC VỚI CUỘC SỐNG

CHƯƠNG IV

VẬT LÍ HẠT NHÂN



Sự kiện sao siêu mới xuất hiện trong dải Ngân Hà được phát hiện gần đây nhất là vào năm 1604. Mặc dù vụ nổ đó cách Trái Đất một khoảng cách gấp 6 nghìn tỉ lần khoảng cách từ Trái Đất đến Mặt Trời, nhưng người ta vẫn có thể quan sát được vào ban ngày vì độ sáng của nó. Vụ nổ này cho phép giải thích sự tạo thành các hạt nhân nặng hơn sắt. Điều đó có nghĩa là, khi chạm tay vào bất cứ nguyên tố nào có số hiệu nguyên tử lớn hơn 25 như sắt, kẽm, bạc, vàng, thiếc, bạch kim,... dường như ta đang chạm tay vào các sản phẩm từ phản ứng tổng hợp hạt nhân trong các sự kiện sao siêu mới. Sự hình thành hạt nhân các nguyên tố đó diễn ra như thế nào?

Nội dung

- Cấu trúc hạt nhân
- Phản ứng hạt nhân và năng lượng liên kết
- Phóng xạ
- Công nghiệp hạt nhân

Bài 21 CẤU TRÚC HẠT NHÂN

Kích thước nguyên tử nhỏ tới mức kính hiển vi quang học hiện đại nhất cũng không thể giúp chúng ta quan sát rõ. Hạt nhân có kích thước còn nhỏ hơn rất nhiều (khoảng 0,0001 lần) so với nguyên tử. Các nhà khoa học đã làm thế nào để phát hiện ra điều đó?

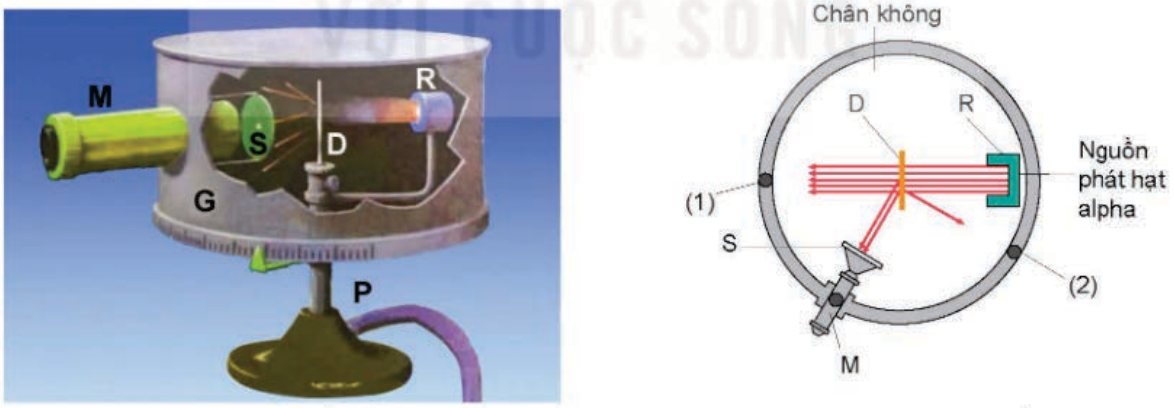
I. THÍ NGHIỆM TÁN XẠ HẠT ALPHA

Mô hình nguyên tử đầu tiên giống như một chiếc bánh ngọt có mận khô bên trong, các mẩu mận khô biểu diễn các electron mang điện tích âm có khối lượng và kích thước rất nhỏ so với nguyên tử (Hình 21.1). Phần còn lại của bánh biểu diễn phần còn lại của nguyên tử mang điện tích dương, nặng gần bằng nguyên tử và chiếm gần như toàn bộ không gian nguyên tử.



Hình 21.1. *Ảnh chụp bánh ngọt có mận khô*

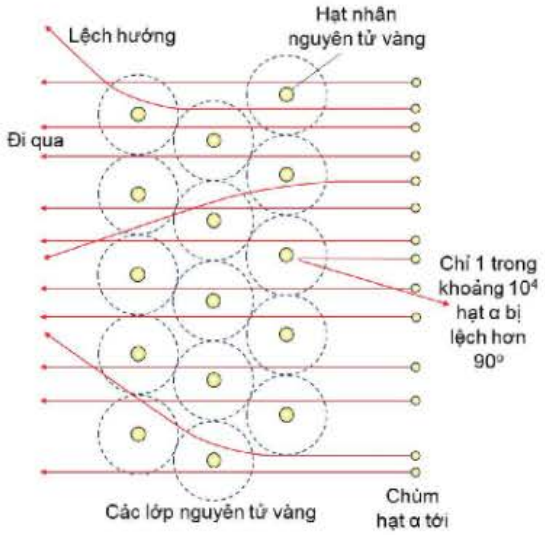
Năm 1911, Ernest Rutherford (Ơ-nớt Rơ-dơ-pho) tiến hành thí nghiệm khám phá cấu tạo nguyên tử vàng (Hình 21.2) và đề xuất mô hình nguyên tử mới có tên mô hình hành tinh nguyên tử. Trong thí nghiệm này, Rutherford sử dụng chùm hạt alpha mang điện tích dương (kí hiệu α, chính là hạt nhân nguyên tử He). Chùm hạt này được phát ra từ nguồn R bắn vào lá vàng D rất mỏng (độ dày chỉ khoảng 4.10^{-7} m), được đặt trong hộp chân không G. Để phát hiện các hạt alpha sau khi đi qua lá vàng, ông dùng kính hiển vi M để quan sát các đốm sáng phát ra khi các hạt này đập vào kính S có phủ chất huỳnh quang.



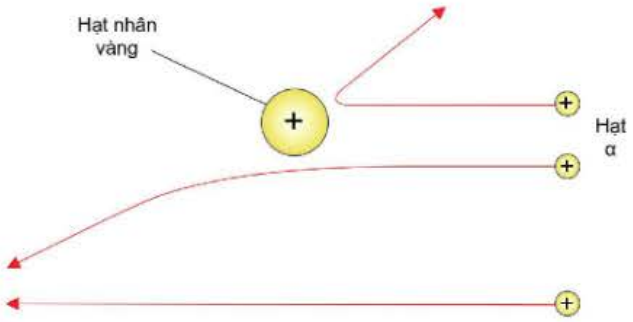
a) Hình vẽ phối cảnh *b) Hình vẽ mặt cắt*

Hình 21.2. *Bố trí thí nghiệm tán xạ hạt alpha*

Khi di chuyển kính hiển vi từ vị trí (1) đến vị trí (2) (Hình 21.2b), tần suất đốm sáng xuất hiện trên màn S giảm đi rất nhanh. Tại vị trí (2) vẫn thấy xuất hiện các đốm sáng nhưng tần suất ít hơn so với tại vị trí (1) cỡ 10^4 lần. Kết quả thí nghiệm có thể được minh hoạ như Hình 21.3.



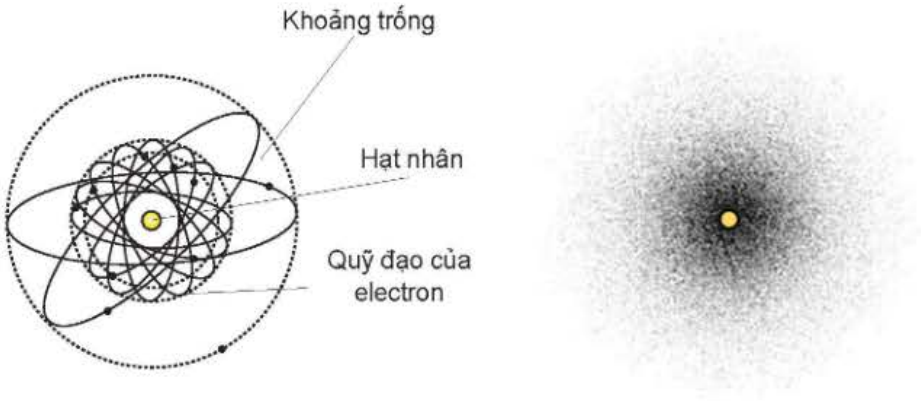
Hình 21.3. *Minh hoạ kết quả thí nghiệm tán xạ hạt alpha*



Hình 21.4. *Hiện tượng tán xạ hạt alpha*

Hiện tượng lệch hướng chuyển động của hạt alpha khi đến gần hạt nhân vàng gọi là hiện tượng tán xạ hạt alpha (Hình 21.4).

1. Dựa vào kết quả thí nghiệm tán xạ hạt α để trả lời các câu hỏi sau:
   a) Tần suất đốm sáng xuất hiện khi kính hiển vi ở vị trí (1) (vị trí đối diện với nguồn phát tia α – Hình 21.2 b) là lớn nhất chứng tỏ điều gì?
   b) Tại sao có một số hạt α đổi hướng chuyển động khi đi qua lá vàng?
   c) Số hạt α không đi qua lá vàng mà bật lại tới vị trí (2) với tần suất chỉ bằng 10^{-4} lần tần suất hạt α đi qua lá vàng tới vị trí (1) chứng tỏ điều gì?
2. Dựa trên thí nghiệm tán xạ hạt α, Rutherford đề xuất một mô hình hành tinh nguyên tử (Hình 21.5 a).
   a) Mô tả mô hình hành tinh nguyên tử của Rutherford.
   b) Giải thích mô hình cấu tạo nguyên tử của Rutherford dựa vào các câu trả lời ở ý 1.



a) Mô hình hành tinh nguyên tử của Rutherford

b) Mô hình đám mây electron

Hình 21.5. *Một số mô hình nguyên tử*

EM CÓ BIẾT

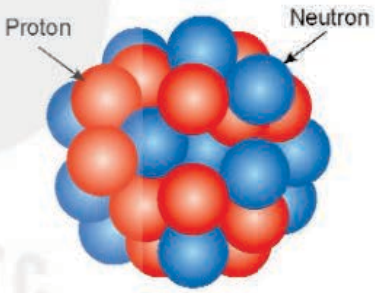
Mẫu hành tinh nguyên tử của Rutherford không giải thích được tính bền vững của các nguyên tử và sự tạo thành quang phổ vạch của các nguyên tử. Năm 1913, Bohr (Bo) đã dựa trên mô hình nguyên tử của Rutherford và vận dụng thuyết lượng tử ánh sáng để đề xuất mẫu nguyên tử mới gọi là mẫu nguyên tử Bohr. Trong mẫu này, Bohr vẫn giữ mô hình hành tinh nguyên tử của Rutherford nhưng đã bổ sung các tiên đề về cấu trúc nguyên tử. Mẫu này đã giải thích được sự tạo thành quang phổ vạch của các nguyên tử, đặc biệt là của nguyên tử hydrogen. Tuy nhiên, mô hình nguyên tử của Bohr không giải thích được nhiều tính chất của các nguyên tử khác. Hiện nay, người ta vận dụng các lí thuyết của Erwin Schrödinger (Ơ-quin Srô-đin-gơ) để đưa ra mô hình đám mây điện tử. Trong mô hình này, các electron có thể xuất hiện ở mọi vị trí trong không gian nguyên tử với xác suất nào đó và mật độ xác suất có mặt của electron được biểu diễn bằng các đám mây electron (Hình 21.5b). Mô hình này có thể giải thích được quang phổ vạch của các loại nguyên tử.

II. NUCLEON VÀ KÍ HIỆU HẠT NHÂN

1. Nucleon

Theo mô hình nguyên tử Rutherford, hạt nhân tích điện dương bằng Z.e (Z là số thứ tự trong bảng tuần hoàn, gọi là số hiệu nguyên tử), với kích thước của hạt nhân rất nhỏ.

Hạt nhân được tạo thành bởi hai loại hạt là proton và neutron, hai loại hạt này có tên chung là nucleon (Hình 21.6).



Hình 21.6. *Hạt nhân $^{28}_{14}Si$ có cấu tạo gồm 14 proton và 14 neutron*

Proton (kí hiệu p), có khối lượng $m_p \approx 1{,}67262.10^{-27}$ kg, điện tích là $q = +e \approx 1{,}6.10^{-19}$ C và hạt neutron (kí hiệu n) có khối lượng $m_n \approx 1{,}67493.10^{-27}$ kg, trung hoà về điện.

Khối lượng nguyên tử bằng tổng khối lượng hạt nhân và electron có trong nguyên tử. Hạt nhân có khối lượng rất lớn so với khối lượng của các electron, vì vậy khối lượng nguyên tử gần như tập trung toàn bộ ở hạt nhân.

Để thuận lợi tính toán khối lượng của hạt nhân, người ta định nghĩa một đơn vị mới gọi là *đơn vị khối lượng nguyên tử*, kí hiệu là amu. Đơn vị amu có giá trị bằng $\frac{1}{12}$ khối lượng nguyên tử của đồng vị carbon-12:

$$1\ amu \approx 1{,}66054.\ 10^{-27}\ kg$$

?

Xác định khối lượng của proton và neutron theo đơn vị amu.

Số proton trong hạt nhân bằng Z. Tổng số nucleon trong một hạt nhân được kí hiệu là A; A gọi là số khối.

Các nucleon nằm sát nhau và không chồng lấn vào nhau. Có thể coi hạt nhân nguyên tử như một quả cầu bán kính R; R phụ thuộc vào tổng số hạt nucleon A theo công thức gần đúng:

$$R = 1,2.10^{-15}.A^{\frac{1}{3}}(m) \qquad (21.1)$$

?

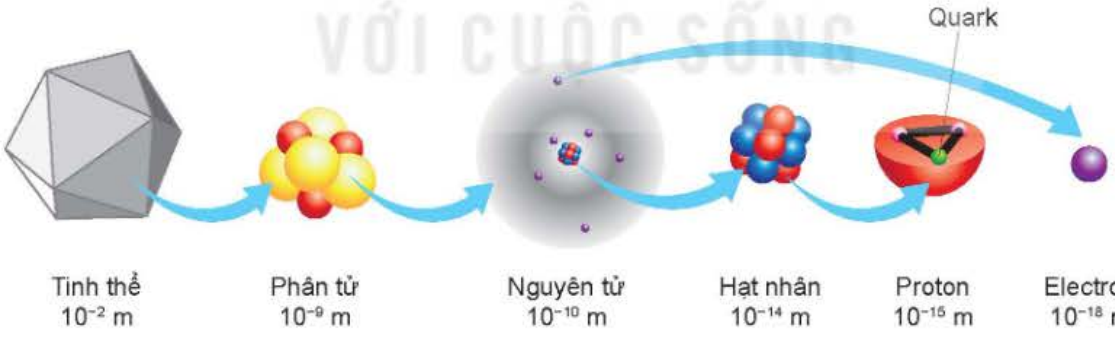
Công thức 21.1 cho kết quả tốt hơn với A > 12. Nghiệm lại sự chính xác của công thức này cho các hạt nhân trong Bảng 21.1.

Bảng 21.1. *Kích thước của một số hạt nhân*

Tên nguyên tố	Số khối	Bán kính nguyên tử (10^{-10} m)	Bán kính hạt nhân (10^{-15} m)
Hydrogen	1	1,2	0,9
Helium	4	1,4	1,7
Oxigen	16	1,5	2,7
Silicon	28	2,1	3,1
Sắt	56	1,9	3,7
Cadimium	114	1,6	4,6
Vàng	197	1,7	5,4
Uranium	238	1,9	5,9

EM CÓ BIẾT

Hạt nucleon vẫn chưa phải là hạt nhỏ nhất, còn có các hạt nhỏ bé hơn cấu tạo lên các nucleon, gọi là hạt quark (Hình 21.7).



Hình 21.7. *Cỡ kích thước của một số loại hạt vi mô*

2. Kí hiệu hạt nhân

Người ta dùng kí hiệu hoá học X của nguyên tố để kí hiệu cho hạt nhân, kèm theo hai số Z và A như sau: ${}^{A}_{Z}X$.

Ví dụ: hạt nhân carbon có 12 nucleon trong đó có 6 proton được kí hiệu ${}^{12}_{6}C$.

Để kí hiệu gọn hơn, người ta thường chỉ ghi theo dạng ${}^{A}X$ (ví dụ ${}^{12}C$).

?

1. Trong kí hiệu hạt nhân, đại lượng N = A – Z cho biết số lượng của loại hạt nào trong hạt nhân? Vì sao?
2. Bằng cách nào có thể tìm được số Z và số N của hạt nhân có kí hiệu dạng ${}^{A}X$?
3. Viết kí hiệu hạt nhân vàng (Au), helium (He) và nitrogen (N), biết rằng số lượng nucleon của các hạt nhân này lần lượt là 197; 4 và 14.

3. Đồng vị

Các hạt nhân đồng vị là những hạt nhân có cùng số Z, khác số A, nghĩa là cùng số proton và khác số neutron.

Ví dụ: Hydrogen có ba đồng vị: hydrogen thường ${}_{1}^{1}H$; hydrogen nặng ${}_{1}^{2}H$ còn gọi là deuterium (${}_{1}^{2}D$); hydrogen siêu nặng ${}_{1}^{3}H$ còn gọi là tritium (${}_{1}^{3}T$).

Các đồng vị được chia làm hai loại: đồng vị bền và đồng vị phóng xạ (không bền). Hầu hết các mẫu chất trong tự nhiên đều là hỗn hợp của nhiều đồng vị.

Carbon có ba đồng vị chính là ${}_{6}^{12}C$, ${}_{6}^{13}C$, ${}_{6}^{14}C$, trong đó đồng vị ${}_{6}^{12}C$ và ${}_{6}^{13}C$ là đồng vị bền chiếm hơn 99% carbon tự nhiên.

?

Giải thích tại sao các chất cấu tạo từ cùng một loại nguyên tố nhưng khối lượng riêng vẫn có thể khác nhau.

EM ĐÃ HỌC

- Hạt nhân mang điện tích dương, có khối lượng gần bằng khối lượng nguyên tử chứa nó nhưng kích thước nhỏ hơn kích thước nguyên tử cỡ 10^4 lần.
- Đơn vị khối lượng nguyên tử kí hiệu là amu; 1 amu có giá trị bằng $\frac{1}{12}$ khối lượng nguyên tử của đồng vị ${}_{6}^{12}C$; 1 amu $\approx 1{,}66054.10^{-27}$ kg.
- Hạt nhân nguyên tử được tạo thành bởi các hạt nucleon. Có hai loại nucleon là proton mang điện tích +1e và neutron trung hoà về điện. Các nucleon có khối lượng xấp xỉ bằng 1 amu.
- Kí hiệu hạt nhân ${}_{Z}^{A}X$, trong đó X, A, Z lần lượt là kí hiệu hoá học nguyên tố, số khối và số hiệu nguyên tử.

EM CÓ THỂ

- Giải thích được thế giới vật chất vĩ mô đa dạng quanh ta đều được tạo thành bởi các hạt proton, neutron và electron.
- Đánh giá được kích thước của hạt nhân từ thí nghiệm tán xạ hạt α.

Bài 22 PHẢN ỨNG HẠT NHÂN VÀ NĂNG LƯỢNG LIÊN KẾT

Chiếc tem thư phát hành năm 1971 có in hình Rutherford và phương trình phản ứng hạt nhân được thực hiện lần đầu tiên trên thế giới vào năm 1909. Người ta đã thực hiện thí nghiệm phát hiện phản ứng hạt nhân như thế nào? Các hạt nhân có thể biến đổi thành các hạt nhân khác không?

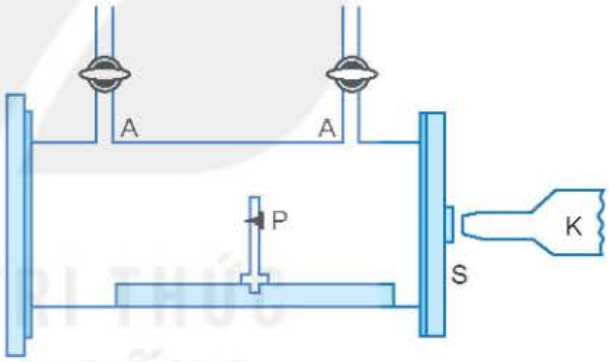


Chiếc tem thư phát hành năm 1971

I. PHẢN ỨNG HẠT NHÂN

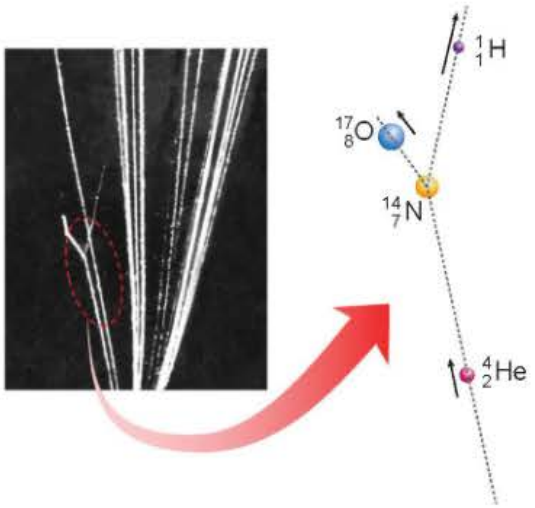
1. Thí nghiệm phát hiện phản ứng hạt nhân

Rutherford đã cho chùm hạt alpha ($^{4}_{2}He$), phóng ra từ nguồn phóng xạ $^{210}_{84}Po$ đặt tại P, bắn phá hạt nhân $^{14}_{7}N$ có trong không khí được dẫn theo đường nạp và hút khí A (Hình 22.1). Kính hiển vi K dùng để quan sát vết sáng được tạo ra do hạt nhân đập vào màn phủ huỳnh quang S. Từ kết quả thí nghiệm, ông cho rằng có hạt nhân $^{1}_{1}H$ trong sản phẩm. Tuy nhiên, ông chưa đưa ra được kết luận về bản chất diễn biến của quá trình tương tác trên.



Hình 22.1. *Sơ đồ thí nghiệm của Rutherford*

Năm 1925, Patrick Blackett (Pa-trích Bơ-lách-két) đã sử dụng buồng sương để chụp được dấu vết tương tác này, đó chính là vết sương rẽ nhánh trong Hình 22.2. Buồng sương là một buồng hơi ở trạng thái siêu bão hòa, có thể tạo ra các vệt sương đủ to dọc theo đường đi của các hạt mang điện chuyển động mà mắt thường có thể nhìn thấy được. Kết quả phân tích hình ảnh của vết sương rẽ nhánh là bằng chứng giúp ông đi tới kết luận: Trong một số trường hợp, hạt $^{4}_{2}He$ bắn phá vào hạt nhân $^{14}_{7}N$ đã tạo ra hai hạt nhân mới đó là $^{17}_{8}O$ và $^{1}_{1}H$.



Hình 22.2. *Ảnh kết quả thí nghiệm của Blackett*

So sánh tổng số điện tích, tổng số nucleon của các hạt nhân trước và sau khi tương tác trong thí nghiệm như mô tả ở Hình 22.2.

2. Các loại phản ứng hạt nhân

Người ta gọi *quá trình biến đổi hạt nhân này thành hạt nhân khác là phản ứng hạt nhân.* Phương trình phản ứng hạt nhân trong thí nghiệm của Blackett là:

$$^{4}_{2}\mathrm{He} + {}^{14}_{7}\mathrm{N} \rightarrow {}^{17}_{8}\mathrm{O} + {}^{1}_{1}\mathrm{H}$$

Phản ứng hạt nhân thường được chia làm hai loại:

- *Phản ứng hạt nhân kích thích:* là quá trình các hạt nhân tương tác với các hạt khác (ví dụ: hạt nhân, neutron,...) tạo ra các hạt nhân mới. Ví dụ: phản ứng phân hạch, phản ứng tổng hợp hạt nhân (xem mục III và IV).
- *Phản ứng hạt nhân tự phát:* là quá trình tự phân rã của một hạt nhân không bền vững thành các hạt nhân mới. Ví dụ: hiện tượng phân rã hạt nhân $^{238}_{92}\mathrm{U}$ được công bố lần đầu tiên trên thế giới bởi Henri Becquerel (Hen-ri Béc-cơ-ren) (xem Bài 23):

$$^{238}_{92}\mathrm{U} \rightarrow {}^{234}_{90}\mathrm{Th} + {}^{4}_{2}\mathrm{He}$$

?

Hãy trình bày sự khác nhau giữa phản ứng hạt nhân và phản ứng hoá học.

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

Phản ứng hạt nhân là một quá trình vật lí, trong đó hệ các hạt tương tác được xem là hệ kín, do đó phản ứng hạt nhân tuân theo nhiều định luật bảo toàn.

Định luật bảo toàn số nucleon (bảo toàn số khối A)

Trong phản ứng hạt nhân, tổng số nucleon của các hạt trước phản ứng bằng tổng số nucleon của các hạt tạo thành sau phản ứng. Bảo toàn số nucleon cũng là bảo toàn số khối A.

Định luật bảo toàn điện tích

Tổng đại số các điện tích của các hạt trước phản ứng bằng tổng đại số các điện tích của các hạt tạo thành sau phản ứng.

1. Hãy viết biểu thức liên hệ giữa các số khối và biểu thức liên hệ giữa các điện tích của các hạt nhân trong phản ứng hạt nhân:

$$^{A_1}_{Z_1}\mathrm{X}_1 + {}^{A_2}_{Z_2}\mathrm{X}_2 \rightarrow {}^{A_3}_{Z_3}\mathrm{X}_3 + {}^{A_4}_{Z_4}\mathrm{X}_4$$

2. Khi bắn phá $^{235}_{92}\mathrm{U}$ bằng neutron $^{1}_{0}\mathrm{n}$ người ta thấy chúng hợp nhất thành hạt nhân X, ngay sau đó hạt nhân X phân rã thành $^{99}_{42}\mathrm{Mo}$, ba hạt neutron và một hạt nhân Y.
   a) Viết các phương trình phản ứng hạt nhân mô tả trong quá trình trên.
   b) Sử dụng bảng hệ thống tuần hoàn hãy xác định tên gọi và kí hiệu các hạt nhân X và Y.

II. NĂNG LƯỢNG LIÊN KẾT

1. Lực hạt nhân và năng lượng liên kết

Lực tương tác giữa các nucleon trong hạt nhân là lực hút, gọi là lực hạt nhân, có tác dụng liên kết các nucleon với nhau. Lực hạt nhân không phải là lực tĩnh điện, nó không phụ thuộc vào điện tích của nucleon. So với lực điện từ và lực hấp dẫn, lực hạt nhân có cường độ rất lớn. Tương tác hạt nhân chỉ đáng kể khi các hạt nucleon nằm cách nhau một khoảng rất ngắn, bằng hoặc nhỏ hơn kích thước của hạt nhân. Nói một cách khác, bán kính tác dụng của lực hạt nhân cỡ 10^{-15} m. Muốn tách nucleon ra khỏi hạt nhân, cần phải tốn năng lượng để thắng lực hạt nhân.

Năng lượng tối thiểu dùng để tách toàn bộ số nucleon ra khỏi hạt nhân bằng năng lượng liên kết hạt nhân E_{lk}.

Mức độ bền vững của một hạt nhân phụ thuộc vào năng lượng liên kết riêng, năng lượng này được tính theo công thức:

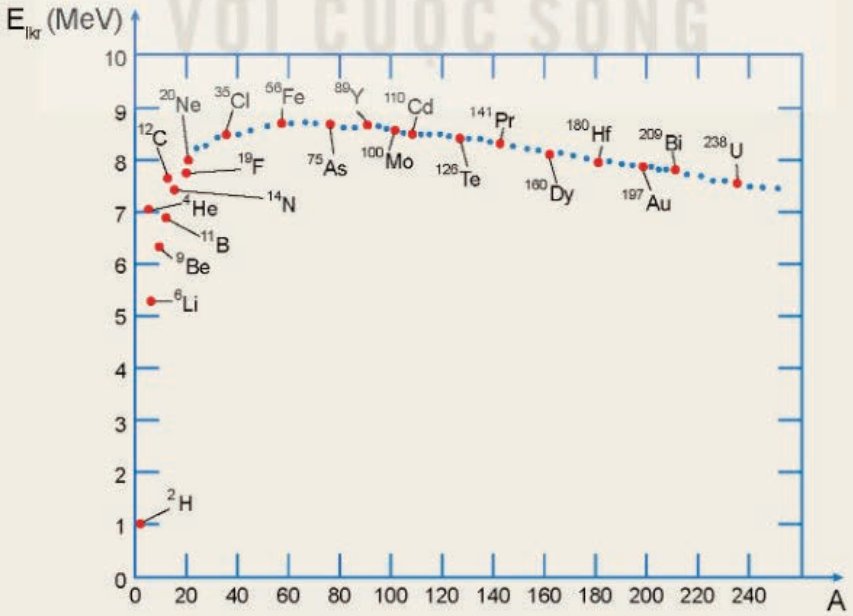
$$E_{lkr} = \frac{E_{lk}}{A} \qquad (22.1)$$

Hạt nhân có E_{lkr} càng lớn thì càng bền vững và ngược lại.

?

Vì sao để tách được các nucleon ra khỏi hạt nhân cần một năng lượng lớn?

1. Nêu mối liên hệ giữa độ bền vững của hạt nhân và năng lượng liên kết riêng.
2. Giá trị năng lượng liên kết riêng E_{lkr} của nhiều hạt nhân được biểu diễn trên đồ thị Hình 22.3. Em hãy:
   a) Chỉ ra hai hạt nhân bền vững nhất, ước lượng E_{lkr} của chúng.
   b) Xác định năm hạt nhân nhẹ ($A \leq 30$) và bốn hạt nhân nặng ($A \geq 160$) có $E_{lkr} < 8{,}2$ MeV.



Hình 22.3. *Phân bố giá trị năng lượng liên kết riêng theo số khối của các hạt nhân*

2. Độ hụt khối

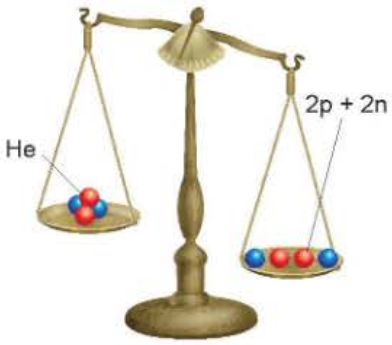
Khi so sánh khối lượng của hạt nhân ${}^{4}_{2}\text{He}$ ($m_{He} \approx 4{,}00260$ amu) với tổng khối lượng các nucleon tạo thành hạt nhân đó:

$2m_p + 2m_n \approx 2.1{,}00728 + 2.1{,}00866 = 4{,}03188$ amu,

ta thấy khối lượng của hạt nhân ${}^{4}_{2}\text{He}$ nhỏ hơn tổng khối lượng của các nucleon thành phần (Hình 22.4).

Tính chất này là tổng quát đối với mọi hạt nhân. *Độ chênh lệch giữa tổng khối lượng của các nucleon tạo thành hạt nhân và khối lượng m_X của hạt nhân gọi là độ hụt khối của hạt nhân*, kí hiệu là Δm:

$$\Delta m = [Zm_p + (A - Z)m_n] - m_X \qquad (22.2)$$



Hình 22.4. *Minh hoạ các nucleon đã liên kết thành hạt nhân nhẹ hơn các nucleon thành phần*

?

Hãy tính độ hụt khối của hạt nhân oxygen ${}^{16}_{8}\text{O}$, biết khối lượng hạt nhân oxygen là $m_O \approx 15{,}99492$ amu.

3. Mối liên hệ giữa năng lượng và khối lượng

Theo thuyết tương đối của Einstein (Anh-xtanh), một vật có khối lượng m thì cũng có năng lượng tương ứng là E và ngược lại:

$$E = mc^2 \qquad (22.3)$$

Với c là tốc độ của ánh sáng trong chân không.

Cũng theo thuyết tương đối của Einstein, một vật có khối lượng m_0 ở trạng thái nghỉ sẽ có năng lượng nghỉ $E_0 = m_0c^2$ thì khi chuyển động vật có khối lượng m ở trạng thái này năng lượng của vật gọi là năng lượng toàn phần $E = mc^2$.

Xét một hạt nhân ${}^{A}_{Z}\text{X}$, ở trạng thái 1 có Z proton và (A – Z) neutron liên kết chặt chẽ với nhau, hạt nhân có năng lượng là $E_1 = m_Xc^2$. Giả sử, trạng thái 2 ứng với hệ gồm Z proton và (A – Z) neutron không liên kết với nhau, hệ ở trạng thái 2 có năng lượng là $E_2 = [Zm_p + (A - Z)m_n]c^2$. Năng lượng liên kết E_{lk} của hạt nhân ${}^{A}_{Z}\text{X}$ được xác định như sau:

$$E_{lk} = E_2 - E_1 = [Zm_p + (A - Z)m_n - m_X]c^2 = \Delta mc^2 \qquad (22.4)$$

Năng lượng liên kết của một hạt nhân được tính bằng tích của độ hụt khối của hạt nhân với thừa số c^2.

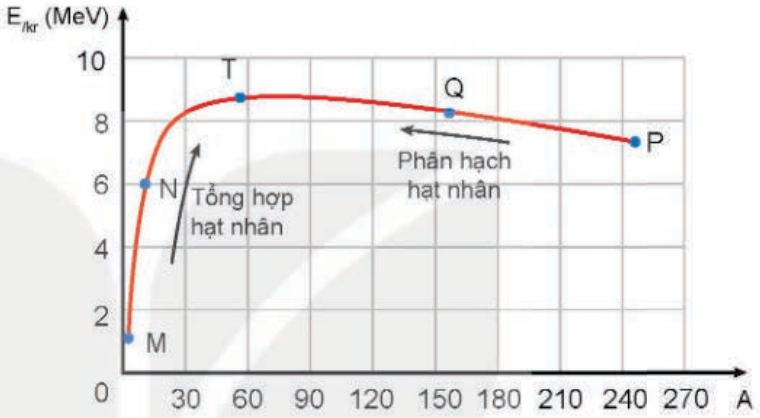
Hãy thực hiện các yêu cầu sau:

a) Tính năng lượng liên kết và năng lượng liên kết riêng của hạt nhân $^{4}_{2}\mathrm{He}$.

b) Tìm hệ số chuyển đổi giữa các đơn vị amu và MeV/c^2.

III. PHẢN ỨNG PHÂN HẠCH HẠT NHÂN

Hình 22.5, là đồ thị phân bố năng lượng liên kết riêng E_{lkr} theo số khối A, được vẽ đơn giản hoá từ đồ thị 22.3. Đồ thị này cho thấy, E_{lkr} của hạt nhân nặng (ứng với đoạn đồ thị PQ) nhỏ hơn E_{lkr} của hạt nhân có số khối trung bình (ứng với đoạn đồ thị QT). Do đó, quá trình biến đổi từ hạt nhân nặng vỡ thành các hạt nhân có số khối trung bình sẽ thu được các hạt nhân bền vững hơn.



Hình 22.5. *Đồ thị đơn giản hoá phân bố năng lượng liên kết riêng theo số khối*

Phản ứng phân hạch là phản ứng trong đó một hạt nhân nặng vỡ thành hai hạt nhân nhẹ hơn. Hai hạt nhân này, hay còn gọi là sản phẩm phân hạch, có số khối trung bình và bền vững hơn so với hạt nhân ban đầu.

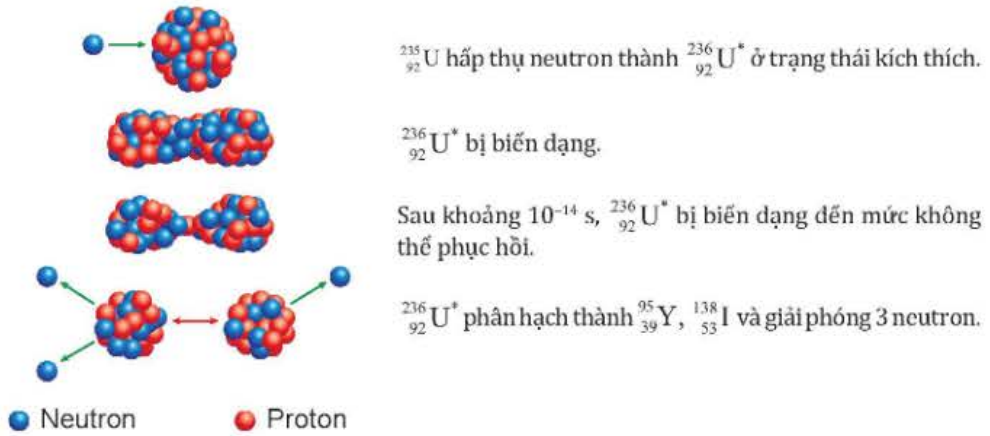
1. Sự phân hạch của uranium

Năm 1939, Otto Hahn (Ốt-tô Han) đã làm thí nghiệm dùng neutron nhiệt (động năng nhỏ hơn 0,1 eV) bắn vào $^{235}_{92}\mathrm{U}$. Kết quả cho thấy hạt nhân $^{235}_{92}\mathrm{U}$ vỡ thành hai hạt nhân có khối lượng nhỏ hơn. Kèm theo quá trình phân hạch này có một số neutron được giải phóng (Hình 22.6).

Phương trình phản ứng là:

$$^{1}_{0}\mathrm{n} + {}^{235}_{92}\mathrm{U} \rightarrow {}^{236}_{92}\mathrm{U}^{*} \rightarrow {}^{95}_{39}\mathrm{Y} + {}^{138}_{53}\mathrm{I} + 3\,{}^{1}_{0}\mathrm{n}$$

Phản ứng toả ra năng lượng khoảng 200 MeV dưới dạng động năng của các hạt nhân sản phẩm.



Hình 22.6. *Tiến trình phân hạch của* $^{235}_{92}U$

Các thí nghiệm đã cho thấy rằng phản ứng phân hạch của một hạt nhân $^{A}_{Z}X$ có thể xảy ra theo nhiều cách vỡ khác nhau. Quá trình này có thể viết dưới dạng phương trình phản ứng khái quát:

$$^{1}_{0}n + {}^{A}_{Z}X \rightarrow {}^{A+1}_{Z}X^* \rightarrow {}^{A_1}_{Z_1}X_1 + {}^{A_2}_{Z_2}X_2 + k\,{}^{1}_{0}n$$

Trong đó, X_1 và X_2 là các hạt nhân có số khối trung bình và hầu hết là các hạt nhân phóng xạ; k = 1, 2, 3 là số hạt neutron được sinh ra. Quá trình phân hạch của $^{A}_{Z}X$ là không trực tiếp mà phải qua trạng thái kích thích $^{A+1}_{Z}X^*$ không bền vững.

Ngoài $^{235}_{92}U$ còn có một số đồng vị hạt nhân khác như $^{237}_{93}Np$, $^{239}_{94}Pu$, $^{251}_{98}Cf$,... cũng có tính chất phân hạch tương tự.

Sự phân hạch hạt nhân là gì? Nêu đặc điểm phản ứng phân hạch của uranium.

2. Phản ứng phân hạch dây chuyền

Các neutron sinh ra sau mỗi phân hạch của uranium (hoặc plutonium,...) có thể kích thích các hạt nhân khác trong mẫu chất phân hạch tạo nên những phản ứng phân hạch mới. Kết quả là các phản ứng phân hạch xảy ra liên tiếp tạo ra phản ứng dây chuyền và toả ra năng lượng rất lớn.

?

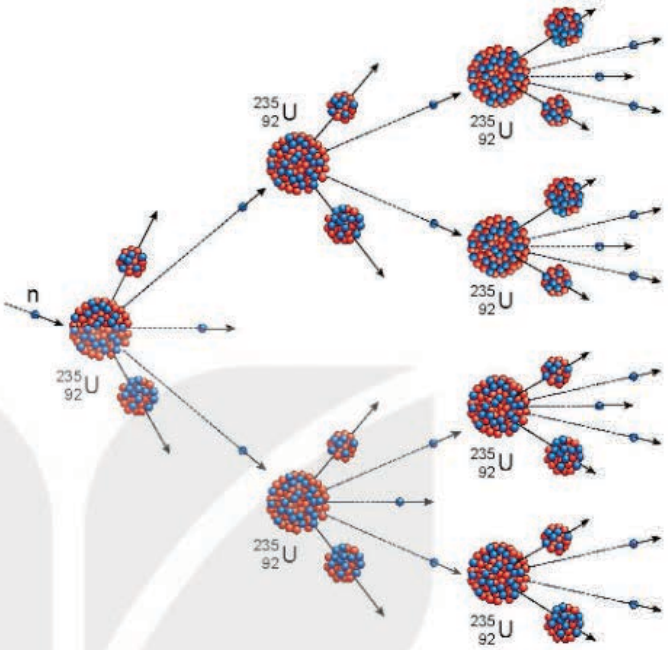
1. Nêu đặc điểm của phản ứng phân hạch dây chuyền.
2. Tính năng lượng toả ra khi phân hạch hoàn toàn 1 kg $^{235}_{92}U$. Biết mỗi phân hạch toả ra năng lượng 200 MeV.

KẾT NỐI TRI THỨC VỚI CUỘC SỐNG

EM CÓ BIẾT

Gọi k là số neutron trung bình được giải phóng sau mỗi phân hạch đến kích thích các hạt nhân $^{235}_{92}U$ khác để tạo nên những phản ứng phân hạch mới hình thành dây chuyền phản ứng. Khi $k < 1$ ứng với phản ứng phân hạch dây chuyền tắt dần, $k \geq 1$ ứng với phân hạch dây chuyền tự duy trì (Hình 22.7).

Trong phản ứng phân hạch dây chuyền tự duy trì, để giảm thiểu số neutron bị mất vì thoát ra ngoài, chất phân hạch phải có khối lượng lớn hơn một giá trị tối thiểu gọi là khối lượng tới hạn m_{th}. Nếu chất phân hạch $^{235}_{92}U$, $^{239}_{94}Pu$ không bị nén, không đặt trong thiết bị phản xạ neutron,... thì khối lượng tới hạn tương ứng của chúng đã được làm giàu khoảng 90% là $m_{th} \approx 47$ kg và $m_{th} \approx 10$ kg (làm giàu là biện pháp làm tăng tỉ lệ % khối lượng của đồng vị mong muốn trong chất phân hạch).



Hình 22.7. *Minh hoạ phản ứng phân hạch dây chuyền với k > 1*

IV. PHẢN ỨNG TỔNG HỢP HẠT NHÂN

Phản ứng tổng hợp hạt nhân là phản ứng hạt nhân trong đó hai hay nhiều hạt nhân nhẹ tổng hợp lại thành một hạt nhân nặng hơn. Từ đồ thị (Hình 22.5), có thể thấy quá trình các hạt nhân nhẹ (ứng với đoạn đồ thị MN) tổng hợp thành hạt nhân có số khối nặng hơn (ứng với đoạn đồ thị NT) sẽ thu được hạt nhân bền vững hơn vì hạt nhân đó có năng lượng liên kết riêng lớn hơn.

Vào năm 1927, Oliphant (Ô-li-phan) đã dùng máy gia tốc để các hạt nhân $^{2}_{1}H$ tương tác với nhau, kết quả tạo ra phản ứng tổng hợp hạt nhân đầu tiên trên thế giới:

$$^{2}_{1}H + {}^{2}_{1}H \rightarrow {}^{3}_{2}Hc + {}^{1}_{0}n$$

Phản ứng này toả năng lượng khoảng 4 MeV.

Vì các hạt nhân đều mang điện tích dương, nên muốn cho hai hạt nhân nhẹ (số khối nhỏ) có thể hợp lại thành hạt nhân nặng hơn, ta phải cung cấp cho chúng một động năng đủ lớn để thắng lực đẩy tĩnh điện Coulomb giữa chúng và cho chúng tiến lại gần nhau đến mức mà lực hạt nhân phát huy tác dụng, làm chúng kết hợp với nhau. Phép tính chứng tỏ rằng, muốn có được một động năng lớn như vậy, khí $^{2}_{1}H$ phải có nhiệt độ cỡ 10^9 K. Trên thực tế, chỉ cần nhiệt độ vào khoảng 10^7 đến 10^8 K là phản ứng tổng hợp hạt nhân này đã có thể xảy ra. Chính vì sự tổng hợp hạt nhân chỉ xảy ra ở nhiệt độ rất cao nên phản ứng này còn được gọi là *phản ứng nhiệt hạch.*

EM CÓ BIẾT

Ngoài điều kiện nhiệt độ cao còn phải thoả mãn hai điều kiện nữa để phản ứng tổng hợp hạt nhân có thể xảy ra. Đó là: mật độ hạt nhân n phải đủ lớn, đồng thời thời gian Δt duy trì nhiệt độ cao (vào khoảng 10^7 đến 10^8 K) cũng phải đủ dài. J. D. Lawson (Lau-sơn, nhà khoa học người Anh) đã chứng minh điều kiện: $n.\Delta t > 10^{14}$ s/cm^3.

?

1. Sự tổng hợp hạt nhân là gì? Nêu điều kiện xảy ra phản ứng tổng hợp hạt nhân.
2. So sánh định tính phản ứng tổng hợp hạt nhân và phản ứng phân hạch về các đặc điểm: nhiên liệu phản ứng và điều kiện xảy ra phản ứng.

EM ĐÃ HỌC

- Phản ứng hạt nhân là quá trình biến đổi từ hạt nhân này thành hạt nhân khác, bao gồm phản ứng hạt nhân kích thích và phản ứng hạt nhân tự phát.
- Trong phản ứng hạt nhân, số khối và điện tích của hệ được bảo toàn.
- Phản ứng phân hạch là phản ứng hạt nhân trong đó một hạt nhân nặng vỡ thành hai mảnh nhẹ hơn.
- Phản ứng tổng hợp hạt nhân là phản ứng trong đó hai hay nhiều hạt nhân nhẹ tổng hợp lại thành một hạt nhân nặng hơn.
- Độ hụt khối (Δm) của hạt nhân là độ chênh lệch tổng khối lượng của các nucleon tạo thành hạt nhân và khối lượng của hạt nhân.

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

- Năng lượng E và khối lượng m tương ứng của cùng một vật được liên hệ với nhau thông qua hệ thức Einstein:

$$E = mc^2$$

trong đó, c là tốc độ của ánh sáng trong chân không.

- Năng lượng liên kết riêng E_{lkr} của một hạt nhân có số khối A bằng:

$$E_{lkr} = \frac{E_{lk}}{A}$$

trong đó, E_{lk} là năng lượng tối thiểu dùng để tách toàn bộ số nucleon ra khỏi hạt nhân, gọi là năng lượng liên kết hạt nhân. Hạt nhân càng bền vững khi E_{lkr} càng lớn.

EM CÓ THỂ

- Nêu được nguyên tắc để biến một chất bất kì thành một chất mong muốn.
- Nêu được tiềm năng khai thác sử dụng năng lượng hạt nhân.
- Giải thích được vì sao phản ứng phân hạch và tổng hợp hạt nhân toả năng lượng.
- Giải thích nguồn gốc vạn vật.

Bài 23 HIỆN TƯỢNG PHÓNG XẠ

Khi gói miếng kim loại hình chữ thập (+) cùng một hòn đá có chứa uranium bằng tấm phim và để trong bóng tối vài ngày, Becquerel đã phát hiện trên tấm phim có vết sáng giống dấu chữ thập như hình bên. Nguyên nhân nào gây tác dụng lên phim dù nó được để trong bóng tối?

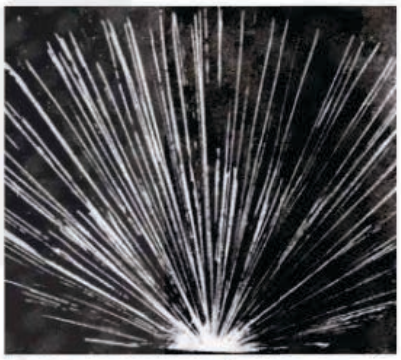


Kết quả thí nghiệm của Becquerel thực hiện năm 1896

I. HIỆN TƯỢNG PHÓNG XẠ

1. Định nghĩa hiện tượng phóng xạ

Thí nghiệm buồng sương: Khi đặt mẫu quặng uranium vào trong buồng sương, chúng ta thấy có nhiều vết sương màu trắng có dạng như các tia đi ra từ mẫu phóng xạ ở các hướng và các thời điểm ngẫu nhiên khác nhau (Hình 23.1). Các vết sương dạng tia này chính là đường đi của các hạt phóng ra từ mẫu quặng uranium, gọi là các tia phóng xạ.



Hình 23.1. *Các vết sương dạng tia xuất hiện quanh mẫu quặng uranium*

Ngoài quặng uranium còn có rất nhiều chất có thể phát ra tia phóng xạ. Tia phóng xạ không nhìn thấy được bằng mắt thường, nhưng có thể có những tác dụng như: ion hoá không khí, gây ra các hiệu ứng quang điện, phát xạ thứ cấp, làm đen kính ảnh, xuyên thấu lớp vật chất mỏng, phá huỷ tế bào, kích thích một số phản ứng hoá học,...

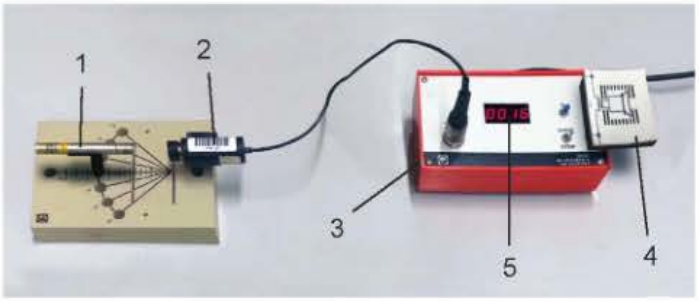
Hiện tượng một hạt nhân không bền vững tự phát biến đổi thành một hạt nhân khác đồng thời phát ra tia phóng xạ gọi là hiện tượng phóng xạ. Quá trình biến đổi hạt nhân này còn được gọi là phân rã phóng xạ hoặc phân rã hạt nhân. Hạt nhân không bền vững, tự phân rã được gọi là hạt nhân mẹ. Hạt nhân được tạo thành, bền vững hơn được gọi là hạt nhân con.

Tìm hiểu thông tin về phát hiện của Becquerel và thí nghiệm trên, cho biết:

1. Hiện tượng phóng xạ xảy ra có tính tự phát hay phụ thuộc vào các yếu tố môi trường như nhiệt độ, áp suất,...?
2. Có thể điều khiển được hiện tượng phóng xạ không? Tại sao?

2. Tính ngẫu nhiên của phân rã phóng xạ

Xét thí nghiệm được bố trí như Hình 23.2: Nguồn phóng xạ (1) được đặt gần một đầu thu phóng xạ Geiger–Müller (Gai-gơ Muy-lơ) (2) theo một phương xác định. Mỗi khi có tia phóng xạ từ nguồn đến đầu thu, nó sẽ gửi tín hiệu đến thiết bị chuyển đổi tín hiệu (3) làm loa (4) phát ra một xung âm thanh đồng thời số đếm tia phóng xạ được hiển thị trên màn hình (5) sẽ nhảy lên 1 đơn vị. Kết quả thí nghiệm sau mỗi 5 s liên tiếp được thể hiện trong Bảng 23.1.



Hình 23.2. *Thí nghiệm đếm tia phóng xạ*

Bảng 23.1. *Kết quả ghi nhận số tia phóng xạ theo thời gian*

Khoảng thời gian (s)	0 – 5	5 –10	10 – 15	15 – 20	20 – 25	25 – 30
Số tia phóng xạ	1	3	2	0	3	1

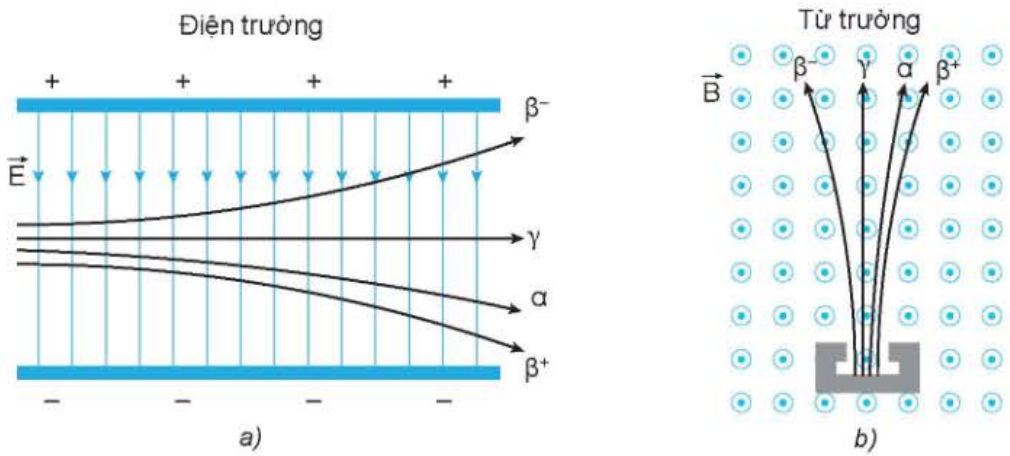
Sử dụng kết quả thí nghiệm trong Bảng 23.1 hãy thực hiện các yêu cầu sau:

- Nhận xét về số lượng phân rã trong các khoảng thời gian bằng nhau liên tiếp.
- Có thể dự đoán được thời điểm xảy ra và số lượng các phân rã phóng xạ không?

Bằng nhiều thí nghiệm khác nữa, người ta đã thấy *quá trình phóng xạ là ngẫu nhiên*. Với một hạt nhân phóng xạ cho trước, thời điểm phân rã của nó là không xác định.

3. Các dạng phóng xạ

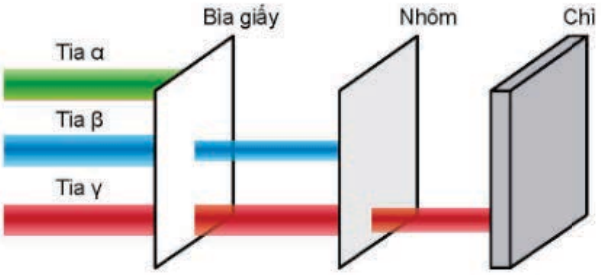
Khi cho các tia phóng xạ đi qua điện trường hoặc từ trường, các tia phóng xạ có thể lệch theo các cách khác nhau (Hình 23.3). Người ta thường phân loại phóng xạ thành 3 dạng như sau: phóng xạ alpha (kí hiệu α), phóng xạ beta (có hai loại kí hiệu là β^- và β^+) và phóng xạ gamma (kí hiệu là γ).



Hình 23.3. *Sự lệch các tia phóng xạ trong điện trường (a) và từ trường (b)*

a) Phóng xạ alpha

Tia phóng xạ α là hạt nhân ^4_2He *phóng ra từ hạt nhân mẹ có tốc độ khoảng* 2.10^7 *m/s.* Tia α làm ion hoá mạnh môi trường vật chất, do đó nó chỉ đi được khoảng vài cm trong không khí và dễ dàng bị tờ giấy dày 1 mm chặn lại (Hình 23.4).



Hình 23.4. *Khả năng đâm xuyên của các tia phóng xạ qua vật chất*

Hạt nhân mẹ X thường là các hạt nhân nặng, có số khối A > 190, phân rã tạo thành hạt nhân con Y, đồng thời phát ra tia phóng xạ α. Phương trình của phân rã phóng xạ α có dạng:

$$^A_Z\text{X} \rightarrow {}^{A-4}_{Z-2}\text{Y} + {}^4_2\text{He}$$

?

1. Hãy nêu các tính chất của tia phóng xạ α.
2. Hãy viết phương trình phân rã α của hạt nhân $^{235}_{92}\text{U}$.

b) Phóng xạ beta

Phóng xạ β gồm 2 loại: phóng xạ β^- và phóng xạ β^+. Hai loại tia phóng xạ β^- và β^+ có bản chất tương ứng là *hạt electron (* $^0_{-1}\text{e}$ *)* và *hạt positron*(*) (* ^0_1e *) phóng ra từ hạt nhân mẹ với tốc độ xấp xỉ tốc độ ánh sáng trong chân không.* Tia β làm ion hoá môi trường vật chất ở mức trung bình, nó có thể xuyên qua tờ giấy khoảng 1 mm nhưng có thể bị chặn bởi tấm nhôm dày khoảng 1 mm (Hình 23.4).

Hạt nhân thực hiện phân rã tạo ra tia phóng xạ β, ngoài sản phẩm là hạt nhân con, các $^0_{-1}\text{e}$ và ^0_1e còn có hạt cơ bản khác là phản hạt neutrino ($\tilde{\nu}$) và hạt neutrino (ν) không mang điện, có khối lượng nghỉ vô cùng nhỏ.

Phương trình của phân rã phóng xạ β^- có dạng:

$$^A_Z\text{X} \rightarrow {}^A_{Z+1}\text{Y} + {}^0_{-1}\text{e} + \tilde{\nu}$$

Tương tự, đối với phóng xạ β^+:

$$^A_Z\text{X} \rightarrow {}^A_{Z-1}\text{Y} + {}^0_1\text{e} + \nu$$

?

1. Hãy nêu các tính chất của phóng xạ β.
2. Viết phương trình phân rã β^- và β^+ tương ứng của các đồng vị $^{90}_{38}\text{Sr}$ và $^{18}_9\text{F}$.

c) Phóng xạ gamma

Một số hạt nhân con sau quá trình phóng xạ α hay β được tạo ra trong trạng thái kích thích $^A_Z\text{Y}^*$. Khi đó, xảy ra tiếp *quá trình hạt nhân đó chuyển từ trạng thái kích thích về trạng thái có mức năng lượng thấp hơn* ^A_ZY *và phát ra bức xạ điện từ γ có bước sóng rất ngắn, cỡ nhỏ hơn* 10^{-11} *m, còn gọi là tia γ.* Các tia γ có năng lượng cao, dễ dàng xuyên qua các vật liệu thông thường, ví dụ lớp bê tông dày hàng chục cm. Muốn cản trở được tia γ, người ta thường dùng vật liệu có mật độ vật chất lớn và bề dày lớn, ví dụ tấm chì dày khoảng 10 cm (Hình 23.4).

Phương trình của phân rã phóng xạ γ có dạng:

$$^A_Z\text{Y}^* \rightarrow {}^A_Z\text{Y} + \gamma$$

(*) *Positron là phản hạt của electron, có cùng khối lượng với electron nhưng mang điện tích +e.*

?

1. Hãy nêu các tính chất của phóng xạ γ.
2. Technetium ($^{99}_{43}Tc^{*}$) là đồng vị phóng xạ γ, được sử dụng rất phổ biến trong y học hạt nhân để chụp ảnh cơ quan bên trong cơ thể người. Viết phương trình phân rã của đồng vị này.

Dựa vào đặc điểm các tia phóng xạ em hãy:
1. Giải thích hướng lệch của từng tia phóng xạ trong điện trường và trong từ trường ở Hình 23.3.
2. Giải thích lí do tại sao các tia α, β và γ có khả năng đâm xuyên khác nhau.

II. ĐỊNH LUẬT PHÓNG XẠ. ĐỘ PHÓNG XẠ

1. Định luật phóng xạ

Các quá trình phân rã phóng xạ đã nêu ở trên là quá trình ngẫu nhiên. Mặc dù, với một hạt nhân phóng xạ cho trước, thời điểm phân rã của nó là không xác định, nhưng khi xét một mẫu chất phóng xạ bao gồm một số lượng rất lớn các hạt nhân phóng xạ thì ta có thể khảo sát sự biến đổi mang tính quy luật của các hạt nhân đó.

Khi thực hiện thí nghiệm phân rã phóng xạ một mẫu chất phóng xạ $^{220}_{86}Rn$ với số hạt nhân ban đầu N_0, người ta thấy rằng cứ sau mỗi khoảng thời gian T = 55 s, chỉ còn một nửa số hạt nhân của mẫu chất phóng xạ chưa bị phân rã. Trong quá trình phân rã phóng xạ, số hạt nhân mẹ sẽ giảm theo thời gian.

Thực nghiệm với các chất phóng xạ khác cũng thấy rằng, cứ sau một khoảng thời gian xác định T thì một nửa số hạt nhân hiện có sẽ bị phân rã, biến đổi thành hạt nhân khác; T được gọi là *chu kì bán rã* của chất phóng xạ.

Điều đó có nghĩa là sau các thời gian t bằng T, 2T, 3T,... kT (k là số nguyên dương), số hạt nhân (số nguyên tử) N_t chưa phân rã tương ứng bằng $\frac{N_0}{2}, \frac{N_0}{4}, \frac{N_0}{8}, \ldots \frac{N_0}{2^k}$. Tức là:

$$N_t = N_0 2^{-k}, \text{ trong đó } t = kT$$

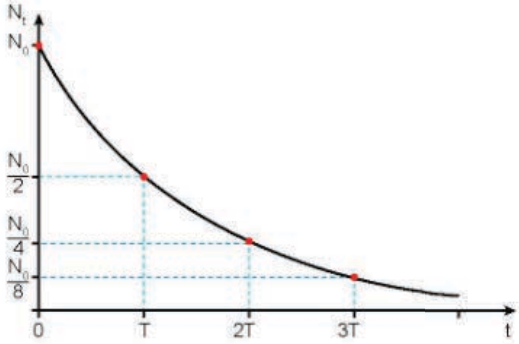
hay là:

$$N_t = N_0 2^{-\frac{t}{T}} \qquad (23.1)$$

Công thức (23.1) biểu diễn định luật phóng xạ: *Trong quá trình phân rã, số hạt nhân chất phóng xạ còn lại giảm theo thời gian theo định luật hàm số mũ.*

Định luật này được minh hoạ bằng đồ thị trên Hình 23.5.

Các đồng vị phóng xạ khác nhau có chu kì bán rã T khác nhau (Bảng 23.2).



Hình 23.5. *Đồ thị minh hoạ sự thay đổi số hạt nhân chất phóng xạ còn lại thời gian*

Bảng 23.2. *Chu kì bán rã của một số đồng vị phóng xạ*

Đồng vị phóng xạ	Chu kì bán rã T
Carbon ($^{14}_{6}C$)	$5,7.10^3$ năm
Iodine ($^{131}_{53}I$)	8,0 ngày
Oxygen ($^{15}_{8}O$)	$1,2.10^2$ giây
Polonium ($^{210}_{84}Po$)	$1,4.10^2$ ngày
Radium ($^{226}_{88}Ra$)	$1,6.10^3$ năm
Radon ($^{219}_{86}Rn$)	4,0 giây
Uranium ($^{235}_{92}U$)	$7,0.10^8$ năm

?

1. Phát biểu định nghĩa chu kì bán rã.
2. Đồng vị phóng xạ $^{15}_{8}O$ sau khoảng thời gian 244 s có 75% số hạt nhân ban đầu đã bị phân rã thành hạt nhân khác. Tính chu kì bán rã của $^{15}_{8}O$.

2. Độ phóng xạ

Để đặc trưng cho tính phóng xạ mạnh hay yếu của một lượng chất phóng xạ, người ta dùng đại lượng *độ phóng xạ (hay hoạt độ phóng xạ), kí hiệu là H, có giá trị bằng số hạt nhân phân rã trong một giây.*

Đơn vị độ phóng xạ là becơren (được lấy theo tên nhà bác học Becquerel), kí hiệu là Bq.

1 Bq = 1 phân rã/1 giây

Trong thực tế, độ phóng xạ còn có đơn vị khác là curi (curi, được lấy theo tên của hai nhà bác học: Marie Curie và chồng là Pierre Curie), kí hiệu là Ci.

1 Ci = $3,7.10^{10}$ Bq, xấp xỉ bằng độ phóng xạ của một gam $^{226}_{88}Ra$.

Độ phóng xạ có thể được đo nhờ các thiết bị đo phóng xạ.

Vì số hạt nhân của một lượng chất phóng xạ giảm dần, nên độ phóng xạ H của chất phóng xạ cũng giảm theo thời gian. Xét một mẫu chất phóng xạ có N_t hạt nhân tại thời điểm t. Tại thời điểm $t + \Delta t$, số hạt nhân đó giảm đi và trở thành $N_t + \Delta N$, với $\Delta N < 0$.

Số hạt nhân đã phân rã trong khoảng thời gian Δt là $-\Delta N$, do đó theo định nghĩa độ phóng xạ thì $H_t = -\frac{\Delta N}{\Delta t}$. Xét khoảng thời gian Δt rất bé và sử dụng biểu thức (23.1) ta có độ phóng xạ H_t tại thời điểm t bất kì là:

$$H_t = -\frac{dN_t}{dt} = -N_t' = \frac{\ln 2}{T} N_0 2^{-\frac{t}{T}}$$

Vậy $H_t = \lambda N_t$ (23.2)

trong đó, đại lượng $\lambda = \frac{\ln 2}{T}$ được gọi là hằng số phóng xạ, đặc trưng cho chất phóng xạ đang xét. Đơn vị của λ là s^{-1}. Với định nghĩa này, phương trình (23.1) và (23.2) có dạng:

$$N_t = N_0 e^{-\lambda t} \qquad (23.3)$$

$$H_t = H_0 e^{-\lambda t} \qquad (23.4)$$

Trong đó H_0 là độ phóng xạ tại thời điểm ban đầu t = 0.

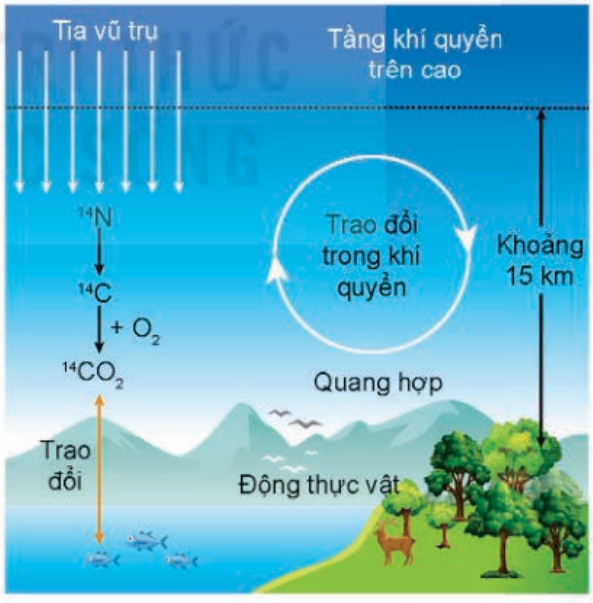
?

1. Nêu ý nghĩa của hằng số phóng xạ.
2. Dược chất phóng xạ Flortaucipir (chứa $^{18}_{9}F$ là đồng vị phóng xạ β^+) được tiêm vào bệnh nhân nhằm chụp ảnh bên trong cơ thể (chụp ảnh PET – Bài 24). Biết $^{18}_{9}F$ có chu kì bán rã khoảng 110 phút.
   a) Sau khi tiêm bao lâu thì lượng $^{18}_{9}F$ giảm còn 10% và 1% so với lúc đầu?
   b) Mỗi mL dược chất phóng xạ Flortaucipir có độ phóng xạ ban đầu là 10^9 Bq. Xác định số lượng hạt đồng vị $^{18}_{9}F$ có trong mỗi mL dược chất tại thời điểm ban đầu và sau đó 1 ngày.

EM CÓ BIẾT

Đồng vị carbon $^{14}_{6}C$, đồng hồ của Trái Đất

Năm 1947, Willand Frank Libby (Uy-lan Phờ-ranh Líp-bi) đã tìm ra phương pháp xác định niên đại của các cổ vật gốc hữu cơ, dựa vào các đặc tính của đồng vị phóng xạ carbon $^{14}_{6}C$. Đồng vị $^{14}_{6}C$ có chu kì bán rã là 5 730 năm. Sự phân rã này cân bằng với sự tạo ra $^{14}_{6}C$ trong khí quyển (Hình 23.6), nên từ hàng vạn năm nay, mật độ của $^{14}_{6}C$ trong khí quyển không đổi. Kí hiệu K (14) là tỉ lệ số nguyên tử của tất cả đồng vị carbon và số nguyên tử đồng vị $^{14}_{6}C$ của một mẫu chất. Trong không khí K (14) ≈ 10^{12}, tỉ lệ này giữ không đổi trong các sinh vật còn sống.



Hình 23.6. *Quy trình hình thành $^{14}_{6}C$ trên Trái Đất*

Khi thực vật chết đi, không còn hấp thụ CO_2 trong không khí và ${}^{14}_{6}C$ không còn tái sinh trong thực vật đó nữa. Vì ${}^{14}_{6}C$ phóng xạ nên số lượng ${}^{14}_{6}C$ giảm dần trong thực vật đó. Nói cách khác, tỉ lệ K (14) trong thực vật đang xét giảm đi so với tỉ lệ đó trong không khí. So sánh hai tỉ lệ đó cho phép ta xác định thời gian từ lúc thực vật đó chết cho đến nay.

Động vật ăn thực vật nên tỉ lệ K (14) trong cơ thể cũng giảm sau khi chết. Vì vậy, có thể xác định tuổi các mẫu xương động vật tìm được trong các di chỉ khảo cổ bằng phương pháp này.

Ngoài phương pháp xác định tuổi các mẫu vật có nguồn gốc hữu cơ dựa vào tính chất phóng xạ ${}^{14}_{6}C$, người ta còn sử dụng nhiều phương pháp khác để xác định tuổi các mẫu vật vô cơ dựa vào tính chất phóng xạ của ${}^{238}_{92}U$, ${}^{40}_{19}K$, ${}^{36}_{17}Cl$,...

III. ẢNH HƯỞNG CỦA TIA PHÓNG XẠ. BIỂN CẢNH BÁO PHÓNG XẠ

1. Ảnh hưởng của tia phóng xạ

Các tia phóng xạ có thể gây tác động mạnh tới tế bào của con người cũng như sinh vật. Vì vậy khi bị phơi nhiễm tia phóng xạ với liều lượng lớn trong một khoảng thời gian dài, có thể ảnh hưởng nghiêm trọng tới sức khoẻ cũng như di truyền (Hình 23.7).



Hình 23.7. *Cà chua đột biến khi bị phơi nhiễm phóng xạ có hình dạng không bình thường*

Trong một số trường hợp, với nguồn phóng xạ mạnh dù chỉ tiếp xúc thời gian ngắn nhưng cảm giác bỏng rát xuất hiện ngay, còn gọi là bỏng phóng xạ. Sau đó, nạn nhân xuất hiện các triệu chứng buồn nôn, nôn mửa, suy nhược thần kinh,... Các triệu chứng này còn gọi là nhiễm độc phóng xạ, ảnh hưởng lâu dài đến sức khoẻ, gây đột biến trong di truyền, ung thư,...

Ảnh hưởng của tia phóng xạ lên cơ thể người phụ thuộc vào cường độ, khả năng ion hoá, khả năng đâm xuyên, thời gian chiếu,... của tia phóng xạ.

- Với tia phóng xạ α: khả năng đâm xuyên của tia α kém nên khi nguồn phóng xạ ở bên ngoài cơ thể thì nó không gây hậu quả đáng kể. Tuy nhiên, do khả năng ion hoá mạnh nên nếu nguồn phóng xạ α xâm nhập vào cơ thể thì sẽ gây hậu quả rất nghiêm trọng.
- Với tia phóng xạ β: khả năng ion hoá và khả năng đâm xuyên ở mức trung bình, khi nguồn phóng xạ β ở trong hay ở ngoài cơ thể đều có thể gây ra các hậu quả đáng kể.
- Với tia phóng xạ γ: khả năng ion hoá kém hơn tia α, tia β nhưng khả năng đâm xuyên mạnh, khi nguồn phóng xạ γ ở trong hay ở ngoài cơ thể đều có thể gây ra hậu quả nghiêm trọng nếu cơ thể phơi nhiễm tia γ có cường độ lớn trong thời gian dài.

2. Biển cảnh báo phóng xạ

Biển cảnh báo phóng xạ (Hình 23.8), được đặt tại khu vực lắp đặt thiết bị phát ra tia phóng xạ và nguồn phóng xạ, hoặc trên chính thiết bị và vật chứa của nguồn phóng xạ. Mục đích cảnh báo mọi người không nên tiếp cận hoặc làm hỏng thiết bị hoặc vật chứa thiết bị phóng xạ, vì điều này rất nguy hiểm.



a) b)

Hình 23.8. *Biển cảnh báo phóng xạ*

1. Tìm hiểu qua sách báo, internet về tác hại của phóng xạ đến sức khoẻ của con người và cho biết:
   a) Các loại phơi nhiễm phóng xạ.
   b) Biểu hiện khi bị phơi nhiễm phóng xạ.
   c) Cách phòng tránh nhiễm phóng xạ.
2. Nêu tên các địa điểm có nguy cơ phóng xạ trong Hình 23.9. Nếu gặp các biển cảnh báo đó em sẽ làm gì?

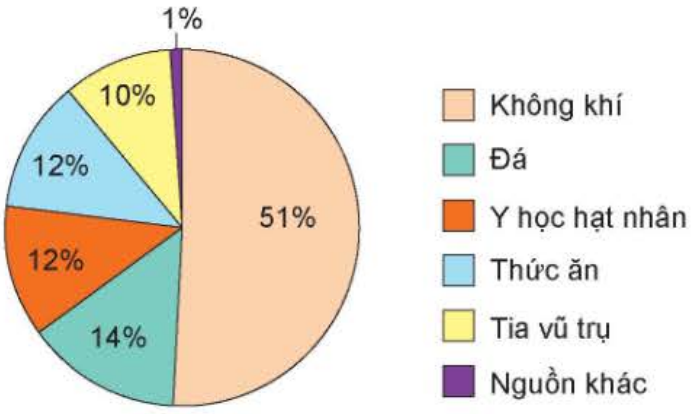


a) b) c) d)

Hình 23.9. *Biển cảnh báo phóng xạ xuất hiện trong nhiều trường hợp*

IV. NGUYÊN TẮC AN TOÀN PHÓNG XẠ

Ngoài các nguồn phóng xạ được kiểm soát trong các hoạt động nghiên cứu và ứng dụng, con người có nguy cơ bị nhiễm phóng xạ thụ động như: phóng xạ có sẵn trong không khí (ví dụ $^{222}_{86}\mathrm{Rn}$), từ các tia vũ trụ (ví dụ $^{14}_{6}\mathrm{C}$), từ đá và vật liệu xây dựng có chứa đồng vị phóng xạ, trong thực phẩm (ví dụ đồng vị $^{40}_{19}\mathrm{K}$),...



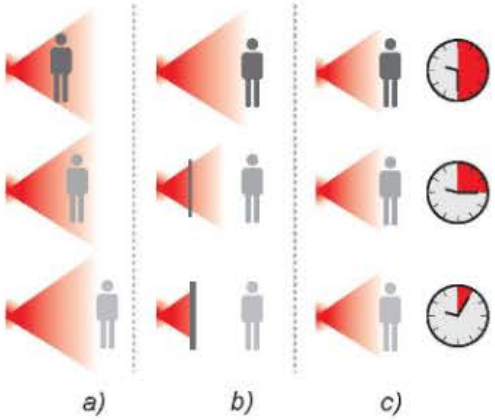
Hình 23.10. *Tỉ lệ phơi nhiễm phóng xạ do các nguồn thụ động khác nhau*

Hình 23.11 minh hoạ các nguyên tắc an toàn phóng xạ sau:

a) Giữ khoảng cách đủ xa đối với nguồn phóng xạ. Nếu tăng gấp đôi khoảng cách từ chúng ta đến nguồn phóng xạ thì liều hấp thụ phóng xạ giảm đi 4 lần.

b) Cần sử dụng các tấm chắn nguồn phóng xạ đủ tốt. Tấm chắn càng dày và có khối lượng riêng càng lớn sẽ càng cản trở mạnh tia phóng xạ.

c) Cần giảm thiểu thời gian phơi nhiễm phóng xạ.



Hình 23.11. *Ba nguyên tắc an toàn phóng xạ*

1. Hãy tìm hiểu và nêu thêm nguyên tắc an toàn phóng xạ. Việc tuân thủ quy tắc an toàn phóng xạ có vai trò gì?
2. Trong y học và công nghiệp, nguồn phóng xạ và chất thải phóng xạ được bảo quản trong các thiết bị lưu trữ (ví dụ như Hình 23.12) hoặc đặt trong các hầm cách li với các nguồn nước (ví dụ Hình 24.2). Người ta đã áp dụng nguyên tắc an toàn phóng xạ nào?



Hình 23.12. *Thiết bị bảo quản dược chất phóng xạ*

EM CÓ BIẾT

1. Kính pha thêm chì (Hình 23.13) còn gọi là thuỷ tinh pha lê có tác dụng cản trở các tia phóng xạ mạnh hơn thuỷ tinh thường. Pha lê ngoài được sử dụng để tạo các đồ vật trang trí nó còn được dùng làm tấm kính giúp cho chúng ta vẫn nhìn được nguồn phóng xạ, nhưng hạn chế các tia phóng xạ chiếu vào người.
2. Nguyên tắc an toàn định lượng

   Liều hấp thụ phóng xạ hiệu dụng D_{hd} cho con người được tính bởi hệ thức:

   $$D_{hd} = DW$$

   trong đó D là liều hấp thụ phóng xạ (năng lượng hấp thụ phóng xạ trên mỗi kg của vật), đơn vị đo là (J/kg) và được gọi là gray, kí hiệu là Gy (1 J/kg = 1 Gy); W là trọng số bức xạ, phụ thuộc vào loại phóng xạ, bộ phận cơ thể bị chiếu xạ, W không có đơn vị. (Ví dụ, khi xét toàn bộ cơ thể người thì W = 1 với tia gamma và beta, W = 20 với tia alpha,...).

   D_{hd} có đơn vị trong hệ SI là sivơ (kí hiệu Sv).



Hình 23.13. *Thuỷ tinh pha lê được lắp tại nơi làm việc có nguồn phóng xạ*

Trung bình một năm con người đã nhận một liều hấp thụ phóng xạ hiệu dụng từ các nguồn phóng xạ thụ động khoảng 2,4 mSv.

Người ta đã đưa ra nguyên tắc an toàn định lượng đối với liều hấp thụ phóng xạ hiệu dụng cho con người trong một năm. Ngoài liều hấp thụ phóng xạ hiệu dụng từ các nguồn thụ động (2,4 mSv), khi làm việc trong môi trường có yếu tố phóng xạ, chiếu chụp X quang,... thì giới hạn liều hiệu dụng phải nhỏ hơn giá trị $D_{hd(max)}$. Tại nước ta, theo Thông tư 19/2012/TT-BKHCN, quy định chung cho mỗi người là: $D_{hd(max)}$ = 1 mSv. Trường hợp học sinh, sinh viên độ tuổi từ 16 đến 18, học nghề có thực hành với nguồn phóng xạ thì $D_{hd(max)}$ = 6 mSv. Ngoài ra, đối với người làm việc trong cơ sở bức xạ thì $D_{hd(max)}$ = 20 mSv.

EM ĐÃ HỌC

- Phân rã phóng xạ có tính tự phát và ngẫu nhiên.
- Tia phóng xạ là tia không nhìn thấy được, nhưng có các tính chất như: ion hoá, gây ra các hiệu ứng quang điện, phát xạ thứ cấp, làm đen kính ảnh, xuyên thấu lớp vật chất mỏng, phá huỷ tế bào, kích thích một số phản ứng hoá học,...
- Các loại tia phóng xạ chính:
  - Tia phóng xạ α là các hạt nhân ${}_2^4He$ được phóng ra từ hạt nhân bị phân rã, chuyển động với tốc độ khoảng 2.10^7 m/s.
  - Tia phóng xạ β^- (hoặc β^+) là dòng các hạt ${}_{-1}^{0}e$ (hoặc ${}_{1}^{0}e$) phóng ra từ hạt nhân bị phân rã, chuyển động với tốc độ xấp xỉ tốc độ ánh sáng.
  - Tia phóng xạ γ là sóng điện từ có bước sóng rất ngắn cỡ nhỏ hơn 10^{-11} m.
- Số hạt chưa phân rã của chất phóng xạ N_t tại thời điểm t và số hạt ban đầu N_0 của chất phóng xạ được liên hệ với nhau theo công thức:

$$N_t = N_0 2^{-\frac{t}{T}} = N_0 e^{-\lambda t}$$

trong đó $\lambda = \frac{\ln 2}{T}$ được gọi là hằng số phóng xạ, T là chu kì bán rã.

- Độ phóng xạ H đặc trưng cho tính phóng xạ mạnh hay yếu của một lượng chất phóng xạ, có giá trị bằng số hạt nhân phân rã trong một giây. Độ phóng xạ H_t của một mẫu chất phóng xạ tại thời điểm t được xác định theo công thức:

$$H_t = \lambda N_t = H_0 e^{-\lambda t}$$

- Nguyên tắc an toàn khi làm việc với nguồn phóng xạ: giữ khoảng cách đủ xa đối với nguồn phóng xạ, cần sử dụng các tấm chắn nguồn phóng xạ đủ tốt và cần giảm thiểu thời gian phơi nhiễm phóng xạ.

EM CÓ THỂ

- Nêu được cách xác định niên đại của các di vật khảo cổ bằng phóng xạ.
- Biết cách phòng tránh khi thấy biển cảnh báo vị trí có phóng xạ nguy hiểm.
- Giải thích được tại sao chúng ta vẫn có thể tiếp xúc với các nguồn phóng xạ một cách an toàn.

KẾT NỐI TRI THỨC VỚI CUỘC SỐNG

Bài 24 CÔNG NGHIỆP HẠT NHÂN

Nhà máy điện hạt nhân có thể giải quyết vấn đề thiếu hụt năng lượng. Tuy vậy, một số quốc gia phát triển dự định sẽ đóng cửa các nhà máy điện hạt nhân trong tương lai. Nhà máy điện hạt nhân có những ưu điểm và nhược điểm gì?

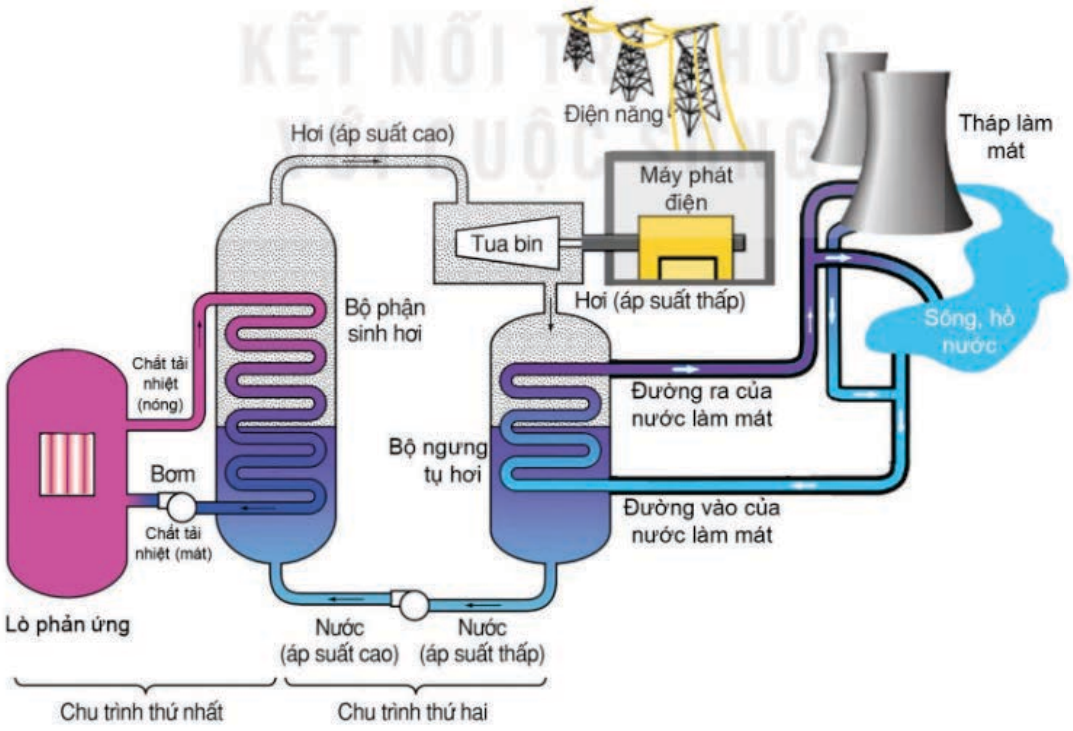


Nhà máy điện hạt nhân tại thị trấn Gundremmingen (Gun-đem-min-gen) – Đức

I. NHÀ MÁY ĐIỆN HẠT NHÂN

Năng lượng toả ra trong các phản ứng hạt nhân thường được chuyển hoá thành điện năng thông qua hệ thống lò phản ứng hạt nhân, tua bin và máy phát điện để hoà vào lưới điện hoặc cung cấp năng lượng cho tàu ngầm, tàu phá băng,... Hệ thống khai thác năng lượng hạt nhân có thể hoạt động trong thời gian dài mà không cần bổ sung nhiên liệu.

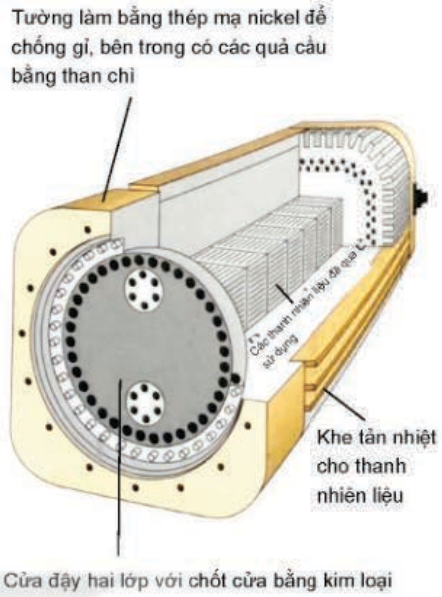
Bộ phận chính của nhà máy điện hạt nhân là lò phản ứng hạt nhân. Chất tải nhiệt sơ cấp, sau khi chạy qua vùng tâm lò, sẽ chảy qua bộ trao đổi nhiệt, cung cấp nhiệt cho lò sinh hơi. Hơi nước làm chạy tua bin phát điện giống như trong nhà máy điện thông thường (Hình 24.1).



Hình 24.1. *Sơ đồ đơn giản hoá của một nhà máy điện hạt nhân*

Nhà máy điện hạt nhân không trực tiếp phát khí thải ô nhiễm môi trường như CO_2, CO,... và có thể phát điện liên tục nhiều năm cho tới khi phải thay nhiên liệu mới.

Tuy nhiên, việc xử lí chất thải hạt nhân đòi hỏi công nghệ phức tạp với chi phí cao. Vật liệu chứa chất thải hạt nhân cần có độ bền rất cao để bảo quản cất giữ hàng trăm năm sau khi khai thác vì chu kì bán rã của một số đồng vị trong thanh nhiên liệu hạt nhân đã qua sử dụng là rất lớn (Ví dụ ^{90}Sr, ^{137}Cs có chu kì bán rã khoảng 30 năm) (Hình 24.2).

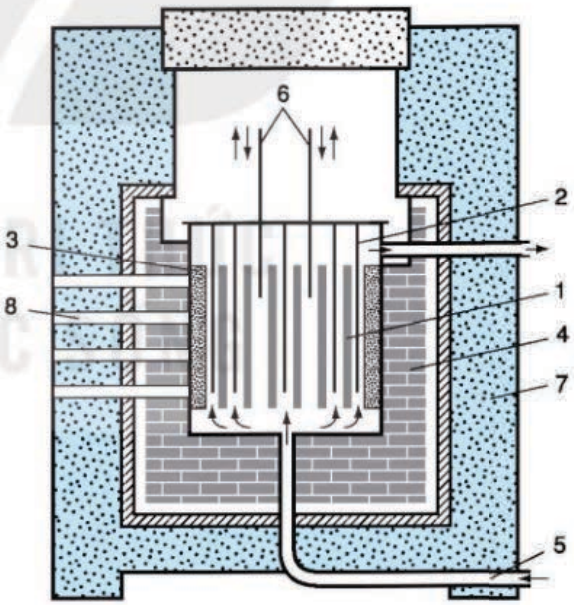


Hình 24.2. *Cấu tạo thiết bị lưu trữ nhiên liệu hạt nhân đã qua sử dụng*

EM CÓ BIẾT

Lò phản ứng hạt nhân

Năm 1942, Fermi và các cộng sự đã lần đầu tiên thực hiện thành công các chuỗi phản ứng phân hạch duy trì điều khiển được trong lò phản ứng ở trường đại học Chicago (Mỹ). Lò phản ứng hạt nhân là một hệ thống được sử dụng để khởi tạo và điều khiển chuỗi phản ứng phân hạch hạt nhân dây chuyền. Phần lớn các lò phản ứng hạt nhân đều có nhiều bộ phận chức năng giống nhau (Hình 24.3). Nhiên liệu phân hạch trong phần lớn các lò phản ứng là ^{235}U hay ^{239}Pu. Để đảm bảo cho k = 1, trong các lò phản ứng người ta dùng các thanh điều khiển có chứa Bo hay Cd, là các chất có tác dụng hấp thụ neutron nhiệt (động năng dưới 0,1 eV). Khi số neutron trong lò tăng lên quá nhiều (k > 1), người ta cho các thanh điều khiển ngập sâu vào khu vực chứa nhiên liệu phân hạch để hấp thụ số neutron thừa. Nhờ vậy, năng lượng toả ra từ lò phản ứng không đổi theo thời gian.



Hình 24.3. *Sơ đồ mặt cắt lò phản ứng neutron nhiệt sử dụng thanh điều khiển hấp thụ neutron*

1. Thanh nhiên liệu; 2. Chất làm chậm neutron; 3. Vỏ kim loại; 4. Lớp tán xạ neutron bằng than chì; 5. Ống làm lạnh và chất tải nhiệt; 6. Thanh điều khiển tấm hấp thụ neutron; 7. Thành bảo vệ phóng xạ; 8. Đường ống làm thí nghiệm (dùng cho lò nghiên cứu).

?

1. Vì sao các nhà máy điện hạt nhân thường được xây dựng cạnh hồ, sông và bờ biển?
2. Liệt kê các nguy cơ ảnh hưởng tới sức khoẻ con người và môi trường nếu không may xảy ra sự cố tại lò phản ứng hạt nhân.

Thảo luận để thực hiện các yêu cầu sau:

1. Nêu vai trò của các nhà máy điện hạt nhân trong đời sống.
2. Đánh giá các ưu điểm, nhược điểm và cơ hội phát triển của các nhà máy điện hạt nhân.

II. Y HỌC HẠT NHÂN

Trong y học người ta khai thác các tính chất của tia phóng xạ để chẩn đoán và điều trị bệnh.

1. Chẩn đoán thông qua chụp ảnh phóng xạ cắt lớp bên trong cơ thể

Người ta đưa các đồng vị phóng xạ vào cơ thể thông qua dược chất phóng xạ. Thông qua thiết bị phát hiện tia phóng xạ và sử dụng máy vi tính, người ta có thể theo dõi sự dịch chuyển của các dược chất phóng xạ bên trong cơ thể (phương pháp theo dõi vết phóng xạ). Ví dụ: Khi tiêm dược chất phóng xạ vào tĩnh mạch để chụp ảnh phóng xạ gan mật, nhờ theo dõi vết phóng xạ chúng ta sẽ quan sát được toàn bộ quá trình sản xuất dịch mật của gan và sự dịch chuyển của dịch từ gan chảy tới túi mật.

EM CÓ BIẾT

Để tạo ra hình ảnh các bộ phận bên trong cơ thể người ta dùng kĩ thuật chụp ảnh phóng xạ cắt lớp SPECT (Single Photon Emission Computed Tomography) và PET (Positron Emission Tomography). Phương pháp chụp ảnh phóng xạ cắt lớp thường được phối hợp với chụp ảnh bằng các phương pháp khác (CT, MRI) để tăng độ chi tiết của hình ảnh cơ quan bên trong cơ thể (Hình 24.4). Theo dõi vết phóng xạ nhờ chụp ảnh phóng xạ cắt lớp cho ta các hình ảnh chi tiết của các bộ phận cơ thể theo nhiều góc quan sát khác nhau. Ngoài ra nó còn giúp ta theo dõi được sự luân chuyển của các chất trong cơ thể. Vì vậy, phương pháp này giúp cho việc chẩn đoán bệnh chính xác hơn.



Hình 24.4. *Hệ thống chụp ảnh PET tại Bệnh viện 19-8, Hà Nội*

Thảo luận và thực hiện các yêu cầu sau:

1. Tại sao người ta sử dụng tia gamma trong chụp ảnh phóng xạ cắt lớp bên trong cơ thể?
2. Nêu vai trò của y học hạt nhân trong đời sống.
3. Đánh giá các ưu điểm, nhược điểm và cơ hội phát triển của y học hạt nhân.

2. Điều trị bệnh

Trong điều trị bệnh ung thư, bệnh nhân được uống hoặc tiêm dược chất phóng xạ với thành phần chứa đồng vị phóng xạ (ví dụ thuốc Xofigo có chứa đồng vị phóng xạ $^{223}_{86}\text{Ra}$, hoặc thuốc Lutathera có chứa đồng vị phóng xạ $^{177}_{71}\text{Lu}$,...). Các tế bào ung thư sẽ chết do hấp thụ tia phóng xạ có trong dược chất phóng xạ được mạch máu vận chuyển tới.

Ngoài cách sử dụng dược chất phóng xạ, người ta còn dùng máy xạ trị để chiếu tia phóng xạ từ bên ngoài cơ thể vào tế bào ung thư để tiêu diệt chúng. Tia phóng xạ cũng được dùng để khử trùng, khử khuẩn,...

?

Khi sử dụng máy xạ trị để chữa bệnh, tia phóng xạ có tác động lên các tế bào khoẻ mạnh không? Hãy tìm thông tin về các triệu chứng của bệnh nhân sau khi xạ trị.

III. ỨNG DỤNG PHÓNG XẠ HẠT NHÂN TRONG CÔNG NGHỆ SINH HỌC VÀ TRONG BẢO QUẢN THỰC PHẨM

Trong công nghệ sinh học, tia phóng xạ có thể được sử dụng hỗ trợ nghiên cứu gây đột biến gene, nhằm tạo ra các giống cây trồng mới có một số đặc điểm vượt trội như khả năng kháng sâu bệnh, năng suất cao, tạo quả trái mùa, hoặc một số loại quả không hạt,... Cây trồng đột biến gene có thể ít ảnh hưởng tới môi trường do cây chỉ cần sử dụng ít phân bón và các loại thuốc trừ sâu, thuốc kích thích sinh trưởng.

Tuy nhiên, cây trồng biến đổi gene vẫn có thể gây tác động xấu đến côn trùng, ảnh hưởng đến hệ sinh thái và sức khoẻ con người khi thường xuyên sử dụng.



a) b)

Hình 24.5. *Vải thiều được chiếu xạ (a) và vải thiều thường (b) sau 7 ngày kể từ khi thu hoạch*

Phương pháp đánh dấu phóng xạ cũng được sử dụng trong nghiên cứu sinh học, nông nghiệp và lâm nghiệp. Ví dụ: Để nghiên cứu đường đi của phân bón trong cây trồng, người ta sẽ bón phân có đồng vị $^{32}_{15}\text{P}$ có tính phóng xạ β. Quan sát ảnh chụp phóng xạ của cây tại các thời điểm cách đều nhau, có thể đưa ra các biện pháp chăm sóc cây trồng phù hợp, giúp nâng cao chất lượng và năng suất.

Nhờ khả năng diệt vi trùng có hại của tia phóng xạ, nên chúng còn được sử dụng rộng rãi trong bảo quản sản phẩm nông nghiệp và thực phẩm. Chiếu tia phóng xạ còn có thể giúp kéo dài thời hạn sử dụng của thực phẩm nhờ thay đổi một số tính chất hoá học của thực phẩm tươi, giúp thực phẩm tránh bị mọc mầm, phân huỷ (Hình 24.5).

Bên cạnh các ưu điểm, một số loại thực phẩm chiếu xạ có thể bị thay đổi màu sắc, hương vị làm thay đổi chất lượng sản phẩm. Ngoài ra, thực phẩm chiếu xạ có giá thành cao.

Thảo luận và thực hiện các yêu cầu sau:

1. Nêu vai trò của ứng dụng phóng xạ hạt nhân trong công nghệ sinh học và trong bảo quản thực phẩm.
2. Đánh giá ưu điểm, nhược điểm và cơ hội phát triển các ứng dụng phóng xạ hạt nhân trong công nghệ sinh học và trong bảo quản thực phẩm.

EM ĐÃ HỌC

- Một số ứng dụng công nghiệp hạt nhân như nhà máy điện hạt nhân, y học hạt nhân; ứng dụng phóng xạ hạt nhân trong công nghệ sinh học và trong bảo quản thực phẩm.

EM CÓ THỂ

- Nêu được ví dụ về vai trò và ứng dụng phóng xạ của một số ngành công nghiệp hạt nhân trong đời sống.
- Giải thích được vì sao cần khai thác năng lượng hạt nhân vào mục đích hoà bình.

KẾT NỐI TRI THỨC VỚI CUỘC SỐNG

Bài 25 BÀI TẬP VỀ VẬT LÍ HẠT NHÂN

Cần vận dụng những kiến thức cơ bản nào để giải những bài tập về vật lí hạt nhân?

I. MỘT SỐ LƯU Ý TRONG VIỆC GIẢI BÀI TẬP VỀ VẬT LÍ HẠT NHÂN

Phần vật lí hạt nhân bao gồm bốn nội dung chính: cấu trúc hạt nhân, phản ứng hạt nhân, phóng xạ và ứng dụng công nghiệp hạt nhân.

1. Lưu ý khi giải bài tập định tính

Các bài tập này thường yêu cầu mô tả cấu tạo hạt nhân, đặc điểm của hạt nhân tham gia phản ứng hạt nhân, tính chất của các tia phóng xạ, giải thích các ứng dụng của vật lí hạt nhân trong đời sống và trong kĩ thuật.

2. Lưu ý khi giải bài tập định lượng

Các bài tập này thường yêu cầu vận dụng công thức xác định số lượng và loại nucleon; khối lượng, số lượng hạt nhân hoặc thời gian thực hiện phóng xạ của mẫu phóng xạ.

3. Lưu ý khi giải bài tập có nội dung thực tiễn

Các bài tập này thường yêu cầu rèn luyện khả năng liên tưởng giữa kiến thức vật lí hạt nhân đã được học và các nội dung thực tiễn; đồng thời cũng yêu cầu trừu tượng hoá, khái quát hoá thực tiễn để thiết lập các mô hình sao cho có thể vận dụng nội dung các kiến thức vật lí hạt nhân để giải quyết vấn đề.

II. BÀI TẬP VÍ DỤ

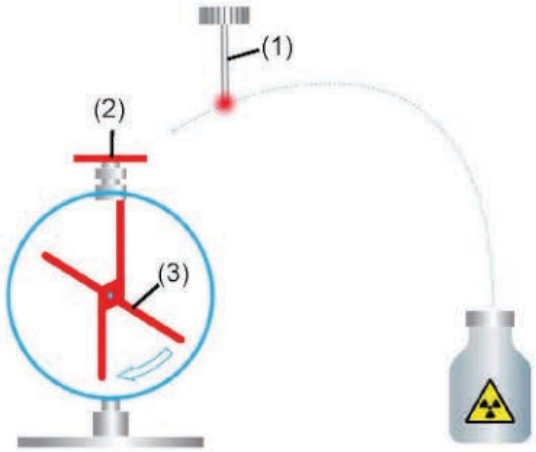
1. Giải thích tại sao khi đưa mẫu phóng xạ (1) vào gần đầu thu điện (2) của một tĩnh điện kế đã được tích điện (Hình 25.1) thì độ lệch của kim điện kế (3) giảm rất nhanh?

Giải

Độ lệch kim điện kế giảm nhanh cho ta biết tĩnh điện kế nhận thêm điện tích trái dấu hoặc mất bớt điện tích.

Như vậy có thể có hai trường hợp:

- Các tia phóng xạ làm ion hoá không khí xung quanh mẫu phóng xạ do vậy không khí sẽ dẫn điện dễ dàng hơn.
- Điện tích của các hạt mang trong tia phóng xạ có thể trái dấu với điện tích đã tích điện trên tĩnh điện kế. Nếu vậy, tĩnh điện kế sẽ nhanh chóng trung hoà điện rồi lại tích điện trái dấu. Do đó độ lệch kim điện kế lúc đầu giảm dần sau đó tăng dần lên, không giống như hiện tượng đã mô tả.



Hình 25.1. *Thí nghiệm đưa mẫu phóng xạ lại gần tĩnh điện kế*

Dựa vào phân tích trên, ta thấy sự ion hoá môi trường của tia phóng xạ chính là nguyên nhân.

Không khí xung quanh tĩnh điện kế trở nên dẫn điện tốt hơn do bị ion hoá khi đưa mẫu phóng xạ lại gần tĩnh điện kế. Chính vì vậy, điện tích của tĩnh điện kế nhanh chóng bị dẫn ra môi trường, làm kim điện kế nhanh chóng dịch về vị trí số 0.

2. Viết phương trình phân hạch của $^{235}_{92}U$ khi hấp thụ 1 neutron, biết rằng sản phẩm phân hạch gồm có $^{140}_{58}Ce$, $^{94}_{40}Zr$, các neutron và các tia β^-.

Giải

Gọi x là hạt neutron $^{1}_{0}n$ và y là số hạt electron $^{0}_{-1}e$ tạo thành trong phân hạch. Phương trình phản ứng hạt nhân có dạng:

$$^{235}_{92}U + {}^{1}_{0}n \rightarrow {}^{140}_{58}Ce + {}^{94}_{40}Zr + x\,{}^{1}_{0}n + y\,{}^{0}_{-1}e$$

Ta thấy x và y bị ràng buộc bởi định luật bảo toàn số khối A và nguyên tử số Z của tất cả các hạt tham gia phản ứng. Hai định luật cho ta hai phương trình liên hệ hai ẩn của x và y, nhờ vậy có thể tìm được x và y.

Từ định luật bảo toàn số khối và định luật bảo toàn điện tích ta có hệ phương trình:

$$\begin{cases} 235+1 = 140+94+x.1+y.0 \\ 92+0 = 58+40+x.0+y.(-1) \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} x = 2 \\ y = 6 \end{cases}$$

Do vậy, phương trình phản ứng là:

$$^{235}_{92}U + {}^{1}_{0}n \rightarrow {}^{140}_{58}Ce + {}^{94}_{40}Zr + 2\,{}^{1}_{0}n + 6\,{}^{0}_{-1}e$$

3. Máy xạ trị (Hình 25.2) thường sử dụng nguồn phóng xạ $^{60}_{27}Co$ có chu kì bán rã là 5,3 năm. Để đáp ứng đúng các tiêu chí y học để điều trị bệnh, thiết bị sẽ bắt buộc phải bảo dưỡng để hiệu chỉnh lại chùm tia chiếu xạ trước khi độ phóng xạ giảm đi 7% và phải thay nguồn phóng xạ mới khi độ phóng xạ giảm đi 50%. Các kĩ sư thiết kế máy xạ trị cần thiết lập lịch bảo dưỡng và thay thế nguồn phóng xạ của máy xạ trị như thế nào để đưa vào các bản hướng dẫn cho các bệnh viện?



Hình 25.2. *Máy xạ trị được sử dụng trong bệnh viện*

Giải

Lịch bảo dưỡng và thay thế nguồn phóng xạ liên hệ với sự giảm của độ phóng xạ của nguồn phóng xạ $^{60}_{27}Co$. Như vậy khi biết chính xác sự phụ thuộc độ giảm độ phóng xạ theo thời gian ta có thể lập được lịch bảo dưỡng.

Độ phóng xạ H_t tại thời điểm t của nguồn phóng xạ có chu kì bán rã T liên hệ với độ phóng xạ tại thời điểm ban đầu H_0 theo công thức $H_t = H_0 2^{-\frac{t}{T}}$. Từ công thức này ta thiết lập được các mốc thời gian ứng với độ giảm độ phóng xạ đã biết.

Gọi chu kì bảo dưỡng là t_{bd}, chính là khoảng thời gian khi độ phóng xạ giảm đi 7%. Ta có:

$$\frac{H_0 - H_{t_{bd}}}{H_0} = \frac{H_0 - H_0 2^{-\frac{t_{bd}}{T}}}{H_0} = \frac{7}{100} \Rightarrow t_{bd} = T\log_2\left(\frac{100}{93}\right) \approx 6{,}65 \text{ tháng}$$

Gọi t_{tm} là chu kì thay mới nguồn phóng xạ, đó chính là khoảng thời gian khi độ phóng xạ giảm đi 50%. Ta có:

$$\frac{H_0 - H_{t_{tm}}}{H_0} = \frac{H_0 - H_0 2^{-\frac{t_{tm}}{T}}}{H_0} = \frac{50}{100} \Rightarrow t_{tm} = T\log_2(\frac{100}{50}) = T = 5{,}3 \text{ năm}$$

Vậy lịch bảo dưỡng của máy xạ trị là sau mỗi 6,65 tháng và lịch thay thế nguồn phóng xạ là sau mỗi 5,3 năm.

III. BÀI TẬP VẬN DỤNG

1. Lực nào đã làm thay đổi phương của hạt alpha (^4_2He) khi được bắn vào lá vàng mỏng?

   A. Lực hạt nhân giúp hạt nhân $^{197}_{79}Au$ đẩy ^4_2He.

   B. Lực hạt nhân giúp hạt nhân $^{197}_{79}Au$ hút ^4_2He.

   C. Lực đẩy tĩnh điện giữa hạt nhân $^{197}_{79}Au$ và ^4_2He.

   D. Lực hút tĩnh điện giữa các electron của phân tử vàng và ^4_2He.

2. Người ta đo độ phóng xạ H của một đồng vị theo thời gian t và điền kết quả vào Bảng 25.1.

   a) Vẽ đồ thị độ phóng xạ theo thời gian.

   b) Ước lượng chu kì bán rã của đồng vị này.

Bảng 25.1. *Độ phóng xạ theo thời gian*

t (s)	180	240	300	360
H (Bq)	22	15	11	9
t (s)	0	30	60	120
H (Bq)	151	85	55	31

3. Dùng máy đo phóng xạ của một mẫu gỗ của một cổ vật phát hiện được 240 phóng xạ mỗi phút. Biết rằng thành phần của mẫu gỗ có chứa 25 g $^{14}_6C$ và $^{12}_6C$, chu kì bán rã của $^{14}_6C$ là 5 730 năm và tỉ lệ nguyên tử $^{12}_6C$ và $^{14}_6C$ khi một sinh vật còn sống là 10^{12} : 1.

   a) Xác định số nguyên tử $^{14}_6C$ có trong mẫu gỗ.

   b) Xác định độ tuổi của mẫu gỗ này.

4. Một nhà máy điện hạt nhân sử dụng nguyên liệu hạt nhân là ^{235}U. Biết rằng mỗi phân hạch sẽ toả năng lượng 200 MeV. Hiệu suất phát điện của nhà máy là 36%. Công suất phát điện của nhà máy là 1 400 MW.

   a) Hãy tính khối lượng của nguyên liệu ^{235}U nhà máy tiêu thụ trong 1 năm.

   b) Tính lượng than đá tiêu thụ để sản xuất ra năng lượng điện tương đương, biết rằng năng suất toả nhiệt của than đá là 30 MJ/kg.

KẾT NỐI TRI THỨC VỚI CUỘC SỐNG

5. Vào tháng 6 năm 2024, người lái xe tải sẽ phải chờ bao nhiêu lâu để toàn bộ lượng thuốc đông y chất đầy thùng xe tải được chiếu xạ để bảo quản tại Trung tâm Chiếu xạ Hà Nội (Hình 25.3), biết rằng cũng tại nơi đó vào tháng 1 năm 2022 người lái xe đã phải chờ 150 phút chiếu xạ cùng lượng thuốc như vậy và trung tâm chiếu xạ vẫn sử dụng nguồn chiếu xạ là $^{60}_{27}\text{Co}$ có chu kì bán rã là 5,3 năm?



Hình 25.3. *Khu nạp nguyên liệu vào dây chuyền của Trung tâm Chiếu xạ Hà Nội*

6. Dược chất phóng xạ FDG có thành phần là đồng vị $^{18}_{9}\text{F}$ với chu kì bán rã là 110 phút, được sử dụng trong chụp ảnh cắt lớp PET. Dược chất này được sản xuất bằng cách bắn phá vào các hạt đồng vị $^{18}_{8}\text{O}$ nhờ một loại hạt được tăng tốc bằng máy gia tốc (Hình 25.4).



Hình 25.4. *Máy gia tốc tại Trung tâm Chiếu xạ Hà Nội*

a) Xác định loại hạt được tăng tốc trong máy gia tốc biết rằng ngoài $^{18}_{9}\text{F}$, sản phẩm bắn phá còn có neutron và phát xạ tia gamma.

b) Trước khi chụp ảnh cắp lớp PET, bệnh nhân sẽ được tiêm liều lượng dược chất FDG để đảm bảo độ phóng xạ trên mỗi kg cân nặng là 0,1 mCi không đổi. Hai bệnh nhân cùng cân nặng, cùng sử dụng FDG trong cùng một đợt sản xuất, nhưng được tiêm ở 2 thời điểm cách nhau 60 phút. Hỏi người nào sẽ được tiêm lượng FDG nhiều hơn? Xác định phần trăm lượng FDG nhiều hơn này cần được tiêm.

EM ĐÃ HỌC

- Cách giải các bài tập về vật lí hạt nhân.

EM CÓ THỂ

- Vận dụng các kiến thức về cấu trúc hạt nhân, phản ứng hạt nhân, phóng xạ và ứng dụng công nghệ hạt nhân để giải các bài tập.

GIẢI THÍCH MỘT SỐ THUẬT NGỮ DÙNG TRONG SÁCH

THUẬT NGỮ	TRANG
Chuyển động nhiệt: Chuyển động của các phân tử, nguyên tử cấu tạo nên vật.	18
Công nghiệp hạt nhân: Các lĩnh vực ứng dụng các kiến thức của vật lí hạt nhân vào nghiên cứu khoa học, sản xuất và cuộc sống.	119
Cặp nhiệt điện: Thiết bị đo nhiệt độ hoạt động dựa trên sự thay đổi của hiệu điện thế theo mức chênh lệch nhiệt độ giữa hai đầu nối của một cặp dây dẫn làm bằng hai kim loại hoặc chất bán dẫn khác nhau.	19
Điện trường xoáy: Điện trường có đường sức điện là các đường cong khép kín.	82
Nhiệt độ: Đại lượng dùng để mô tả sự nóng lạnh, đặc trưng cho động năng trung bình của phân tử.	37
Nhiễu xạ: Sự lệch khỏi phương truyền thẳng khi sóng đi sát mép của các vật cản hoặc truyền qua những lỗ nhỏ.	85
Liều phóng xạ: Năng lượng mà vật nhận được từ các tia phóng xạ trên mỗi đơn vị khối lượng trong một khoảng thời gian xác định.	107
Phản ứng hạt nhân: Quá trình dẫn đến sự biến đổi hạt nhân này thành hạt nhân khác.	96
Phân rã hạt nhân: Loại phản ứng hạt nhân trong đó hạt nhân của các nguyên tử có số khối lớn tự vỡ ra thành các hạt nhân có số khối nhỏ hơn.	97
Trạng thái siêu bão hòa: Trạng thái có nồng độ vượt ngưỡng trạng thái cân bằng cho phép.	96
Tác nhân: Đối tượng có ảnh hưởng tới quá trình đang xét.	13
Y học hạt nhân: Lĩnh vực y học áp dụng các kiến thức vật lí hạt nhân vào chẩn đoán và điều trị bệnh.	107

KẾT NỐI TRI THỨC VỚI CUỘC SỐNG

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:
Chủ tịch Hội đồng thành viên – Tổng Giám đốc NGUYỄN TIẾN THANH

Chịu trách nhiệm nội dung:
Tổng biên tập PHẠM VĨNH THÁI

Biên tập lần đầu: ĐINH THỊ THÁI QUỲNH – NGUYỄN THÀNH ĐẠT
Biên tập tái bản: ĐINH THỊ THÁI QUỲNH
Biên tập mĩ thuật: NGUYỄN BÍCH LA
Thiết kế sách: PHAN THỊ THANH HOA
Trình bày bìa: NGUYỄN BÍCH LA
Minh hoạ: NGUYỄN THỊ HUẾ
Sửa bản in: PHAN THỊ THANH BÌNH – TẠ THỊ HƯỜNG – VŨ THỊ THANH TÂM
Chế bản: CÔNG TY CỔ PHẦN MĨ THUẬT VÀ TRUYỀN THÔNG

Bản quyền © (2024) thuộc Nhà xuất bản Giáo dục Việt Nam.

Xuất bản phẩm đã đăng kí quyền tác giả. 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
Mã số: G1HHZL003h26
In ..... bản, (QĐ .....) khổ 19 x 26,5 cm.
Đơn vị in:.....
Cơ sở in:.....
Số ĐKXB: 7-2026/CXBIPH/187-09/GD
Số QĐXB: .../..... ngày ... tháng ... năm .....
In xong và nộp lưu chiểu quý ..... năm .....
Mã số ISBN: 978-604-0-39256-5



HUÂN CHƯƠNG HỒ CHÍ MINH

BỘ SÁCH GIÁO KHOA LỚP 12 – KẾT NỐI TRI THỨC VỚI CUỘC SỐNG

1. Ngữ văn 12, tập một
2. Ngữ văn 12, tập hai
3. Chuyên đề học tập Ngữ văn 12
4. Toán 12, tập một
5. Toán 12, tập hai
6. Chuyên đề học tập Toán 12
7. Lịch sử 12
8. Chuyên đề học tập Lịch sử 12
9. Địa lí 12
10. Chuyên đề học tập Địa lí 12
11. Giáo dục kinh tế và pháp luật 12
12. Chuyên đề học tập Giáo dục kinh tế và pháp luật 12
13. Vật lí 12
14. Chuyên đề học tập Vật lí 12
15. Hoá học 12
16. Chuyên đề học tập Hoá học 12
17. Sinh học 12
18. Chuyên đề học tập Sinh học 12
19. Công nghệ 12 – Công nghệ Điện – Điện tử
20. Chuyên đề học tập Công nghệ 12 – Công nghệ Điện – Điện tử
21. Công nghệ 12 – Lâm nghiệp – Thuỷ sản
22. Chuyên đề học tập Công nghệ 12 – Lâm nghiệp – Thuỷ sản
23. Tin học 12 – Định hướng Tin học ứng dụng
24. Chuyên đề học tập Tin học 12 – Định hướng Tin học ứng dụng
25. Tin học 12 – Định hướng Khoa học máy tính
26. Chuyên đề học tập Tin học 12 – Định hướng Khoa học máy tính
27. Mĩ thuật 12 – Thiết kế mĩ thuật đa phương tiện
28. Mĩ thuật 12 – Thiết kế đồ hoạ
29. Mĩ thuật 12 – Thiết kế thời trang
30. Mĩ thuật 12 – Thiết kế mĩ thuật sân khấu, điện ảnh
31. Mĩ thuật 12 – Lí luận và lịch sử mĩ thuật
32. Mĩ thuật 12 – Điêu khắc
33. Mĩ thuật 12 – Kiến trúc
34. Mĩ thuật 12 – Hội hoạ
35. Mĩ thuật 12 – Đồ hoạ (tranh in)
36. Mĩ thuật 12 – Thiết kế công nghiệp
37. Chuyên đề học tập Mĩ thuật 12
38. Âm nhạc 12
39. Chuyên đề học tập Âm nhạc 12
40. Hoạt động trải nghiệm, hướng nghiệp 12
41. Giáo dục thể chất 12 – Bóng chuyền
42. Giáo dục thể chất 12 – Bóng đá
43. Giáo dục thể chất 12 – Cầu lông
44. Giáo dục thể chất 12 – Bóng rổ
45. Giáo dục quốc phòng và an ninh 12
46. Tiếng Anh 12 – Global Success – Sách học sinh

Website: https://www.nxbgd.vn

KẾT NỐI TRI THỨC VỚI CUỘC SỐNG

ISBN 978-604-0-39256-5

9 786040 392565

Giá: 15.200 đ